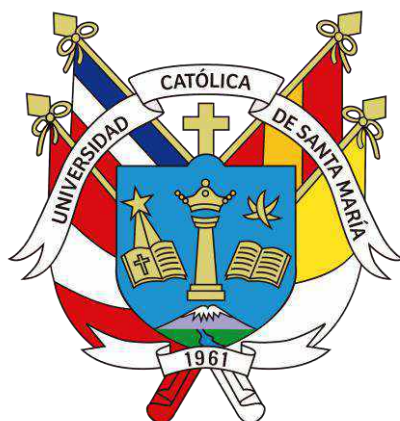


Universidad Católica de Santa María

Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y

Formales

Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO PROBLEMA DEL AGENTE VIAJERO (TSP) PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE PAUCARPATA, 2023

Tesis presentada por el Bachiller:

Collantes Goyzueta, Piero Jesús

Para optar por el Título Profesional de:

Ingeniero Industrial

Asesor:

Ing. Valdivia Llerena, Cesar Alonso Renato

Arequipa – Perú

2024

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA INDUSTRIAL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 26 de Septiembre del 2023

Dictamen: 009647-C-EPII-2023

Visto el borrador del expediente 009647, presentado por:

2017700641 - COLLANTES GOYZUETA PIERO JESUS

Titulado:

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO PROBLEMA DEL AGENTE VIAJERO (TSP)
PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS
SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE PAUCARPATA, 2023**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**29434502 - MURILLO QUISPE EFRAIN RAFAEL
DICTAMINADOR**



**40670888 - PEREZ GOMEZ AYME MIRTHA
DICTAMINADOR**



**29628917 - BUSTOS ARAPA BRAULIO ANGEL
DICTAMINADOR**



PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MÉTODO PROBLEMA DEL AGENTE VIAJERO (TSP) PARA MEJORAR LA EFICIENCIA EN LA RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL DISTRITO DE PAUCARPATA, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

4%

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

Melani Leonart García. "Diseño y producción de exposiciones. Un acercamiento a la comunicación efectiva en museografía bajo parámetros de accesibilidad, inclusión y sostenibilidad", Universitat Politecnica de Valencia, 2023

Publicación

<1%

4

O Facho, T Cama, D Esenarro, J Livia, C Cuetoand, D Ramos. "Recovery of residual public spaces to improve the quality of life of the inhabitants of San Borja, Lima", Journal of Physics: Conference Series, 2021

Publicación

<1%

AGRADECIMIENTOS

Dedico el esfuerzo realizado a Dios, por permitirme llegar hasta ese punto.

A mi familia, mi madre Edith, mi padre Branny y mi hermano Alejandro por su constante motivación día a día.

A mis abuelitas Epifania e Italia por escucharme cada vez que les comentaba sobre mi avance de la investigación.

A los docentes de la Universidad Católica de Santa María por transmitirme todos los conocimientos requeridos para la realización de la presente investigación, al Doctor Ingeniero Cesar Alonso Valdivia por sus grandes enseñanzas y aportes los cuales fueron muy enriquecedores y de mucha ayuda, al Doctor Ingeniero Efraín Murillo, por las materias que me enseñó, motivo por el cual decidí escoger este gran campo de la Investigación de Operaciones para realizar la presente investigación.

A Malena y Kevin por sus valiosos conocimientos que compartieron conmigo, por su exigencia y apoyo constante.

A la Municipalidad Distrital de Paucarpata por permitir la realización de la investigación.

RESUMEN

La higiene en áreas urbanas, que incluye la limpieza de calles, avenidas, vías públicas y la recolección de basura doméstica, es responsabilidad de los municipios en cada uno de los departamentos del país. Sin embargo, en el caso del Distrito de Paucarpata en el departamento de Arequipa, provincia de Arequipa, la municipalidad encargada tiene un ineficiente diseño de rutas de recolección y transporte, presentando dificultades al momento de atender la gran cantidad de residuos generados diariamente en el distrito.

El propósito de esta investigación es proponer un modelo de optimización de rutas, que mejore la eficiencia en la recolección y transporte de residuos sólidos en el Distrito de Paucarpata. Para lograrlo, se utilizará el modelamiento matemático y se aplicará el Problema del Agente Viajero (TSP).

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que se trata de un proceso secuencial que analiza la realidad de forma objetiva, de forma que se describe la situación actual del sistema de recolección y transporte de residuos sólidos, posteriormente se presenta el modelo optimizado para mejorar la eficiencia del sistema de recolección actual, a su vez es de tipo cuasiexperimental debido a que los datos se obtienen directamente de la unidad de análisis, sin embargo al tratarse de una investigación con una muestra censal, permite establecer la relación causa-efecto de manera más sólida al tratarse de la optimización del sistema de rutas actual en la municipalidad de Paucarpata.

Con la propuesta del modelo optimizado del sistema de rutas de recolección y transporte de residuos sólidos, se obtiene una reducción en el costo de combustible de S/. 7814.96, en recursos humanos se obtiene un ahorro anual de S/.145,072.46. Se halló el Valor Actual Neto (VAN) de S/.451,553.52, tomando como base los ahorros anuales proyectados en un periodo de 10 años. La propuesta tiene un costo de inversión de S/. 688,905.77 con una Tasa Interna de

Retorno (TIR) de 22.03% y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) de 3 años con 2 meses y 29 días. Por último, se obtuvo un ratio Beneficio-Costo (B/C) de S/.1.668.

Palabras Claves

Optimización, Problema del Agente Viajero, residuos sólidos, rutas de recolección.



ABSTRACT

Hygiene in urban areas, which includes the cleaning of streets, avenues, public roads and the collection of household garbage, is the responsibility of the municipalities in each of the country's departments. However, in the case of the district of Paucarpata in the department of Arequipa, province of Arequipa, the municipality in charge has an inefficient design of collection and transport routes, presenting difficulties when dealing with the large amount of waste generated daily in the district.

The purpose of this research is to propose a route optimization model to improve efficiency in the collection and transportation of solid waste in the District of Paucarpata. To achieve this, mathematical modeling will be used, and the Traveling Salesman Problem (TSP) will be applied.

This research has a quantitative approach since it is a sequential process that analyzes the reality in an objective way, so that the current situation of the solid waste collection and transportation system is described, then the optimized model to improve the efficiency of the current collection system is presented, This is a quasi-experimental study because the data is obtained directly from the unit of analysis; however, since it is a census sample, it allows establishing the cause-effect relationship in a more solid way since it is about the optimization of the current route system in the municipality of Paucarpata.

With the proposal of the optimized model of the solid waste collection and transportation route system, a reduction in fuel costs of S/. 7814.96 is obtained, and in human resources an annual savings of S/.190,108.14 is obtained. The Net Present Value (NPV) of S/./451,553.52 was found, based on the projected annual savings over a 10-year period. The proposal has an investment cost of S/. 688,905.77 with an Internal Rate of Return (IRR) of 22.03% and an

Investment Recovery Period (IRP) of 3 years, 2 months and 29 days. Finally, a Benefit-Cost (B/C) ratio of S/. 1.668 was obtained.

Key words

Optimization, Traveling Salesman Problem, solid waste, collection routes.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTOS	4
RESUMEN	5
ABSTRACT.....	7
INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO I	21
1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO	22
1.1 Planteamiento del problema.....	22
1.1.1 Descripción del problema	22
1.1.2 Formulación del Problema	24
1.1.2.1 Interrogante Principal	24
1.1.2.2 Sistematización del problema	24
1.1.2.2.1 Interrogantes Secundarias	24
1.2 Justificación	25
1.2.1 Justificación Teórica	25
1.2.2 Justificación Metodológica	25
1.2.3 Justificación Práctica	26
1.2.4 Justificación profesional, académica y/ personal.....	26
1.2.5 Justificación política, económica y/o social.....	27
1.3 Limitaciones de la investigación.....	27
1.4 Objetivos	28
1.4.1 Objetivo general.....	28
1.4.2 Objetivos específicos	28
1.5 Alcances del Proyecto.....	28
1.5.1 Espacial	28
1.5.2 Social.....	28
1.5.3 Temporal	29
1.5.4 Conceptual	29
1.6 Sistema de Hipótesis	29
1.6.1 Hipótesis principal	29
1.7 Variables	29
1.7.1 Variable independiente	29
1.7.2 Variable dependiente	30
1.7.3 Operacionalización de variables	31
1.8 Diseño Metodológico.....	32

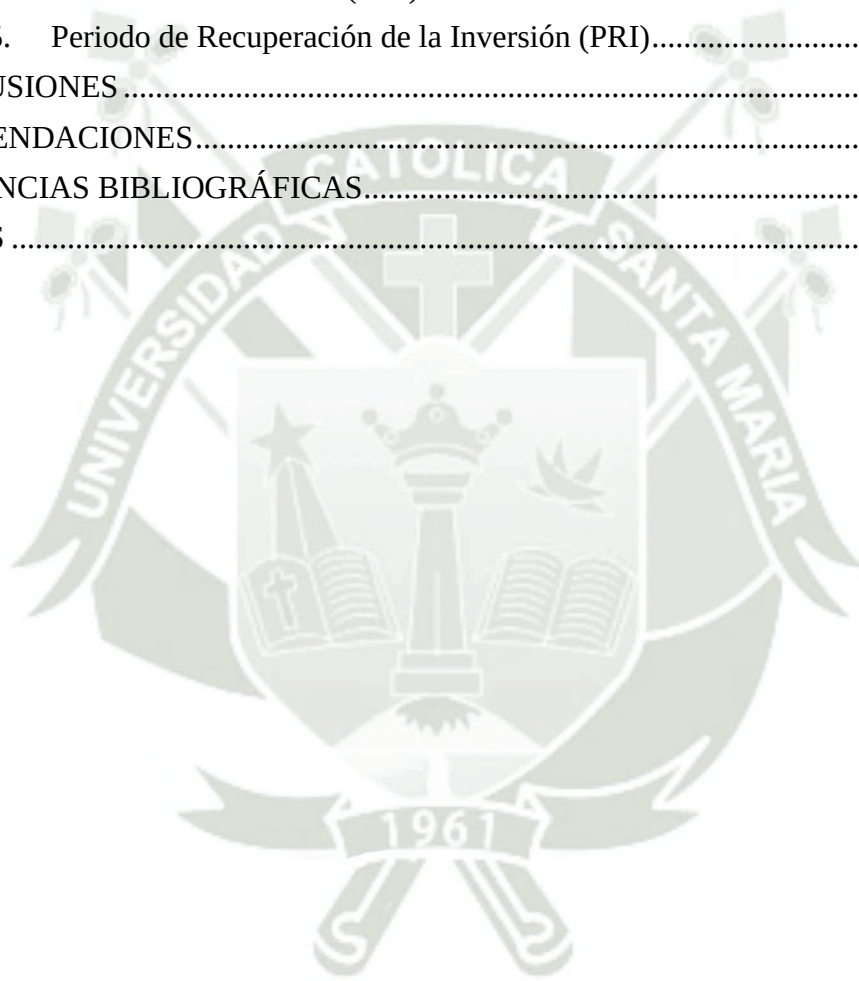
1.8.1	Método de la Investigación	32
1.8.2	Tipo de Investigación.....	32
1.8.3	Nivel de la Investigación	32
1.8.4	Población y Muestra	33
1.8.4.1	Población	33
1.8.4.2	Muestra	33
1.8.5	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
1.8.6	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	34
1.9	Matriz de Consistencia.....	35
CAPÍTULO II		36
2.	MARCO TEÓRICO.....	37
2.1	Antecedentes de la investigación	37
2.1.1	Antecedentes a nivel internacional	37
2.1.2	Antecedentes a nivel nacional.....	38
2.2	Marco conceptual.....	39
2.2.1	Principales conceptos de la investigación.....	39
2.2.1.1	Residuos Sólidos.....	39
2.2.1.1.1	Definición.....	39
2.2.1.1.2	Tipos de Residuos Sólidos	39
2.2.1.1.3	Residuos Sólidos según su Origen	39
2.2.1.1.4	Residuos Sólidos según su Gestión.....	40
2.2.1.1.5	Residuos Sólidos según su Peligrosidad	41
2.2.1.2	Eficiencia	42
2.2.1.3	Desecho Municipal	43
2.2.1.3.1	Definición de Desechos Municipales	43
2.2.1.3.2	Clasificación de Desechos Municipales.....	44
2.2.1.3.3	Tipo de Recogida	47
2.2.1.3.3.1	Recogida en masa.....	47
2.2.1.3.3.2	Recogida selectiva.....	47
2.2.1.4	Optimización	47
2.2.1.4.1	Definición de Optimización	47
2.2.1.4.2	Modelo de Optimización.....	48
2.2.1.4.3	Problema de Optimización Multiobjetivo	53
2.2.1.5	Investigación de Operaciones.....	54
2.2.1.6	Problema del Agente Viajero	55
2.2.1.7	Sectorización	62
2.2.1.8	Microruteo	63

2.2.1.9	Macro-ruteo	64
2.2.1.10	Población	67
2.2.1.11	Muestra	68
2.2.1.12	Programación Lineal.....	68
2.2.1.13	Reglamento de Organización y Funciones de una entidad (ROF)	68
2.2.1.14	Proceso.....	69
2.2.1.15	Mapa de Procesos	69
2.2.1.16	Procesos Estratégicos	69
2.2.1.17	Procesos Misionales u Operativos	70
2.2.1.18	Procesos de Apoyo o Soporte	70
2.2.1.19	Factor de Reserva	70
2.2.1.20	Factor de Cobertura	71
2.2.2	Herramientas de Mejora.....	72
2.2.2.1	Software LINDO	72
2.2.2.2	Software LINGO	72
2.2.2.3	Software POM-QM	73
2.2.2.4	Valor Actual Neto (VAN)	73
2.2.2.5	Tasa Interna de Retorno (TIR).....	73
2.2.2.6	Ratio Beneficio-Costo (B/C)	74
2.3	Marco referencial	75
CAPÍTULO III.....		77
3.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL	78
3.1.	Generalidades.....	78
3.2.	Municipalidad Distrital de Paucarpata.....	79
3.3.	Organigrama de la Municipalidad de Paucarpata	81
3.4.	Funciones de la Municipalidad Distrital de Paucarpata.....	82
3.5.	Procesos de la Municipalidad Distrital de Paucarpata	83
3.6.	Listado de Inventario de Procesos-Municipalidad Distrital de Paucarpata	84
3.7.	Gerencia de Servicios Públicos.....	85
3.8.	Funciones de la Gerencia de Servicios Públicos.....	85
3.9.	Unidades Móviles de recolección y apoyo	86
3.10.	Recursos Humanos.....	87
3.11.	Barrido	88
3.12.	Personal de Barrido.....	90
3.13.	Sistema de Recolección de residuos sólidos	91
3.14.	Transporte	92
3.15.	Generalidades de las unidades móviles de recolección y apoyo.....	92

3.16.	Ubicación de contenedores	93
3.17.	Distancia de las rutas actuales.....	96
3.18.	Horario de recolección de residuos sólidos	98
3.19.	Distribución de rutas actuales	100
3.19.1.	Zona de la Ruta 1	100
3.19.2.	Sentido de la Ruta 1	101
3.19.3.	Zona de la Ruta 2	102
3.19.4.	Sentido de la Ruta 2	103
3.19.5.	Zona de la Ruta 3	104
3.19.6.	Sentido de la Ruta 3	105
3.19.7.	Zona de la Ruta 4	106
3.19.8.	Sentido de la Ruta 4	107
3.19.9.	Zona de la Ruta 5	108
3.19.10.	Sentido de la Ruta 5	109
3.19.11.	Zona de la Ruta 6	110
3.19.12.	Sentido de la Ruta 6	111
3.19.13.	Zona de la Ruta 7	112
3.19.14.	Sentido de la Ruta 7	113
3.19.15.	Zona de la Ruta 8	114
3.19.16.	Sentido de la Ruta 8	115
3.19.17.	Zona de la Ruta 9	116
3.19.18.	Sentido de la Ruta 9	117
3.19.19.	Zona de la Ruta 10	118
3.19.20.	Sentido de la Ruta 10	119
3.19.21.	Zona de la Ruta 11	120
3.19.22.	Sentido de la Ruta 11	121
3.19.23.	Zona de la Ruta 12	122
3.19.24.	Sentido de la Ruta 12	123
3.19.25.	Zona de la Ruta 13	124
3.19.26.	Sentido de la Ruta 13	125
3.19.27.	Zona de la Ruta 14	126
3.19.28.	Sentido de la Ruta 14	127
3.19.29.	Zona de la Ruta 15	128
3.19.30.	Sentido de la Ruta 15	129
3.19.31.	Zona de la Ruta 16	130
3.19.32.	Sentido de la Ruta 16	131
3.19.33.	Zona de la Ruta 17	132

3.19.34.	Sentido de la Ruta 17	133
3.19.35.	Zona de la Ruta 18	134
3.19.36.	Sentido de la Ruta 18	135
3.20.	Tiempo de recorrido de las rutas actuales.....	136
3.21.	Costo de combustible actual	137
CAPÍTULO IV.....		139
4.	Propuesta de mejora.....	140
4.1.	Macro-ruteo.....	140
4.2.1.	Aplicación del Modelo matemático para la optimización de rutas en el distrito de Paucarpata	144
4.2.2.	Solución final para la Zona 01	148
4.2.3.	Solución final para la Zona 02	154
4.2.4.	Solución final para la Zona 03	161
4.2.5.	Solución final para la Zona 04	168
4.2.6.	Solución final para la Zona 05	174
4.2.7.	Solución final para la Zona 06	180
4.2.8.	Solución final para la Zona 07	186
4.2.9.	Solución final para la Zona 08	193
4.2.10.	Solución final para la Zona 09	199
4.2.11.	Solución final para la Zona 10	206
4.2.12.	Solución final para la Zona 11	212
4.2.13.	Solución final para la Zona 12	219
4.2.14.	Solución final para la Zona 13	224
4.2.15.	Solución final para la Zona 14	229
4.2.16.	Detalles de las rutas propuestas.....	233
CAPÍTULO V		236
5.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	237
5.1.	Distancias recorridas	237
5.1.1.	Distancia recorrida actual	237
5.1.2.	Distancia recorrida propuesta	237
5.1.3.	Distribución actual y propuesta	238
5.2.	Costo de Combustible	239
5.2.1.	Costo de combustible actual	239
5.2.2.	Costo de combustible propuesto	241
5.2.3.	Costo de combustible actual y propuesto.....	242
5.3.	Recursos Humanos.....	242
5.3.1.	Costo de Recursos Humanos actual	242

5.3.2. Costo de Recursos Humanos propuesto.....	245
5.3.3. Costo Recursos Humanos Actual y Recursos Humanos Propuesto.....	247
5.4. Costos de la Inversión.....	247
5.5. Evaluación Económica.....	249
5.5.1. Flujo económico.....	249
5.5.2. Valor Actual Neto (VAN).....	250
5.5.3. Tasa Interna de Retorno (TIR).....	251
5.5.4. Ratio Beneficio-Costo (B/C).....	251
5.5.5. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).....	252
CONCLUSIONES.....	252
RECOMENDACIONES.....	255
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	256
ANEXOS	271



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>Operacionalización de variables</i>	31
Tabla 2.	<i>Técnicas de la Investigación</i>	33
Tabla 3.	<i>Matriz de Consistencia</i>	35
Tabla 4.	<i>Matriz de distancias</i>	57
Tabla 5.	<i>Proceso Gestión de Servicio a la Ciudad y Proceso Gestión Administrativa</i>	84
Tabla 6.	<i>Unidades Móviles de recolección y apoyo</i>	87
Tabla 7.	<i>Personal Administrativo</i>	88
Tabla 8.	<i>Personal Obrero</i>	88
Tabla 9.	<i>Personal de Barrido</i>	90
Tabla 10.	<i>Generalidades de las unidades móviles de recolección y apoyo</i>	92
Tabla 11.	<i>Ubicación de contenedores de basura</i>	94
Tabla 12.	<i>Distancias actuales recorridas (km)</i>	97
Tabla 13.	<i>Horario de recolección de residuos sólidos (Ruta 01 a Ruta 10)</i>	98
Tabla 14.	<i>Horario de recolección de residuos sólidos (Ruta 11 a Ruta 18)</i>	99
Tabla 15.	<i>Tiempo de recorrido de las rutas actuales</i>	136
Tabla 16.	<i>Costo de Combustible Actual Premium</i>	138
Tabla 17.	<i>Solución para la Zona 01</i>	148
Tabla 18.	<i>Solución para la Zona 02</i>	154
Tabla 19.	<i>Solución para la Zona 03</i>	161
Tabla 20.	<i>Solución para la Zona 04</i>	168
Tabla 21.	<i>Solución para la Zona 05</i>	174
Tabla 22.	<i>Solución para la Zona 06</i>	180
Tabla 23.	<i>Solución para la Zona 07</i>	186
Tabla 24.	<i>Solución para la Zona 08</i>	193
Tabla 25.	<i>Solución para la Zona 09</i>	199
Tabla 26.	<i>Solución para la Zona 10</i>	206
Tabla 27.	<i>Solución para la Zona 11</i>	212
Tabla 28.	<i>Solución para la Zona 12</i>	219
Tabla 29.	<i>Solución para la Zona 13</i>	224
Tabla 30.	<i>Solución para la Zona 14</i>	229
Tabla 31.	<i>Distancia y tiempo de las rutas propuestas</i>	233
Tabla 32.	<i>Rutas actuales y rutas propuestas</i>	234
Tabla 33.	<i>Distancia recorrida actual</i>	237
Tabla 34.	<i>Distancia recorrida propuesta</i>	238
Tabla 35.	<i>Distribución actual y propuesta</i>	238
Tabla 36.	<i>Costo de Combustible Actual Premium</i>	240

Tabla 37.	<i>Costo de Combustible Propuesto</i>	241
Tabla 38.	<i>Ahorro de combustible semanal, mensual y anual</i>	242
Tabla 39.	<i>Costo Recursos Humanos actual</i>	244
Tabla 40.	<i>Costo de recursos humanos propuesto</i>	246
Tabla 41.	<i>Ahorro de Recursos Humanos</i>	247
Tabla 42.	<i>Inversión del proyecto</i>	248
Tabla 43.	<i>Flujo Económico del Proyecto</i>	250
Tabla 44.	<i>Tasa Interna de Retorno (TIR)</i>	251
Tabla 45.	<i>Ratio Beneficio-Costo (B/C)</i>	251
Tabla 46.	<i>Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)</i>	252



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	<i>Refrigerador en desuso</i>	40
Figura 2.	<i>Contenedores de basura</i>	41
Figura 3.	<i>Pilas usadas</i>	42
Figura 4.	<i>Desechos municipales</i>	44
Figura 5.	<i>Limpieza y recolección de espacios públicos</i>	45
Figura 6.	<i>Auto abandonado</i>	46
Figura 7.	<i>Escombros de una construcción civil</i>	46
Figura 8.	<i>Red de gaseoducto</i>	49
Figura 9.	<i>Reporte LINGO</i>	51
Figura 10.	<i>Reporte LINGO variables y valores</i>	51
Figura 11.	<i>Reporte LINGO filas, holguras y precios duales</i>	52
Figura 12.	<i>Flujo y dirección de los arcos en la red del gaseoducto</i>	53
Figura 13.	<i>Recorrido del recolector de residuos sólidos</i>	56
Figura 14.	<i>Reporte LINGO</i>	61
Figura 15.	<i>Solución gráfica</i>	62
Figura 16.	<i>Ubicación del Distrito</i>	78
Figura 17.	<i>Plano básico del distrito de Paucarpata</i>	80
Figura 18.	<i>Organigrama de la Municipalidad Distrital de Paucarpata</i>	81
Figura 19.	<i>Mapa de procesos de la Municipalidad de Paucarpata</i>	83
Figura 20.	<i>Zonas de recolección de residuos sólidos</i>	91
Figura 21.	<i>Contenedor de la Municipalidad de Paucarpata</i>	93
Figura 22.	<i>Zona de la Ruta 1</i>	100
Figura 23.	<i>Sentido de la Ruta 1</i>	101
Figura 24.	<i>Zona de la Ruta 2</i>	102
Figura 25.	<i>Sentido de la Ruta 2</i>	103
Figura 26.	<i>Zona de la Ruta 3</i>	104
Figura 27.	<i>Sentido de la Ruta 3</i>	105
Figura 28.	<i>Zona de la Ruta 4</i>	106
Figura 29.	<i>Sentido de la Ruta 4</i>	107
Figura 30.	<i>Zona de la Ruta 5</i>	108
Figura 31.	<i>Sentido de la Ruta 5</i>	109
Figura 32.	<i>Zona de la Ruta 6</i>	110
Figura 33.	<i>Sentido de la Ruta 6</i>	111
Figura 34.	<i>Zona de la Ruta 7</i>	112
Figura 35.	<i>Sentido de la Ruta 7</i>	113

Figura 36.	<i>Zona de la Ruta 8</i>	114
Figura 37.	<i>Sentido de la Ruta 8</i>	115
Figura 38.	<i>Zona de la Ruta 9</i>	116
Figura 39.	<i>Sentido de la Ruta 9</i>	117
Figura 40.	<i>Zona de la Ruta 10</i>	118
Figura 41.	<i>Sentido de la Ruta 10</i>	119
Figura 42.	<i>Zona de la Ruta 11</i>	120
Figura 43.	<i>Sentido de la Ruta 11</i>	121
Figura 44.	<i>Zona de la Ruta 12</i>	122
Figura 45.	<i>Sentido de la Ruta 12</i>	123
Figura 46.	<i>Zona de la Ruta 13</i>	124
Figura 47.	<i>Sentido de la Ruta 13</i>	125
Figura 48.	<i>Zona de la Ruta 14</i>	126
Figura 49.	<i>Sentido de la Ruta 14</i>	127
Figura 50.	<i>Zona de la Ruta 15</i>	128
Figura 51.	<i>Sentido de la Ruta 15</i>	129
Figura 52.	<i>Zona de la Ruta 16</i>	130
Figura 53.	<i>Sentido de la Ruta 16</i>	131
Figura 54.	<i>Zona de la Ruta 17</i>	132
Figura 55.	<i>Sentido de la Ruta 17</i>	133
Figura 56.	<i>Zona de la Ruta 18</i>	134
Figura 57.	<i>Sentido de la Ruta 18</i>	135
Figura 58.	<i>Distribución de rutas propuestas</i>	144
Figura 59.	<i>Ruta de la Zona 01</i>	152
Figura 60.	<i>Ruta de la Zona 02</i>	159
Figura 61.	<i>Ruta de la Zona 03</i>	166
Figura 62.	<i>Ruta de la Zona 04</i>	172
Figura 63.	<i>Ruta de la Zona 05</i>	178
Figura 64.	<i>Ruta de la Zona 06</i>	184
Figura 65.	<i>Ruta de la Zona 07</i>	191
Figura 66.	<i>Ruta de la Zona 08</i>	197
Figura 67.	<i>Ruta de la Zona 09</i>	204
Figura 68.	<i>Ruta de la Zona 10</i>	210
Figura 69.	<i>Ruta de la Zona 11</i>	217
Figura 70.	<i>Ruta de la Zona 12</i>	222
Figura 71.	<i>Ruta de la Zona 13</i>	227
Figura 72.	<i>Ruta de la Zona 14</i>	232

INTRODUCCIÓN

El aumento de la población ha llevado a un crecimiento significativo en la generación de residuos sólidos, lo que se ha convertido en uno de los problemas con mayor impacto en la sociedad actual. Por lo tanto, es fundamental abordar de manera adecuada y eficiente la gestión de estos residuos.

En el distrito de Paucarpata, departamento de Arequipa, provincia de Arequipa, la Municipalidad Distrital de Paucarpata es la responsable de recolectar y transportar los residuos sólidos, disponiendo de recursos propios y personal para llevar a cabo este servicio. No obstante, se ha detectado una gestión deficiente de estos recursos, lo cual se manifiesta en problemas en la recolección de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata, la municipalidad cuenta con un plan de recolección de residuos sólidos desactualizado e ineficiente.

Con el objetivo de mejorar esta situación, el presente estudio tiene como propósito proponer un modelo optimizado para la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito. Para lograrlo, se empleará la utilización de modelos matemáticos, como el problema del agente viajero (TSP).

La presente investigación se llevó a cabo de la siguiente forma: En el Capítulo I: Planteamiento Teórico, se presenta el planteamiento del problema, justificación, limitaciones, objetivos, variables, hipótesis y el diseño metodológico. En el Capítulo II: Marco Teórico, se presenta el marco conceptual, marco referencial, bases teóricas y principales conceptos de la investigación. En el Capítulo III: Descripción de la Situación Actual, se presenta la ubicación geográfica del distrito en estudio, la descripción de las funciones y procesos de la Municipalidad Distrital de Paucarpata, generalidades y el sistema de recojo de residuos sólidos actual, en el Capítulo IV: Propuesta de mejora, se presenta el modelo de optimización de rutas de recolección y transporte propuesto, en el Capítulo V: Evaluación Económica, se presenta la

evaluación económica y financiera de la investigación, en el Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones, se presenta las conclusiones y recomendaciones de la investigación y por último en los Anexos se presenta los modelos matemáticos de las rutas propuestas.





CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Descripción del problema

Desde hace más de una década, específicamente desde el año 2010 hasta nuestros días, la gestión y la adecuada disposición de los residuos sólidos urbanos en la Unión Europea (UE) han dado lugar a una serie de problemáticas significativas. Entre estos problemas se destacan el daño irreparable causado a los ecosistemas y la alarmante contaminación de los recursos hídricos, los suelos y la atmósfera (Carvajal, et al., 2022).

Esta situación adversa se debe, en gran medida, a la enorme cantidad de desechos municipales generados anualmente en la región, que alcanza la impresionante cifra de 225.7 millones de toneladas según datos recopilados por la prestigiosa Oficina Europea de Estadística (EUROSTAT) en el año 2020, registrándose un incremento del 1% en comparación con el año anterior, es decir, 2019 (Revista Técnica de Medio Ambiente [RETEMA], 2022).

En los últimos años, se ha evidenciado un notable incremento potencial en la cantidad de desechos generados, lo cual se atribuye a varios factores, entre ellos el crecimiento acelerado de la población y una expansión urbana sin precedentes. Esta situación ha generado una preocupación creciente en relación con la gestión adecuada de los residuos y sus impactos negativos en el entorno y la calidad de vida (Ungureanu, et al., 2018).

Cada año, en Perú se generan aproximadamente 8 millones de toneladas de residuos, tanto orgánicos como inorgánicos. Lo interesante es que el 77.6% de estos residuos tienen el potencial de ser valorizados, lo que implica que pueden ser reutilizados o reciclados de alguna manera. Para fomentar este enfoque de economía

circular, se implementaron medidas en enero de 2022 mediante la modificación del Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Estas medidas están destinadas a promover la recuperación y el aprovechamiento de materiales desechados, así como la gestión adecuada de los residuos sólidos orgánicos, entre otras acciones (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2022).

Durante el periodo comprendido entre 2007 y 2017, la ciudad de Arequipa experimentó un incremento significativo de 271,946 habitantes, lo que representa un crecimiento promedio anual del 2.4%. En contraste, las áreas rurales experimentaron una disminución de 41,519 personas durante ese mismo periodo, con una tasa de decrecimiento promedio anual del 3.1% (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2017).

En la ciudad, la planificación y organización del proceso logístico de gestión de residuos no se encuentra adecuadamente establecida. Las rutas de recolección de los principales vehículos compactadores que cubren cada distrito en particular están obsoletas en términos de su recorrido, ya que no se ha realizado un estudio técnico actualizado de las rutas que incluya los nuevos lugares. El último estudio de este tipo se llevó a cabo en 2016 (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016).

En el distrito de Paucarpata, el crecimiento territorial de la población hace que no exista un buen servicio de recojo de basura. Lo que ha generado, que algunas personas, al momento que van a depositar sus residuos sólidos en el camión recolector, deban caminar más de dos cuadras lo que no resulta óptimo para ellos, generando así la proliferación de desechos en lugares no permitidos, ocasionando un aspecto desagradable y generando riesgo a la salud con la posibilidad de aparecer diversas enfermedades (Ministerio de Salud [MINSA], 2019).

Esta situación surge porque los camiones recolectores no incluyen en su ruta los lugares con mayor concentración de personas, así como las avenidas y calles principales. Por lo tanto, resulta imprescindible analizar y plantear una nueva opción de ruteo para la recolección y transporte de residuos sólidos municipales, con el objetivo de optimizar y mejorar la eficiencia del sistema de rutas.

1.1.2 Formulación del Problema

1.1.2.1 Interrogante Principal

¿Cómo se va a mejorar la eficiencia en la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata a través de la propuesta de implementación del Problema Agente Viajero TSP en el año 2023?

1.1.2.2 Sistematización del problema

1.1.2.2.1 Interrogantes Secundarias

- ¿Qué estudios e investigaciones acerca de la optimización de rutas para mejorar la recolección y transporte de residuos sólidos?
- ¿Cuál es la situación actual del sistema de recojo de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata?
- ¿De qué forma se puede optimizar las rutas de recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata?
- ¿Cuál es el beneficio económico de la propuesta del modelo de optimización de recolección y transporte de residuos sólidos en la Municipalidad distrital de Paucarpata?

1.2 Justificación

1.2.1 Justificación Teórica

Frank Rivera nos menciona que las rutas de transporte se reducen mediante la aplicación del Problema Agente Viajero TSP, el cual es un método eficiente para la solución de ruteo de vehículos en la recolección de residuos domiciliarios (Rivera, 2019).

Nayeli Meléndez ha destacado que, con el objetivo de minimizar la longitud de ciertos trayectos, la implementación del Problema del Agente Viajero (TSP, por sus siglas en inglés) se presenta como un método altamente eficiente en comparación con otros algoritmos disponibles. Sus investigaciones han revelado que el uso de este enfoque ofrece resultados superiores al optimizar las rutas y reducir la distancia recorrida de manera significativa (Meléndez, 2022).

La presente investigación busca adquirir y compartir conocimientos en relación con el diseño óptimo de las rutas de recolección y transporte de residuos sólidos. Para lograr este propósito, se emplea el enfoque del Problema del Agente Viajero (TSP), una técnica reconocida por su eficacia y eficiencia en la optimización de recorridos. El estudio se enfoca en brindar una comprensión más profunda de cómo aplicar el TSP para mejorar la gestión de residuos sólidos y promover prácticas sostenibles en el manejo de desechos.

1.2.2 Justificación Metodológica

Alex Javier Quiñones Reyes, Lily Margot Villar Tiravanti y Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón nos mencionan que el Problema del Agente Viajero (TSP), el cual, al igual que otros problemas relacionados con redes, se basa en la representación de nodos y arcos que conectan todos los nodos existentes. El objetivo fundamental radica en

encontrar una solución óptima que permita recorrer todos los nodos una sola vez, formando así una ruta completa, al tiempo que se minimiza o maximiza la distancia total recorrida. Cabe destacar que este modelo cuenta con múltiples aplicaciones prácticas en el campo de la ingeniería y ofrece oportunidades para mejorar la eficiencia en diversos contextos como la ingeniería (Quiñones, et al., 2018).

1.2.3 Justificación Práctica

Esta investigación se justifica desde un enfoque práctico debido a su objetivo de elaborar una propuesta integral de diseño de rutas eficientes y efectivas para la recolección y transporte de residuos sólidos. La propuesta se basará en principios fundamentales de ingeniería, teniendo en cuenta también consideraciones ambientales y aspectos informáticos. Para lograr esto, se llevará a cabo una exhaustiva investigación del entorno actual, analizando en detalle las necesidades y desafíos existentes en la gestión de residuos sólidos en la Municipalidad Distrital de Paucarpata. La finalidad es brindar una solución alternativa que permita optimizar y mejorar significativamente el sistema de gestión de residuos, contribuyendo así a un mejor funcionamiento y rendimiento en términos de sostenibilidad y eficiencia en el ámbito municipal.

1.2.4 Justificación profesional, académica y/ personal.

La presente investigación se realiza, aporta y brinda conocimiento al objetivo principal de la carrera profesional de Ingeniería Industrial que es la optimización y la mejora continua. Se busca poner en práctica en un caso de problemática real los conocimientos adquiridos en la carrera profesional de Ingeniería Industrial a través del uso de herramientas de control, manejo de residuos sólidos y la aplicación de algoritmos matemáticos.

1.2.5 Justificación política, económica y/o social.

El presente trabajo tiene un grado de importancia alto, debido a que se propone un sistema óptimo de recolección y transporte de residuos sólidos, lo que tendrá un impacto positivo en la Municipalidad distrital de Paucarpata, a su vez la reducción de contaminación en el distrito y beneficios económicos a la Municipalidad distrital de Paucarpata.

1.3 Limitaciones de la investigación

Dentro de las limitaciones de la investigación se tiene las siguientes:

La investigación se va a realizar con recursos tangibles e intangibles por parte del investigador, lo que significa una inversión de tiempo y dinero para el desarrollo de esta.

La información proporcionada por la municipalidad no es de conocimiento público por lo que tuvo que hacer una solicitud por transparencia a la información requerida para el trabajo de investigación.

La investigación no se va a realizar en la todo el territorio del distrito de Paucarpata, solo se va a considerar el territorio actual por donde existe sistema de recolección y transporte de residuos sólidos actualmente, por lo que las zonas altas del distrito están descartadas para las nuevas rutas.

Se va a considerar únicamente la distancia y tiempo efectivo al momento de realizar la optimización mediante el Agente Viajero (TSP).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta de implementación del Problema Agente Viajero TSP que mejore la eficiencia en la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata, 2023.

1.4.2 Objetivos específicos

- Revisar estudios e investigaciones relacionadas a la optimización de rutas para mejorar la recolección y transporte de residuos sólidos.
- Identificar la situación actual del sistema de recojo de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.
- Proponer un modelo optimizado de rutas de recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.
- Evaluar económicamente la propuesta del modelo de optimización de recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

1.5 Alcances del Proyecto

1.5.1 Espacial

La investigación se llevará a cabo en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa.

1.5.2 Social

La población a la cual se realizará la investigación son las rutas del sistema actual de transporte y recolección de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa.

1.5.3 Temporal

La investigación se llevará a cabo en un periodo de cinco meses desde marzo hasta julio del año 2023.

1.5.4 Conceptual

Se tendrá en cuenta el Problema Agente Viajero TSP el cual nos ayuda a identificar el recorrido más corto en una situación de n ciudades, donde cada ciudad es visitada exactamente una vez antes de regresar al punto de partida (Taha, 2012).

1.6 Sistema de Hipótesis

1.6.1 Hipótesis principal

La implementación del Problema Agente Viajero TSP mejorará la eficiencia en la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

1.7 Variables

1.7.1 Variable independiente

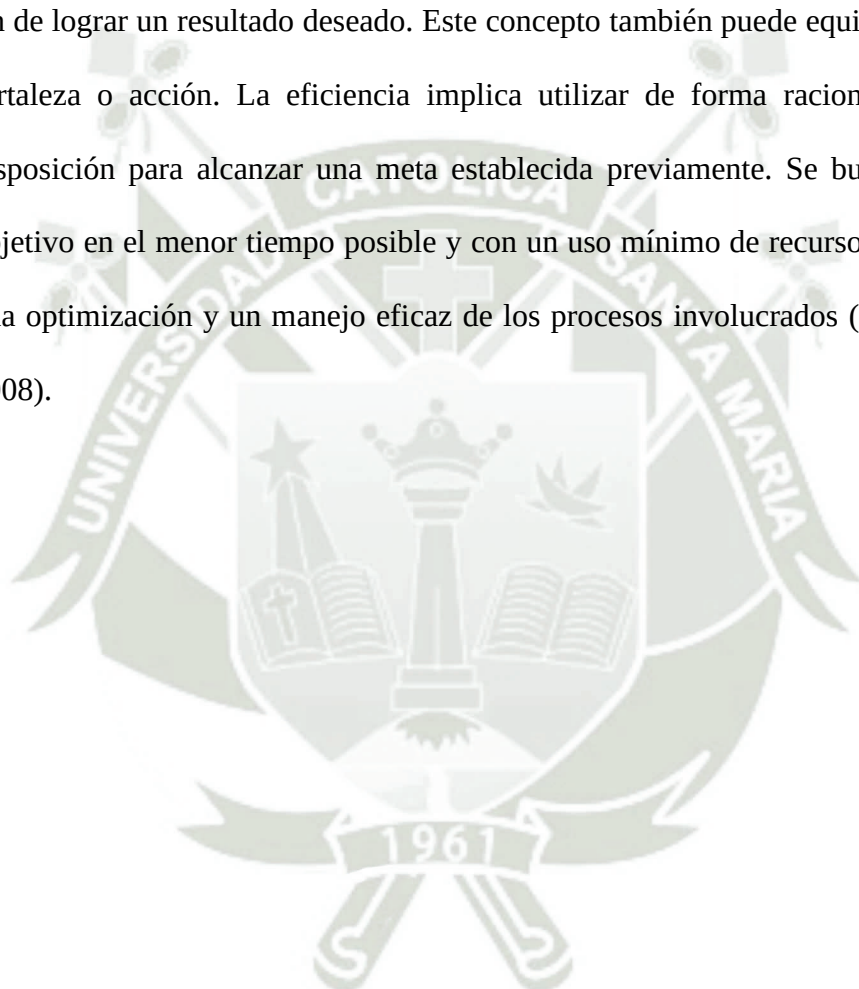
- Propuesta de implementación del Problema Agente Viajero TSP

El TSP (Problema del Agente Viajero), conocido como uno de los desafíos más reconocidos y complejos en el campo de las ciencias computacionales, ha sido abordado por diversas ramas de la ingeniería con distintos propósitos. Su aplicación principal consiste en la planificación de rutas desde diversas perspectivas, ya sea para establecer una secuencia específica de visitas o para realizar una distribución logística que involucre elementos de transporte. El objetivo es encontrar la ruta óptima, considerando criterios de economía en términos de distancia o costo (Lopez et al., 2008).

1.7.2 Variable dependiente

- Eficiencia en la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata

La noción de eficiencia, derivada del término latino "efficientia", se refiere a la habilidad y capacidad de aprovechar de manera óptima los recursos disponibles con el fin de lograr un resultado deseado. Este concepto también puede equipararse con el de fortaleza o acción. La eficiencia implica utilizar de forma racional los medios a disposición para alcanzar una meta establecida previamente. Se busca lograr dicho objetivo en el menor tiempo posible y con un uso mínimo de recursos, lo que implica una optimización y un manejo eficaz de los procesos involucrados (Pérez & Gardey, 2008).



1.7.3 Operacionalización de variables

Tabla 1.
Operacionalización de variables

OBJETIVO	VARIABLES	TIPO DE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD DE
GENERAL		VARIABLE				MEDIDA
Diseñar una propuesta de implementación del Problema Agente Viajero TSP que mejore la eficiencia en la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata, 2023.	Propuesta de implementación del Problema Agente Viajero TSP	Variable independiente.	El TSP (Problema del Agente Viajero) se relaciona con encontrar la ruta más corta (cerrada) en una situación que involucra un conjunto de n ciudades, donde cada ciudad debe ser visitada exactamente una vez antes de regresar al punto de partida. El modelo del TSP se caracteriza por dos elementos clave: el número de ciudades (n) y las distancias (j) entre las ciudades. (Taha, 2012).	Recolección de datos actuales.	Distancia total de recorrido.	Kilómetros
					Tiempo total empleado.	Horas
				Modelado de rutas.	Rutas actuales de recolección.	Kilómetros
					Distancia total de recorrido modelado.	Kilómetros
	Eficiencia en la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.	Variable dependiente.	La eficiencia se refiere a la correcta utilización de los recursos disponibles. Se puede definir a través de la ecuación $E=P/R$, donde P representa los productos o resultados obtenidos y R representa los recursos utilizados. (Chiavenato, 2004).	Eficiencia de las rutas.	Tiempo total empleado en el modelado.	Horas
					Costo del combustible.	Soles (S./) /año
					Distancia recorrida por ruta/Tiempo de recorrido.	Kilómetros/Hora

Nota. Esta tabla nos muestra el objetivo general de la investigación, las variables, el tipo de variables, la definición conceptual de las variables, su dimensión, los indicadores de las variables y la unidad de medida respectiva de cada una de estas (2023).

1.8 Diseño Metodológico

1.8.1 Método de la Investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que se trata de un proceso deductivo, secuencial, probatorio que analiza la realidad objetiva. Utiliza la medición numérica y análisis estadístico para probar hipótesis. Las variables se expresan en valores numéricos, se miden y analizan utilizando métodos estadísticos. Tiene como finalidad establecer pautas de comportamiento y probar teorías (Hernández et al., 2018).

1.8.2 Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo cuasiexperimental debido a que el grado de manipulación de los grupos donde los sujetos, no se asignan al azar, sino que ya están conformados antes del experimento. Se utiliza cuando el investigador tiene problemas para formar grupos de control o experimentales de forma aleatoria (Hernández et al., 2018).

1.8.3 Nivel de la Investigación

La investigación actual tiene un alcance correlacional, ya que su objetivo es examinar la relación entre dos o más variables en un contexto específico. Este tipo de estudios son útiles para comprender cómo se comporta una variable en función de otra variable relacionada. Además, permiten realizar predicciones con cierto grado de precisión al evaluar la magnitud de la asociación entre las variables correlacionadas (Hernández et al., 2018).

1.8.4 Población y Muestra

1.8.4.1 Población

La población de esta investigación son las rutas de recolección de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa. Para nuestra investigación la muestra es censal dado que se va a seleccionar el 100% de la población al considerarla un número manejable de rutas.

1.8.4.2 Muestra

La muestra se considera censal dado que se seleccionó el 100% de la población al considerarla un número manejable de rutas. En este sentido Ramírez establece la muestra censal es aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas como muestra (Ramírez, 2010).

1.8.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla 2.

Técnicas de la Investigación

ETAPA	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Reconocimiento de la ruta actual de recolección de residuos.	Plano vial del distrito.	Observación de datos de campo/Recopilación bibliográfica.	Ficha N° 1-2; Ficha para conocer la ruta actual
Desempeño de la eficiencia de rutas de recolección de residuos sólidos	Instrumento validado por Antonio Omar y Cashpa Omar.	Recopilación bibliográfica.	Ficha N° 3; desempeño de la eficiencia de rutas de recolección de residuos sólidos
Frecuencia de recolección de residuos sólidos.	Instrumento validado por Antonio Omar y Cashpa Omar.	Recopilación bibliográfica.	Ficha N° 4; Ficha de frecuencia de recolección de residuos sólidos por sector.

Nota. En esta tabla podemos observar las técnicas e instrumentos a utilizar en la presente investigación, al igual que su fuente y etapa. (2023).

Las técnicas e instrumentos fueron validadas anteriormente por Antonio Omar y Cashpa Omar, en la investigación “Mejora de la eficiencia de rutas de recolección de residuos sólidos empleando análisis de redes SIG en los sectores 01 y 03 del distrito de Ancón”

1.8.6 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Primeramente, se va a utilizar un método de tabulación computacional donde se va a recopilar las distancias de las rutas de recolección de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata mediante el sistema de información geográfica Google Earth. Luego se va a utilizar un método de tabulación computacional para recolectar las capturas del área geográfica correspondiente a nuestra muestra censal. Los datos cuantitativos (distancias recopiladas) van a ser ingresados al programa Microsoft Excel para poder procesarlos y elaborar el modelo matemático del TSP (Vendedor Viajero). Posteriormente se va a utilizar el software LINGO donde se va a ingresar el modelo matemático y de esta forma determinar las rutas optimas basado en el Modelo de Programación del Agente Viajero implementado al sistema de rutas de recolección de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

1.9 Matriz de Consistencia

Tabla 3.
 Matriz de Consistencia

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables y = f(x)	Dimensión	Diseño de la Investigación
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis Principal:	Variable Independiente (x):		
¿Cómo se va a mejorar la eficiencia en la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata a través de la propuesta de implementación del Problema Agente Viajero TSP en el año 2023?	Diseñar una propuesta de implementación del Problema Agente Viajero TSP que mejore la eficiencia en la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata, 2023.	La implementación del Problema Agente Viajero TSP mejorará la eficiencia en la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.	Propuesta de implementación del Problema Agente Viajero TSP.	Recolección de datos actuales. Modelado de rutas.	Experimental, Cuasiexperimental.
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:		Variable Dependiente (y):		Población y Muestra:
¿Qué estudios e investigaciones existen acerca de la optimización de rutas para mejorar la recolección y transporte de residuos sólidos?	Revisar estudios e investigaciones relacionadas a la optimización de rutas para mejorar la recolección y transporte de residuos sólidos.		Eficiencia en la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.	Eficiencia en las rutas.	Población: Rutas de recolección de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa.
¿Cuál es la situación actual del sistema de recojo de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata?	Identificar la situación actual del sistema de recojo de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.				N = 18 rutas
¿De qué forma se puede optimizar las rutas de recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata?	Proponer un modelo optimizado de rutas de recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.				Muestra: 100%
¿Cuál es el beneficio económico de la propuesta del modelo de optimización de recolección y transporte de residuos sólidos en la Municipalidad distrital de Paucarpata?	Evaluar económicamente la propuesta del modelo de optimización de recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.				

Nota. En esta tabla se observa el problema general y problemas específicos de la investigación, el objetivo general y específicos, hipótesis principal, las variables con sus dimensiones, el diseño de la investigación, la población y muestra de la investigación. (2023)



CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes a nivel internacional

- Según Edgar Fabián Mendoza Guamán y Sergio Javier Cullay Ashqui, en su investigación plantean optimizar las operaciones logísticas en las rutas urbanas de recolección de desechos sólidos en la empresa pública municipal Gidsa Ambato en Ecuador, año 2018. Se busca minimizarlos costos de las operaciones logísticas de las rutas urbanas de recolección para lo cual se realizó la aplicación del Agente Viajero TSP. La investigación tuvo como resultado una disminución de 14937,48 kilómetros anuales en las cinco rutas generando un ahorro de \$15.322,83 (Mendoza & Cullay, 2019).
- Según Ricardo David Flores Canaca, en su investigación plantea optimizar el proceso de recolección de residuos de la ciudad de La Paz mediante CVRP, se creó un modelo de optimización basándose en el problema del Agente Viajero TSP, luego se procedió a optar el CVRP el cual prioriza las capacidades máximas de cada vehículo. La investigación tuvo como resultado una disminución de 9.76 kilómetros en las rutas (Flores, 2020).
- Según Ever Antonio Villamarín Santi, en su investigación plantea optimizar las rutas de recolección de desechos sólidos en la zona urbana del Gobierno Autónomo Descentralizado de Cantón Pastaza para la reducción del costo operativo. El método que se usó fue el problema del Agente Viajero TSP aplicando algoritmos metaheurísticos Colonia de Hormigas (ACO) y búsqueda Tabú. La investigación tuvo como resultado una reducción de las rutas en 9.8%, evitando 32,8557 kilómetros semanales y 1577,0736 kilómetros anuales (Villamarín, 2020).

2.1.2 Antecedentes a nivel nacional

- Según Karina Rosario Acosta Catacora en su investigación nos plantea una propuesta de un modelo de optimización de rutas para mejorar la eficiencia de la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Ilo en el año 2018, dicha propuesta se llevó a cabo mediante modelamiento matemático aplicando el problema del Agente Viajero TSP, donde a través del modelo optimizado se pudo mejorar la eficacia de la recolección y transporte de residuos sólidos. La investigación tuvo como resultado una reducción en los costos de combustible, mano de obra y mantenimiento, alcanzando un ahorro anual de S/. 491,793.47, además de una reducción de 49.517 kilómetros y 6.02 horas en la distancia y tiempo total de las rutas lo que equivale a un 33.42% y 22.77% respectivamente (Acosta, 2020).
- Según Yovany León Martínez y Aderly Quispe Puma en su investigación plantean mejorar el sistema de recojo de residuos sólidos en el distrito de San Jerónimo en Cuzco en el año 2018, en la investigación se empleó la programación lineal para mejorar las condiciones actuales de las rutas de recolección, fue necesario aplicar el método del Agente Viajero y recorrer las rutas junto con el personal de limpieza pública. La investigación tuvo como resultado una disminución de 268.288 kilómetros en las rutas de operación y una reducción de gastos en la operación de los camiones recolectores, por último, se pudo mejorar el rendimiento en las distancias y combustible (León & Quispe, 2019).
- Según Frank Antony Rivera Rodríguez en su investigación plantea un diseño optimizado de rutas para el recojo de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Jauja en el año 2018, a través de un modelo matemático que tiene como base el método Agente Viajero (TSP) para determinar las rutas óptimas para el recojo

de residuos sólidos, el cual se llevó a cabo mediante el software LINGO. La investigación tuvo como resultado que las rutas propuestas presentaron una menor distancia total de recorrido, reducción del 48.8% en el tiempo de recolección y ahorro de S/. 32,718.13 anualmente en combustible, por lo que se llega a la conclusión de que es posible proponer rutas optimizadas con el método del Agente Viajero, ya que es un método eficiente para la solución de ruteo de vehículos en la recolección de residuos sólidos domiciliarios (Rivera, 2019).

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Principales conceptos de la investigación

2.2.1.1 Residuos Sólidos

2.2.1.1.1 Definición

Los residuos sólidos son todas aquellas sustancias o productos en estado sólido que ya no necesitas, pero que pueden ser reaprovechados (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2019).

2.2.1.1.2 Tipos de Residuos Sólidos

- Según su origen.
- Según su gestión.
- Según su peligrosidad.

2.2.1.1.3 Residuos Sólidos según su Origen

Dentro de este tipo de residuo sólido se tienen los residuos domiciliarios, comerciales, de limpieza de espacios públicos, de establecimiento de atención de salud, residuos industriales, residuos de actividades de construcción y residuos de instalaciones de actividades especiales (Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos EPS-RS [ECODUO], 2020).

En la Figura 1. se observa un refrigerador en desuso el cual es un residuo sólido al ser generad en el hogar como consecuencia de actividades domésticas.

Figura 1.
Refrigerador en desuso



Nota. En la figura se observa un refrigerador viejo y en desuso. Freepik (2023)

2.2.1.1.4 Residuos Sólidos según su Gestión

En este tipo tenemos residuos de ámbito municipal y ámbito no municipal. Están conformados por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública (Diario Oficial del Bicentenario El Peruano, 2019).

En la Figura 2. se observa dos contenedores de basura, al ser producto de residuos domiciliarios y proveniente de espacios públicos se trata de un residuo solido según su gestión.

Figura 2.
Contenedores de basura



Nota. En la figura se observan contenedores de basura ubicados al costado de una cancha de futbol. Correo (2023)

2.2.1.1.5 Residuos Sólidos según su Peligrosidad

Se tienen los residuos peligrosos y residuos no peligrosos. Estos residuos van a ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. Se consideran residuos peligrosos los que presenten por lo menos una de las siguientes características: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radioactividad o patogenicidad (Diario Oficial del Bicentenario El Peruano, 2019).

En la Figura 3. se observan pilas, que al ser materiales pesados compuestos de mercurio y cadmio son consideradas como residuos tóxicos y pertenecen al tipo de residuo sólido según su peligrosidad.

Figura 3.
Pilas usadas



Nota. En la figura se observa pilas de diversas marcas ya usadas. Universidad Veracruzana (2023)

2.2.1.2 Eficiencia

La eficiencia como la expresión que se emplea para medir la capacidad o cualidad de actuación de un sistema o sujeto económico, para lograr el cumplimiento de objetivos determinados, minimizando el empleo de recursos (Andrade, 2015).

La eficiencia es la propiedad según la cual la sociedad aprovecha de la mejor manera posible sus recursos escasos (Mankiw, 2004).

La eficiencia es la utilización correcta de los recursos disponibles. Puede definirse mediante la ecuación $E=P/R$, donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados (Chiavenato, 2004).

La eficiencia es el logro de las metas con la menor cantidad de recursos (Koontz & Weihrich, 2004).

La eficiencia consiste en obtener los mayores resultados con la mínima inversión. Significa hacer una tarea correctamente y se refiere a la relación que existe entre los insumos y los productos (Robbins & Coulter, 2005).

La eficiencia consiste en operar de modo que los recursos sean utilizados de forma más adecuada (Da Silva, 2002).

La eficiencia significa utilización de los recursos de la sociedad de la manera más eficaz posible para satisfacer las necesidades y los deseos de los individuos (Samuelson & Nordhaus, 2002).

La eficiencia es el nivel de logro en la realización de objetivos por parte de un organismo con el menor coste de recursos financieros, humanos y tiempo, o con máxima consecución de los objetivos para un nivel dado de recursos (financieros, humanos, etc.) (Diccionario de Marketing / Cultural, S. A., 1999).

La eficiencia es la capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado (Diccionario de la Real Academia Española [RAE], 2020).

2.2.1.3 Desecho Municipal

2.2.1.3.1 Definición de Desechos Municipales

Los residuos sólidos urbanos o municipales se definen en la Ley de Residuos como los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades (Universidad Nacional de Educación a Distancia [UNED], 2003).

Los desechos municipales son considerados como fuente de energía renovable, por cuanto tienen un contenido elevado de biomasa (papel, cartón, residuos de alimentos, madera, paja, hojas) (Lorente et al., 2020).

En la Figura 4. se observa diversos desechos municipales como plástico, cartón, vidrio, embalajes, periódicos, envases, bolsas, botellas, metales, latas, etc.

Figura 4.
Desechos municipales



Nota. En la figura se observa acumulación de desechos sólidos provenientes de la recolección y transporte de estos. BioElectricidad Industrial (2023)

2.2.1.3.2 Clasificación de Desechos Municipales

- Residuos procedentes de la limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas (Instituto Vasco de Estadística [EUSTAT], 2023).
- Animales domésticos muertos, así como muebles, enseres y vehículos abandonados (Instituto Vasco de Estadística [EUSTAT], 2023).

- Residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria (Instituto Vasco de Estadística [EUSTAT], 2023).

En las Figuras 5, 6 y 7 podemos observar bolsas de basura proveniente de la limpieza de espacios públicos, un auto abandonado y escombros de una construcción respectivamente.

Figura 5.

Limpieza y recolección de espacios públicos



Nota. En la figura se observa a personal obrero limpiando y recolectando desechos municipales. Municipalidad de Lima (2023)

Figura 6.
Auto abandonado



Nota. En la figura se observa un auto color blanco en completo abandono con la parte delantera totalmente destruida. BBCNEWS MUNDO (2023)

Figura 7.
Escombros de una construcción civil



Nota. En la figura se observa escombros como cemento, fierro y restos de ladrillo proveniente de la demolición de una construcción civil. 123RF (2023)

2.2.1.3.3 Tipo de Recogida

Se distinguen dos tipos de recogida.

2.2.1.3.3.1 Recogida en masa

Todo aquel residuo que es recogido de residuos que no han sufrido separación en origen (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO], 2020).

2.2.1.3.3.2 Recogida selectiva

Se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar un tratamiento específico (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico [MITECO], 2020).

2.2.1.4 Optimización

2.2.1.4.1 Definición de Optimización

La optimización es una rama de las matemáticas aplicadas que consiste en la recolección de principios y métodos usados para solucionar problemas cuantitativos de muchas disciplinas como física, biología, ingeniería y economía para obtener la mejor o una buena solución (Universidad de las Américas Puebla, 2020).

La optimización representa el proceso de encontrar la mejor solución a un problema entre un conjunto muy grande de soluciones posibles (Ramos & Linares 2010).

La optimización es una parte relevante dentro de la investigación operativa. Tuvo un progreso algorítmico inicial muy rápido (Begoña & Ramos, 2022).

Calco admitido del inglés “to optimize”, que se emplea en español a partir del último cuarto del siglo XX, normalmente en textos técnicos especializados, con el sentido de obtener el máximo rendimiento o provecho de algo (Diccionario de la Real Academia Española [RAE], 2020).

2.2.1.4.2 Modelo de Optimización

Un modelo es, en definitiva, una herramienta de ayuda a la toma de decisiones. Por esta razón, sus resultados deben ser inteligibles y útiles. Modelar se puede entender simultáneamente como ciencia y como arte. Es una ciencia, ya que se basa en un conjunto de procesos estructurados: análisis y detección de las relaciones entre los datos, establecimiento de suposiciones y aproximaciones en la representación de los problemas, desarrollo o uso de algoritmos específicos de solución. Es un arte porque materializa una visión o interpretación de la realidad no siempre de manera unívoca. Cada persona imprime su estilo en el modelo mismo y en la especificación, en el desarrollo y en la documentación. Características tales como elegancia o simplicidad pueden atribuirse a un modelo. El desarrollo de un modelo es una creación hecha con ayuda de ciencias básicas o herramientas de apoyo (Echeverri, 2011).

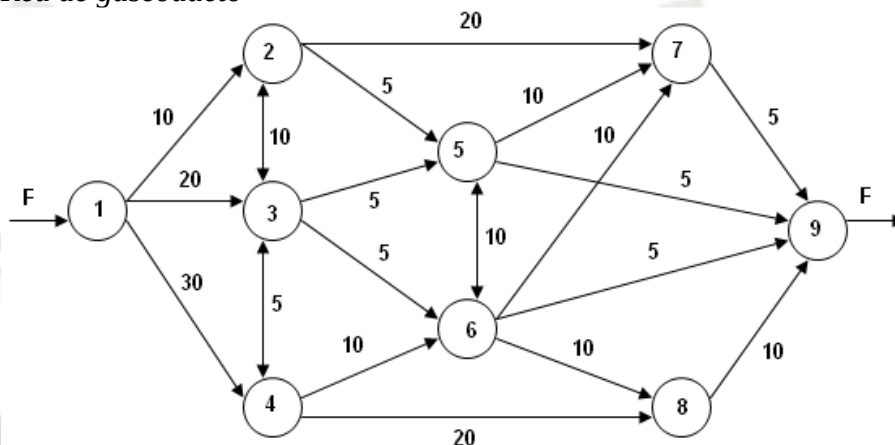
Tal metodología puede expresarse como sigue:

- Identificación del problema que requiere de la investigación de operaciones y recopilación de información.
- Planteamiento del modelo matemático.
- Solución del problema matemático y ajustes al mismo.
- Implementación de la mejor solución.

A continuación, un ejemplo de un modelo de optimización, en el cual se aplica el flujo máximo en una red de gasoducto donde se indica la capacidad de flujo en miles de barriles por hora de cada tramo de la red. En la Figura 8. se puede observar la red del gasoducto.

Figura 8.

Red de gasoducto



Nota. En la figura se observa la red de gasoducto donde se puede ver la capacidad de flujo en miles de barriles por hora de cada tramo de la red. Guía de Laboratorio 10: Modelos del Flujo Máximo y Árbol de Expansión Mínima (2020)

A continuación, se da la siguiente restricción:

- Se obliga agotar la capacidad total del tramo 3 a 5 y se prohíbe utilizar el tramo de 5 a 6 y de 6 a 5.

Se procede a hacer el modelo matemático el cual es el siguiente:

Variables de decisión

X_{ij} = Numero de miles de barriles por hora que fluyen por el arco ij .

$\forall i=1,2,3,4,5,6,7,8$

$\forall j=2,3,4,5,6,7,8,9$

Función objetivo:

Max F

St

Restricciones de origen:

$F-X12-X13-X14=0$

Restricciones de transbordo en cada nodo:

$X12+X32-X23-X25-X27=0$

$X13+X23+X43-X32-X34-X35-X36=0$

$X14+X34-X43-X46-X48=0$

$X25+X35+X65-X56-X57-X59=0$

$X36+X46+X56-X65-X67-X68-X69=0$

$X27+X57+X67-X79=0$

$X48+X68-X89=0$

Restricciones de destino:

$X59+X69+X79+X89-F=0$

Restricciones de capacidad de arco:

$X12 \leq 10$

$X13 \leq 20$

$X14 \leq 30$

$X23 \leq 10$

$X25 \leq 5$

$X27 \leq 20$

$X32 \leq 10$

$X34 \leq 5$

$X35 \leq 5$

$X36 \leq 5$

$X43 \leq 5$

$X46 \leq 10$

$X48 \leq 20$

$X56 \leq 10$

$X57 \leq 10$

$X59 \leq 5$

$X65 \leq 10$

$X67 \leq 10$

$X68 \leq 10$

$X69 \leq 5$

$X79 \leq 5$

$X89 \leq 10$

Otras restricciones:

$X35=5$

$X56=0$

$X65=0$

Rango de existencia:

$X_{ij} \geq 0$

Ahora se digita el modelo matemático en el software LINGO, que nos da como resultado el reporte de las Figuras 9, 10. y 11.

Figura 9.
Reporte LINGO

LINGO/WIN64 19.0.32 (3 Dec 2020), LINDO API 13.0.4099.242

Licensee info: Eval Use Only
License expires: 29 JUN 2021

Global optimal solution found.

Objective value: 25.00000
Infeasibilities: 0.000000
Total solver iterations: 6
Elapsed runtime seconds: 2.87

Model Class: LP

Total variables: 20
Nonlinear variables: 0
Integer variables: 0

Total constraints: 32
Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 60
Nonlinear nonzeros: 0

Nota. Se observa el reporte LINGO del modelo matemático ingresado. LINGO (2020)

Figura 10.
Reporte LINGO variables y valores

Variable	Value	Reduced Cost
F	25.00000	0.000000
X12	0.000000	0.000000
X13	5.000000	0.000000
X14	20.00000	0.000000
X32	10.00000	0.000000
X23	5.000000	0.000000
X25	0.000000	0.000000
X27	5.000000	0.000000
X43	5.000000	0.000000
X34	0.000000	0.000000
X35	5.000000	0.000000
X36	0.000000	0.000000
X46	5.000000	0.000000
X48	10.00000	0.000000
X65	0.000000	0.000000
X56	0.000000	0.000000
X57	0.000000	0.000000
X59	5.000000	0.000000
X67	0.000000	0.000000
X68	0.000000	0.000000
X69	5.000000	0.000000
X79	5.000000	0.000000
X89	10.00000	0.000000

Nota. Se observa el reporte LINGO del modelo matemático ingresado. LINGO (2020)

Figura 11.
Reporte LINGO filas, holguras y precios duales

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	25.000000	1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	0.000000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.000000	-1.000000
11	10.000000	0.000000
12	15.000000	0.000000
13	10.000000	0.000000
14	5.000000	0.000000
15	5.000000	0.000000
16	15.000000	0.000000
17	0.000000	0.000000
18	5.000000	0.000000
19	0.000000	0.000000
20	5.000000	0.000000
21	0.000000	0.000000
22	5.000000	0.000000
23	10.000000	0.000000
24	10.000000	0.000000
25	10.000000	0.000000
26	0.000000	1.000000
27	10.000000	0.000000
28	10.000000	0.000000
29	10.000000	0.000000
30	0.000000	1.000000
31	0.000000	1.000000
32	0.000000	1.000000
33	0.000000	0.000000
34	0.000000	0.000000
35	0.000000	0.000000

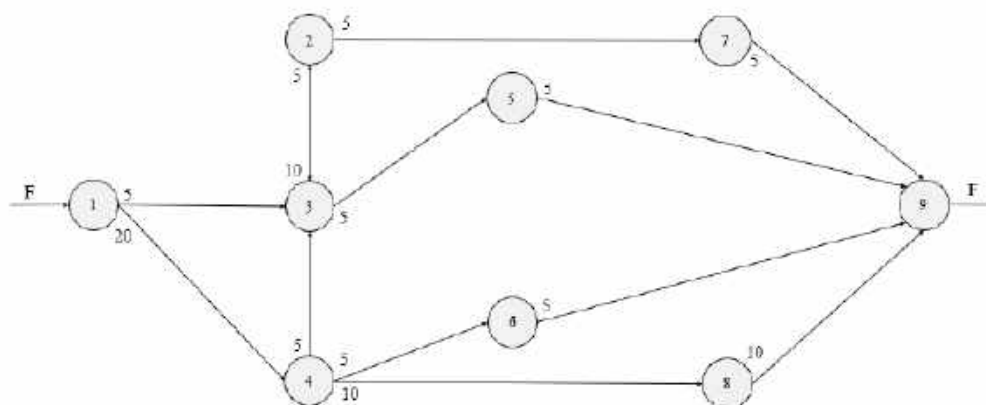
Nota. Se observa el reporte LINGO del modelo matemático ingresado. LINGO (2020)

Del reporte del software LINGO podemos inferir que el flujo máximo de la red es de 25000 barriles por hora ($Z=25$ miles de barriles).

Por último, se tiene la solución gráfica en la Figura 12., donde se observa el flujo y dirección por cada arco.

Figura 12.

Flujo y dirección de los arcos en la red del gaseoducto



Nota. Se observa el flujo y dirección de los arcos en la red del gaseoducto, dando como flujo máximo 25000 barriles por hora. (2020)

2.2.1.4.3 Problema de Optimización Multiobjetivo

Un problema de optimización multiobjetivo (en ingles Multi objective Optimization Problem, MOP), también llamado optimización multicriterio o problemas de optimización vectorial, se puede definir en palabras como un vector de variables de decisiones que satisface ciertas restricciones y optimiza una función vector cuyos elementos representan las funciones objetivo (Universidad de las Américas Puebla, 2020).

2.2.1.5 Investigación de Operaciones

La investigación operativa se puede definir como la aplicación de métodos científicos en la mejora de la efectividad en las operaciones, decisiones y gestión, ver o como la ciencia de aplicar los recursos disponibles para conseguir la satisfacción óptima de un objetivo específico deseado (Ramos et al., 2010).

La investigación operativa es la aplicación, por grupos interdisciplinarios, del método científico a los problemas complejos producidos en la dirección y gestión de grandes sistemas de hombres, máquinas, etc. La principal característica consiste en construir un modelo científico del sistema el cual puede predecir y comparar los resultados de diversas estrategias, decisiones, incorporando medidas del azar y el riesgo (Robinson, 1999).

La Investigación de Operaciones aspira a determinar el mejor curso de acción óptimo de un problema de decisión con la restricción de recursos limitados, aplicando técnicas matemáticas para representar por medio de un modelo y analizar problemas de decisión (Taha, 2012).

La Investigación de Operaciones significa hacer investigación sobre las operaciones referentes a la conducción y coordinación de actividades dentro de una organización aplicada a una gama extraordinariamente amplia (Hillier & Liebermanm 2010).

La Investigación de Operaciones es la aplicación por grupos interdisciplinarios de Método Científico a problemas relacionados con el control de las organizaciones o de sistemas en relación con el hombre-máquina, con el fin de producir soluciones óptimas para dichas organizaciones (Prawda, 2004).

La investigación de Operaciones es la aplicación del Método Científico a los problemas de decisión de las empresas y otras organizaciones, incluyendo el gobierno y la milicia (Namakforoosh, 2005).

La Investigación de Operaciones toma al Método Científico aplicado a la solución de problemas y la toma de decisiones de la gerencia en función a la construcción de un modelo simbólico examinando y analizando entre relaciones que lleguen a una técnica en la toma de decisiones en base a los resultados óptimos (Moskowitz & Wright, 1986).

2.2.1.6 Problema del Agente Viajero

El problema de TSP tiene que ver con hallar el recorrido más corto (cerrado) en una situación de n ciudades, donde cada ciudad es visitada exactamente una vez antes de regresar al punto de partida. El modelo TSP asociado se define por medio de dos datos, n ciudades y la distancia j entre ciudades (Taha, 2012).

El problema agente viajero describe planificar de un modelo matemático para adaptar una trayectoria optima de estar conectadas por rutas que representan un inicio donde cada ciudad es visitadas antes de llegar al punto inicial.

Para demostrar y probar el uso y utilidad del TSP se considera el siguiente ejemplo obtenido de la Guía de Laboratorio 11 – Modelo del Vendedor Viajero.

Caso 2: Programe el recorrido del recolector de residuos sólidos para la siguiente red de nodos:

Figura 13.
Recorrido del recolector de residuos sólidos



Nota. En la figura se observa el recorrido actual del recolector de residuos sólidos.
Guía de Laboratorio 11: Modelo del Vendedor Viajero (Murillo, 2020)

Los datos de la red, muestra las distancias en metros.

Asuma que todas las calles tienen doble sentido, excepto las calles que se encuentran entre los nodos 1, 2, 3, 4, 10 y 11, las cuales tienen un sólo sentido, siendo el sentido restringido de 11 a 10, de 10 a 4, de 4 a 3, de 3 a 2 y de 2 a 1.

- Muestre la matriz de distancias.
- Construya el modelo matemático que permita determinar la trayectoria de menor distancia que pase por cada uno de los nodos una sola vez.
- Utilizando el software LINDO, indique la trayectoria y la distancia total.

Empezamos construyendo la matriz de distancias que se muestra en la Tabla 4, de esta forma poder conocer la distancia total de las rutas.

Tabla 4.
Matriz de distancias

	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
1		100			200																								
2			100			200																							
3				100			200																						
4								200		200																			
5	200					100																							300
6		200					100																300						
7			200					100															300						
8				200					100		100																		
9										100		100		200															
10											100																		
11													300																
12														100															
13									200						200														
14																100													
15																	200												
16																		100											
17																			100										
18																				100									
19																					100								
20																						100							
21																							100						
22																								100					
23																									100				
24																										100			
25																											100		
26																												100	
27																													200
28																													100
29																													100

Nota. Se observa la matriz de distancias. (2020)

Se procede a hacer el modelo matemático:

Variables de decisión:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el arco } ij \text{ pertenece a la trayectoria del Agente Viajero.} \\ 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

$\forall i=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29$

$\forall j=1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29$

Función objetivo:

MIN100X0102+200X0105+100X0203+200X0206+100X0304+200X0307+200X0408+200X0410+200X0501+100X0506+300X0529+200X0602+100X0605+100X0607+300X0623+200X0703+100X0706+100X0708+300X0722+200X0804+100X0807+100X0809+300X0821+100X0908+100X0910+200X0913+100X1009+100X1011+300X1112+300X1211+100X1213+200X1309+100X1312+200X1314+200X1413+100X1415+100X1420+100X1514+200X1516+100X1519+200X1615+100X1617+100X1716+100X1718+100X1817+100X1819+200X1826+100X1915+100X1918+200X1925+100X2014+100X2021+200X2024+300X2108+100X2120+100X2122+300X2207+100X2221+100X2223+300X2306+100X2322+100X2324+100X2329+

200X2420+100X2423+100X2425+100X2428+200X2519+100X2524+100
X2526+200X2618+100X2625+100X2627+100X2726+200X2728+100X28
24+200X2827+100X2829+300X2905+100X2923+100X2928
ST

Arcos que salen:

Nodo 01: X0102+X0105=1
Nodo 02: X0203+X0206=1
Nodo 03: X0304+X0307=1
Nodo 04: X0408+X0410=1
Nodo 05: X0501+X0506+X0529=1
Nodo 06: X0602+X0605+X0607+X0623=1
Nodo 07: X0703+X0706+X0708+X0722=1
Nodo 08: X0804+X0807+X0809+X0821=1
Nodo 09: X0908+X0910+X0913=1
Nodo 10: X1009+X1011=1
Nodo 11: X1112=1
Nodo 12: X1211+X1213=1
Nodo 13: X1309+X1312+X1314=1
Nodo 14: X1413+X1415+X1420=1
Nodo 15: X1514+X1516+X1519=1
Nodo 16: X1615+X1617=1
Nodo 17: X1716+X1718=1
Nodo 18: X1817+X1819+X1826=1
Nodo 19: X1915+X1918+X1925=1
Nodo 20: X2014+X2021+X2024=1

Nodo 21: X2108+X2120+X2122=1
Nodo 22: X2207+X2221+X2223=1
Nodo 23: X2306+X2322+X2324+X2329=1
Nodo 24: X2420+X2423+X2425+X2428=1
Nodo 25: X2519+X2524+X2526=1
Nodo 26: X2618+X2625+X2627=1
Nodo 27: X2726+X2728=1
Nodo 28: X2824+X2827+X2829=1
Nodo 29: X2905+X2923+X2928=1

Arcos que ingresan:

Nodo 01: X0501=1
Nodo 02: X0102+X0602=1
Nodo 03: X0203+X0703=1
Nodo 04: X0304+X0804=1
Nodo 05: X0105+X0605+X2905=1
Nodo 06: X0206+X0506+X0706+X2306=1
Nodo 07: X0307+X0607+X0807+X2207=1
Nodo 08: X0408+X0708+X0908+X2108=1
Nodo 09: X0809+X1009+X1309=1
Nodo 10: X0410+X0910=1
Nodo 11: X1011+X1211=1
Nodo 12: X1112+X1312=1

Nodo 13: $X0913+X1213+X1413=1$
 Nodo 14: $X1314+X1514+X2014=1$
 Nodo 15: $X1415+X1615+X1915=1$
 Nodo 16: $X1516+X1716=1$
 Nodo 17: $X1617+X1817=1$
 Nodo 18: $X1718+X1918+X2618=1$
 Nodo 19: $X1519+X1819+X2519=1$
 Nodo 20: $X1420+X2120+X2420=1$
 Nodo 21: $X0821+X2021+X2221=1$
 Nodo 22: $X0722+X2122+X2322=1$
 Nodo 23: $X0623+X2223+X2423+X2923=1$
 Nodo 24: $X2024+X2324+X2524+X2824=1$
 Nodo 25: $X1925+X2425+X2625=1$
 Nodo 26: $X1826+X2526+X2726=1$
 Nodo 27: $X2627+X2827=1$
 Nodo 28: $X2428+X2728+X2928=1$
 Nodo 29: $X0529+X2329+X2829=1$

Rompiendo Bucles en cada arco:

01,05 $X0105+X0501 \leq 1$
 02,06 $X0206+X0602 \leq 1$
 03,07 $X0307+X0703 \leq 1$
 04,08 $X0408+X0804 \leq 1$
 05,06 $X0506+X0605 \leq 1$
 05,29 $X0529+X2905 \leq 1$
 06,07 $X0607+X0706 \leq 1$
 06,23 $X0623+X2306 \leq 1$
 07,08 $X0708+X0807 \leq 1$
 07,22 $X0722+X2207 \leq 1$
 08,09 $X0809+X0908 \leq 1$
 08,21 $X0821+X2108 \leq 1$
 09,10 $X0910+X1009 \leq 1$
 09,13 $X0913+X1309 \leq 1$
 11,12 $X1112+X1211 \leq 1$
 12,13 $X1213+X1312 \leq 1$
 13,14 $X1314+X1413 \leq 1$
 14,15 $X1415+X1514 \leq 1$
 14,20 $X1420+X2014 \leq 1$
 15,16 $X1516+X1615 \leq 1$
 15,19 $X1519+X1915 \leq 1$
 16,17 $X1617+X1716 \leq 1$
 17,18 $X1718+X1817 \leq 1$
 18,19 $X1819+X1918 \leq 1$
 18,26 $X1826+X2618 \leq 1$
 19,25 $X1925+X2519 \leq 1$
 20,21 $X2021+X2120 \leq 1$
 20,24 $X2024+X2420 \leq 1$
 21,22 $X2122+X2221 \leq 1$
 22,23 $X2223+X2322 \leq 1$
 23,24 $X2324+X2423 \leq 1$

23,29	$X_{2329} + X_{2923} \leq 1$
24,25	$X_{2425} + X_{2524} \leq 1$
24,28	$X_{2428} + X_{2824} \leq 1$
25,26	$X_{2526} + X_{2625} \leq 1$
26,27	$X_{2627} + X_{2726} \leq 1$
27,28	$X_{2728} + X_{2827} \leq 1$
28,29	$X_{2829} + X_{2928} \leq 1$

Rompiendo Bucles adicionales:

$X_{2423} + X_{2329} + X_{2928} + X_{2827} + X_{2726} + X_{2625} + X_{2524} \leq 6$
 $X_{2324} + X_{2923} + X_{2829} + X_{2728} + X_{2627} + X_{2526} + X_{2425} \leq 6$
 $X_{1519} + X_{1918} + X_{1817} + X_{1716} + X_{1615} \leq 4$
 $X_{1915} + X_{1819} + X_{1718} + X_{1617} + X_{1516} \leq 4$
 $X_{2423} + X_{2329} + X_{2928} + X_{2827} + X_{2726} + X_{2618} + X_{1817} + X_{1716} + X_{1615} + X_{1519} + X_{1925} + X_{2524} \leq 11$
 $X_{2324} + X_{2923} + X_{2829} + X_{2728} + X_{2627} + X_{1826} + X_{1718} + X_{1617} + X_{1516} + X_{1915} + X_{2519} + X_{2425} \leq 11$

Rango de existencia:

$X_{ij} \in \{0,1\}$

Insertamos el modelo matemático al software LINDO y nos resulta lo siguiente que se puede observar en la Figura 14.

Figura 14.

Reporte LINGO

```

IF OPTIMUM FOUND AT STEP      81
OBJECTIVE VALUE =      3800.00000

FIX ALL VARS. (      5) WITH RC >      200.000
SET      X1617 TO >=      1 AT      1. BND=      -4000      TWIN=-0 1000E+31      162
SET      X1420 TO <=      0 AT      2. BND=      -4000      TWIN=-0 1000E+31      198

NEW INTEGER SOLUTION OF      4000.00000      AT BRANCH      2 PIVOT      188
BOUND ON OPTIMUM:      4000 000
DELETE      X1420 AT LEVEL      2
DELETE      X1617 AT LEVEL      1
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES=      2 PIVOTS=      188

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1)      4000.000

VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
X0102      1.000000      100.000000
X0105      0.000000      200.000000
X0203      1.000000      100.000000
X0206      0.000000      200.000000
X0304      1.000000      100.000000
X0307      0.000000      -200.000000
X0408      1.000000      200.000000
X0410      0.000000      200.000000
X0501      1.000000      200.000000
X0506      0.000000      100.000000
X0529      0.000000      200.000000
X0602      0.000000      200.000000
X0605      1.000000      100.000000
X0607      0.000000      -300.000000
X0623      0.000000      100.000000
X0703      0.000000      200.000000
X0706      1.000000      100.000000
X0708      0.000000      100.000000
X0722      0.000000      200.000000
X0804      0.000000      200.000000
X0807      0.000000      -300.000000
X0809      1.000000      100.000000
X0821      0.000000      100.000000
X0908      0.000000      100.000000
X0910      1.000000      100.000000
X0913      0.000000      200.000000
X1009      0.000000      100.000000
X1011      1.000000      100.000000
X1112      1.000000      300.000000
X1211      0.000000      300.000000
X1213      1.000000      100.000000
X1309      0.000000      200.000000
X1312      0.000000      100.000000
X1314      1.000000      200.000000
X1413      0.000000      200.000000
X1415      1.000000      -200.000000
X1420      0.000000      -200.000000
X1514      0.000000      100.000000
X1516      1.000000      400.000000
X1519      0.000000      -100.000000
X1615      0.000000      -100.000000
X1617      1.000000      300.000000
X1716      0.000000      100.000000
X1718      1.000000      300.000000
X1817      0.000000      0.000000
X1819      1.000000      0.000000
X1826      0.000000      0.000000
X1915      0.000000      0.000000
X1918      0.000000      100.000000
X1925      1.000000      0.000000
X2014      0.000000      0.000000
X2021      1.000000      0.000000
X2024      0.000000      0.000000
X2108      0.000000      300.000000
X2120      0.000000      0.000000
X2122      1.000000      0.000000
X2207      1.000000      0.000000
X2221      0.000000      0.000000
X2223      0.000000      0.000000
X2306      0.000000      300.000000
X2322      0.000000      0.000000
X2324      1.000000      0.000000
X2329      0.000000      0.000000
X2420      1.000000      0.000000
X2423      0.000000      0.000000
X2425      0.000000      0.000000
X2428      0.000000      0.000000
X2519      0.000000      0.000000
X2524      0.000000      0.000000
X2526      1.000000      0.000000
X2618      0.000000      300.000000
X2625      0.000000      0.000000
X2627      1.000000      0.000000
X2726      0.000000      0.000000
X2728      1.000000      0.000000
X2824      0.000000      0.000000
X2827      0.000000      0.000000
X2829      1.000000      0.000000
X2905      0.000000      400.000000
X2923      1.000000      0.000000
X2928      0.000000      0.000000

```

Nota. Se observa el reporte de LINGO, siendo la distancia total de 4000 metros.
LINGO (2023)

Por último, tenemos la solución gráfica la cual se muestra en la Figura 15.

The map shows a network of 28 nodes (circles with numbers) connected by weighted edges. The edges are colored blue or orange. The weights are numerical values. The map includes landmarks like 'Parque Jorge Bataillon', 'Parque', 'Centro Educativo de Basica Especial...', and 'Cinema Burger'. The nodes are arranged in a grid-like pattern with some diagonal connections.

Nodes: 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.

Edges and weights:

- 1-2: 100 (blue)
- 2-3: 100 (blue)
- 3-4: 100 (blue)
- 4-5: 200 (blue)
- 5-6: 100 (blue)
- 6-7: 100 (blue)
- 7-8: 100 (blue)
- 8-9: 100 (blue)
- 9-10: 100 (blue)
- 10-11: 100 (blue)
- 11-12: 300 (blue)
- 12-13: 100 (blue)
- 13-14: 200 (blue)
- 14-15: 100 (blue)
- 15-16: 200 (blue)
- 16-17: 100 (blue)
- 17-18: 100 (blue)
- 18-19: 100 (blue)
- 19-20: 100 (blue)
- 20-21: 100 (blue)
- 21-22: 100 (blue)
- 22-23: 100 (blue)
- 23-24: 100 (blue)
- 24-25: 100 (blue)
- 25-26: 100 (blue)
- 26-27: 100 (blue)
- 27-28: 200 (blue)
- 1-5: 200 (orange)
- 2-6: 200 (orange)
- 3-7: 200 (orange)
- 4-8: 200 (orange)
- 5-9: 300 (orange)
- 6-10: 300 (orange)
- 7-11: 300 (orange)
- 8-12: 300 (orange)
- 9-13: 200 (orange)
- 10-14: 200 (orange)
- 11-15: 200 (orange)
- 12-16: 200 (orange)
- 13-17: 200 (orange)
- 14-18: 200 (orange)
- 15-19: 200 (orange)
- 16-20: 200 (orange)
- 17-21: 200 (orange)
- 18-22: 200 (orange)
- 19-23: 200 (orange)
- 20-24: 200 (orange)
- 21-25: 200 (orange)
- 22-26: 200 (orange)
- 23-27: 200 (orange)
- 24-28: 200 (orange)

Nota. En la figura se observa la solución gráfica dando una distancia total de 4000 metros. Guía de Laboratorio 11: Modelo del Vendedor Viajero (Murillo, 2020)

La sectorización es la subdivisión de un área geodemográfica con el fin de poder trabajar y tomar decisiones que pueden favorecer en mejor entrada, al estar delimitada las áreas del distrito municipal podemos llegar a cubrir estratégicamente con una planificación oportuna todos los sectores, así como cumplir con el recojo de basura de manera adecuada y mitigar los problemas de acumulación de basura en el distrito de Paucarpata.

La sectorización es la subdivisión de un área geodemográfica de acuerdo con ciertos criterios, para obtener unidades más pequeñas, lo que facilita su

conocimiento y favorece una relación más cercana entre la población que allí habita y quienes trabajan con ella (Aravena, 2014).

2.2.1.8 Microruteo

Es el recorrido específico que deben cumplir diariamente los vehículos de recolección en las áreas de la población donde han sido asignados, con el fin de recolectar en la mejor manera posible los residuos sólidos generados por los habitantes de dicha área (Márquez, 2012).

El diseño de microrutas debe hacerse con base a una serie de factores variables de acuerdo con la ciudad en estudio (Racero & Pérez, 2006).

El microruteo se refiere al cumplimiento diario de recolección en las áreas de la población donde han sido asignados vehículos recolectores (Cusco & Picón, 2015).

El diseño de microrutas debe hacerse con base en una serie de factores variables de acuerdo con la ciudad en estudio (Yepes, 2015).

Al momento de realizar el microruteo se va a tomar en cuenta los siguientes datos.

- Punto de inicio.
- Punto final.
- Sentido de circulación de las rutas.
- Horas de congestión y situación de las rutas.
- Topografía.
- Vías habilitadas y no habilitadas.
- Tipo de trazo de ruta.

2.2.1.9 Macro-ruteo

Se denomina macro rutas a la división de la ciudad en sectores operativos, a la determinación del número de camiones necesarios en cada una y a la asignación de un área del sector en cada vehículo recolector. Básicamente el Macro-ruteo consiste en dos etapas: proyecto de gabinete y ajuste de campo (Márquez, 2012).

La Secretaría de Desarrollo Sustentable de México (SDS), en su manual de gestión integral de residuos sólidos, denomina macro rutas a la estratificación de la ciudad a través de sectores de operación, para lo cual establece la cantidad de camiones óptima, asignándolos a cumplir la ruta según su sector operativo. Este proceso de macro ruta se compone de dos fases o etapas; la primera se denomina de gabinete y consiste en calcular teóricamente las necesidades del sector; en la segunda etapa conocida como ajuste de campo se balancea y nivela las cargas conforme el contexto analizado en cada área (Medina et al., 2008).

En la presente investigación se va a realizar una sectorización el cual se va a realizar mediante un diseño que parte de dividir en n partes iguales.

Los criterios para el Macro-ruteo son los siguientes:

- Las rutas no deben cruzarse.
- Deben tener días fijos para mayor colaboración de la ciudadanía.
- El proceso de Macro-ruteo es prueba y error.
- Después de probada la ruta, puede marcarse como plano de trabajo.
- Para el trazo de ruta debe considerarse la topografía de la localidad.

Racero y Pérez se esforzaron por encontrar una solución integral al desafío de la recolección, manejo y transporte de residuos sólidos domiciliarios en la

ciudad de Victoria, México. Conscientes de la diversidad de características y necesidades del entorno local, adaptaron su modelo para abordarlas de manera efectiva. Su objetivo principal fue desarrollar un diseño de recolección óptimo, teniendo en cuenta variables como la cantidad y tipología de vehículos requeridos, así como el horario más adecuado para la planificación de las rutas. Mediante un enfoque metódico y considerando los factores clave, se propusieron optimizar la eficiencia del sistema de gestión de residuos sólidos en la ciudad, generando resultados tangibles y beneficiosos para la comunidad y el medio ambiente (Racero & Pérez 2006).

La propuesta presentada se basa en la implementación de un innovador enfoque conocido como "macro rutas", el cual implica la subdivisión estratégica de la ciudad en sectores operativos y la determinación precisa del número de camiones requeridos en cada uno. Cada vehículo recolector es asignado a una zona específica dentro de su respectivo sector. El proceso se inicia con una minuciosa sectorización de la ciudad, teniendo en cuenta tanto su extensión territorial como sus características geográficas. A continuación, se lleva a cabo la zonificación, mediante la cual se divide cada sector en áreas geográficas que serán atendidas por un camión recolector durante el transcurso de la semana (Racero & Pérez 2006).

Con relación a la consideración de la población, el documento contempla una estimación de vida útil del proyecto de recolección que oscila entre 5 y 8 años, por lo tanto, se realiza una proyección de la población para un período de 10 años. Con respecto a la frecuencia de recolección, se establece un mínimo de 2 veces por semana, con el objetivo de minimizar los costos asociados a este servicio. No obstante, se debe tener en cuenta el impacto de los hábitos y la aceptación por parte

de la población, ya que estos factores podrían influir en la viabilidad de implementar dicho enfoque en el contexto específico del Perú.

Un término clave en la optimización de las rutas de residuos sólidos es la denominada "distancia productiva", la cual se refiere a la distancia recorrida cuando los residuos son cargados en los camiones recolectores. Por otro lado, se encuentra la "distancia muerta", que representa la distancia no productiva. Para calcular la distancia total cubierta durante el proceso de recolección, se emplea una fórmula que se basa en la medición en kilómetros (km) (Racero & Pérez 2006).

$$Km = \frac{axTxr}{60}$$

Puede ocurrir que:

Donde:

P = Población de la zona por la que circulará el vehículo por cada turno.

d = Densidad de población (hab./km).

a = Proporción entre distancia productiva y distancia total.

T = Tiempo disponible de recolección (min.).

r = Velocidad del vehículo de recolección (km/h).

El diseño de las rutas consiste principalmente en maximizar las distancias productivas y que las distancias muertas disminuyan. Lo ideal es buscar que:

$$\frac{P}{d} = \frac{axTxr}{60}$$

La fórmula tiene como objetivo principal lograr la igualdad entre la distancia estimada y la distancia real recorrida. Esto implica garantizar que ambas sean iguales para evitar situaciones en las que el tiempo asignado para la recolección resulte insuficiente debido a una estimación excesiva de la distancia, o en las que

se desperdicie tiempo y se incurra en gastos innecesarios debido a una distancia recorrida mayor de lo previsto (Racero & Pérez 2006).

En ese sentido, el objetivo deseable es maximizar la proporción de distancia productiva, es decir, la parte de la distancia total que corresponde a la recolección efectiva de residuos, en comparación con la distancia total recorrida. Al maximizar esta proporción (representada por α), se busca optimizar la eficiencia del proceso de recolección de residuos, minimizando los costos y asegurando un uso adecuado del tiempo disponible (Racero & Pérez 2006).

$$Nv = \frac{GxPx7xFr xK}{Nx Cx dh}$$

Donde:

G = Producción de residuos sólidos en Kg/hab/día.

P = Población de la zona por la que circulará el vehículo por cada turno.

Fr = Factor de reserva.

K = Factor de cobertura.

N = Número de viajes por turno.

C = Capacidad del vehículo (Kg.).

dh = Días hábiles.

2.2.1.10 Población

La población es el conjunto de elementos que se quiere investigar, estos elementos pueden ser objetos, acontecimientos, situaciones o grupo de personas. (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2022)

La población es Conjunto de personas que habitan la Tierra o cualquier división geográfica de ella (Diccionario de la Real Academia Española [RAE], 2020).

La población es el conjunto de individuos de la misma especie que conviven en un mismo lugar y tiempo. Sus rasgos principales son: su nicho, tamaño, crecimiento, competitividad, etc (Mendoza, 2014).

La población es el conjunto de personas u objetos de los que se desea conocer algo en una investigación. "El universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, los nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros". (Pineda et al 1994)

2.2.1.11 Muestra

Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. Hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica y otros que se verá más adelante. La muestra es una parte representativa de la población (López, 2004).

2.2.1.12 Programación Lineal

La programación lineal es una técnica de modelización matemática desarrollada a partir de la década de 1930. Desde entonces, se ha aplicado con frecuencia en los procesos de toma de decisión de numerosos ámbitos económicos y productivos, como la planificación de empresa y la ingeniería industrial (Portal Educativo del Gobierno Vasco HIRU, 2021).

2.2.1.13 Reglamento de Organización y Funciones de una entidad (ROF)

El ROF es el Reglamento de Organización y Funciones de una entidad, que se constituye en un documento técnico normativo de gestión institucional que establece:

- a) La estructura orgánica de la entidad.

b) Las funciones generales y específicas de la entidad y de cada uno de sus órganos y unidades orgánicas.

c) Las relaciones de coordinación y control entre órganos, unidades orgánicas y entidades cuando corresponda.

Este instrumento de gestión formaliza las competencias de cada área dentro de la organización y en función a ello se puede determinar las responsabilidades que le corresponde en el logro de los objetivos institucionales (Municipalidad de Moyebamba, 2015)

2.2.1.14 Proceso

Secuencia de actividades que transforman una entrada o insumo (una solicitud de un bien o un servicio) en una salida (la entrega del bien o servicio), añadiéndole un valor en cada etapa de la cadena (mejores condiciones de calidad/precio, rapidez, facilidad, comodidad, entre otros (Manual de Procesos y Procedimientos Ministerio de Defensa, 2016)

2.2.1.15 Mapa de Procesos

Es la representación gráfica de los procesos que conforman el sistema de gestión (Manual de Procesos y Procedimientos Ministerio de Defensa, 2016)

2.2.1.16 Procesos Estratégicos

Definen y verifican las políticas, estrategias, objetivos y metas alineadas a la misión y visión de la entidad (Guía metodológica Fase institucional del proceso de planeamiento estratégico, 2016)

2.2.1.17 Procesos Misionales u Operativos

Son los procesos que dan como resultado el cumplimiento del objeto de la razón de ser la entidad (Guía metodológica Fase institucional del proceso de planeamiento estratégico, 2016)

2.2.1.18 Procesos de Apoyo o Soporte

Proveen los recursos necesarios para el desarrollo de los procesos estratégicos, misionales. Estos procesos facilitan el desarrollo de los procesos de valor, proveen servicios de utilidad para toda la entidad en sus diferentes frentes (Guía metodológica Fase institucional del proceso de planeamiento estratégico, 2016)

2.2.1.19 Factor de Reserva

En la optimización de rutas de recolección y transporte de residuos sólidos, el factor de reserva se refiere a un margen adicional de capacidad o tiempo que se asigna a cada ruta planificada. Este margen tiene como objetivo hacer frente a posibles variaciones en la demanda de recolección de residuos o a situaciones imprevistas durante la ejecución de las rutas (Racero & Pérez 2006).

El factor de reserva se utiliza para garantizar que las rutas de recolección sean lo suficientemente flexibles como para acomodar cambios en la cantidad de residuos a recolectar, retrasos en la circulación del tráfico, dificultades en el acceso a ciertas áreas o cualquier otro evento imprevisto que pueda afectar la ejecución de las rutas (Racero & Pérez 2006).

Al asignar un factor de reserva adecuado, se asegura que las rutas de recolección tengan un margen de tiempo adicional para cumplir con su objetivo principal, que es recoger eficientemente los residuos sólidos de las áreas designadas. Esto permite afrontar situaciones de tráfico intenso, obstáculos en las

vías, cambios en la cantidad de residuos generados, entre otros escenarios, sin comprometer la eficiencia y puntualidad de la recolección (Racero & Pérez 2006).

En resumen, el factor de reserva en el macro-ruteo de recolección de residuos sólidos es un margen adicional de tiempo asignado a las rutas planificadas para garantizar la flexibilidad y capacidad de adaptación a situaciones imprevistas durante la recolección de los residuos (Racero & Pérez 2006).

2.2.1.20 Factor de Cobertura

El factor de cobertura en la optimización de rutas de recolección de residuos sólidos se refiere a un parámetro utilizado para determinar la eficiencia y efectividad de las rutas planificadas en términos de cubrir todas las áreas designadas para la recolección de residuos (Racero & Pérez 2006).

En este contexto, el factor de cobertura se define como el porcentaje de las áreas o ubicaciones objetivo que son atendidas correctamente por las rutas planificadas. Por ejemplo, si hay 100 ubicaciones designadas para la recolección de residuos y las rutas planificadas cubren correctamente 90 de esas ubicaciones, el factor de cobertura sería del 90% (Racero & Pérez 2006).

El factor de cobertura es una métrica importante en la optimización de rutas de recolección de residuos sólidos, ya que indica qué tan bien se están atendiendo las áreas específicas y si se están cumpliendo los requisitos de recolección. Un factor de cobertura alto significa que la mayoría de las ubicaciones objetivo están siendo atendidas, lo que indica una eficiencia y efectividad en la planificación de las rutas. Al optimizar las rutas de recolección de residuos sólidos, el objetivo es maximizar el factor de cobertura, es decir, garantizar que la mayor cantidad posible de ubicaciones objetivo sean atendidas adecuadamente. Esto implica una asignación eficiente de los recursos, teniendo en cuenta la capacidad de los

vehículos de recolección, las restricciones de tiempo y otros factores relevantes (Racero & Pérez 2006).

En resumen, el factor de cobertura en el macro-ruteo para la optimización de rutas de recolección de residuos sólidos es un parámetro que indica el porcentaje de áreas o ubicaciones objetivo que son atendidas correctamente por las rutas planificadas. Un factor de cobertura alto indica una mayor eficiencia y efectividad en la recolección de residuos (Racero & Pérez 2006).

2.2.2 Herramientas de Mejora

2.2.2.1 Software LINDO

LINDO es un intuitivo programa para resolver problemas de optimización matemática, en particular de programación lineal (continuos, enteros y binarios). El nombre de LINDO es un acrónimo de Linear, Interactive, and Discrete Optimizer. El presente pretende ser un escueto manual de LINDO, por lo cual aborda lo más general de este programa sin detenerse en detalles (Pérez, 2015).

2.2.2.2 Software LINGO

(Linear Generalize Optimizer) es una herramienta simple para formular problemas lineales y no lineales, resolverlos y analizar su solución. El resultado que LINGO nos proporciona es la optimización que nos ayuda a encontrar el mejor resultado: la ganancia más alta, o el costo más bajo. A menudo estos problemas involucran el uso más eficiente de los recursos. Los problemas de optimización son clasificados a menudo como lineales o no lineales, dependiendo si las relaciones en el problema son lineales con respecto a las variables (Ivorra, 2020).

2.2.2.3 Software POM-QM

Es un software de gestión de producción / operaciones, métodos cuantitativos, ciencia de la gestión e investigación de operaciones. POM-QM es una aplicación versátil que permite la solución de una gran cantidad de problemas en el campo de la investigación operativa. Incluye 18 módulos útiles para analizar una gran variedad de problemas asociados a la programación lineal, la planeación agregada, la teoría de colas, la planeación del requerimiento de materiales, la localización y distribución en planta, entre otros (Weiss, 2005).

2.2.2.4 Valor Actual Neto (VAN)

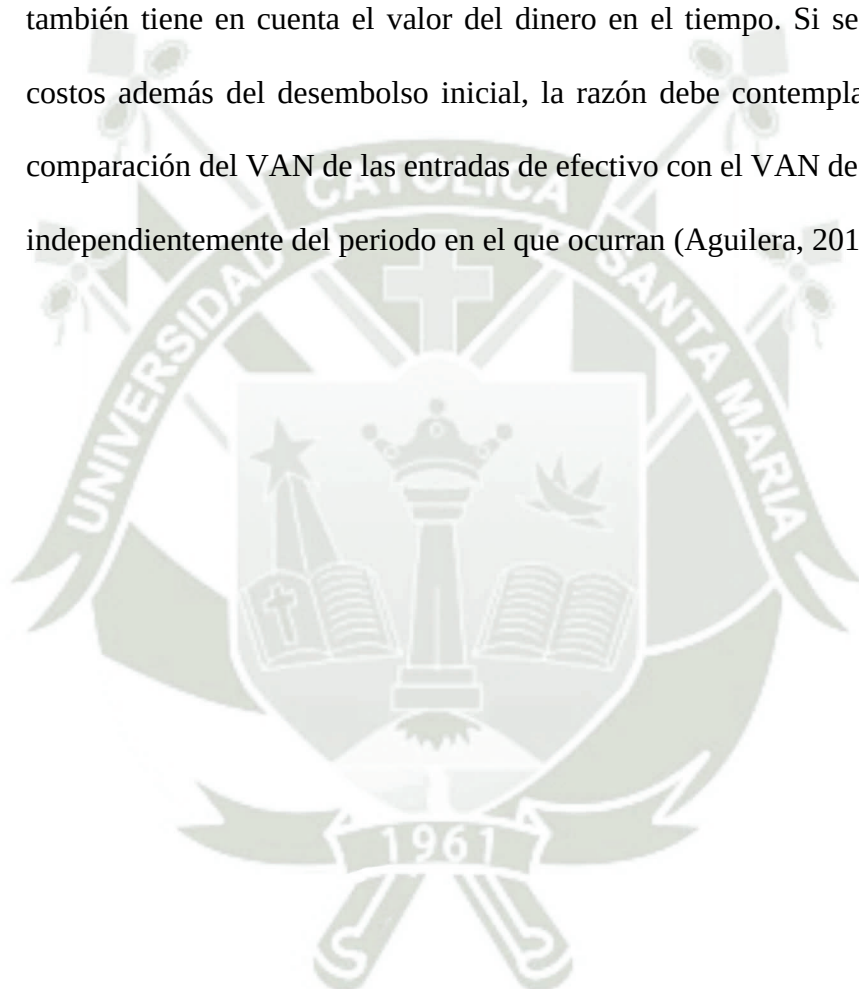
El Valor Actual Neto (VAN) equivale a descontar o actualizar el valor de una serie de flujos de efectivo futuros del proyecto. Esta actualización se realiza mediante una tasa para lograr el descuento en el momento actual. A este valor se le resta la inversión inicial y el resultado es el VAN del proyecto que constituye una medida de beneficios en términos absolutos. Entonces, si $VAN > 0$ la inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida; si $VAN < 0$, ocurriría lo contrario y, por último, ¿sí? $VAN = 0$ no se podría hablar ni de ganancias ni de pérdidas (Aguilera, 2017).

2.2.2.5 Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR), constituye una tasa de descuento que iguala el valor descontado de los flujos de efectivo futuros con la inversión inicial, es decir, iguala el VAN a cero. Representa la rentabilidad, en términos relativos, generada por un proyecto de inversión que depende de la cuantía y duración de los flujos de tesorería (Aguilera, 2017).

2.2.2.6 Ratio Beneficio-Costo (B/C)

Este índice se define como la relación entre los beneficios y los costos o egresos de un proyecto. Su cálculo se basa en la relación entre el valor actual de las entradas de efectivo futuras y el valor actual del desembolso original. Divide la corriente descontada de beneficios entre la de costos, por lo que este método también tiene en cuenta el valor del dinero en el tiempo. Si se incurre en otros costos además del desembolso inicial, la razón debe contemplarlos mediante la comparación del VAN de las entradas de efectivo con el VAN de todas las salidas, independientemente del periodo en el que ocurran (Aguilera, 2017).



2.3 Marco referencial

- Efraín Murillo en su investigación plantea un modelo de gestión de residuos sólidos basado en la programación binaria y la simulación de sistemas que permita reducir el Lead Time del sistema de tal forma que se busque un distrito limpio. Como conclusiones fue posible proponer un modelo de gestión de residuos sólidos basado en la programación binaria y la simulación de sistemas que permitió reducir el Lead Time del sistema buscando un distrito limpio, además de que se identificó, resumió y presento la teoría vigente relacionada con los modelos de gestión de residuos sólidos para los distritos en Arequipa, Lead Time, programación binaria y simulación de sistemas, así como se pudo documentar el marco referencial de la investigación (Murillo, 2018).
- Dafne Lagos, Rodrigo Mancilla, Paola Leal y Franco Fox en su investigación plantean calcular la medición del desempeño del Problema del Agente Viajero para ruteo a través de la incorporación de la variabilidad de los tiempos de servicio, donde la solución se obtuvo por medio del algoritmo colonia de hormigas y mostró la ruta eficiente que debe seguir una brigada. La evaluación del desempeño de la solución, a través de simulación de eventos discretos (DES), consideró el tiempo de recorrido y agregó el tiempo del servicio. La evaluación de desempeño de la solución del modelo TSP indicó que se pueden visitar hasta seis clientes en una jornada laboral diaria de 8 horas. El modelo de validación mediante DES presentó un comportamiento estable de la varianza, independientemente de la cantidad de puntos asignados a visitar dentro de la ruta (Lagos et al., 2019).
- José Arzola-Ruiz y Luis Enrique García-Marrero en su investigación formulan un modelo matemático conceptual de la tarea de secuenciación de producción de los talleres de laminación de perfiles ligeros en la industria siderúrgica, se utilizó el Agente Viajero

para optimizar la producción de grupos de talleres de laminación (Arzola & García, 2021).





CAPÍTULO III

3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

3.1. Generalidades

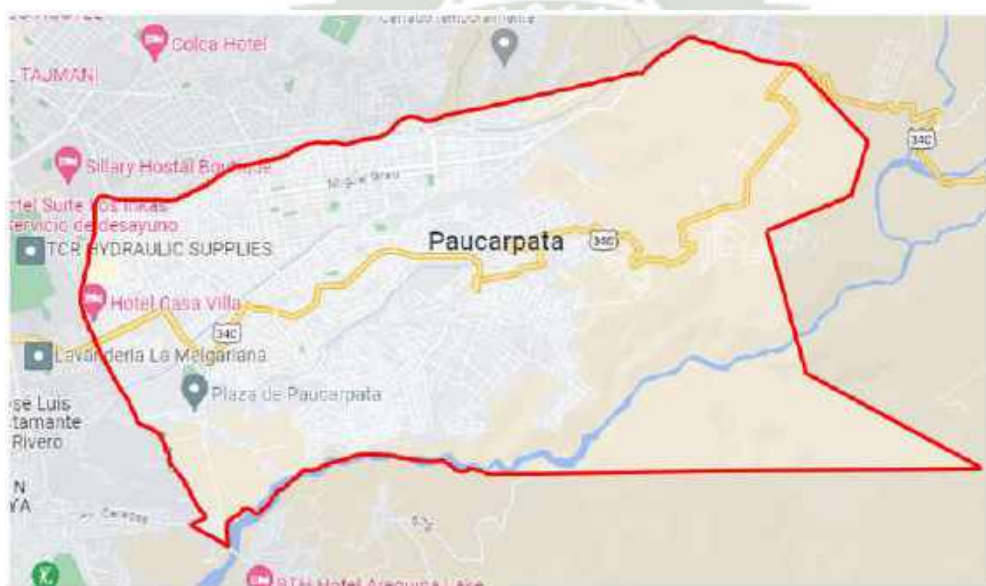
El distrito de Paucarpata está ubicado a una distancia de 5.3 kilómetros de la ciudad de Arequipa, ubicado a 2487 m.s.n.m. al sur oeste de la ciudad de Arequipa entre los 16° 25' 46" de latitud sur y 71° 30' 08" de latitud oeste, con una extensión territorial de 41.34 km² (Plataforma Digital Única del Estado Peruano para Orientación al Ciudadano, 2022).

En la Figura 16, se puede observar el mapa y las limitaciones del distrito de Paucarpata.

El distrito de Paucarpata limita por:

- Norte con el Distrito de Mariano Melgar.
- Sur con los Distrito de Sabandía.
- Este con los Distrito de Chiguata.
- Oeste con el Distrito de José Luis Bustamante y Rivero.

Figura 16.
Ubicación del Distrito



Nota. En la imagen se observa el área geográfica del distrito de Paucarpata. Google Maps (2023)

3.2. Municipalidad Distrital de Paucarpata

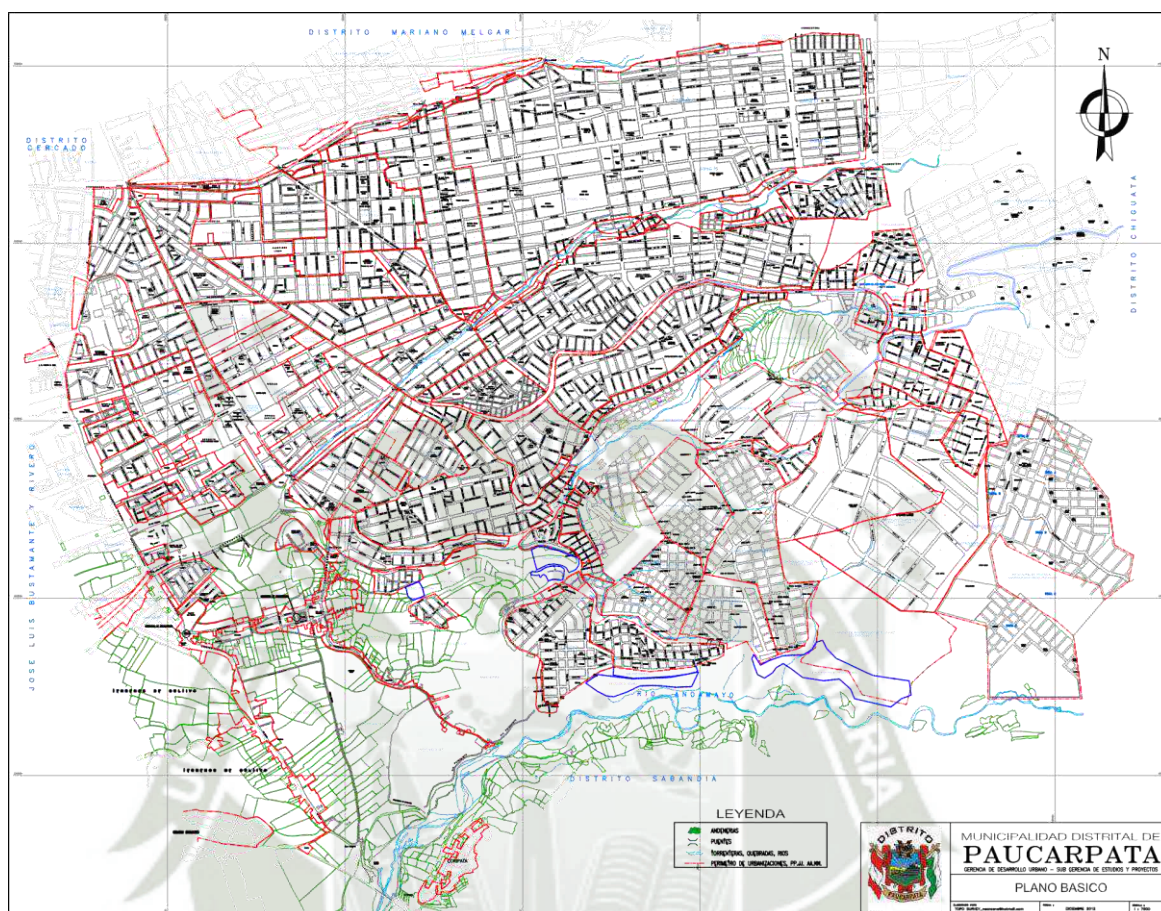
La Municipalidad Distrital de Paucarpata, es un Órgano de Gobierno Local, con personería jurídica de derecho público y autonomía económica, política y administrativa en los asuntos de su competencia. Es promotor del desarrollo del distrito y la provincia de Arequipa. Ejerce actos de gobierno, administrativos y de administración, con sujeción a la Constitución Política del Perú y ordenamiento jurídico nacional vigente. La Municipalidad Distrital de Paucarpata regula sus actividades y funcionamiento administrativo de acuerdo con lo dispuesto para el Sector Público Nacional, en la medida que estas disposiciones no vulneren la autonomía dada por mandato constitucional (Reglamento de Organización y Funciones de la Municipalidad Distrital de Paucarpata, 2021).

La Municipalidad Distrital de Paucarpata ejerce jurisdicción en el Distrito de Paucarpata, conforme a las competencias compartidas y exclusivas, conferidas en la Ley Orgánica de Municipalidades (Reglamento de Organización y Funciones de la Municipalidad Distrital de Paucarpata, 2021).

La Municipalidad Distrital de Paucarpata tiene dentro de su jurisdicción un total de 128 pueblos (Gerencia de Desarrollo Urbano - Municipalidad Distrital de Paucarpata, 2021).

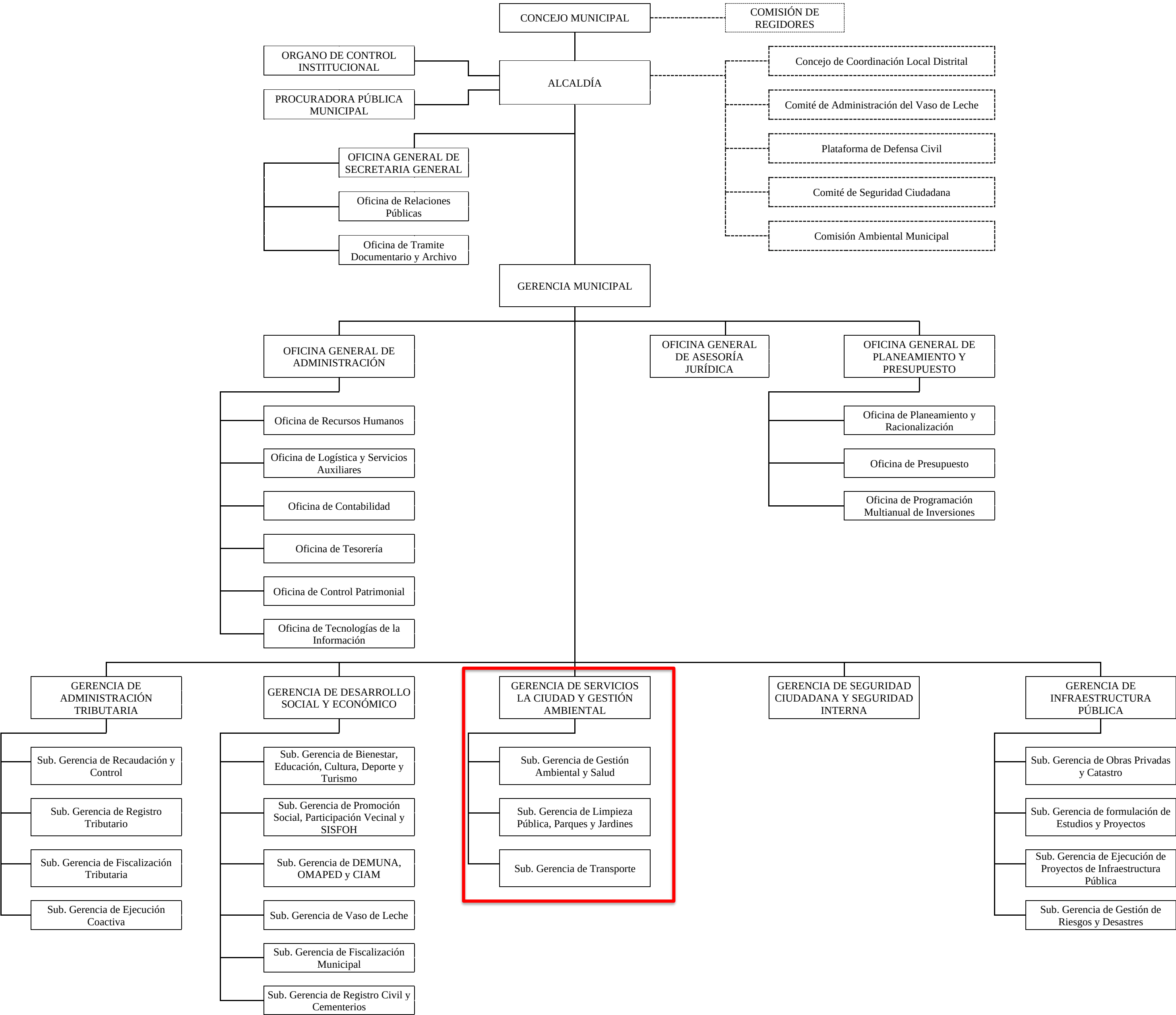
A continuación, se puede observar el plano básico del distrito de Paucarpata en la Figura 17.

Figura 17.
Plano básico del distrito de Paucarpata



Nota. En la imagen se observa un plano del distrito de Paucarpata, con las principales calles y avenidas resaltadas de color violeta rojizo. Gerencia de Desarrollo Urbano - Municipalidad Distrital de Paucarpata

Figura 18.
Organigrama de la Municipalidad Distrital de Paucarpata



Nota. Se observa el organigrama de la Municipalidad Distrital de Paucarpata. Documentos de Gestión de la Municipalidad Distrital de Paucarpata (2021)

3.4. Funciones de la Municipalidad Distrital de Paucarpata

Conforme a la Ley Orgánica de Municipalidades, la Municipalidad Distrital de Paucarpata representa al vecindario, promueve la adecuada prestación de los servicios públicos locales y el desarrollo integral, sostenible y armónico de su circunscripción (Reglamento de Organización y Funciones de la Municipalidad Distrital de Paucarpata, 2021).

La Municipalidad Distrital de Paucarpata promueve el desarrollo económico local, con incidencia en la micro y pequeña empresa, a través de planes de desarrollo económico local aprobados en armonía con las políticas y planes regionales y nacionales de desarrollo, así como el desarrollo social, el desarrollo de capacidades y la equidad en sus respectivas circunscripciones (Reglamento de Organización y Funciones de la Municipalidad Distrital de Paucarpata, 2021).

La Municipalidad Distrital de Paucarpata promueve el desarrollo integral, para viabilizar el crecimiento económico, la justicia social y la sostenibilidad ambiental (Reglamento de Organización y Funciones de la Municipalidad Distrital de Paucarpata, 2021).

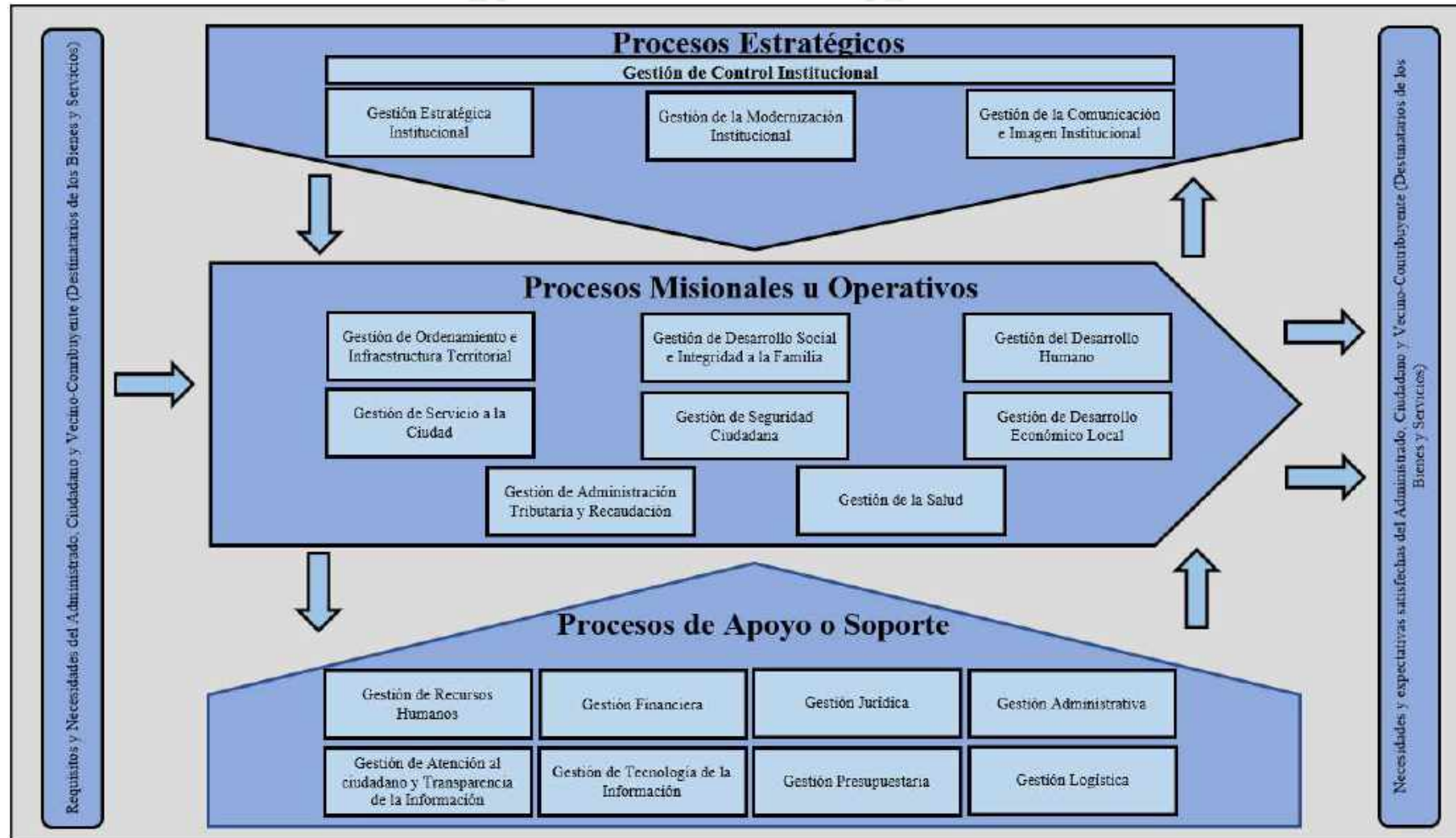
La Municipalidad Distrital de Paucarpata promueve el desarrollo local en forma permanente e integral, en coordinación y asociación con los niveles de gobierno local, regional y nacional, con el objeto de facilitar la competitividad local y propiciar las mejores condiciones de vida de sus pobladores (Reglamento de Organización y Funciones de la Municipalidad Distrital de Paucarpata, 2021).

3.5. Procesos de la Municipalidad Distrital de Paucarpata

Los procesos de la Municipalidad Distrital de Paucarpata se dividen en Procesos Estratégicos, Procesos Misionales y Procesos de Apoyo, los cuales están representando en un mapa de procesos en la Figura 19.

Figura 19.

Mapa de procesos de la Municipalidad de Paucarpata



Nota. Se observa el mapa de procesos de la Municipalidad de Paucarpata donde resaltan procesos estratégicos, misionales y de apoyo. Documentos de Gestión de la Municipalidad Distrital de Paucarpata (2021)

3.6. Listado de Inventario de Procesos-Municipalidad Distrital de Paucarpata

La Municipalidad Distrital de Paucarpata cuenta con cuatro procesos estratégicos, nueve procesos misionales u operativos y 8 procesos de apoyo o soporte, los cuales se pueden visualizar en el Anexo 5 con mayor detalle.

Es importante mencionar que el Proceso Misional Gestión de Servicio a la Ciudad garantiza la prestación de servicios de limpieza pública, mantenimiento de áreas verdes, mantenimiento urbano, recolección, barrido y transporte de residuos sólidos municipales. El Proceso de Apoyo Gestión Administrativa planea, organiza, dirige y controla las funciones de registro, incremento, preservación, promoción y control de los bienes de la Municipalidad de Paucarpata, procurando la mayor eficiencia en su utilización como es el caso de los vehículos de recolección y apoyo (9 compactadoras, 3 volquetes, 2 camiones, 3 cargadores frontales y una camioneta).

En la Tabla 5. se aprecia a detalle el proceso con sus unidades orgánicas, procesos de Nivel 1 y 2.

Tabla 5.

Proceso Gestión de Servicio a la Ciudad y Proceso Gestión Administrativa

Nº	Proceso Nivel 0	Unidad Orgánica	Nº	Proceso Nivel 1	Nº	Proceso Nivel 2
PROCESOS MISIONALES U OPERATIVOS						
8	Gestión de Servicio a la ciudad	Sistema de servicio a la ciudad y Gestión Ambiental (Gerencia General)	8.1	Gestión Ambiental en la ciudad	8.1.1	Gestión del Plan Ambiental Municipal.
					8.1.2	Implementación y Monitoreo del Plan Ambiental Municipal.
		Gerencia de Mantenimiento urbano	8.2	Gestión del Mantenimiento Urbano	8.2.1	Gestión de Mantenimiento de Infraestructura y Mobiliario Urbano.
					8.2.2	Gestión de Mejoramiento de la Infraestructura Urbana.
					8.3.1	Gestión del Plan de Limpieza Pública.
		Gerencia de Limpieza Pública	8.3	Gestión del Manejo Sostenible de la Limpieza Pública	8.3.2	Gestión de Recolección, Barrido de espacios Públicos, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales.
					8.3.3	Gestión de la Segregación en la Fuente, Recolección Selectiva de RRSS y Formalización de Recicladores.
		Gerencia de áreas verdes	8.4	Gestión de áreas verdes	8.4.1	Gestión de Mantenimiento de las áreas verdes.
PROCESOS DE APOYO O SOPORTE						
17	Gestión Administrativa	Gerencia de Administración - Control patrimonial	17.1	Gestión de Control Patrimonial	17.1.1	Gestión del Margesi Municipal
					17.1.2	Gestión de Inventario
		Gerencia de Administración - Servicios Generales, maestranza y vigilancia interna)	17.2	Gestión de Servicios Generales	17.2.1	Gestión de Mantenimiento, limpieza de la Infraestructura de los locales Municipales
					17.2.2	Gestión de Seguridad Interna de los Locales Municipales
			17.3	Gestión de Maestranza	17.3.1	Gestión de Mantenimiento de las unidades vehiculares

Nota. Se observan los procesos de Gestión de Servicio a la ciudad y Gestión Administrativa. Documentos de Gestión de la Municipalidad Distrital de Paucarpata (2021)

3.7. Gerencia de Servicios Públicos

La Gerencia de Servicios Públicos es el órgano responsable de ejecutar y evaluar la adecuada prestación de servicios de limpieza pública, manejo adecuado de los residuos sólidos, mantenimiento de parques y jardines, seguridad ciudadana, prevención, recuperación y conservación del medio ambiente, higiene y salubridad en alimentación poblacional (Reglamento de Organización y Funciones de la Municipalidad Distrital de Paucarpata, 2021).

3.8. Funciones de la Gerencia de Servicios Públicos

- Ejecutar, controlar y supervisar el desarrollo de las actividades de manejo y tratamientos de residuos sólidos y del sistema de reciclaje en el ámbito distrital de Paucarpata.
- Ejecutar los servicios de barrido, recolección, transporte de basura y desechos sólidos; racionalizando rutas y zonas de recorrido de los vehículos compactadores.
- Establecer el rol de cuadrillas de personal por turnos, para el servicio de barrido por zonas o calles, en función a la acumulación de basura o desechos sólidos.
- Coordinar permanentemente con la Subgerencia de Logística y Servicios Auxiliares, para el mantenimiento preventivo y periódico de los vehículos compactadores y/o volquetes empleados para la recolección y transporte de basura y desechos sólidos.
- Programar operativos periódicos de barrido y/o recolección general de basura y desechos sólidos en el ámbito jurisdiccional.
- Ejecutar las actividades del sistema de reciclaje, implementando procesos adecuados que permitan lograr las metas programadas.
- Realizar el mantenimiento preventivo de la maquinaria y equipos empleados en el proceso de reciclaje.

- Motivar la conciencia cívica en la población a través de medios de comunicación social escrito, radial y televisivo, a fin de que participe activamente en el mantenimiento del aseo, higiene y salubridad del distrito.
- Dar trámite a los procedimientos administrativos de la Subgerencia a su cargo, en observancia del TUPA vigente y la Ley N° 27444 Ley de Procedimiento Administrativo General.
- Elaborar, ejecutar y evaluar el Plan Operativo Institucional de la Subgerencia a su cargo; así como emitir informes de evaluación correspondiente.
- Cumplir y hacer cumplir las normas de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública; así como el Código de Ética de la Función Pública.
- Las demás que le asigne el Gerente de Servicios Públicos y, que sean de su competencia.

3.9. Unidades Móviles de recolección y apoyo

La Municipalidad Distrital de Paucarpata para realizar el transporte de residuos sólidos cuenta con maquinaria y personal capacitado. Dentro de la maquinaria se cuenta con 9 compactadoras, con una capacidad de 15m³, 3 volquetes con capacidad de 7m³, 2 camiones con capacidad de 5 toneladas, 3 cargadores frontales los cuales son utilizados únicamente en el lugar de disposición final El Cebollar y una camioneta la cual se encarga de la supervisión de la recolección y transporte de residuos sólidos. En la Tabla 6. se observa a detalle las unidades móviles de recolección y apoyo. Todos realizan entre 2 y 4 viajes a la semana, trasladando los residuos sólidos desde los puntos de recolección hasta el lugar de disposición final (Gerencia de Servicios Públicos – Gerencia de Limpieza Pública, 2021).

Tabla 6.
Unidades Móviles de recolección y apoyo

N°	Unidad	Placa	Estado
1	Compactadora N°01 Mitsubishi	EGC-483	Regular
2	Compactadora N°02 Mitsubishi	EGC-742	Regular
3	Compactadora N°03 Mitsubishi	EGC-569	Regular
4	Compactadora N°04 Mitsubishi	EGC-464	Regular
5	Compactadora N°05 Volvo Vm-260	EGC-942	Regular
6	Compactadora N°06 Volvo Vm-260	EGC-941	Regular
7	Compactadora N°07 Volvo	WH-5040	Malo
8	Compactadora N°08 Scania	WH-6780	Malo
9	Compactadora N°09 Internacional	EGC-254	Buena
10	Volquete Fuso	XH-3197	Malo
11	Volquete Internacional	EGH-723	Regular
12	Volquete Internacional	EGH-031	Regular
13	Camión Mitsubishi	EGE-168	Regular
14	Camión Mitsubishi	EGF-183	Regular
15	Camioneta Hyundai	EGT-264	Malo
16	Cargador Frontal	CAT-933G	Regular
17	Cargador Frontal	CASE-821E	Regular
18	Cargador Frontal Fiatallis	FR10B	Malo

Nota. En la tabla se observa el número de unidades móviles al igual que su placa y el estado en que se encuentra la unidad móvil. (Gerencia de Servicios Públicos – Gerencia de Limpieza Pública, 2021)

3.10. Recursos Humanos

El personal administrativo y obrero se encargan del manejo de los residuos sólidos que está a cargo de la subgerencia de Limpieza Pública. En las tablas 7 y 8. se observa el personal administrativo y obrero respectivamente. El horario de trabajo del personal obrero es de 6:00 a 14:00 horas de lunes a sábado (Gerencia de Servicios Públicos – Gerencia de Limpieza Pública, 2021).

Tabla 7.
Personal Administrativo

Personal	Cantidad
Gerente	1
Subgerente	1
Secretaria	1
Asistente Administrativo	1
Obreros	70

Nota. En la tabla se observa el personal administrativo compuesto por un gerente, un subgerente, una secretaria, un asistente administrativo y 70 obreros. (Gerencia de Servicios Públicos – Gerencia de Limpieza Pública, 2021)

Tabla 8.
Personal Obrero

Personal	Labor	Cantidad
Choferes	Compactadoras	9
Choferes	Cargador frontal	2
Choferes	Volquetes	3
Choferes	Camioncito Mitsubishi	2
Chofer	Camioneta (gerencia)	1
Chofer	Camioneta Hyundai	1
Ayudantes	Compactadoras	22
Barrido	Limpieza Pública	21
Trabajos varios	Calles y avenidas	9

Nota. En la tabla se observa el personal obrero compuesto por choferes, ayudantes, personal de barrido y trabajos varios. (Gerencia de Servicios Públicos – Gerencia de Limpieza Pública, 2021).

3.11. Barrido

El distrito de Paucarpata realiza el barrido de forma manual en las principales avenidas y urbanizaciones, contando aproximadamente con 138 Km de vías pavimentadas, aproximadamente el 75% del total de estas en todo el distrito. Son 21 personas encargadas de realizar esta labor en el turno de 6:00 a 14:00 horas, recorriendo cada una de ellas aproximadamente 2.2 km diarios. El personal de barrido se puede observar en la Tabla 9. Los sábados se realizan operativos con todo el personal obrero de barrido, parques y jardines

en las zonas que no tienen el servicio de limpieza pública a lo largo de la semana (Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2021).



3.12. Personal de Barrido

Tabla 9.

Personal de Barrido

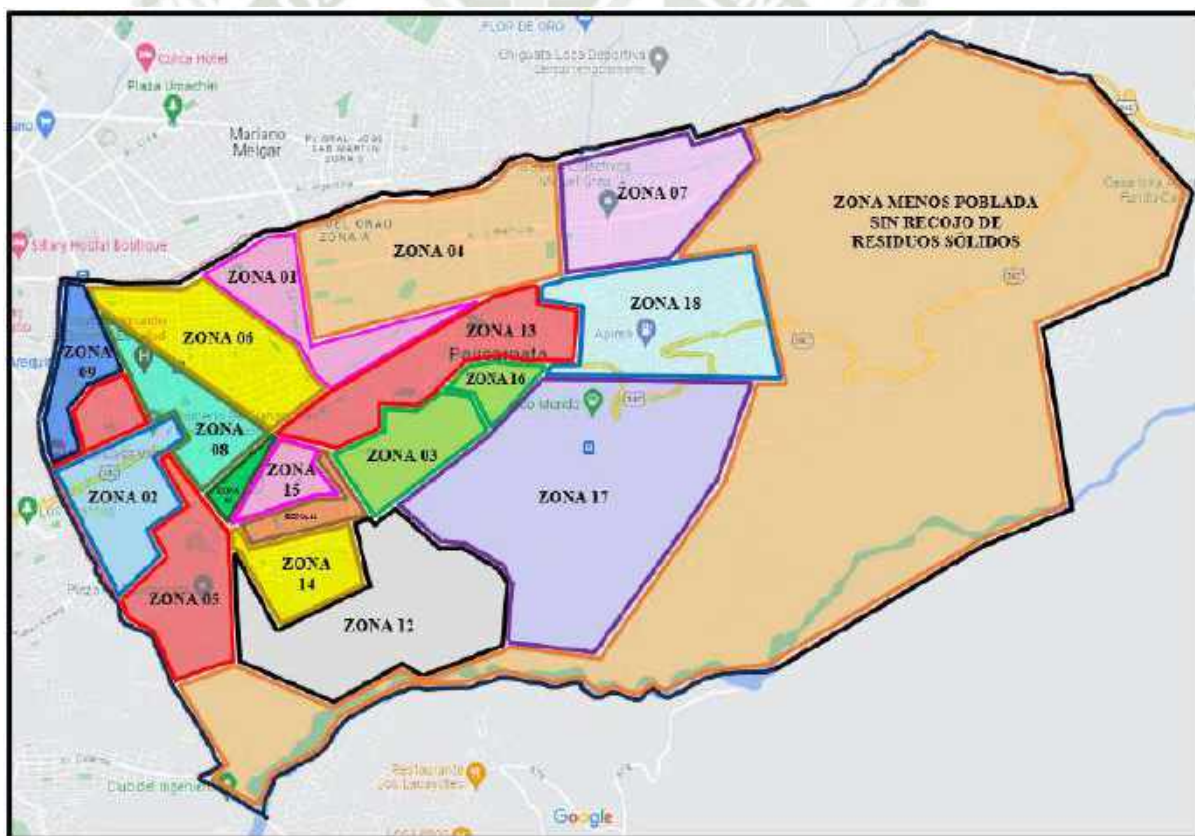
Zona	AVENIDA, CALLE, PASAJE	RESPONSABLE	CONDICIÓN	HORARIO	DESCANSO
Zona 01	Av. Porongoche, Pizarro, Internacional, Clisa	Mamani de Lopez Amonia	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 02	Manuel Prado, Santa María. José Olaya	Llasa Taco	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 03	Jesús María, Villa María del Triunfo, Cooperativa 19	Huanca de Quispe Cesarea	Permanente	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 04	Sor Ana de lo Ángeles, Guardia Civil III Etapa, Coviscal	Llunco Pampa Julia	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 05	Guardia Civil, Guardia Civil I-II, Urb. La Colonial I-II, Las Cucardas, Urb. 200 Millas, Urb. La Merced	Mamani Infantes Patricia	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 06	Pueblo Tradicional	Ortiz Vega Victoria	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 07	Av. María Nieves y Bustamante, 15 de Enero (Zona “B”), Av. Argentina	Calizaya Condori Celestina	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 08	15 de Enero (Zona “A”), Industrial-Cayro	Cuba Gutiérrez Elizabeth	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 09	Cesar Vallejo	Murillo Nina Beatriz	Contratada	06:00 a 14:00	Martes
Zona 10	Leoncio Prado, Ulrich Neisser, Viña del Mar, Los Pinos	Mamani Merma Julia Natividad	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 11	Av. Colonial, Ungureanu		Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 12	Apima	Llungo Mamani Elsa	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 13	Progresista, 15 de Agosto (Av. M Castilla)	Larico Apaza, Lucrecia	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 14	José Carlos Mariátegui, Pedro O. Diaz	Quispe Espinilla Nieves	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 15	Manco Capaz, Villa Porongoche, California (Zona “A”)	Apaza Chaña Nica Nicanora	Permanente	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 16	Av. Revolución, Av. Che Guevara, Av. Tupac Amaru, California (Zona “B”)	Zevallos Vera María	Permanente	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 17	15 de Agosto (Av. M Castilla), La Lomadita, Av. Escolar, Av. San Martin	Encalada Choque Haydee	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 18	Av. Jesus, Pte. Internacional	Mamani Apaza Ursula	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 19	Av. Kennedy	Calizaya Quispe Carmén	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 20	Prolongación M. Castilla, 16 de Agosto (parte baja), Av. San Martin	Barra Andrade Leyla D.	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo
Zona 21	Av. Jesus (Badén-Baños9	Ruelas Benito Angélica	Contratada	06:00 a 14:00	Domingo

Nota. En la tabla se observa al personal de barrido de las 21 zonas, con sus responsables, la condición de estos, su horario y su día de descanso. (Gerencia de Servicios Públicos – Gerencia de Limpieza Pública, 2021)

El sistema de recolección de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata se realiza directamente por la municipalidad con vehículos y personal propio, actualmente se cuenta con 9 compactadoras, 3 volquetes, 2 camiones, una camioneta y 3 cargadores frontales (Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2021).

Actualmente el sistema de recolección se divide en 18 zonas, las cuales se muestran en la Figura 20.

Figura 20.
Zonas de recolección de residuos sólidos



Nota. En la figura se observa las zonas de recolección de residuos sólidos siendo un total de 19 incluyendo la zona que no incluye recojo de residuos sólidos. GoogleMaps

La frecuencia de recolección es interdiaria, el turno es desde las 6:00 horas a las 14:00 horas.

3.14. Transporte

El transporte de residuos sólidos está a cargo de la Municipalidad distrital de Paucarpata, las compactadoras y camiones después de terminar su ruta se dirigen hasta el lugar de disposición final El Cebollar (Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2021).

3.15. Generalidades de las unidades móviles de recolección y apoyo

Se cuenta con un total de 9 compactadoras, 3 volquetes, 2 camiones, 1 camioneta y 3 cargadores frontales, las generalidades de estos se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10.

Generalidades de las unidades móviles de recolección y apoyo

N°	Unidad	Placa	Estado	Capacidad	Marca	Año
1	Compactadora N°01	EGC-483	Regular	15 m3	MITSUBISHI	2008
2	Compactadora N°02	EGC-742	Regular	15 m3	MITSUBISHI	2008
3	Compactadora N°03	EGC-569	Regular	15 m3	MITSUBISHI	2012
4	Compactadora N°04	EGC-464	Regular	15 m3	MITSUBISHI	2012
5	Compactadora N°05	EGC-942	Regular	15 m3	VOLVO	1998
6	Compactadora N°06	EGC-941	Regular	15 m3	VOLVO	2008
7	Compactadora N°07	WH-5040	Malo	15 m3	VOLVO	2008
8	Compactadora N°08	WH-6780	Malo	15 m3	SCANIA	2012
9	Compactadora N°09	EGC-254	Buena	15 m3	INTERNACIONAL	1998
10	Volquete Fuso	XH-3197	Malo	7 m3	FUSO	1991
11	Volquete	EGH-723	Regular	7 m3	INTERNACIONAL	2001
12	Volquete	EGH-031	Regular	7 m3	INTERNACIONAL	2001
13	Camión	EGE-168	Regular	5 ton	MITSUBISHI	
14	Camión	EGF-183	Regular	5 ton	MITSUBISHI	
15	Camioneta	EGT-264	Malo	2 m3	HYUNDAI	1986
16	Cargador Frontal	CAT-933G	Regular		FIAT	2000
17	Cargador Frontal	CASE-821E	Regular		FIAT	2000
18	Cargador Frontal	FR10B	Malo		FIAT	2000

Nota. En la tabla se observa las generalidades de las unidades móviles de recolección y apoyo como su placa, estado, capacidad, marca y año de fabricación. (Gerencia de Servicios Públicos – Gerencia de Limpieza Pública, 2021)

3.16. Ubicación de contenedores

La Municipalidad distrital de Paucarpata está en reposición constante de contenedores de basura, debido a que no tienen una frecuencia de recojo fija, una correcta desinfección y limpieza al igual que el mantenimiento respectivo a los contenedores, motivos por los cuales, se amontona basura en exceso, presencia de mamíferos (perros, gatos, ratones, ratas, zorros), focos de contaminación y larvas de mosca. La Municipalidad distrital de Paucarpata cuenta con 350 contenedores de basura.

Los contenedores son rodantes marca Dust, los cuales son fabricados con polietileno virgen de alta densidad bajo el proceso de inyección por lo que son resistentes a los golpes, a su vez cuenta con paredes lisas para evitar que la suciedad se adhiera y sea más fácil su limpieza, estabilizado contra rayos UV para aumentar su vida útil. Sus medidas son de 135.4 de alto, 137.3 de ancho y 107.3 de largo, el diámetro de las ruedas es de 20 cm, y peso de 50 kilogramos. Los contenedores de la Municipalidad de Paucarpata se visualizan en la Figura 21.

Figura 21.

Contenedor de la Municipalidad de Paucarpata



Nota. En la figura se observan los contenedores de la Municipalidad de Paucarpata (2023).

Los contenedores están ubicados en parques y avenidas principales, lo cual se detalla en la Tabla 11.

Tabla 11.
Ubicación de contenedores de basura

Número	Ubicación	Cantidad
1	Parque Dimexa	2
2	Parque José Olaya	3
3	Parque Thomas Edison	2
4	Parque Kennedy	2
5	Parque Leoncio Prado	3
6	Parque Divino Niño Jesús	2
7	Parque Space Jump	2
8	Parque Coviseal	4
9	Parque Mariano Santos - Villa Guardia Civil	2
10	Parque de Sor Ana de los Ángeles	2
11	Parque Jesús María	2
12	Parque Indoamerica	2
13	Parque Fortunato Carrasco	2
14	Parque Caballero	4
15	Parque Canino Coronel Augusto Soto Aybar	2
16	Parque Santa Rosa	2
17	Parque Infantil Neptali Valderrama	2
18	Parque San Martín de Porres	2
19	Parque Las Marías	1
20	Parque Ofelia	4
21	Parque Las Mercedes	2
22	Parque San Agustín	2
23	Parque Zafiros	2
24	Parque Zafiros II	3
25	Parque Independencia	2
26	Parque Huascar	2
27	Parque Unión	3
28	Parque Mi Perú	2
29	Parque José Carlos Mariategui	2
30	Parque Inca Amauta	2
31	Parque Infantil 15 De Agosto	2
32	Parque Deportivo Pedro P. Díaz	2
33	Parque "7 Ensayos"	2
34	Parque Alegre Despertar	2
35	Parque De La Jirafa	4

Número	Ubicación	Cantidad
36	Parque Villa Porongoche	2
37	Parque Deportivo Urbanización Manco Capac	2
38	Parque Alameda Cayro	2
39	Parque Cesar Vallejo	2
40	Parque Infantil Cesar Vallejo	2
41	Parque Infantil de la Urbanización Viña del Mar	2
42	Parque Recreativo PP. JJ California	2
43	Parque Leoncio Prado	2
44	Parque C -1B	2
45	Parque Ulrich Neisser	2
46	Parque Skatepark Paucarpata	5
47	Parque Backus	2
48	Parque José Olaya	2
49	Parque Jorge Chávez	2
50	Parque 8 De Octubre	2
51	Parque Miguel Grau	2
52	Parque Nuevo Perú	3
53	Parque Coop. Cristo Rey	2
54	Parque Mirador San Ignacio	2
55	Parque Fundo Nepali	2
56	Parque Cristo Rey	2
57	Parque Ramon Castilla	2
58	Parque Kunurana	5
59	Parque Moe	2
60	Parque El Monolito	2
61	Parque Comité V	2
62	Parque Deportivo Julio C. Tello	2
63	Parque de los Sentidos	2
64	Parque Recreacional del Niño	2
65	Parque Relajante	2
66	Parque Triangulo	2
67	Parque Adán y Eva	2
68	Parque Infantil N°03 CTE8	2
69	Parque de Nicaragua	2
70	Estadio La Bombonera	2
71	Estadio Almirante Migue Grau	2
72	Estadio Atlético Sto. Domingo	2
73	Estadio Shoes Leyhmer	2
74	Estadio Ciudad Blanca	2
75	Estadio SOA	2
76	Estadio Máximo Carrasco Meza	2

Número	Ubicación	Cantidad
77	Estadio Juan Soto Cabrera	2
78	Estadio Alto Jesus	2
79	Estadio Israel	2
80	Estadio Santa María	2
81	Grifo Primax Guardia Civil	2
82	Grifo Municipal Paucarpata	4
83	Grifo Apima	2
84	Losa Deportiva Jesús Nazareno	2
85	Losa Deportiva La Colina	2
86	Losa Deportiva Comité 22 Mz A3	2
87	Losa Deportiva "La Lomada"	4
88	Cancha Deportiva Cristo Rey	2
89	Avenida Jesús	12
90	Avenida John F. Kennedy	11
91	Avenida Mariscal Castilla	8
92	Avenida Revolución	5
93	Avenida Colonial	4
94	Avenida Independencia	6
95	Avenida Pizarro	4
96	Avenida Porongoche	4
97	Avenida Argentina	4
98	Avenida Miguel Grau	23
99	Zoo Mundo	3
100	Centro Comercial Mall Aventura Plaza	4
101	Baños Termales de Jesús	4
102	Balnearios de Jesús	4
TOTAL		294

Nota. En la tabla se observa la ubicación de los contenedores. (2023).

3.17. Distancia de las rutas actuales

La distancia de las rutas actuales se muestra en la Tabla 12. Las cuales incluyen el recorrido de las 18 rutas desde el punto de inicio hasta el punto final sin considerar el tramo del punto final al lugar de disposición final El Cebollar.

Tabla 12.*Distancias actuales recorridas (km)*

ZONA	DISTANCIA RECORRIDA (Km)
ZONA 01	10.125
ZONA 02	10.355
ZONA 03	9.655
ZONA 04	12.77
ZONA 05	10.5
ZONA 06	12.221
ZONA 07	10.16
ZONA 08	12.8
ZONA 09	9.65
ZONA 10	10.93
ZONA 11	9.75
ZONA 12	20.56
ZONA 13	13.3
ZONA 14	11.69
ZONA 15	9.45
ZONA 16	8.14
ZONA 17	9.225
ZONA 18	10.981
TOTAL	202.262

Nota. En la tabla se observa las distancias recorridas en cada zona dando un total de 192.732 km recorridos en las 18 zonas. (Gerencia de Servicios Públicos – Gerencia de Limpieza Pública, 2021)

3.18. Horario de recolección de residuos sólidos

Tabla 13.

Horario de recolección de residuos sólidos (Ruta 01 a Ruta 10)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
Ruta 1	Zona: 1		Zona: 1		Zona: 1	
	Unidad: Compactadora N°01		Unidad: Compactadora N°01		Unidad: Compactadora N°01	
	Placa: EGC-483		Placa: EGC-483		Placa: EGC-483	
	Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana	
Ruta 2		Zona: 2		Zona: 2		Zona: 2
		Unidad: Compactadora N°02		Unidad: Compactadora N°02		Unidad: Compactadora N°02
		Placa: EGC-742		Placa: EGC-742		Placa: EGC-742
		Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana
Ruta 3	Zona: 3		Zona: 3		Zona: 3	
	Unidad: Compactadora N°09		Unidad: Compactadora N°09		Unidad: Compactadora N°09	
	Placa: EGC-254		Placa: EGC-254		Placa: EGC-254	
	Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana	
Ruta 4		Zona: 4		Zona: 4		Zona: 4
		Unidad: Compactadora N°04		Unidad: Compactadora N°04		Unidad: Compactadora N°04
		Placa: EGC-464		Placa: EGC-464		Placa: EGC-464
		Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana
Ruta 5	Zona: 5		Zona: 5		Zona: 5	
	Unidad: Compactadora N°05		Unidad: Compactadora N°05		Unidad: Compactadora N°05	
	Placa: EGC-942		Placa: EGC-942		Placa: EGC-942	
	Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana	
Ruta 6		Zona: 6		Zona: 6		Zona: 6
		Unidad: Compactadora N°06		Unidad: Compactadora N°06		Unidad: Compactadora N°06
		Placa: EGC-941		Placa: EGC-941		Placa: EGC-941
		Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana
Ruta 7	Zona: 7		Zona: 7		Zona: 7	
	Unidad: Compactadora N°07		Unidad: Compactadora N°07		Unidad: Compactadora N°07	
	Placa: WH-5040		Placa: WH-5040		Placa: WH-5040	
	Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana	
Ruta 8		Zona: 8		Zona: 8		Zona: 8
		Unidad: Compactadora N°08		Unidad: Compactadora N°08		Unidad: Compactadora N°08
		Placa: WH-6780		Placa: WH-6780		Placa: WH-6780
		Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana
Ruta 9	Zona: 9		Zona: 9		Zona: 9	
	Unidad: Volquete Fuso		Unidad: Volquete Fuso		Unidad: Volquete Fuso	
	Placa: XH-3197		Placa: XH-3197		Placa: XH-3197	
	Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana	
Ruta 10		Zona: 10		Zona: 10		Zona: 10
		Unidad: Volquete		Unidad: Volquete		Unidad: Volquete
		Placa: EGH-723		Placa: EGH-723		Placa: EGH-723
		Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana

Nota. En la tabla se observa el horario detallado de recolección de residuos sólidos en el Distrito de Paucarpata. (Gerencia de Servicios Públicos – Gerencia de Limpieza Pública, 2021)

Tabla 14.
Horario de recolección de residuos sólidos (Ruta 11 a Ruta 18)

	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
Ruta 11	Zona: 11		Zona: 11		Zona: 11	
	Unidad: Volquete		Unidad: Volquete		Unidad: Volquete	
	Placa: EGH-031		Placa: EGH-031		Placa: EGH-031	
	Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana	
Ruta 12		Zona: 12		Zona: 12		Zona: 12
		Unidad: Compactadora N°03		Unidad: Compactadora N°03		Unidad: Compactadora N°03
		Placa: EGC-569		Placa: EGC-569		Placa: EGC-569
		Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana
Ruta 13	Zona: 13		Zona: 13		Zona: 13	
	Unidad: Camión		Unidad: Camión		Unidad: Camión	
	Placa: EGE-168		Placa: EGE-168		Placa: EGE-168	
	Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana	
Ruta 14		Zona: 14		Zona: 14		Zona: 14
		Unidad: Camión		Unidad: Camión		Unidad: Camión
		Placa: EGF-183		Placa: EGF-183		Placa: EGF-183
		Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana
Ruta 15	Zona: 15		Zona: 15		Zona: 15	
	Unidad: Volquete		Unidad: Volquete		Unidad: Volquete	
	Placa: EGH-723		Placa: EGH-723		Placa: EGH-723	
	Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana	
Ruta 16		Zona: 16		Zona: 16		Zona: 16
		Unidad: Camión		Unidad: Camión		Unidad: Camión
		Placa: EGE-168		Placa: EGE-168		Placa: EGE-168
		Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana
Ruta 17	Zona: 17		Zona: 17		Zona: 17	
	Unidad: Compactadora N°03		Unidad: Compactadora N°03		Unidad: Compactadora N°03	
	Placa: EGC-569		Placa: EGC-569		Placa: EGC-569	
	Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana	
Ruta 18	Zona: 18		Zona: 18		Zona: 18	
	Unidad: Camión		Unidad: Camión		Unidad: Camión	
	Placa: EGF-183		Placa: EGF-183		Placa: EGF-183	
	Turno: Mañana		Turno: Mañana		Turno: Mañana	

Nota. En la tabla se observa el horario detallado de recolección de residuos sólidos en el Distrito de Paucarpata. (Gerencia de Servicios Públicos – Gerencia de Limpieza Pública, 2021)

3.19. Distribución de rutas actuales

La recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata se lleva a cabo en 18 zonas, cuyo recorrido se presenta a continuación:

3.19.1. Zona de la Ruta 1

En la Figura 22 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 1, la cual abarca la Calle El Triunfo, Calle Las Malvinas, Calle Libertad, Calle Balta, Calle Carrión, Calle José Carlos Mariátegui, Calle Duncker Lavalle, Estadio la bombonera, Av. Argentina y Av. San Martín.

Figura 22.
Zona de la Ruta 1

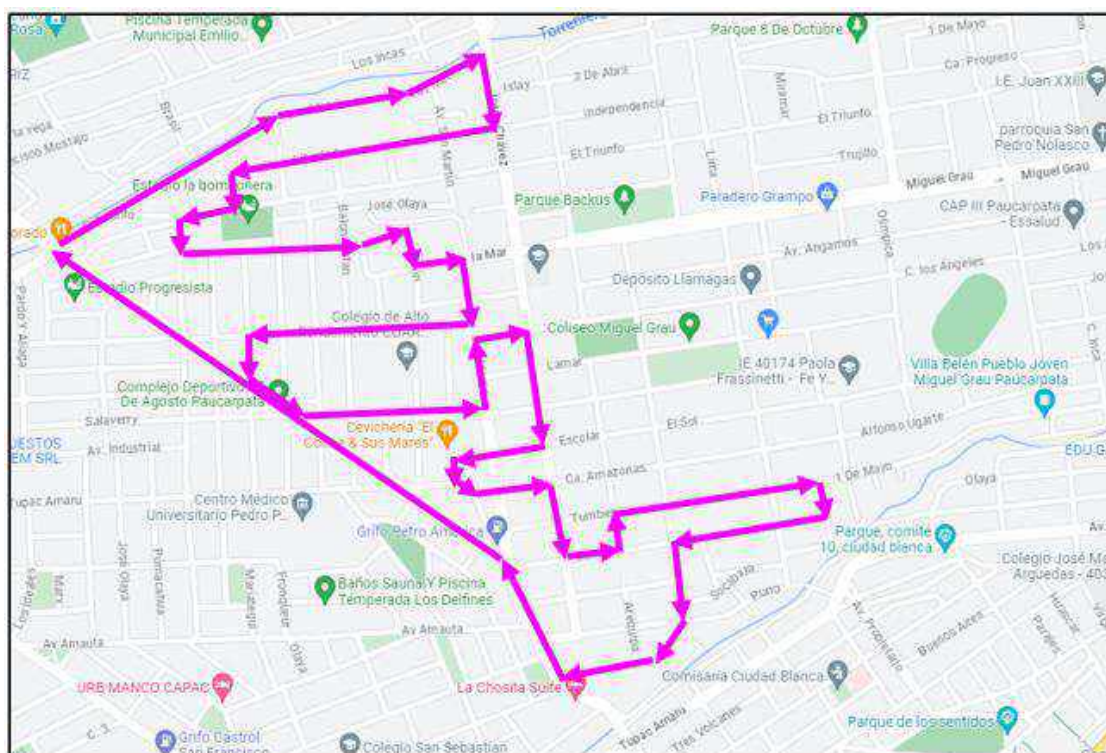


Nota. GoogleMaps.

3.19.2. Sentido de la Ruta 1

En la Figura 23 se puede observar el sentido de la Ruta 1 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 23.
Sentido de la Ruta 1



Nota. GoogleMaps.

3.19.3. Zona de la Ruta 2

En la Figura 24 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 2, la cual abarca la urbanización Zafiros, Continental, calle San Agustín, Álamos, Parque Las Marías y Fundo Kennedy.

Figura 24.
Zona de la Ruta 2



Nota. GoogleMaps.

3.19.4. Sentido de la Ruta 2

En la Figura 25 se puede observar el sentido de la Ruta 2 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 25.
Sentido de la Ruta 2

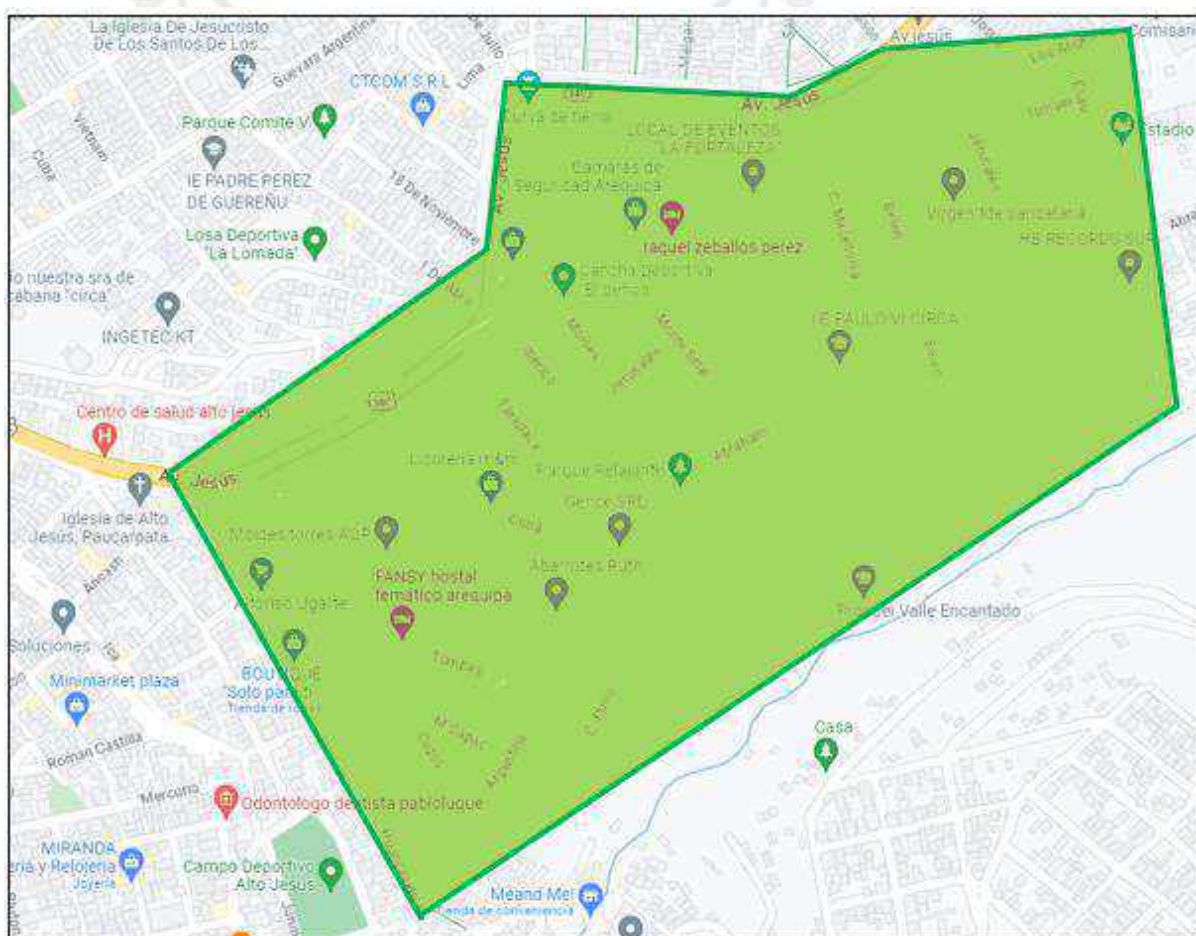


Nota. GoogleMaps.

3.19.5. Zona de la Ruta 3

En la Figura 26 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 3, la cual abarca Alto Jesús, Av. Tarapacá, Malecón Jesús, Calle Tumbes, Av. Brasil, Av. Cuba, Av. Manco Cápac, Calle Argentina, Calle 18, Israel Zona B, Israel Zona C, Calle Jerusalén y Calle Génesis.

Figura 26.
Zona de la Ruta 3



Nota. GoogleMaps.

3.19.6. Sentido de la Ruta 3

En la Figura 27 se puede observar el sentido de la Ruta 3 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 27.
Sentido de la Ruta 3



Nota. GoogleMaps.

3.19.7. Zona de la Ruta 4

En la Figura 28 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 4, la cual abarca Miguel Grau, Local Social, Av. Miguel Grau, Calle Brasil, Av. Argentina, Av. Venezuela, Calle México, Estadio Monumental, Colegio Gran Unidad Miguel Grau y Av. Jamaica.

Figura 28.
Zona de la Ruta 4



Nota. GoogleMaps.

3.19.8. Sentido de la Ruta 4

En la Figura 29 se puede observar el sentido de la Ruta 4 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 29.
Sentido de la Ruta 4

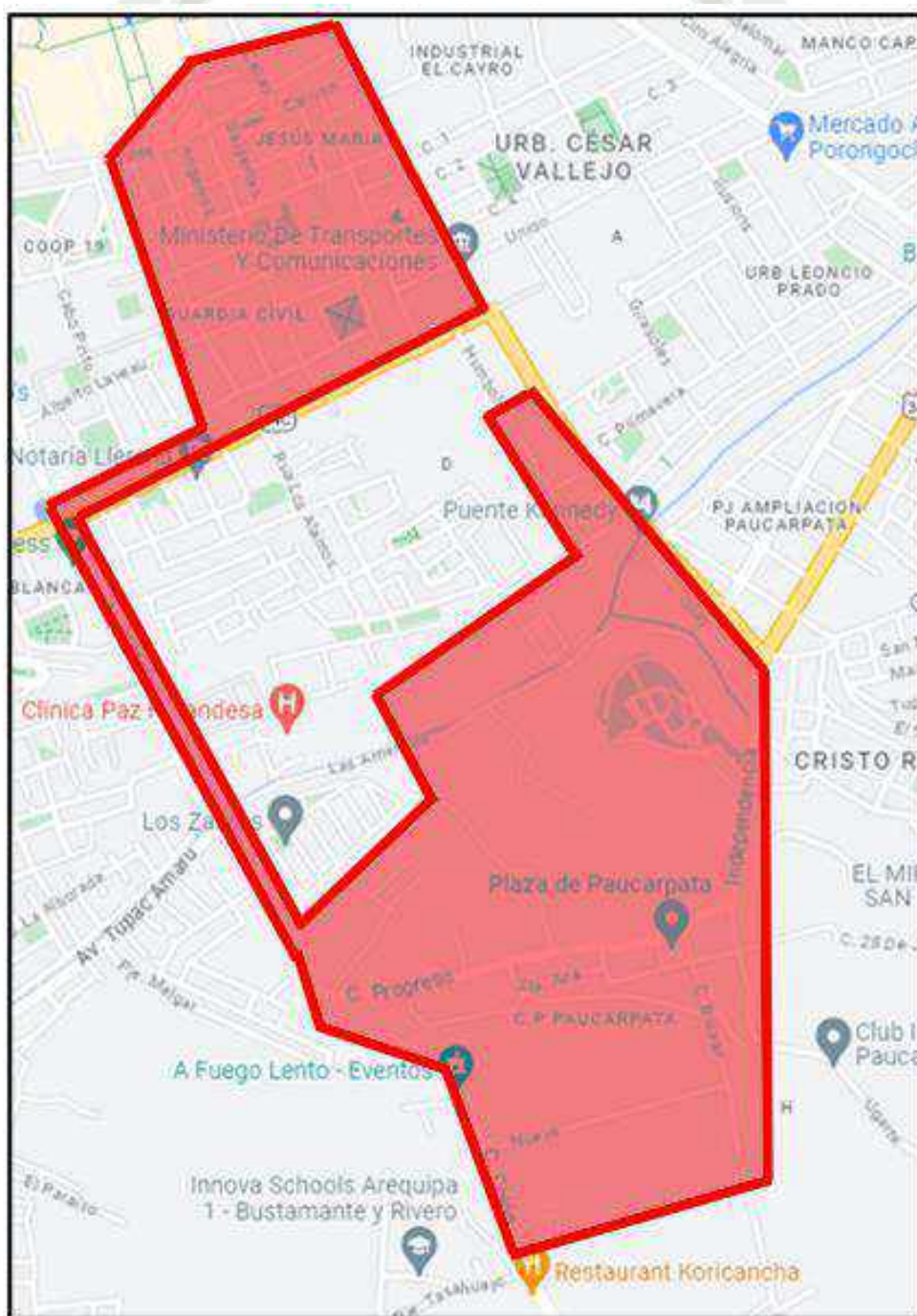


Nota. GoogleMaps.

3.19.9. Zona de la Ruta 5

En la Figura 30 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 5, la cual abarca el Pueblo Tradicional de Paucarpata, Calle Colón, Urb. Los Jazmines, Av. Pizarro, Villa María del Triunfo, Jesús María hasta calle Independencia.

Figura 30.
Zona de la Ruta 5



Nota. GoogleMaps.

3.19.10. Sentido de la Ruta 5

En la Figura 31 se puede observar el sentido de la Ruta 5 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 31.
Sentido de la Ruta 5



Nota. GoogleMaps.

3.19.11. Zona de la Ruta 6

En la Figura 32 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 6, la cual abarca José Carlos Mariátegui, Progresista y Pedro P. Díaz.

Figura 32.
Zona de la Ruta 6

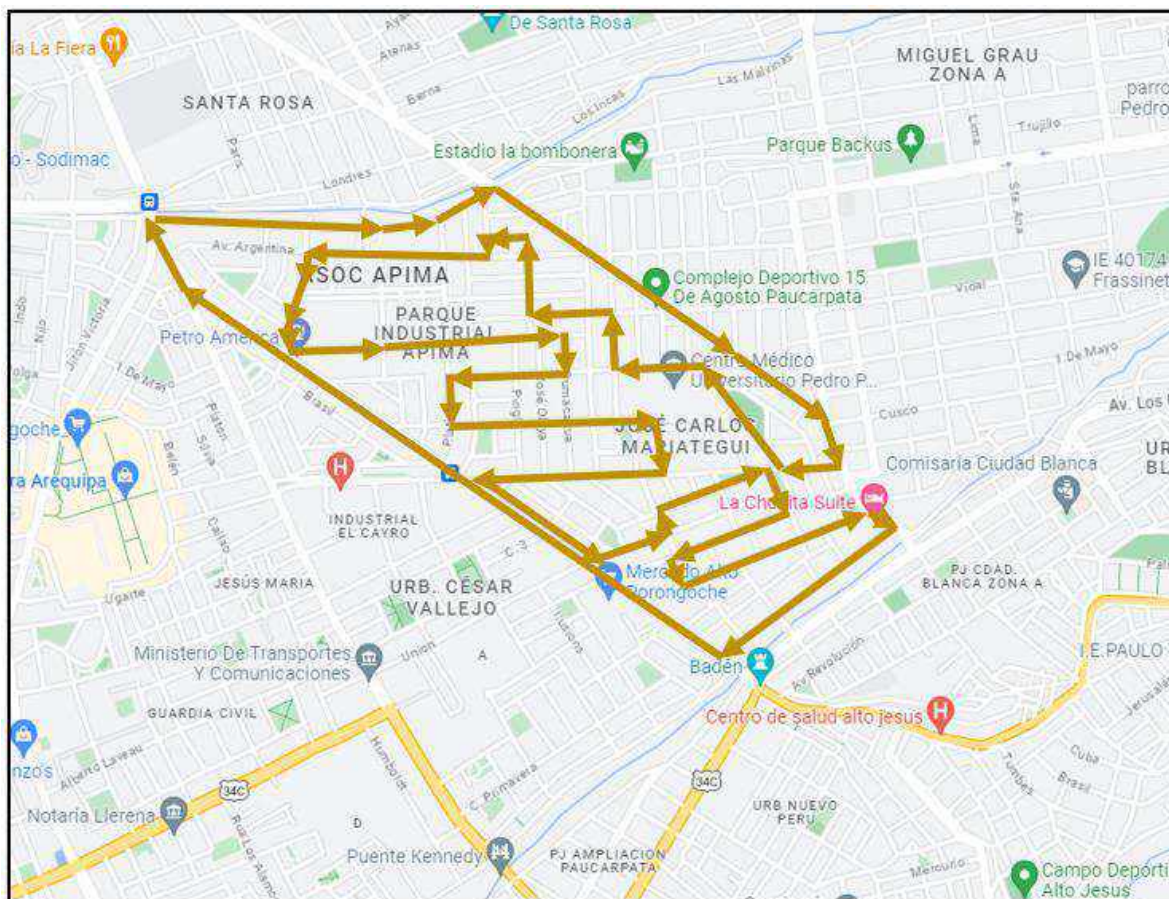


Nota. GoogleMaps.

3.19.12. Sentido de la Ruta 6

En la Figura 33 se puede observar el sentido de la Ruta 6 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 33.
Sentido de la Ruta 6



Nota. GoogleMaps.

3.19.13. Zona de la Ruta 7

En la Figura 34 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 7, la cual abarca la zona de Miguel Grau Etapa III, IV y V etapa.

Figura 34.
Zona de la Ruta 7



Nota. GoogleMaps.

3.19.14. Sentido de la Ruta 7

En la Figura 35 se puede observar el sentido de la Ruta 7 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 35.
Sentido de la Ruta 7

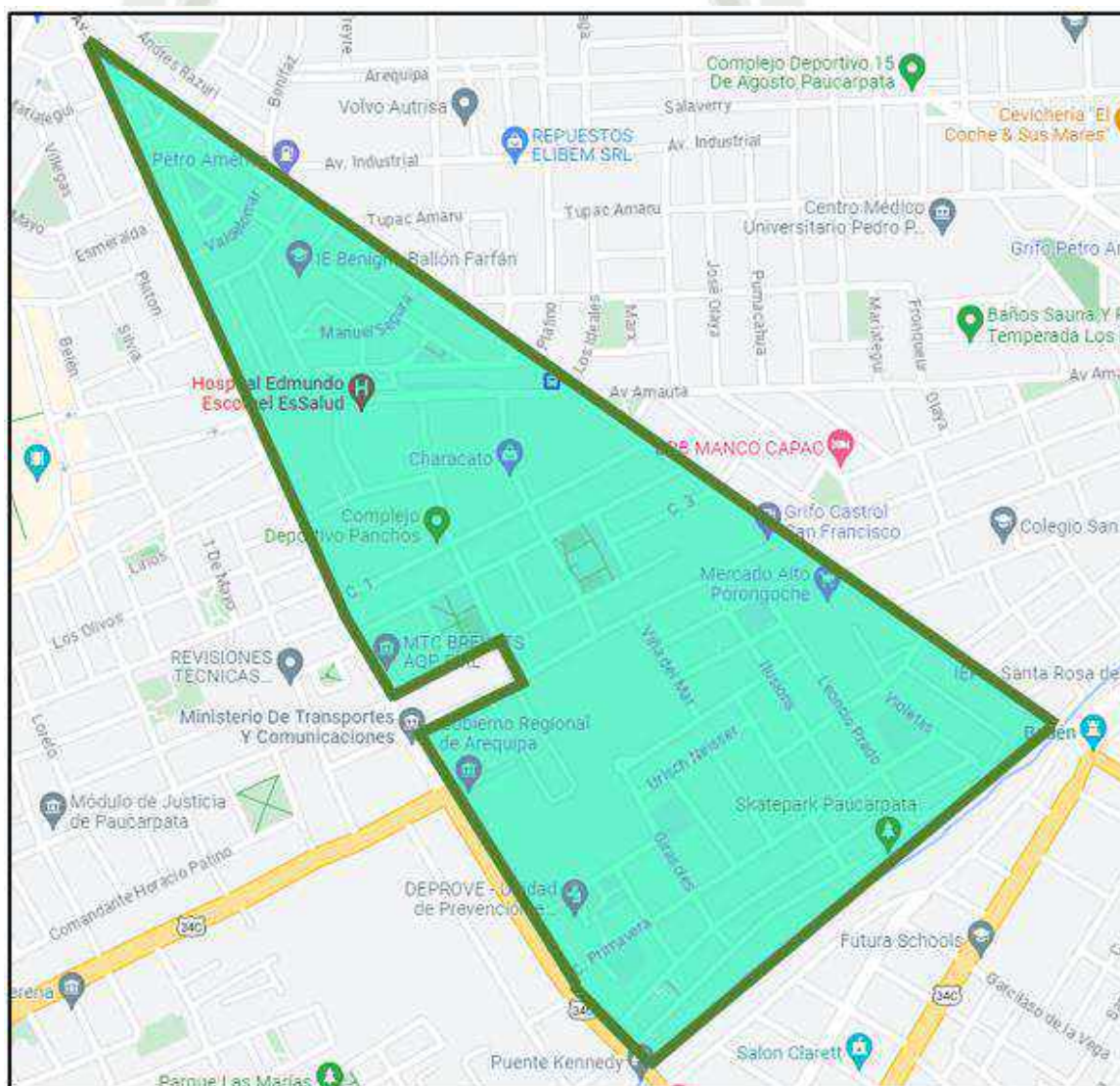


Nota. GoogleMaps.

3.19.15. Zona de la Ruta 8

En la Figura 36 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 8, la cual abarca Leoncio Prado, Ulrich Neisser, Jardines de Porongoche, Viña del Mar, Cesar Vallejo, El Cayro y 15 de enero.

Figura 36.
Zona de la Ruta 8

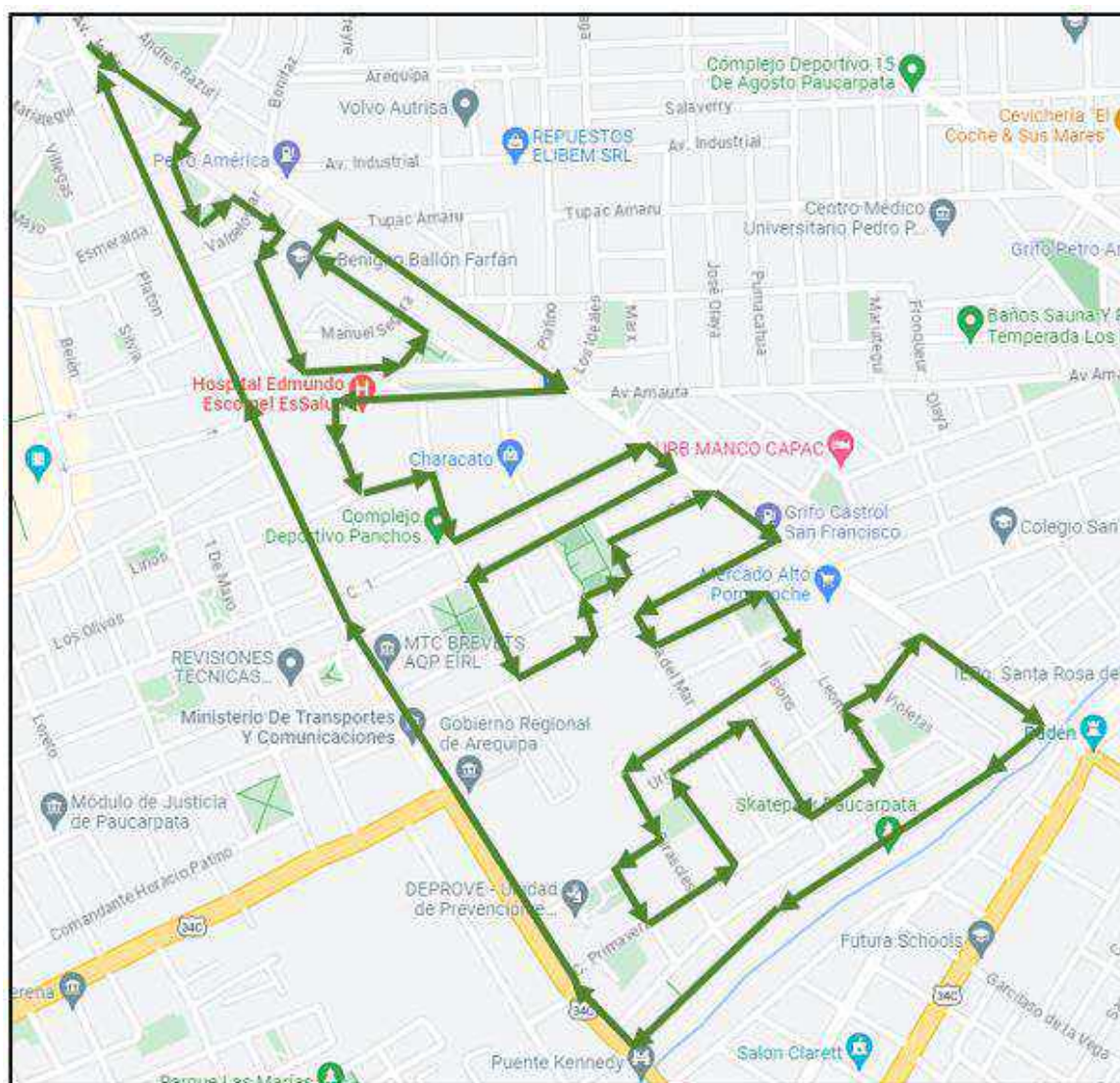


Nota. GoogleMaps.

3.19.16. Sentido de la Ruta 8

En la Figura 37 se puede observar el sentido de la Ruta 8 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 37.
Sentido de la Ruta 8



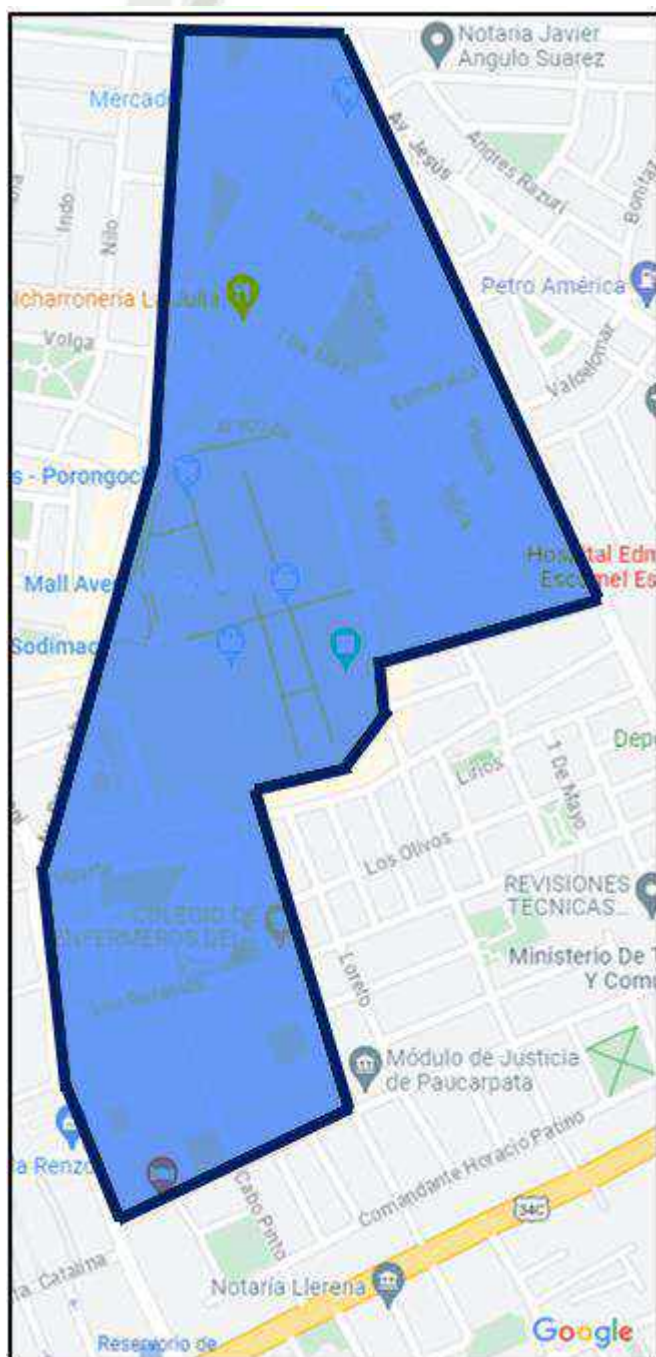
Nota. GoogleMaps.

3.19.17. Zona de la Ruta 9

En la Figura 38 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 9, la cual abarca Guardia Civil, Urb. Las Terrazas, Guardia Civil III Etapa, Manuel Prado, Alrededores de Mall Aventura Plaza, Coop. 19, Clisa y Coviseal.

Figura 38.

Zona de la Ruta 9



Nota. GoogleMaps.

3.19.18. Sentido de la Ruta 9

En la Figura 39 se puede observar el sentido de la Ruta 9 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 39.

Sentido de la Ruta 9

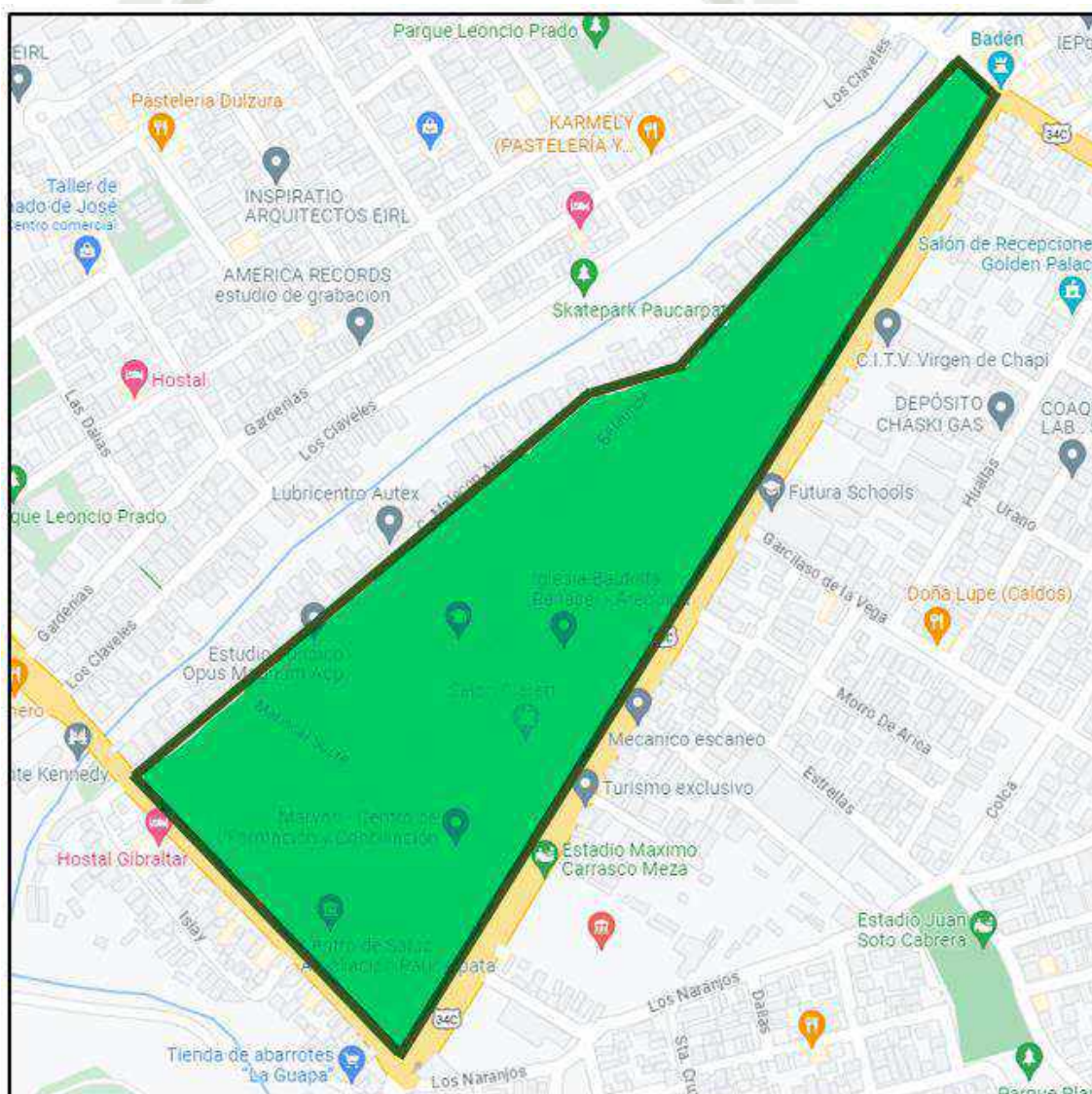


Nota. GoogleMaps.

3.19.19. Zona de la Ruta 10

En la Figura 40 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 10, la cual abarca Ampliación Paucarpata, 200 millas, Av. Colonial, Av. Víctor A. Belaunde, Malecón Arica.

Figura 40.
Zona de la Ruta 10

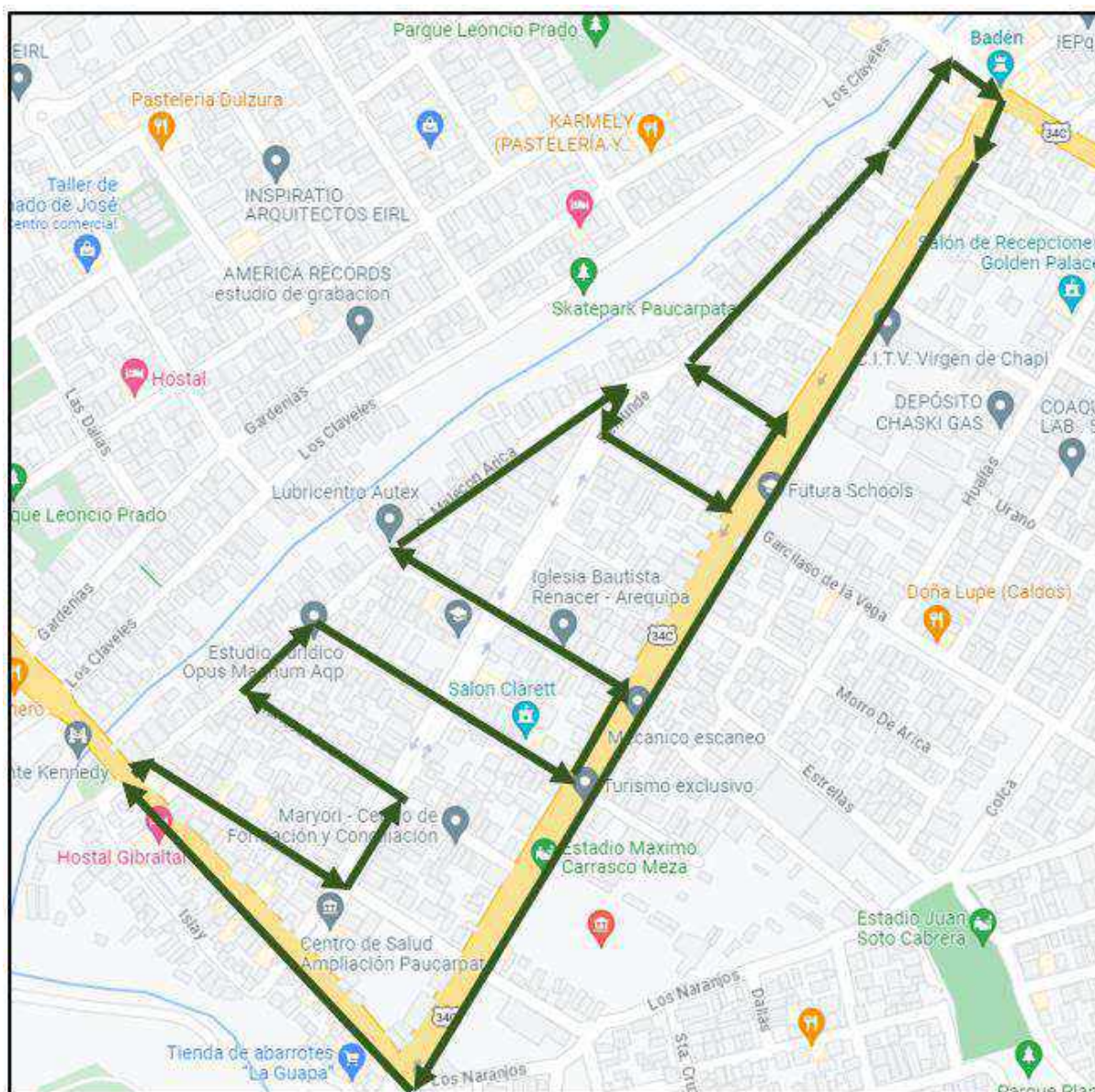


Nota. GoogleMaps.

3.19.20. Sentido de la Ruta 10

En la Figura 41 se puede observar el sentido de la Ruta 10 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 41.
Sentido de la Ruta 10

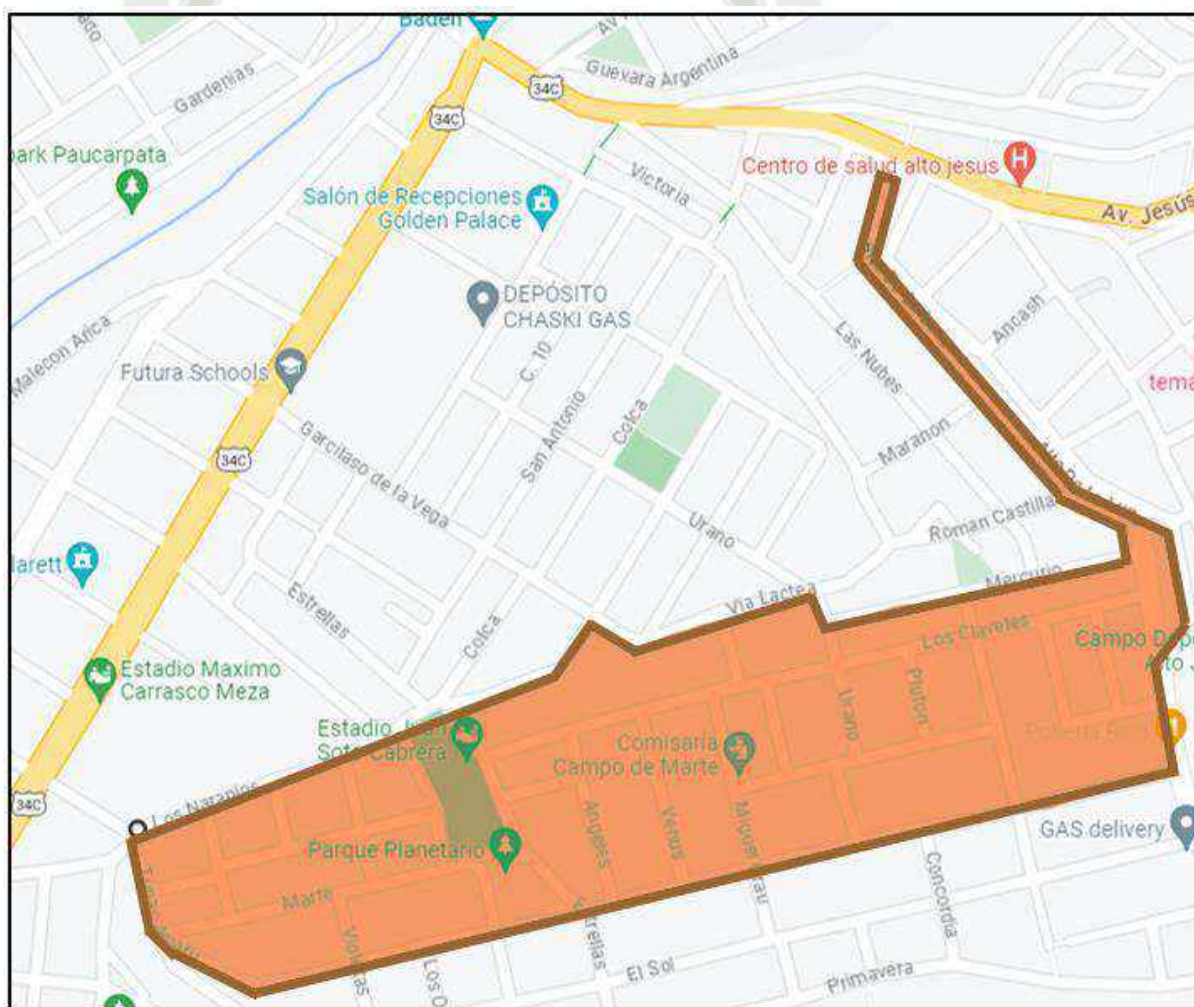


Nota. GoogleMaps.

3.19.21. Zona de la Ruta 11

En la Figura 42 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 11, la cual abarca Campo Marte Zona B, Av. Alto de la Luna, Av. Túpac Amaru, Calle Mercurio, El Rosario, Calle Venus, Los Ángeles.

Figura 42.
Zona de la Ruta 11



Nota. GoogleMaps.

En la Figura 43 se puede observar el sentido de la Ruta 11 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Nota. GoogleMaps.

3.19.23. Zona de la Ruta 12

En la Figura 44 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 12, la cual abarca el paradero de Alborada, Santa María, Espaldas del reservorio, Colegio Santa María, Estadio Alborada, Posta Alborada, La Chacrita, El Baloncito, Los Pinos, Texas 2000, Santo Domingo, Pozo Negro y Campo Marte.

Figura 44.
Zona de la Ruta 12



Nota. GoogleMaps.

3.19.24. Sentido de la Ruta 12

En la Figura 45 se puede observar el sentido de la Ruta 12 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 45.
Sentido de la Ruta 12

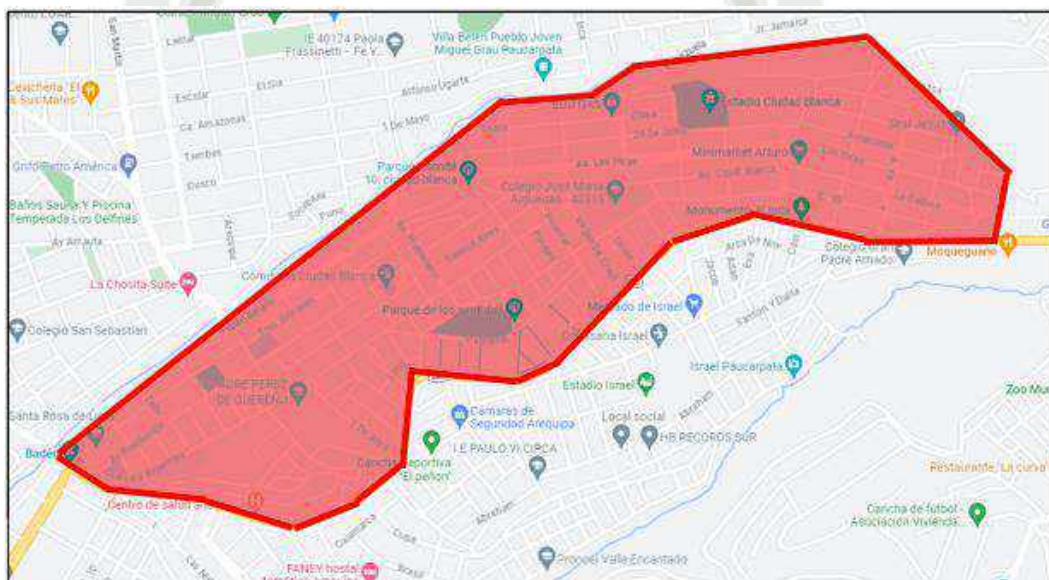


Nota. GoogleMaps.

3.19.25. Zona de la Ruta 13

En la Figura 46 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 13, la cual abarca Ciudad Blanca, Calle Proletario, Av. Los Incas, Posta San Juan, Comité 22 y Calle 24 de junio.

Figura 46.
Zona de la Ruta 13



Nota. GoogleMaps.

3.19.26. Sentido de la Ruta 13

En la Figura 47 se puede observar el sentido de la Ruta 13 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 47.
Sentido de la Ruta 13



Nota. GoogleMaps.

3.19.27. Zona de la Ruta 14

En la Figura 48 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 14, la cual abarca Cristo Rey, 15 de enero, María Nieves y Bustamante.

Figura 48.
Zona de la Ruta 14



Nota. GoogleMaps.

En la Figura 49 se puede observar el sentido de la Ruta 14 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.



En la Figura 50 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 15, la cual abarca La Finca, Calle Progreso, Campo Marte, Jirón Primavera y Nuevo Perú.

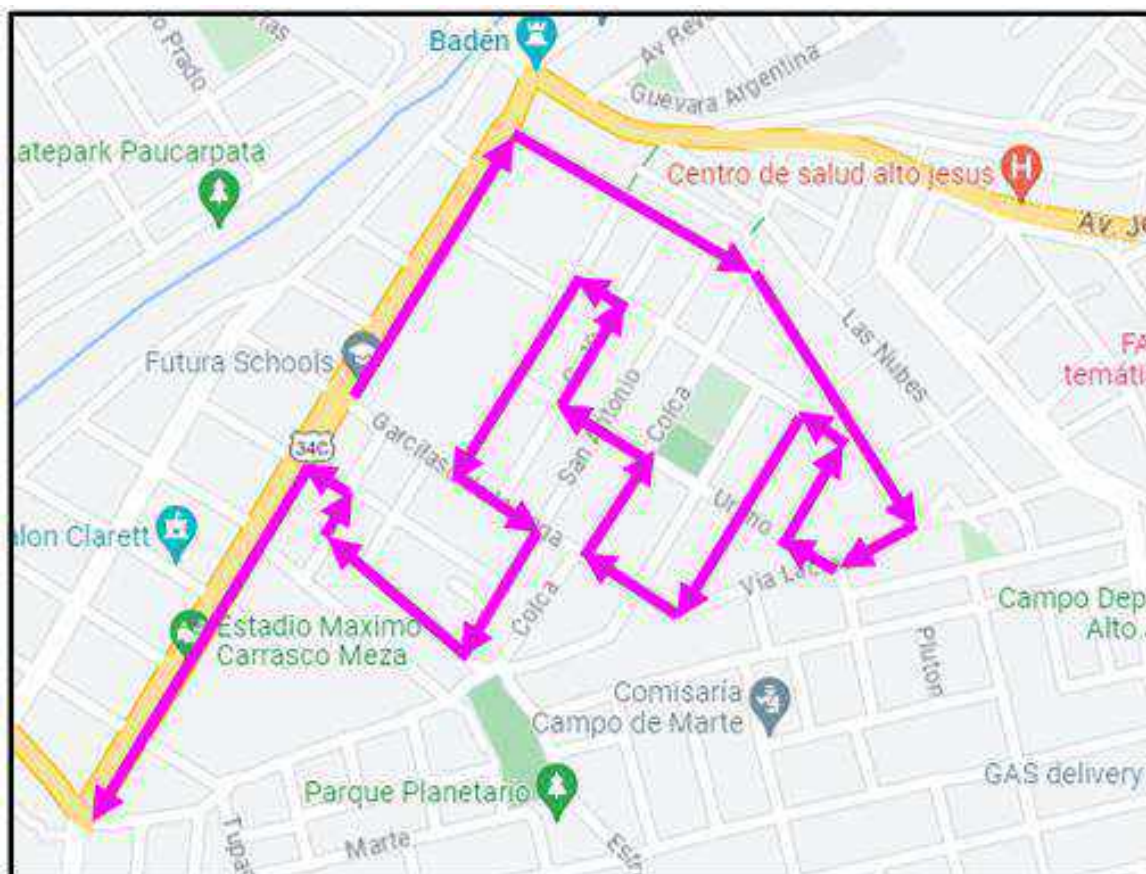
A map of a neighborhood in Montevideo, Uruguay, outlined in pink. The area is bounded by Avenida República Oriental del Uruguay to the north, Avenida Cagancha to the east, and Avenida San Antonio to the south. Key landmarks include the Centro de Salud Alto Jesús, Futura Schools, Estadio Máximo Carrasco Meza, Parque Planetario, Comisaría Campo de Marte, and various schools like San Antonio and C-10. The map also shows surrounding streets like Av. Rep., Guevara Argentina, and Av. J.

Nota. GoogleMaps.

3.19.30. Sentido de la Ruta 15

En la Figura 51 se puede observar el sentido de la Ruta 15 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 51.
Sentido de la Ruta 15

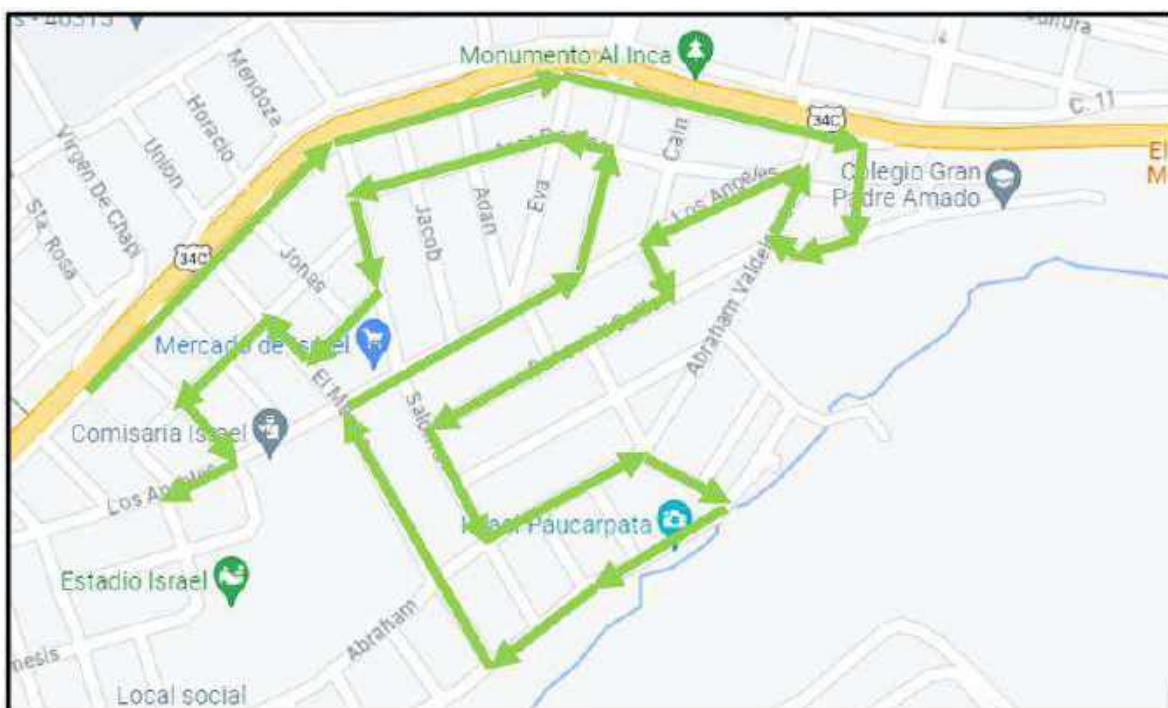


Nota. GoogleMaps.

3.19.32. Sentido de la Ruta 16

En la Figura 53 se puede observar el sentido de la Ruta 16 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 53.
Sentido de la Ruta 16



Nota. GoogleMaps.

3.19.33. Zona de la Ruta 17

En la Figura 54 se puede observar la zona actual que cubre la Ruta 17, la cual abarca San Ignacio, Baños, Virgen de Copacabana, Zoo Mundo y El Cebollar.

Figura 54.
Zona de la Ruta 17

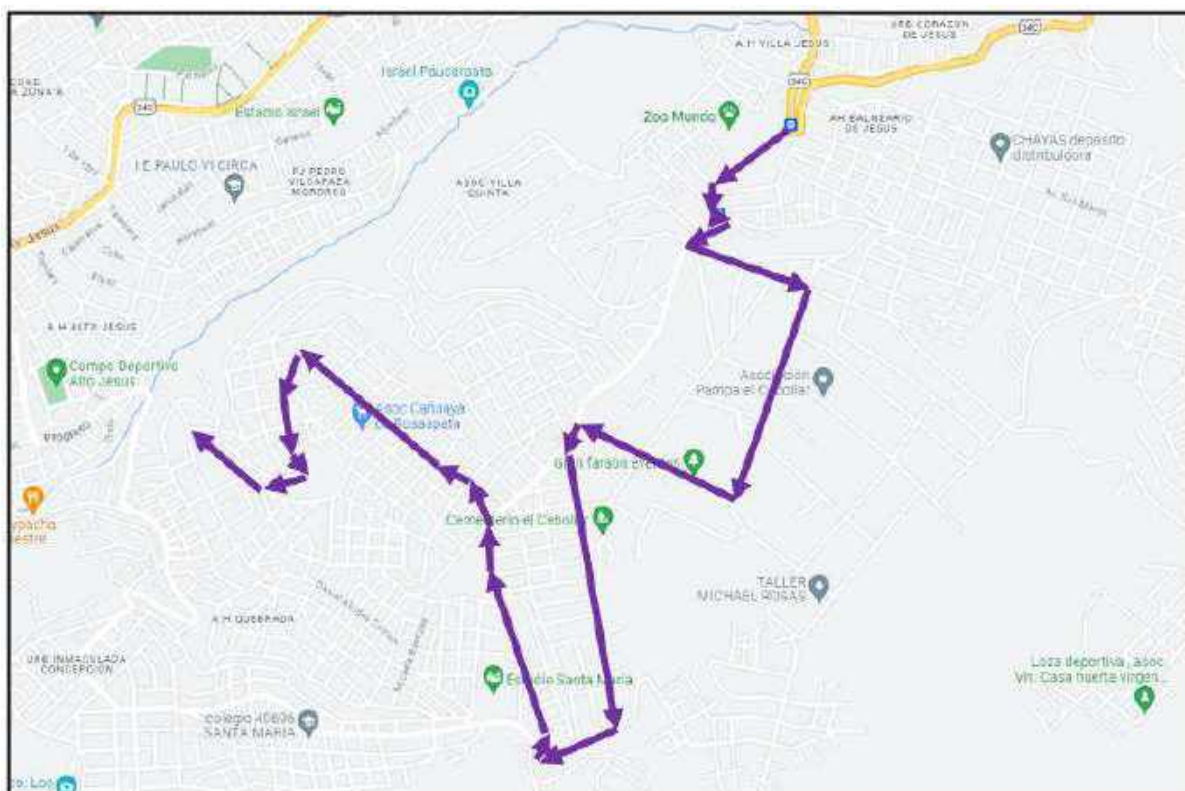


Nota. GoogleMaps.

3.19.34. Sentido de la Ruta 17

En la Figura 55 se puede observar el sentido de la Ruta 17 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Figura 55.
Sentido de la Ruta 17



Nota. GoogleMaps.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

En la Figura 57 se puede observar el sentido de la Ruta 18 y la distribución actual del recorrido de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata.

Nota. GoogleMaps.

3.20. Tiempo de recorrido de las rutas actuales

Los tiempos de recorrido de las 18 rutas, varían según la distancia, zona y velocidad del vehículo recolector. En la Tabla 15 se observa las distancias recorridas efectivas por cada una de las dieciocho rutas. El tiempo efectivo y velocidad del vehículo recolector fueron calculadas previamente por la municipalidad distrital de Paucarpata en el Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2021. El tiempo total de las 18 rutas es de 29.91 horas (Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2021).

Tabla 15.
Tiempo de recorrido de las rutas actuales

RUTA	DISTANCIA RECORRIDA (Km)	TIEMPO (min)	TIEMPO (Hrs)	VELOCIDAD (Km/hr)	Unidad	Placa
Ruta 1	10.125	111.4678839	1.86	5.45	Compactadora N°01	EGC-483
Ruta 2	10.355	114	1.9	5.45	Compactadora N°02	EGC-742
Ruta 3	9.655	106.0989011	1.77	5.46	Compactadora N°09	EGC-254
Ruta 4	12.77	127.9131886	2.13	5.99	Compactadora N°04	EGC-464
Ruta 5	10.5	111.5044248	1.86	5.65	Compactadora N°05	EGC-942
Ruta 6	12.221	134.5431193	2.24	5.45	Compactadora N°06	EGC-941
Ruta 7	10.16	111.853211	1.86	5.45	Compactadora N°07	WH-5040
Ruta 8	12.8	136.1702128	2.27	5.64	Compactadora N°08	WH-6780
Ruta 9	9.65	58.54398382	0.98	9.89	Volquete Fuso	XH-3197
Ruta 10	10.93	67.26153846	1.12	9.75	Volquete	EGH-723
Ruta 11	9.75	59.27051672	0.99	9.87	Volquete	EGH-031
Ruta 12	20.56	206.6331658	3.44	5.97	Compactadora N°03	EGC-569
Ruta 13	13.3	88.86414254	1.48	8.98	Camión	EGE-168
Ruta 14	11.69	79.88610478	1.33	8.78	Camión	EGF-183
Ruta 15	9.45	58.15384615	0.97	9.75	Volquete	EGH-723
Ruta 16	8.14	54.38752784	0.91	8.98	Camión	EGE-168
Ruta 17	9.225	92.71356784	1.55	5.97	Compactadora N°03	EGC-569
Ruta 18	10.981	75.04100228	1.25	8.78	Camión	EGF-183
TOTAL	202.262	1794.306344	29.91			

Nota. Tiempo de recorrido de las rutas actuales

3.21. Costo de combustible actual

Para el cálculo del combustible se estimó el gasto de combustible por cada kilómetro recorrido, considerando un promedio de 8 kilómetros por galón para las compactadoras (Municipalidad distrital de Paucarpata, 2021)

Para los volquetes se estimó un promedio de 8.6 kilómetros por galón y para los volquetes un promedio de 8.55 kilómetros por galón (Municipalidad distrital de Paucarpata, 2021)

Los vehículos de recolección utilizan Gasohol de 84 octanos, con excepción de la camioneta la cual utiliza Gasohol de 90 octanos, pero al tratarse de un vehículo que solo es utilizado para la inspección no se toma en cuenta en el costo de combustible.

El costo por galón actual promedio es de S/. 15.23 nuevos soles a la fecha 15/06/2023. Este dato fue obtenido al realizar la consulta en la página web PerúCombustibles, página que brinda y permite realizar consultas sobre el precio de combustible en un determinado grifo. Para este caso el grifo en el cual se abastecen los vehículos recolectores es el Grifo Municipal Paucarpata y el Grifo Repsol Porongoche, dependiendo de las rutas de recolección. (PerúCombustibles, 2023)

Al costo total fue necesario aplicar un Factor de corrección de Precio Social del Combustible (PSC), de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Economía y Finanzas, el cual se aplica al costo de precio mercado con la finalidad de ajustar los costos al sector público. Este Factor de Corrección es de 0.676 para la gasolina de 84 octanos (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021)

En la Tabla 16 se observa el costo semanal, mensual y anual de combustible en el sistema de recolección y transporte de residuos sólidos siendo un total de S/. 36,442.74 nuevos soles al año.

Tabla 16.

Costo de Combustible Actual Premium

Ruta	Frecuencia de rutas por semana	Distancia Recorrida por Ruta (km)	Distancia Recorrida Semanal (km)	Distancia Recorrida Mensual (km)	Distancia Recorrida Anual (km)	Gal/km	Gal/Ruta	Gal/Semana	Gal/Mes	Gal/Año	Precio Gasohol de 84 octanos	Costo por Ruta	Costo Semanal	Costo Mensual	Costo Anual	Factor de corrección (Precio Social de Combustible)	Costo por Ruta (Precio Social de Combustible)	Costo Semanal (Precio Social de Combustible)	Costo Mensual (Precio Social de Combustible)	Costo Anual (Precio Social de Combustible)
Ruta 1	3	10.125	30.375	121.500	1458.000	0.125	1.27	3.797	15.19	182.25	S/ 15.23	S/ 19.28	S/ 57.83	S/ 231.31	S/ 2,775.67	0.676	S/ 13.03	S/ 39.09	S/ 156.36	S/ 1,876.35
Ruta 2	3	10.355	31.065	124.260	1491.120	0.125	1.29	3.883	15.53	186.39	S/ 15.23	S/ 19.71	S/ 59.14	S/ 236.56	S/ 2,838.72	0.676	S/ 13.33	S/ 39.98	S/ 159.91	S/ 1,918.95
Ruta 3	3	9.655	28.965	115.860	1390.320	0.125	1.21	3.621	14.48	173.79	S/ 15.23	S/ 18.38	S/ 55.14	S/ 220.57	S/ 2,646.82	0.676	S/ 12.43	S/ 37.28	S/ 149.10	S/ 1,789.25
Ruta 4	3	12.77	38.310	153.240	1838.880	0.125	1.60	4.789	19.16	229.86	S/ 15.23	S/ 24.31	S/ 72.93	S/ 291.73	S/ 3,500.77	0.676	S/ 16.43	S/ 49.30	S/ 197.21	S/ 2,366.52
Ruta 5	3	10.5	31.500	126.000	1512.000	0.125	1.31	3.938	15.75	189.00	S/ 15.23	S/ 19.99	S/ 59.97	S/ 239.87	S/ 2,878.47	0.676	S/ 13.51	S/ 40.54	S/ 162.15	S/ 1,945.85
Ruta 6	3	12.221	36.663	146.652	1759.824	0.125	1.53	4.583	18.33	219.98	S/ 15.23	S/ 23.27	S/ 69.80	S/ 279.19	S/ 3,350.26	0.676	S/ 15.73	S/ 47.18	S/ 188.73	S/ 2,264.78
Ruta 7	3	10.16	30.480	121.920	1463.040	0.125	1.27	3.810	15.24	182.88	S/ 15.23	S/ 19.34	S/ 58.03	S/ 232.11	S/ 2,785.26	0.676	S/ 13.08	S/ 39.23	S/ 156.90	S/ 1,882.84
Ruta 8	3	12.8	38.400	153.600	1843.200	0.125	1.60	4.800	19.20	230.40	S/ 15.23	S/ 24.37	S/ 73.10	S/ 292.42	S/ 3,508.99	0.676	S/ 16.47	S/ 49.42	S/ 197.67	S/ 2,372.08
Ruta 9	3	9.65	28.950	115.800	1389.600	0.116	1.12	3.366	13.47	161.58	S/ 15.23	S/ 17.09	S/ 51.27	S/ 205.07	S/ 2,460.88	0.676	S/ 11.55	S/ 34.66	S/ 138.63	S/ 1,663.56
Ruta 10	3	10.93	32.790	131.160	1573.920	0.116	1.27	3.813	15.25	183.01	S/ 15.23	S/ 19.36	S/ 58.07	S/ 232.28	S/ 2,787.30	0.676	S/ 13.08	S/ 39.25	S/ 157.02	S/ 1,884.22
Ruta 11	3	9.75	29.250	117.000	1404.000	0.116	1.13	3.401	13.60	163.26	S/ 15.23	S/ 17.27	S/ 51.80	S/ 207.20	S/ 2,486.39	0.676	S/ 11.67	S/ 35.02	S/ 140.07	S/ 1,680.80
Ruta 12	3	20.56	61.680	246.720	2960.640	0.125	2.57	7.710	30.84	370.08	S/ 15.23	S/ 39.14	S/ 117.42	S/ 469.69	S/ 5,636.32	0.676	S/ 26.46	S/ 79.38	S/ 317.51	S/ 3,810.15
Ruta 13	3	13.3	39.900	159.600	1915.200	0.117	1.56	4.667	18.67	224.00	S/ 15.23	S/ 23.69	S/ 71.07	S/ 284.29	S/ 3,411.52	0.676	S/ 16.02	S/ 48.05	S/ 192.18	S/ 2,306.19
Ruta 14	3	11.69	35.070	140.280	1683.360	0.117	1.37	4.102	16.41	196.88	S/ 15.23	S/ 20.82	S/ 62.47	S/ 249.88	S/ 2,998.55	0.676	S/ 14.08	S/ 42.23	S/ 168.92	S/ 2,027.02
Ruta 15	3	9.45	28.350	113.400	1360.800	0.116	1.10	3.297	13.19	158.23	S/ 15.23	S/ 16.74	S/ 50.21	S/ 200.82	S/ 2,409.88	0.676	S/ 11.31	S/ 33.94	S/ 135.76	S/ 1,629.08
Ruta 16	3	8.14	24.420	97.680	1172.160	0.117	0.95	2.856	11.42	137.09	S/ 15.23	S/ 14.50	S/ 43.50	S/ 174.00	S/ 2,087.95	0.676	S/ 9.80	S/ 29.41	S/ 117.62	S/ 1,411.46
Ruta 17	3	9.225	27.675	110.700	1328.400	0.125	1.15	3.459	13.84	166.05	S/ 15.23	S/ 17.56	S/ 52.69	S/ 210.75	S/ 2,528.94	0.676	S/ 11.87	S/ 35.62	S/ 142.46	S/ 1,709.56
Ruta 18	3	10.981	32.943	131.772	1581.264	0.117	1.28	3.853	15.41	184.94	S/ 15.23	S/ 19.56	S/ 58.68	S/ 234.72	S/ 2,816.68	0.676	S/ 13.22	S/ 39.67	S/ 158.67	S/ 1,904.08
Total	54	202.262	606.786	2427.144	29125.728	24.581	73.743	294.974	3539.684		S/ 374	S/ 1,123.11	S/ 4,492.45	S/ 53,909		S/ 253.07	S/ 759.22	S/ 3,036.90	S/ 36,442.74	

Nota. En la tabla se observa el costo semanal, mensual y anual de combustible en el sistema de recolección y transporte de residuos sólidos. Municipalidad distrital de Paucarpata (2023).



CAPÍTULO IV

4. Propuesta de mejora

4.1. Macro-ruteo

La población en el distrito de Paucarpata ha ido incrementando con el pasar de los años a razón de 1.8% por año desde 1984, al igual que la zona urbana del mismo la cual se ha incrementado en un 75.41% desde el año 1984. El incremento de población y zona urbana se debe principalmente a la migración del campo a la ciudad de pobladores de distritos aledaños a Arequipa como Puno, Moquegua y Cuzco. Debido al incremento de población y zona urbana, el volumen de residuos sólidos generados aumenta, por lo que los espacios públicos se ven seriamente afectados al igual que el sistema de transporte y recolección de residuos sólidos (Plan de Desarrollo Local Concertado, 2021).

Actualmente la Municipalidad distrital de Paucarpata cuenta con nueve compactadoras, tres volquetes, dos camiones, tres cargadores frontales y una camioneta, la camioneta es utilizada solamente para la supervisión de la recolección y los cargadores frontales son utilizados solamente en el lugar de disposición final El Cebollar (Plan de Desarrollo Local Concertado, 2021).

Actualmente se tienen 18 zonas de recolección en el distrito de Paucarpata, distribuidas entre 2 y 4 veces por semana. La capacidad de las compactadoras es de 15m³, de los volquetes es de 6 y 7m³ y de los camiones es de 5 ton, por lo que las zonas de recolección con menor área geográfica fueron asignadas a los volquetes y camiones (Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2021).

Para llevar a cabo la propuesta de mejora se analizó la distribución actual de las zonas y rutas de recolección, por lo que se procede a calcular la flota asignada, aplicado la siguiente formula:

$$Nv = \frac{GxPx7xFr x K}{NxCxdh}$$

Donde:

Nv = Cantidad de vehículos

Fr = Factor de reserva

K = Factor de cobertura

Dh = Días hábiles

N = Número de viajes por turno

GxP = Producción de residuos sólidos (Kg/día)

C = Capacidad (Kg)

Según el estudio de Caracterización de Residuos domiciliarios realizado por la Municipalidad Distrital de Paucarpata del 02 al 09 de Julio del año 2021, se determinó que la generación de Residuos Sólidos es 0.50 kg/hab/día (Plan de Desarrollo Local Concertado, 2021).

Los resultados del último censo nacional en el año 2017 indican que la población arequipeña ha crecido en un 16.66% respecto al año 2007. Paso de tener 1 152 303 pobladores en 2007 a 1 382 730 en 2017. Para la población del distrito de Paucarpata, la última evaluación censal del año 2017 fue de 131 346 habitantes (Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, 2018).

Las compactadoras tienen una capacidad de 15m³, lo que multiplicado por la capacidad de compactación de 700 kg/m³ nos da 10 500 kilogramos como capacidad (C) (Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2021).

El factor de cobertura es de 100% (1 K), el factor de reserva es 1 (Fr) y el número de viajes que puede realizar el vehículo es 1 (N) (Racero & Pérez, 2006).

El número de días hábiles (Dh) es 6, dado que se consideran todos los días de la semana con excepción del domingo que no hay recolección de residuos sólidos (Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2021).

Reemplazando en la fórmula de la cantidad de vehículos nos da:

$$Nv = \frac{GxPx7xFr x K}{Nx C x dh}$$

$$Nv = \frac{0.50 \times 131346 \times 7 \times 1 \times 1}{1 \times 10500 \times 6}$$

$$Nv = 7.297 \approx 7 \text{ vehiculos}$$

La cantidad de vehículos es 7, la municipalidad cuenta con 9 compactadoras, por lo que 2 de estas dejarán de circular. Dado que la frecuencia de recolección en el distrito de Paucarpata es interdiaria, van a haber 14 rutas como máximo. Para continuar con el macro-ruteo hay que tener en cuenta que las nuevas zonas deben ser lo más homogéneas posibles en cuanto a su extensión territorial, topografía y producción de residuos. Debido a que el distrito de Paucarpata tiene bastantes accidentes geográficos, también será un factor para tomar en cuenta al momento de diseñar las nuevas zonas de recolección.

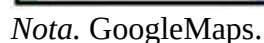
A continuación, se presentan reglas básicas para el diseño de las nuevas rutas de recolección:

- El diseño de rutas trata de aumentar la distancia productiva en relación a la distancia total.
- Los recorridos no deben fragmentarse ni traslaparse. Cada uno debe consistir en tramos que queden dentro de la misma área de la ciudad o localidad en estudio.
- El inicio de una ruta debe estar cerca al garaje y el final cerca del lugar de disposición final de residuos sólidos.

- En lugares con pendientes fuertes o desniveles altos, debe procurarse hacer el recorrido de la parte alta a la parte baja. Si se presentan hondonadas que hay que bajar y luego subir, hay que procurar atenderlas al comienzo del viaje, cuando el vehículo recolector va con poca carga.
- Tratar de recolectar simultáneamente ambos lados de la calle, Sin embargo, ello no es recomendable en avenidas muy anchas o con mucho tránsito.
- Se debe respetar el sentido de circulación y la prohibición de ciertos virajes.
- Evitar los giros ala izquierda y las vueltas en U, por que hacen perder el tiempo, son peligrosos y obstaculizan el tránsito.
- Las calles con mucho transito deben recorrerse en las horas en que este disminuye.
- Cuando hay estacionamientos de vehículos, hay que procurar efectuar la recolección en los momentos que la calles esta más despejada.
- En las calles muy cortas o sin salida, es preferible que los vehículos recolectores no entren en ellas, sino que esperen en la esquina y que el personal vaya a buscar los receptáculos con los residuos, o en su caso el público deposite en la esquina más cercana a la ruta de recolección. Esto economiza mucho el tiempo.
- Cuando la recolección se hace simultáneamente a ambos lados de la calle, deben hacerse recorridos largos y rector, con pocas vueltas.
- Cuando la recolección se hace primero por un lado de la calle y después por el otro, generalmente es mejor tener recorridos con muchas vueltas a la derecha alrededor de las manzanas.
- Es preciso reconocer muy bien las características de la ciudad para que las rutas de los camiones recolectores no causen muchos problemas.

Debido a que no existe un software o algoritmo para el macro-ruteo, se va a tomar en cuenta las reglas mencionadas con anterioridad a criterio del investigador.

Figura 58.
Distribución de rutas propuestas



ción del Modelo matemático para la optim

de Paucarpata

borar el modelo matemático de las catorce r
gente Viajero (TSP), para la optimización d
que los camiones recolectores pueden recorrer

mente, se identifica las rutas, a continuación, se
zonas que cubre cada ruta, se toma en cuenta

avenida, jirón, carretera, óvalo, pasaje o prolongación, de acuerdo con esto se procede a elaborar la red de nodos.

Dado que el distrito de Paucarpata tiene bastantes accidentes geográficos en las partes altas que incluyen las zonas 13 y 14, se consideran algunas calles o avenidas como ruta única para la red de nodos, las rutas propuestas tienen nodos en esquinas debido a que se cuenta con mayor visibilidad al momento de recoger los residuos sólidos.

Después de identificar los nodos y los posibles arcos, se procede a elaborar los mapas con los nodos identificados los cuales se observan en el Anexo 6.

Una vez identificado las rutas, zonas y nodos de cada una, se procede a elaborar la matriz de distancias donde se inserta las distancias de cada nodo, las cuales se observan en el Anexo 7.

Con esta información se elabora la función objetivo que minimice la distancia total recorrida en las 14 zonas propuestas, los camiones recolectores deben dejar limpia toda la ruta asignada, sin embargo esto no quiere decir que recorran todas las calles, avenidas, jirones o prolongaciones, los camiones recolectores pasan por la mayoría de caminos, pero no por todos, se utilizó la distancia recorrida como constante, ya que en base a esta se puede calcular los costos asociados y el tiempo empleado.

Una vez elaborado la función objetivo se procede a elaborar las restricciones, los camiones recolectores deben cruzar por todos los nodos del mapa. Se considera como arcos salientes a todos aquellos que salgan de cada nodo, se considera como

arcos entrantes a todos aquellos que ingresen a cada nodo, para la sumatoria por cada nodo de arcos salientes y entrantes se coloca una restricción igual a 1.

Para el rompimiento de bucles y que los arcos no se entrelacen entre si se procede a elaborar una restricción adicional la cual es menor igual a 1 en todos los arcos de la red de nodos.

Luego se elaboran restricciones adicionales debido a que la solución de Lingo es parcial y no brinda un camino definido. Las restricciones adicionales son distintas en cada una de las catorce zonas, y se precisan en el Anexo 8 y 9

La formulación matemática es:

$X_{ij} = 1$, si el arco ij, ji es considerado en la trayectoria.

0, en caso contrario

$\forall i=0, 1, 2, 3 \dots n$

$\forall j=0, 1, 2, 3 \dots n$

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n dx_{ij} x_{ij}$$

sujeto a

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, i = 1, 2, 3 \dots n$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, j = 1, 2, 3 \dots n$$

$$X_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{Si el camión recolector va del nodo } i \text{ al nodo } j \\ 0 & \text{Si no existe traslado del nodo } i \text{ al nodo } j \end{cases}$$

Donde: d_{ij} es la distancia del nodo i al nodo j

Con la función objetivo, y las restricciones se procede a elaborar los modelos matemáticos los cuales se observan en el Anexo 8.

Debido a que LINGO permite una sintaxis específica se modifica ligeramente los modelos matemáticos los cuales se observan en el Anexo 9.

Una vez insertado el modelo matemático en LINGO, se procede a ejecutar el programa y nos resuelve el modelo matemático los cuales se pueden observar en el Anexo 10.

Con el resultado del software LINGO se procede a elaborar las rutas propuestas, se eliminan arcos no óptimos y nos da como resultado los mapas del Anexo 11.

Luego se identifica el sentido de la ruta las cuales se observan en el Anexo 12.

Como resultado se proponen las rutas finales que se adapten a las particularidades de cada zona, las cuales se observan a continuación.

4.2.2. Solución final para la Zona 01

En la Tabla 17 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 11528 metros para la Zona 01. En la Figura 59, se observa la ruta de la Zona 01, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 17.
Solución para la Zona 01

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	002	140
2	008	001	100
3	002	003	73
4	003	004	140
5	004	005	210
6	005	006	160
7	006	007	170
8	007	034	200
9	009	008	130
10	010	022	100
11	011	010	75
12	012	011	72
13	013	012	66
14	014	013	66
15	015	014	71
16	016	015	55
17	017	029	130
18	018	017	55
19	019	018	76
20	020	021	110
21	021	009	57
22	022	023	84
23	023	024	72
24	024	025	66
25	025	026	79
26	026	039	63
27	028	016	130
28	029	028	49
29	030	033	81
30	032	019	80

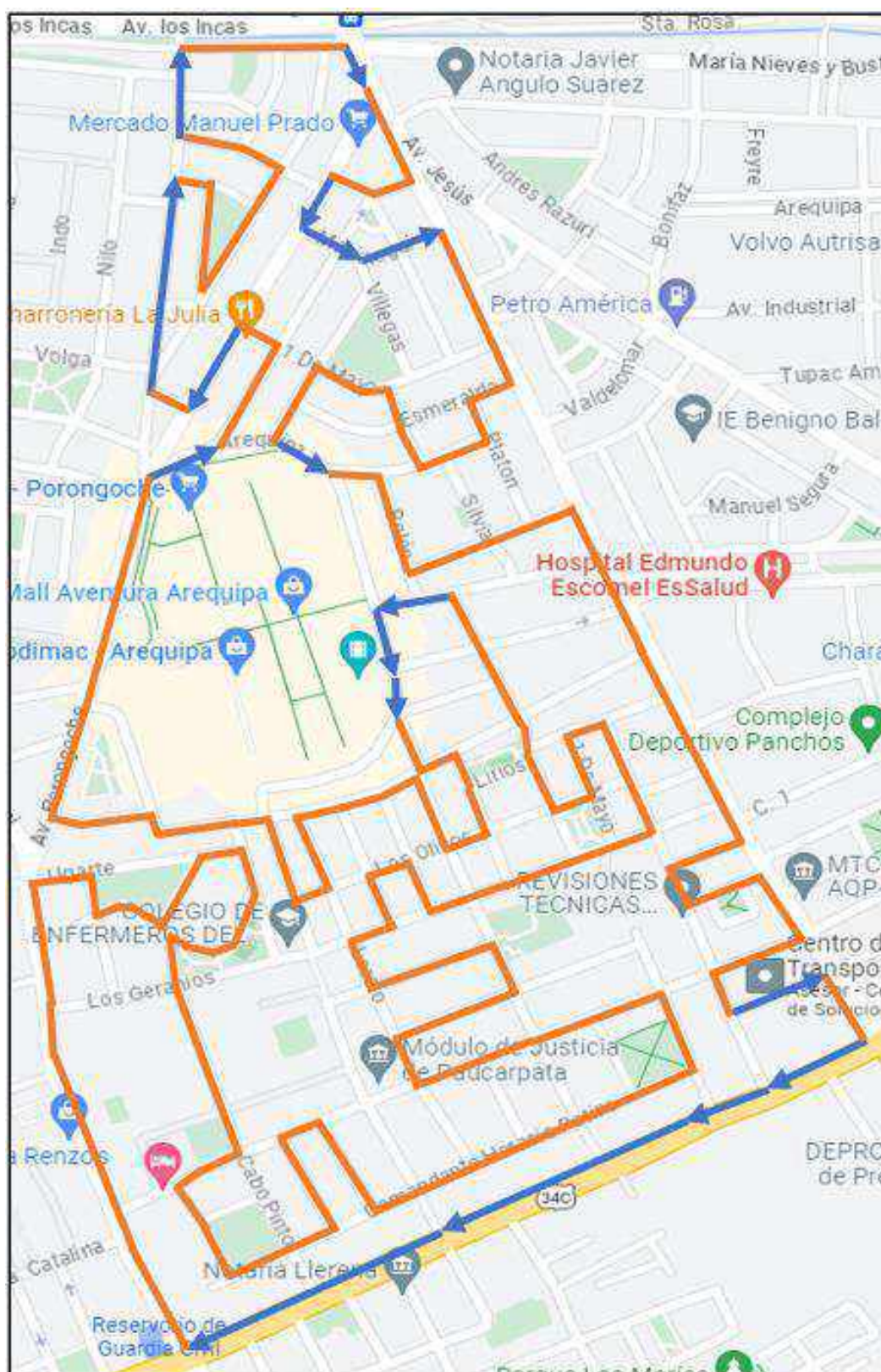
Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	033	032	51
32	034	058	270
33	035	020	90
34	036	035	100
35	038	043	65
36	039	038	140
37	041	042	94
38	042	036	50
39	043	044	140
40	044	053	64
41	045	041	51
42	046	060	48
43	047	046	50
44	048	047	45
45	049	048	82
46	050	049	49
47	051	050	46
48	052	067	70
49	053	052	50
50	056	030	220
51	058	074	75
52	059	045	47
53	060	061	21
54	061	076	30
55	062	063	50
56	063	081	61
57	064	065	48
58	065	091	98
59	066	051	70
60	067	066	49
61	068	069	42
62	069	095	110
63	070	071	160
64	071	056	68
65	072	084	97
66	073	072	84
67	074	086	87
68	075	059	53
69	076	078	50
70	077	075	48
71	078	079	43

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	079	062	81
73	080	088	43
74	081	080	19
75	083	070	54
76	084	083	49
77	085	073	54
78	086	085	69
79	087	077	62
80	088	101	50
81	089	082	47
82	090	089	40
83	091	092	49
84	092	093	49
85	093	094	50
86	082	064	60
87	094	068	100
88	095	096	5
89	096	097	32
90	097	098	110
91	098	099	120
92	099	105	150
93	100	087	58
94	101	103	48
95	102	090	72
96	103	108	76
97	104	102	58
98	105	122	280
99	106	100	65
100	108	109	38
101	109	110	50
102	110	104	80
103	111	106	76
104	112	111	60
105	113	112	52
106	114	113	98
107	115	116	55
108	116	117	29
109	117	125	54
110	118	114	130
111	119	118	54
112	120	119	75

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
113	121	134	140
114	122	121	98
115	123	124	59
116	124	115	48
117	125	132	50
118	126	120	56
119	127	128	48
120	128	137	22
121	129	123	52
122	132	133	85
123	133	126	45
124	134	135	53
125	135	127	120
126	137	138	86
127	138	148	160
128	139	129	150
129	140	139	57
130	142	140	50
131	143	142	25
132	144	143	51
133	145	146	130
134	146	155	55
135	147	145	140
136	148	147	38
137	149	152	54
138	152	153	54
139	153	154	17
140	154	144	56
141	155	156	52
142	156	157	72
143	157	160	50
144	158	149	140
145	160	163	62
146	161	158	52
147	162	161	54
148	163	162	120
TOTAL			11528

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 01 obtenidos del software LINGO. (2023).

Figura 59.
Ruta de la Zona 01



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 01. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 01 recorre la Avenida Guardia Civil hasta Reservorio de Guardia Civil, Los Pinos, Independencia, Parque Canino Coronel Augusto Soto Aybar, Caballero, Flores, Los Geranios, Las Dalias, Cipreses, Carrión, Ugarte, Francisco Bolognesi, Ramon Castilla, Avenida Jesús, Los Conquistadores, Arequipa, Esmeralda, 1 de Mayo, Mariátegui, Sánchez Cerro, El Triunfo, María Nieves y Bustamante, Venus, La Perla, C. Lope de Vega, Miguel Grau, Los Olivos, Lirios, Comandante Horacio Patino, Alberto Laveau, Manzana J, Circunvalación, Palma, Avenida John F. Kennedy, Antonio Raymondi, Brigadier Peralta, Loreto, Guillermo Alcántara, Leoncio Martell, Justo Ísmodes, Cabo Pinto, Acosta, Avenida Pizarro, 1 De Mayo, Callao, Gardenias, Angamos, Arequipa, Avenida Porongoche, Silvia, Belén, Platón, Thomas Edison, Villegas, Cesar Vallejo, Daniel Alcides Carrión, Internacional, Jirón Victoria, Jirón Fátima, Liberio Linares, Santa María, Parque Mariano Santos - Villa Guardia Civil, Parque Coviseal, Parque Sor Ana de los Ángeles, Parque Divino Niño Jesús, Parque Fortunato Carrasco, Parque Caballero, Parque Indoamérica, Parque Jesús María, Parque Manuel Prado, Parque José Olaya, Parque Thomas Edison, Parque Dimexa, Mall Aventura Plaza.

4.2.3. Solución final para la Zona 02

En la Tabla 18 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 12111 metros para la Zona 02. En la Figura 60, se observa la ruta de la Zona 02, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 18.
Solución para la Zona 02

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	054	40
2	002	001	450
3	003	002	21
4	004	003	140
5	005	004	61
6	006	005	66
7	007	006	65
8	008	032	60
9	009	008	65
10	010	009	210
11	011	010	94
12	012	014	70
13	013	012	58
14	014	015	59
15	015	017	80
16	016	011	78
17	017	016	92
18	018	020	63
19	019	022	62
20	020	181	150
21	022	018	58
22	023	024	66
23	024	019	64
24	025	023	67
25	026	025	56
26	028	026	65
27	030	028	61
28	031	162	25
29	032	033	45
30	033	034	56

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	034	007	62
32	035	030	82
33	036	035	40
34	037	036	64
35	038	037	65
36	039	038	63
37	040	041	75
38	041	137	61
39	042	040	60
40	043	042	62
41	045	043	81
42	046	045	65
43	047	046	97
44	048	049	83
45	049	061	52
46	050	048	110
47	051	050	49
48	052	051	87
49	053	052	50
50	054	053	51
51	055	077	48
52	056	055	51
53	057	062	120
54	058	057	13
55	059	058	64
56	060	059	71
57	061	060	65
58	062	056	54
59	063	047	57
60	064	065	39
61	065	070	57
62	066	063	62
63	067	066	120
64	069	067	57
65	070	071	110
66	071	130	41
67	072	064	44
68	074	072	150
69	076	074	57
70	077	078	52
71	078	080	80

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	079	082	27
73	080	081	35
74	081	079	59
75	082	083	48
76	083	085	73
77	084	092	51
78	085	084	53
79	086	076	59
80	087	086	25
81	088	090	49
82	089	087	57
83	090	091	44
84	091	099	48
85	092	094	190
86	093	088	53
87	094	093	190
88	095	096	99
89	096	106	290
90	097	095	61
91	099	101	51
92	101	105	120
93	102	089	55
94	103	102	25
95	104	097	190
96	105	104	48
97	106	107	97
98	107	108	65
99	108	109	65
100	109	111	99
101	110	103	18
102	111	110	85
103	112	114	121
104	113	112	63
105	114	119	190
106	115	113	20
107	116	115	36
108	117	116	89
109	118	117	19
110	119	120	96
111	120	125	75
112	125	126	19

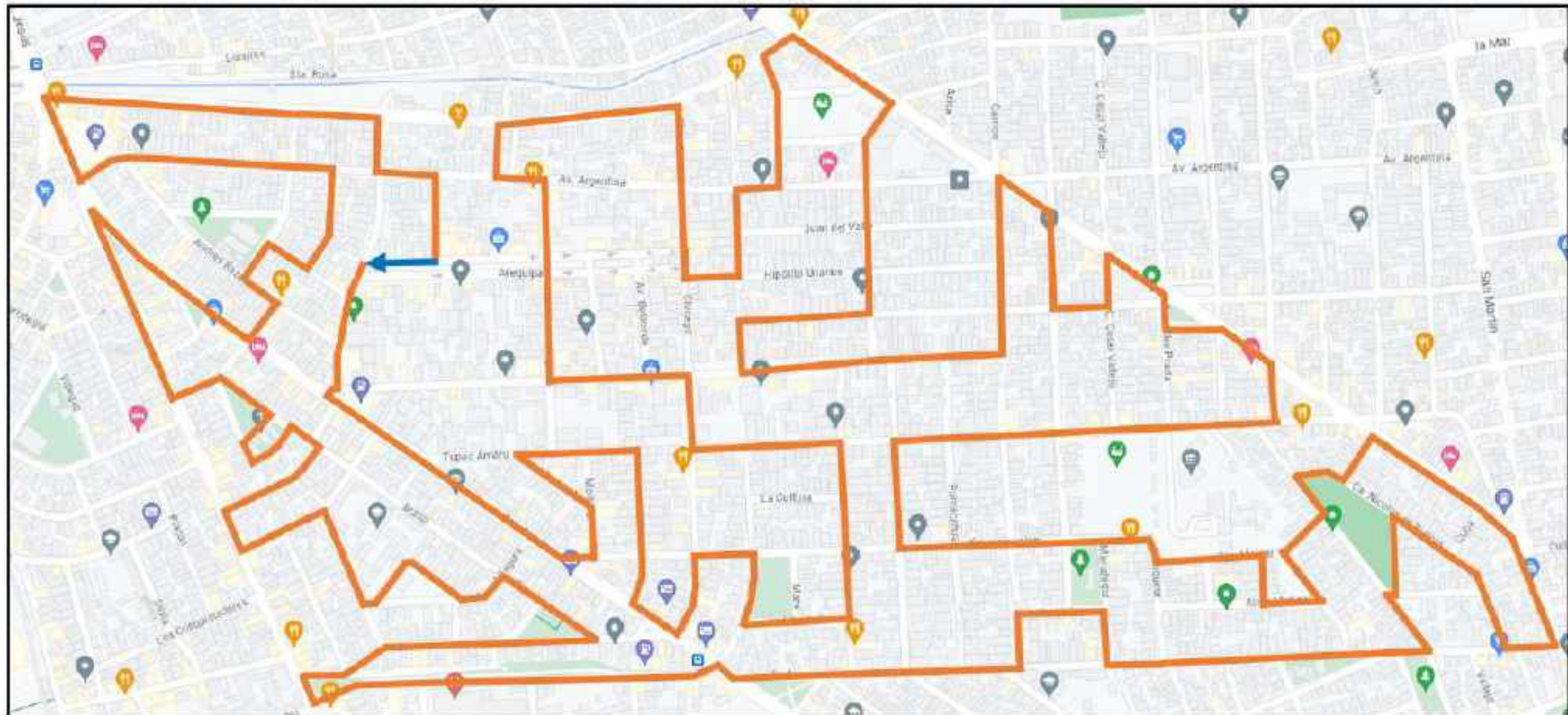
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
113	126	127	13
114	127	149	62
115	129	153	48
116	130	069	37
117	131	118	120
118	132	131	61
119	133	132	52
120	134	133	49
121	135	134	86
122	137	139	64
123	138	135	66
124	139	138	110
125	140	141	110
126	141	146	38
127	142	039	120
128	143	142	61
129	144	143	63
130	145	168	63
131	146	145	18
132	147	140	58
133	148	147	150
134	149	151	50
135	150	148	47
136	151	129	50
137	152	150	53
138	153	154	49
139	154	155	56
140	155	156	49
141	156	157	32
142	157	158	100
143	158	161	42
144	159	152	49
145	160	159	54
146	161	160	53
147	162	179	35
148	163	167	68
149	164	163	150
150	165	164	49
151	166	165	51
152	167	170	110
153	168	169	66

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
154	169	166	51
155	170	173	62
156	171	175	110
157	172	144	63
158	173	171	63
159	174	172	65
160	175	176	47
161	176	177	62
162	177	180	72
163	178	174	61
164	179	178	63
165	180	031	65
166	181	013	190
TOTAL			12111

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 02 obtenidos del software LINGO. (2023).



Figura 60.
Ruta de la Zona 02



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 02. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 02 recorre María Nieves y Bustamante, Avenida Argentina, Avenida Jesús, Andrés Razuri, C. Horacio Morales, Cesar Vallejo, Bonifaz, Freyre, Ángeles, Arequipa, Chicago, Pardo y Aliaga, Mariano Melgar, Pje. Olaya, Garcilazo de la Vega, Avenida Mariscal Castilla, C. Malecón Progresista, De Febrero, Juan del Valle, Hipólito Unanue, Ca. José Carlos Mariátegui, Carrión, Salaverry, C. Cesar Vallejo, Gonzales Prada, Chocano, Balón Farfán, Tupac Amarú, Pumacahua, Avenida Industrial, José Olaya, Pinglo, Ebiro, Avenida Belaunde, 16 De Abril, Moquegua, Socialista, Brasil, Cahuide, Bolognesi, Valdelomar, Gonzales Prada, Barranca, Bernardo Alcedo, Hipólito Unanue, Manuel Segura, Emancipación, Platino, Los Ideales, La Cultura, Melgar, Cuba, Ca. Nicolas de Piérola, Micaela Bastidas, Santa Rosa, Avenida Amauta, Pje. Melgar, Alma Matinal, Fronqueur, La Unión, La Libertad, Marx, Parque Independencia, Parque Unión, Parque Deportivo Pedro P, Díaz, Parque "7 Ensayos", Parque José Carlos Mariátegui, Parque Mi Perú, Alameda CAYRO, Estadio Progresista, Complejo Deportivo 15 De Agosto, Asociación Apima, Parque Industrial Apima.

4.2.4. Solución final para la Zona 03

En la Tabla 19 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 12433 metros para la Zona 03. En la Figura 61, se observa la ruta de la Zona 03, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 19.
Solución para la Zona 03

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	003	73
2	002	001	150
3	003	007	73
4	004	005	100
5	005	009	70
6	006	002	130
7	007	020	71
8	008	004	70
9	009	022	71
10	012	006	120
11	013	173	23
12	014	013	35
13	015	014	52
14	017	015	83
15	018	017	21
16	019	018	94
17	020	175	45
18	021	008	71
19	022	032	71
20	023	024	52
21	024	025	150
22	025	034	70
23	026	019	52
24	027	028	51
25	028	029	63
26	029	043	66
27	030	031	100
28	031	021	71
29	032	040	72
30	033	023	72

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	034	038	72
32	035	026	67
33	036	035	51
34	037	036	75
35	038	054	72
36	039	033	73
37	040	052	71
38	041	042	100
39	042	030	76
40	043	044	73
41	044	083	72
42	045	046	60
43	046	047	63
44	047	049	61
45	048	050	75
46	049	048	99
47	050	062	80
48	051	041	71
49	052	060	73
50	053	039	71
51	054	058	72
52	055	056	28
53	056	037	51
54	057	055	70
55	058	067	70
56	059	053	70
57	060	065	70
58	061	051	72
59	062	063	60
60	063	074	71
61	064	061	72
62	065	066	100
63	066	059	70
64	067	070	73
65	068	057	67
66	069	068	54
67	070	116	72
68	071	072	98
69	072	073	100
70	073	064	71
71	074	075	27

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	075	076	48
73	076	077	60
74	077	104	40
75	078	079	62
76	079	045	150
77	080	091	64
78	081	082	21
79	082	080	130
80	083	084	54
81	084	081	43
82	085	086	80
83	086	087	77
84	087	089	41
85	088	092	72
86	089	088	61
87	091	085	140
88	092	093	77
89	093	094	67
90	094	095	50
91	095	098	41
92	096	147	26
93	097	096	120
94	098	099	67
95	099	100	59
96	100	101	63
97	101	138	61
98	102	103	63
99	103	108	31
100	104	105	96
101	105	111	75
102	107	078	100
103	108	109	91
104	109	110	75
105	110	107	70
106	111	135	270
107	112	122	100
108	114	071	67
109	116	069	73
110	118	119	71
111	119	120	77
112	120	123	76

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
113	121	114	75
114	122	121	98
115	123	125	200
116	124	126	100
117	125	124	28
118	126	112	59
119	128	118	89
120	129	128	73
121	130	129	82
122	133	158	72
123	134	133	100
124	135	136	47
125	136	140	34
126	137	102	65
127	138	137	63
128	139	134	100
129	140	141	64
130	141	142	39
131	142	144	100
132	144	145	89
133	145	146	85
134	146	097	50
135	147	148	54
136	148	149	130
137	149	150	350
138	150	151	83
139	151	152	100
140	152	153	100
141	153	139	69
142	154	160	110
143	155	154	55
144	156	155	44
145	157	156	45
146	158	157	57
147	159	165	200
148	160	174	22
149	162	159	70
150	163	164	18
151	164	162	39
152	165	167	71
153	166	130	73

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
154	167	168	47
155	168	172	43
156	169	166	120
157	170	169	78
158	171	170	83
159	172	171	160
160	173	012	46
161	174	163	100
162	175	027	110
TOTAL			12433

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 03 obtenidos del software LINGO. (2023).



Figura 61.
Ruta de la Zona 03



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 03. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 03 recorre la avenida Mariscal Castilla, El Triunfo, Mal. Balta, Las Malvinas, Carrión, 17 De Abril, Los Andes, Libertad, Loreto, C. los Manzanitos, avenida San Martín, Pje. Progreso, Jorge Chávez, avenida Arequipa, Islay, Los Alpes, 3 De Abril, Malecón Chorillos, Tupac Amaru, Andrés Avelino Cáceres, Lima, Morro De Arica, Independencia, El Triunfo, Miguel Grau, C. San Miguel, José Olaya, Tacna, Arica, Ca. José Carlos Mariátegui, C. Cesar Vallejo, Gonzales Prada, José Santos Chocano, Balon Farfán, Pje. Las Flores, avenida El Sol, Junín, La Mar, avenida Argentina, Salaverry, Duncker Lavalle, Sucre, Teodoro Valcárcel, C. Juan Manuel Polar, San Martín, Escolar, Ca. Amazonas, avenida Angamos, Sta. Clara, Sta. Ana, C. Los Ángeles, Lamar, Huancayo, Vidal, El Sol, Alfonso Ugarte, Pje. Huancayo, 1 De Mayo, Cusco, 28 De Junio, Socabaya, Puno, Pje. Cuzco, Roma, Cesar Vallejo, Abancay, Tumbes, Estadio La Bombonera, Parque Backus, Cancha De Fútbol Césped Natural Jorge Chávez, Miguel Grau Zona A, 15 De Agosto.

4.2.5. Solución final para la Zona 04

En la Tabla 20 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 11748 metros para la Zona 04. En la Figura 62, se observa la ruta de la Zona 04, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 20.
Solución para la Zona 04

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	043	400
2	002	001	75
3	003	002	71
4	004	003	28
5	005	004	140
6	006	005	54
7	007	006	73
8	008	007	69
9	009	008	85
10	010	009	80
11	011	010	73
12	012	025	74
13	013	012	32
14	014	013	41
15	015	014	83
16	016	015	100
17	017	016	51
18	018	017	48
19	019	020	37
20	020	021	39
21	021	018	79
22	022	080	79
23	024	022	23
24	025	026	78
25	026	029	79
26	027	066	61
27	028	011	67
28	029	028	72
29	030	027	71
30	031	030	75
31	032	031	76

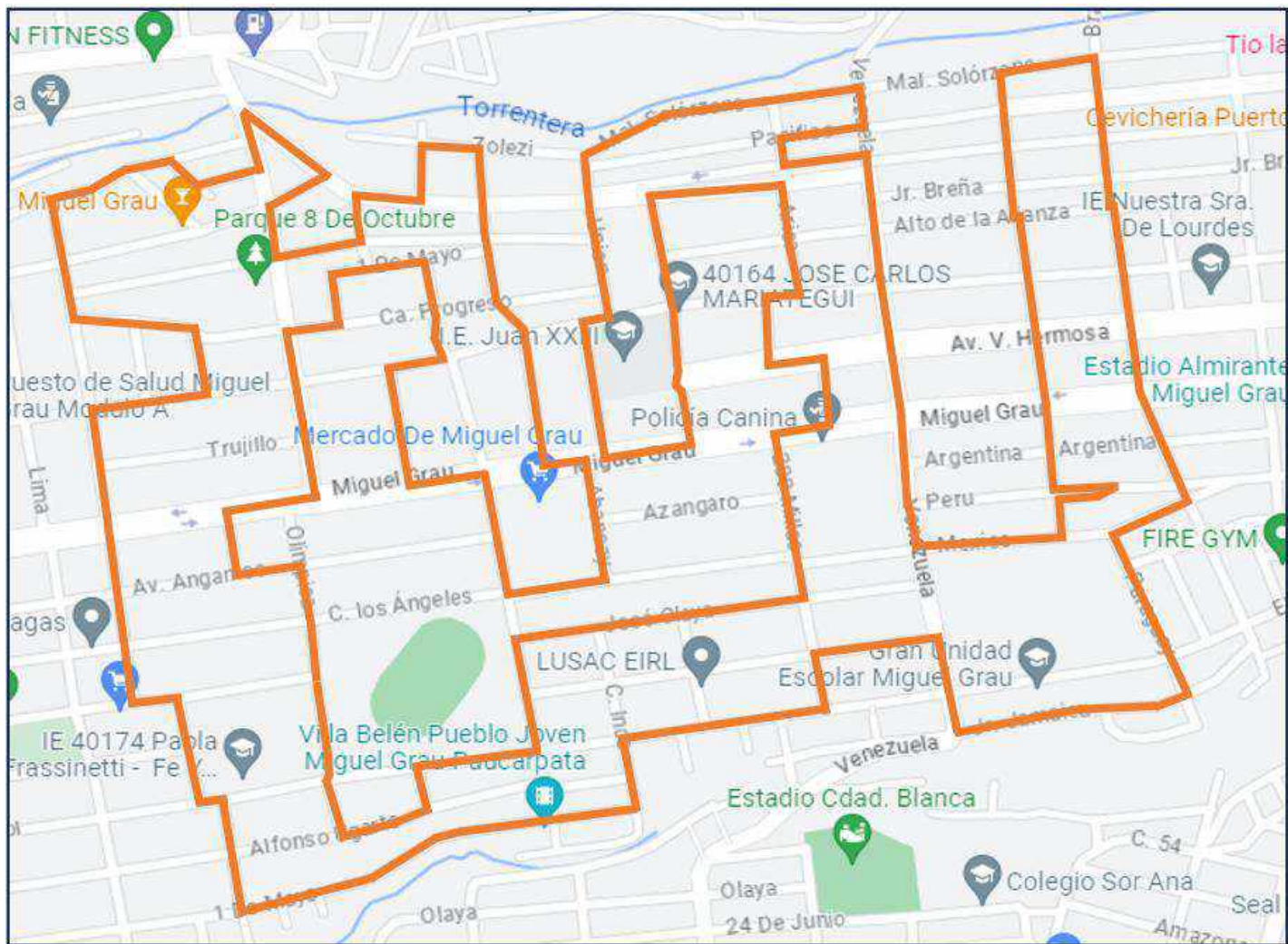
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
32	033	034	73
33	034	032	34
34	035	033	74
35	036	035	76
36	037	036	73
37	038	037	72
38	039	038	140
39	040	039	74
40	041	042	55
41	042	040	110
42	043	044	100
43	044	045	40
44	045	048	51
45	047	041	150
46	048	121	100
47	049	047	74
48	051	049	73
49	052	051	100
50	053	054	120
51	054	056	78
52	055	053	79
53	056	060	71
54	057	058	92
55	058	055	81
56	059	064	160
57	060	059	50
58	061	107	110
59	062	153	84
60	063	062	73
61	064	069	53
62	065	061	180
63	066	067	110
64	067	071	71
65	068	063	63
66	069	072	69
67	070	065	34
68	071	068	68
69	072	075	16
70	073	070	39
71	074	073	64
72	075	084	43
73	076	077	110
74	077	024	44

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
75	078	076	37
76	079	078	25
77	080	019	130
78	081	079	80
79	082	081	77
80	083	082	69
81	084	083	73
82	085	154	38
83	086	085	15
84	087	086	240
85	088	091	100
86	089	088	33
87	090	087	100
88	091	090	51
89	092	089	110
90	093	094	160
91	094	096	70
92	095	093	78
93	096	101	74
94	097	092	47
95	098	097	41
96	099	095	65
97	100	104	78
98	101	100	42
99	102	098	75
100	103	099	94
101	104	105	64
102	105	109	72
103	106	102	76
104	107	103	78
105	108	111	76
106	109	108	67
107	110	106	83
108	111	113	85
109	112	110	53
110	113	117	51
111	114	155	57
112	115	052	100
113	117	115	150
114	119	120	150
115	120	123	73
116	121	122	150
117	122	119	72

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
118	123	124	55
119	124	125	190
120	125	126	98
121	126	127	56
122	127	129	170
123	128	114	180
124	129	152	100
125	130	135	59
126	131	132	67
127	132	128	49
128	133	131	59
129	134	133	55
130	135	137	57
131	136	134	56
132	137	139	90
133	138	136	90
134	139	141	80
135	140	138	82
136	141	143	81
137	142	140	79
138	143	144	38
139	144	147	53
140	145	142	38
141	146	145	51
142	147	149	53
143	148	146	51
144	149	150	52
145	150	151	120
146	151	148	41
147	152	130	24
148	153	057	60
149	154	074	56
150	155	112	55
TOTAL			11748

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 04 obtenidos del software LINGO. (2023).

Figura 62.
Ruta de la Zona 04



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 04. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 04 recorre el Malecón Chorrillos, Andrés Avelino Cáceres, Morro de Arica, Sta. Rosa, 8 De Diciembre, 8 De Octubre, avenida Francisco Bolognesi, Tumbes, Zolesi, Ugarteche, Huáscar, Valdivia, Miramar, Deán Valdivia, El Triunfo, 9 De Octubre, Ca. Progreso, Zarumilla, 1 De Mayo, Obrero, Arequipa, Pj Loreto, Misti, Abancay, Unión, José Carlos Mariátegui, avenida V. Hermosa, Alto de la Alianza, avenida Francisco Bolognesi, Mal. Solórzano, Pacifico, Arica, Miguel Grau, Venezuela, Jr. Breña, avenida Jesús, Brasil, Trujillo, Sta. Ana, avenida Angamos, C. Los Ángeles, Lamar, Huancayo, El Sol, Alfonso Ugarte, Pje. Huancayo, 1 De Mayo, Olímpica, C. Mariscal Domingo Nieto, José Olaya, Sánchez Cerro, C. Inca, Pucalpa, Jr. Jamaica, C. Tupac Amaru, 200 Millas, Azángaro, Argentina, Perú, México, Paraguay, Shoes Leyhmer, Urb. Almte. Miguel Grau Etapa 4 Zona B, San Pedro Nolasco.

4.2.6. Solución final para la Zona 05

En la Tabla 21 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 10181 metros para la Zona 05. En la Figura 63, se observa la ruta de la Zona 05, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 21.
Solución para la Zona 05

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	004	130
2	002	001	50
3	003	006	120
4	004	012	47
5	005	002	130
6	006	005	53
7	007	003	48
8	008	007	71
9	009	008	26
10	010	018	48
11	011	010	92
12	012	013	100
13	013	015	65
14	014	031	59
15	015	014	68
16	017	009	48
17	018	029	54
18	019	011	48
19	020	019	33
20	021	020	160
21	023	025	51
22	024	023	110
23	025	149	49
24	026	024	53
25	027	026	49
26	028	027	30
27	029	030	52
28	030	017	54
29	031	033	64
30	033	036	84

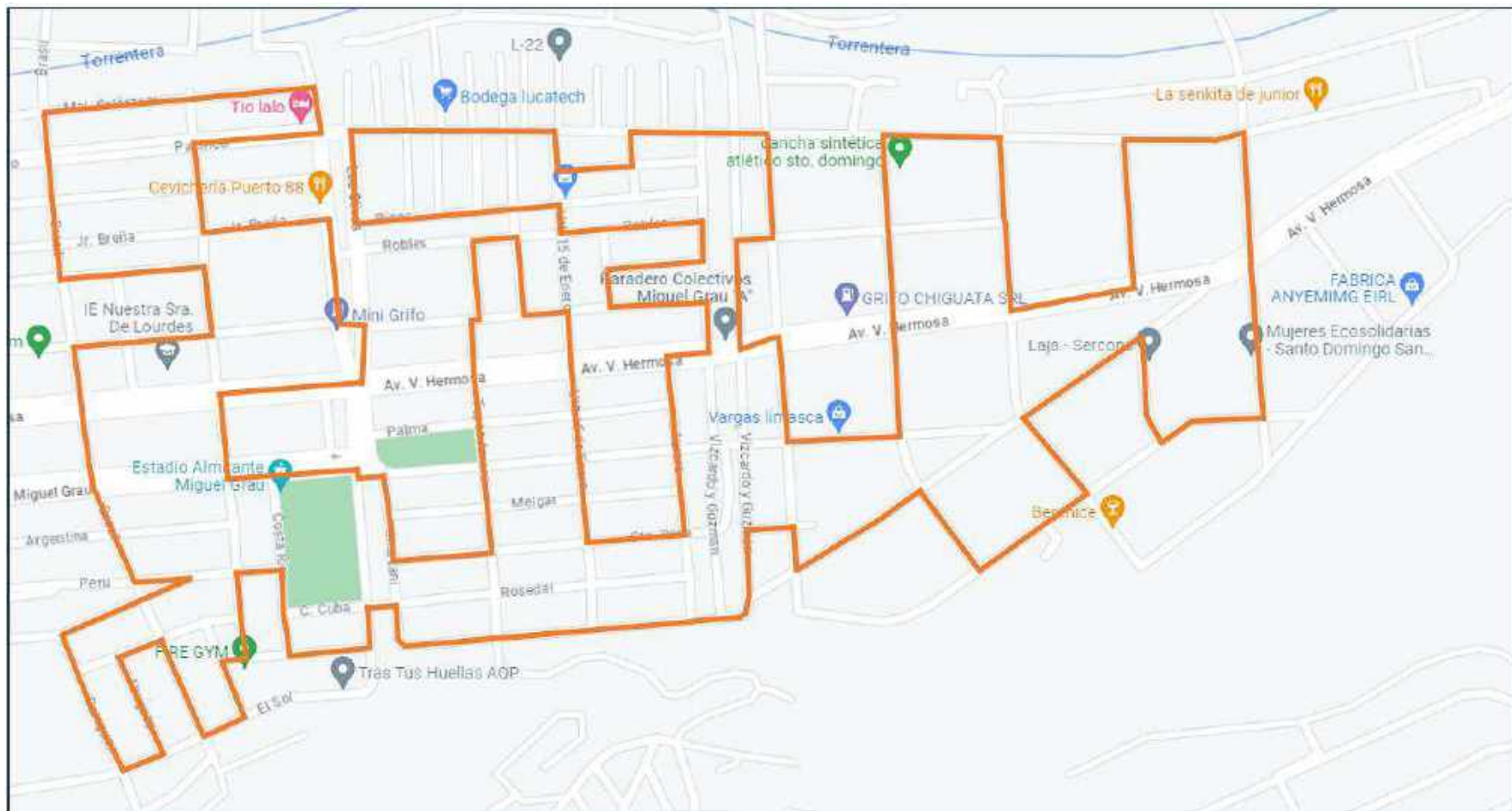
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	034	035	51
32	035	040	68
33	036	072	80
34	038	034	81
35	039	038	120
36	040	042	49
37	041	039	30
38	042	028	49
39	043	044	58
40	044	067	55
41	045	046	60
42	046	047	50
43	047	048	49
44	048	049	51
45	049	054	110
46	051	021	110
47	052	051	110
48	054	055	54
49	055	056	47
50	056	057	54
51	057	058	49
52	058	061	47
53	059	060	110
54	060	106	45
55	061	059	62
56	062	063	43
57	063	139	120
58	064	045	62
59	065	064	49
60	066	093	93
61	067	066	9
62	068	041	74
63	069	068	29
64	070	075	79
65	071	070	95
66	072	071	63
67	073	076	42
68	074	073	61
69	075	074	99
70	076	079	53
71	077	078	140

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	078	069	120
73	079	082	53
74	080	077	52
75	082	085	57
76	083	080	54
77	084	083	140
78	085	086	170
79	086	087	140
80	087	084	58
81	088	090	66
82	089	088	110
83	090	095	35
84	091	089	62
85	093	094	49
86	094	065	92
87	095	096	45
88	096	100	35
89	097	091	33
90	098	097	44
91	099	098	40
92	100	101	51
93	101	102	47
94	102	108	87
95	103	099	51
96	104	103	34
97	105	104	49
98	106	114	110
99	107	110	80
100	108	107	37
101	110	115	38
102	113	105	110
103	114	113	46
104	115	117	36
105	116	062	130
106	117	118	120
107	118	116	41
108	119	121	130
109	120	119	110
110	121	122	100
111	122	124	96
112	123	120	110

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
113	124	125	140
114	125	126	170
115	126	127	140
116	127	129	140
117	129	130	180
118	130	132	120
119	131	135	160
120	132	131	130
121	133	134	150
122	134	137	120
123	135	133	120
124	137	140	170
125	138	123	120
126	139	138	130
127	140	148	52
128	141	052	34
129	142	141	47
130	147	142	80
131	148	147	53
132	149	043	51
TOTAL			10181

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 05 obtenidos del software LINGO. (2023).

Figura 63.
Ruta de la Zona 05



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 05. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 05 recorre la calle El Sol, Paraguay, Uruguay, Bolivia, Brasil, México, Honduras, Colombia, Puerto Rico, Charcani, C. Cuba, Perú, Argentina, Miguel Grau, avenida V. Hermosa, Arequipa, Cipreses, Alto de la Alianza, Jr. Breña, Av. Francisco Bolognesi, Pacifico, Mal. Solórzano, Che Guevara, Los Olivos, Rosedal, Andes, Sta. Rosa, Tupac Amaru, Urb. 15 De Enero, Melgar, Prol. Grau, Palma, Aurora, Vizcardo y Guzmán, pje. Los Rosales, Pje. Los Cedros, Pinos, Robles, Eucaliptos, Estadio Almirante Grau, Coliseo Urb. Miguel Grau, Cancha Sintética Atlético Sto. Domingo, Paradero Colectivos Miguel Grau "A", Grifo Chiguata SRL, Vargas Limasca, Berenice, Laja-Sercons, Fabrica Anyeming EIRL, La senkita de junior, Miguel Grau IV Etapa, San Bernardo de Chiguata.



4.2.7. Solución final para la Zona 06

En la Tabla 22 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 11710 metros para la Zona 06. En la Figura 64, se observa la ruta de la Zona 06, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 22.
Solución para la Zona 06

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	002	500
2	002	003	53
3	003	004	89
4	004	005	56
5	005	007	54
6	007	009	110
7	008	010	160
8	009	008	44
9	010	011	57
10	011	012	400
11	012	125	510
12	013	052	150
13	014	015	57
14	015	016	140
15	016	017	43
16	017	018	43
17	018	020	85
18	020	021	41
19	021	023	150
20	023	024	41
21	024	026	85
22	026	027	43
23	027	029	43
24	029	030	57
25	030	031	200
26	031	035	95
27	032	033	10
28	033	133	36
29	034	134	10
30	035	032	36

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	036	037	10
32	037	038	61
33	038	039	76
34	039	040	46
35	040	041	70
36	041	042	46
37	042	043	76
38	043	044	60
39	044	045	61
40	045	046	270
41	046	047	86
42	047	048	40
43	048	049	22
44	049	050	44
45	050	051	74
46	051	057	42
47	052	053	75
48	053	054	10
49	054	130	75
50	055	131	10
51	056	014	200
52	057	058	63
53	058	060	28
54	060	063	110
55	062	070	39
56	063	066	50
57	064	128	242
58	065	064	50
59	066	065	27
60	067	062	130
61	068	067	81
62	070	071	93
63	071	072	98
64	072	073	90
65	073	074	98
66	074	075	80
67	075	076	93
68	076	137	50
69	077	078	39
70	078	081	57
71	079	082	140

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	080	079	67
73	081	080	46
74	082	083	56
75	083	084	88
76	084	085	39
77	085	086	82
78	086	087	37
79	087	088	85
80	088	089	45
81	089	090	76
82	090	091	110
83	091	093	27
84	093	094	59
85	094	095	76
86	095	096	110
87	096	097	68
88	097	098	110
89	098	136	46
90	099	068	150
91	100	104	57
92	101	100	130
93	102	101	57
94	103	102	69
95	104	110	98
96	105	107	69
97	107	108	62
98	108	109	64
99	109	103	98
100	110	113	140
101	113	099	180
102	114	115	79
103	115	118	350
104	117	119	120
105	118	117	78
106	119	120	100
107	120	121	77
108	121	122	25
109	122	123	170
110	123	124	39
111	124	001	120
112	125	126	10

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
113	126	127	510
114	127	013	95
115	128	129	86
116	129	105	180
117	130	055	10
118	131	056	150
119	133	034	10
120	134	036	10
121	135	114	390
122	136	135	180
123	137	077	10
TOTAL			11710

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 06 obtenidos del software LINGO. (2023).



Figura 64.
Ruta de la Zona 06



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 06. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 06 recorre la avenida John F. Kennedy, Independencia, C. 28 De Julio, Pl. de Armas, Sta. Ana, C. Progreso, C. Colón, avenida Pizarro, avenida Guardia Civil, Ponce, Eduardo Carbajal, San Martín de Porres, Sta. Rosa, A Carpio, N Valderrama, Rua Los Álamos, Cucardas, Las Marías, Humboldt, C. Miramar, Los Zafiros I, Las Américas, Islay, Plaza de Paucarpata, Urbanización Los Jazmines, Parroquia Santa Rosa de Lima, Parque Las Marías, Cementerio De Paucarpata, Urbanización Las Mercedes, Ofelia, Parque Infantil Neptalí Valderrama, Parque Santa Rosa, Urbanización San Agustín, Residencial Pizarro.



4.2.8. Solución final para la Zona 07

En la Tabla 23 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 11803 metros para la Zona 07. En la Figura 65, se observa la ruta de la Zona 07, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 23.
Solución para la Zona 07

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	003	210
2	002	001	37
3	003	005	43
4	004	002	140
5	005	008	56
6	006	007	140
7	007	004	71
8	008	012	74
9	009	006	95
10	010	009	150
11	011	010	76
12	012	018	170
13	013	023	120
14	014	013	38
15	015	016	68
16	016	022	60
17	017	011	71
18	018	020	73
19	019	017	41
20	020	015	170
21	021	028	65
22	022	025	60
23	023	033	130
24	024	014	120
25	025	036	97
26	026	021	61
27	027	026	60
28	028	030	42
29	029	019	170
30	030	031	60

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	031	032	59
32	032	049	48
33	033	034	9
34	034	043	240
35	035	024	120
36	036	035	64
37	037	027	67
38	038	060	19
39	039	038	43
40	040	039	70
41	041	040	47
42	042	037	12
43	043	044	34
44	044	045	65
45	045	042	30
46	046	041	52
47	047	029	68
48	048	051	55
49	049	048	59
50	050	047	55
51	051	052	59
52	052	055	94
53	053	046	66
54	054	053	100
55	055	054	15
56	056	050	56
57	057	056	120
58	058	059	28
59	059	057	130
60	060	061	100
61	061	062	69
62	062	064	46
63	063	066	77
64	064	063	12
65	065	102	75
66	066	065	55
67	067	072	130
68	068	067	68
69	069	068	45
70	070	071	54
71	071	069	48

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	072	073	71
73	073	074	13
74	074	078	70
75	075	080	160
76	076	096	76
77	077	076	110
78	078	075	62
79	079	077	58
80	080	081	75
81	081	082	74
82	082	079	57
83	083	089	62
84	084	083	53
85	085	084	50
86	086	085	49
87	087	086	16
88	088	087	15
89	089	090	51
90	090	092	53
91	091	125	88
92	092	093	50
93	093	094	39
94	094	095	66
95	095	099	130
96	096	088	95
97	098	070	77
98	099	100	57
99	100	105	47
100	101	098	88
101	102	101	22
102	104	107	56
103	105	106	60
104	106	104	64
105	107	110	46
106	109	113	130
107	110	111	13
108	111	109	100
109	112	117	73
110	113	112	180
111	114	123	89
112	115	114	85

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
113	116	115	100
114	117	116	34
115	119	058	63
116	120	119	41
117	121	120	110
118	122	121	63
119	123	124	6
120	124	091	61
121	125	126	19
122	126	135	100
123	127	128	64
124	128	122	54
125	129	131	47
126	130	129	56
127	131	133	81
128	132	130	77
129	133	134	55
130	134	127	200
131	135	158	120
132	136	137	100
133	137	132	66
134	139	140	60
135	140	147	73
136	141	139	11
137	142	144	170
138	143	142	120
139	144	145	40
140	145	141	170
141	146	143	54
142	147	149	52
143	148	146	56
144	149	151	50
145	150	148	51
146	151	152	76
147	152	136	66
148	153	154	190
149	154	150	56
150	155	156	100
151	156	157	110
152	157	153	100
153	158	159	120

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
154	159	160	130
155	160	155	170
TOTAL			11803

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 07 obtenidos del software LINGO. (2023).



Figura 65.
Ruta de la Zona 07



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 07. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 07 recorre la avenida John F. Kennedy, Industrial Cayro, Cipreses, Las Dalias, avenida Jesús, avenida Amauta, Ciro Alegría, Valdelomar, Bastidas, Gonzales Prada, Olaya, Ricardo Palma, Garcilazo de la Vega, Micaela Bastidas, Vallejo, avenida Mariscal Castilla, avenida Javier de Luna Pizarro, Porongoche, Ricardo Palma, San Martín, Olaya, Julio C Tello, Villa Mariátegui, 9 De Octubre, C. 17 De Setiembre, Cooperativa Villa Porongoche, Juan Pablo Vizcardo y Guzmán, 17 De Septiembre, C. 1, C. 2, Ca. 3, C. 4, Unión, Fundo Kennedy, Leoncio Prado, Ilusions, C. Los Geranios, Orquídeas, Violetas, Los Claveles, Gardenias, C. Primavera, Ulrich Neisser, Girasoles, Las Dalias, Viña del Mar, Hospital Edmundo Escomel EsSalud, Parque César Vallejo, Parque Infantil César Vallejo, Infraestructura Deportiva y Parque Infantil de la Urb. Viña del Mar, C - 1B, Parque Leoncio Prado, Losa Deportiva Ulrich Neisser, Parque Inca Amauta, Parque deportivo Urb. Manco Cápac, Parque Alegre Despertar, Parque Santa Rosa, Parque Villa Porongoche, Urbanización Cesar Vallejo, Urbanización Leoncio Prado, Manco Cápac.

4.2.9. Solución final para la Zona 08

En la Tabla 24 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 8752 metros para la Zona 08. En la Figura 66, se observa la ruta de la Zona 08, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 24.
Solución para la Zona 08

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	007	160
2	002	001	43
3	003	004	27
4	004	006	69
5	005	011	58
6	006	005	66
7	007	014	100
8	008	002	150
9	009	008	60
10	010	009	12
11	011	012	49
12	012	013	84
13	013	010	51
14	014	025	120
15	017	018	89
16	018	019	49
17	019	021	50
18	020	017	51
19	021	026	49
20	022	020	50
21	023	022	10
22	024	023	66
23	025	024	45
24	026	028	51
25	028	029	110
26	029	033	51
27	030	060	140
28	031	030	43
29	032	031	13
30	033	032	55

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	034	044	110
32	035	034	34
33	036	037	51
34	037	057	160
35	038	035	54
36	039	038	23
37	040	041	46
38	041	039	20
39	042	040	8
40	043	042	42
41	044	045	40
42	045	051	41
43	046	047	300
44	047	003	130
45	048	046	24
46	049	050	52
47	050	048	50
48	051	052	42
49	052	049	18
50	053	043	51
51	054	053	52
52	055	054	59
53	056	055	17
54	057	063	51
55	058	036	100
56	059	058	55
57	060	059	51
58	061	073	56
59	062	061	52
60	063	064	47
61	064	062	53
62	065	056	100
63	066	065	24
64	067	068	58
65	068	066	48
66	069	076	100
67	070	071	19
68	071	069	51
69	072	070	53
70	073	072	52
71	074	085	45

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	075	074	52
73	076	075	48
74	078	067	120
75	079	078	50
76	080	088	58
77	081	079	54
78	085	086	51
79	086	087	45
80	087	109	62
81	088	090	40
82	089	081	52
83	090	096	97
84	091	095	25
85	092	093	51
86	093	098	100
87	094	138	48
88	095	080	160
89	096	089	48
90	097	092	100
91	098	099	51
92	099	101	50
93	100	097	47
94	101	102	28
95	102	103	61
96	103	105	31
97	105	127	140
98	106	094	55
99	107	100	54
100	108	107	63
101	109	112	22
102	111	108	85
103	112	114	130
104	114	115	50
105	115	116	43
106	116	117	130
107	117	120	51
108	118	111	39
109	119	118	100
110	120	123	140
111	121	119	130
112	122	121	56

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
113	123	124	150
114	124	136	47
115	125	122	150
116	126	132	140
117	127	126	50
118	129	139	58
119	130	129	52
120	131	125	56
121	132	130	52
122	133	131	130
123	134	133	55
124	135	134	46
125	136	137	120
126	137	135	49
127	138	091	170
128	139	106	200
TOTAL			8752

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 08 obtenidos del software LINGO. (2023).

Figura 66.
Ruta de la Zona 08



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 08. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 08 recorre la avenida Jesús, Tupac Amaru, Cesar Vallejo, avenida Revolución, Guevara Argentina, Kunurana, Los Jazmines, Flores, Mariátegui, Tello, Moscú, Olaya, Pekín, Cuba, Vietnam, Mariscal Castilla, Tres Volcanes, Alfonso Ugarte, 1 De Abril, 16 De Junio, 18 De Noviembre, avenida San Francisco, Micaela Bastidas, 7 De Diciembre, De Diciembre, Melgar, 3 De Octubre, Calle Los Olivos, Mártires De Chicago, Lima, Universitaria, 28 De Julio, 6 Estrellas, Palmeras, Federación, Villa Olímpica, avenida Proletario, Jesus Nazareno, Pje. Madre de Dios, C. 3 Volcanes, Pje. Las Flores, Los Ángeles, Pje. Los Olivos, Geraniosesaul, Sta. Rosa, Virgen de Chapi, Huáscar, Parajes, Buenos Aires, avenida Cdad. Blanca, Unión, Horacio, Mendoza, Coronel Gamarra, Progreso, avenida Los Incas, Anahy, José Olaya, 24 De Junio, Olaya, Arguedas, 28 de Julio, Parque Kunurana, Parque El Monolito, Comisaría Ciudad Blanca, Parque Recreacional del Niño, Parque de los Sentidos, Complejo Ciudad Blanca, Estadio Ciudad Blanca, Urbanización Ciudad Blanca.

4.2.10. Solución final para la Zona 09

En la Tabla 25 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 15987 metros para la Zona 09. En la Figura 67, se observa la ruta de la Zona 09, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 25.
Solución para la Zona 09

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	147	13
2	002	013	130
3	003	002	54
4	004	003	52
5	005	004	51
6	006	005	140
7	007	006	46
8	008	012	58
9	009	008	41
10	010	009	12
11	011	007	54
12	012	011	20
13	013	015	41
14	015	001	110
15	016	017	59
16	017	018	56
17	018	019	55
18	019	027	110
19	020	021	53
20	021	023	54
21	022	010	49
22	023	022	150
23	024	025	52
24	025	026	56
25	026	020	110
26	027	028	57
27	028	029	52
28	029	032	110
29	031	033	38
30	032	031	25

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	033	048	80
32	034	035	64
33	035	041	50
34	036	037	54
35	037	038	53
36	038	024	110
37	039	036	27
38	040	039	30
39	041	044	49
40	042	040	49
41	043	042	36
42	044	046	69
43	045	043	69
44	046	049	47
45	047	034	110
46	048	047	31
47	049	148	260
48	051	145	650
49	052	016	14
50	053	054	59
51	054	056	75
52	055	053	63
53	056	059	43
54	057	058	42
55	058	060	87
56	059	057	81
57	060	063	250
58	061	055	650
59	063	064	47
60	064	065	27
61	065	069	48
62	066	144	200
63	067	070	51
64	068	067	40
65	069	082	140
66	070	072	48
67	071	068	71
68	072	074	27
69	073	076	65
70	074	086	48
71	075	071	51

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	076	075	44
73	077	073	130
74	078	077	43
75	079	078	33
76	080	079	66
77	081	080	31
78	082	081	44
79	083	061	1100
80	084	066	190
81	085	084	100
82	086	085	39
83	087	104	75
84	088	087	73
85	089	102	64
86	090	089	51
87	091	095	62
88	092	091	110
89	093	092	47
90	094	093	110
91	095	096	55
92	096	099	49
93	097	094	57
94	098	090	61
95	099	098	56
96	102	103	45
97	103	088	58
98	104	110	140
99	105	097	56
100	106	160	95
101	107	106	29
102	108	107	170
103	109	108	67
104	110	111	25
105	111	112	40
106	112	113	50
107	113	115	110
108	114	156	220
109	115	155	180
110	117	109	110
111	118	117	72
112	119	127	130

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
113	121	123	79
114	122	119	70
115	123	122	61
116	124	121	28
117	125	139	170
118	126	125	73
119	127	128	51
120	128	126	72
121	129	133	76
122	130	118	68
123	131	130	210
124	132	131	64
125	133	132	78
126	134	129	120
127	135	134	54
128	136	135	170
129	137	136	69
130	139	140	120
131	140	141	67
132	141	142	76
133	142	137	120
134	143	151	60
135	144	150	650
136	145	143	190
137	146	051	160
138	147	149	10
139	148	045	400
140	149	146	110
141	150	052	19
142	151	152	63
143	152	153	670
144	153	154	1120
145	154	114	70
146	155	083	70
147	156	157	100
148	157	158	79
149	158	159	28
150	159	124	10
151	160	105	22
TOTAL			15987

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 09 obtenidos del software LINGO. (2023).



Ruta de la Zona 09



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 09. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 09 recorre la avenida Jesús, Coronel Gamarra, avenida Ciudad Blanca, Villa Olímpica, 24 De Junio, 4 De Noviembre, Che Guevara, avenida Los Incas, Progreso, Estadio Ciudad Blanca, 4 De Noviembre, C. 10, C. 11, La Cultura, Mariano Melgar, Los Incas, C. 54, Miguel Grau, Mariategual, Amazonas, Nazca, Posada De Cristo, 10 De Mayo, El Hebreo, Centro Poblado Los Portales, Grifo Chambilla, AA. HH Señor De Los Milagros, Seal Jesús, Zana B - CP Los Portales.



4.2.11. Solución final para la Zona 10

En la Tabla 26 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 8904 metros para la Zona 10. En la Figura 68, se observa la ruta de la Zona 10, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 26.
Solución para la Zona 10

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	002	21
2	002	005	78
3	003	001	180
4	004	003	60
5	005	007	73
6	006	004	76
7	007	009	79
8	008	006	72
9	009	010	89
10	010	011	75
11	011	018	74
12	012	014	73
13	013	012	100
14	014	015	75
15	015	008	110
16	016	130	57
17	017	016	81
18	018	020	59
19	019	053	50
20	020	021	13
21	021	023	73
22	022	019	74
23	023	025	110
24	024	022	68
25	025	028	110
26	026	027	59
27	027	024	46
28	028	029	45
29	029	038	130
30	030	026	49

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	031	030	120
32	032	031	85
33	033	032	26
34	034	037	110
35	035	034	47
36	036	033	87
37	037	052	48
38	038	039	400
39	039	040	74
40	040	044	150
41	041	107	96
42	042	041	61
43	043	042	120
44	044	045	53
45	045	047	150
46	046	064	110
47	047	048	47
48	048	050	57
49	049	046	46
50	050	035	48
51	051	049	59
52	052	051	47
53	053	129	70
54	055	036	110
55	056	058	42
56	057	065	120
57	058	057	55
58	059	055	48
59	060	059	45
60	061	060	41
61	062	061	8
62	063	062	59
63	064	063	49
64	065	066	74
65	066	067	31
66	067	069	44
67	069	070	38
68	070	079	68
69	071	072	61
70	072	073	54
71	073	074	8

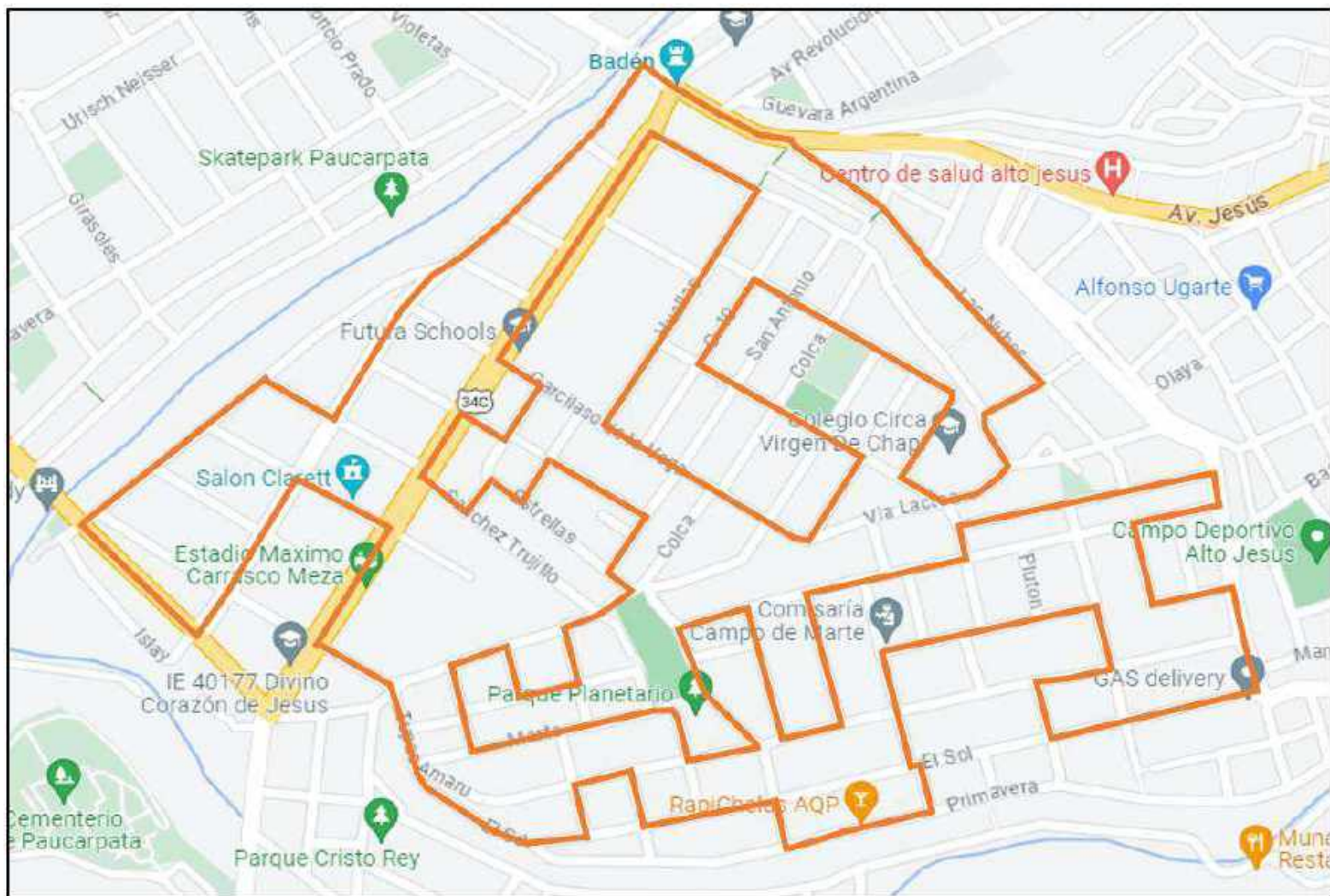
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	074	075	38
73	075	080	94
74	076	013	62
75	077	076	39
76	078	071	60
77	079	078	63
78	080	081	31
79	081	083	65
80	082	086	60
81	083	090	76
82	084	082	62
83	085	077	160
84	086	085	61
85	087	131	60
86	088	089	54
87	089	087	79
88	090	091	81
89	091	093	130
90	092	119	62
91	093	094	37
92	094	096	77
93	095	092	110
94	096	095	41
95	097	098	63
96	098	100	24
97	100	101	22
98	101	102	63
99	102	043	36
100	105	109	140
101	106	105	45
102	107	108	36
103	108	106	48
104	109	110	41
105	110	111	59
106	111	128	61
107	112	113	73
108	113	114	62
109	114	115	60
110	115	116	20
111	116	117	41
112	117	118	47

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
113	118	120	69
114	119	097	150
115	120	123	63
116	122	112	80
117	123	124	8
118	124	125	54
119	125	088	160
120	126	122	66
121	127	126	80
122	128	127	150
123	129	017	49
124	130	056	44
125	131	084	63
TOTAL			8904

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 10 obtenidos del software LINGO. (2023).



Figura 68.
Ruta de la Zona 10



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 10. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 10 recorre la avenida John F. Kennedy, C. Malecón Arica, Valdelomar, Mariscal Sucre, San Román, Sánchez Trujillo, Belaunde, avenida Jesús, Melgar, La Florida, Garcilazo De La Vega, Olaya, avenida Colonia, Los Naranjos, Pje, Los Pinos, Estrellas, Morro De Arica, Mariscal Sucre, Victoria, Libertad, San Antonio, Colca, Amazonas, Las Nubes, C. 10, Huallas, Román Castilla, Ramón Castilla, Mercurio, Vía Láctea, Alto De La Luna, Alto De La Alianza, Los Claveles, Júpiter, Plutón, Urano, Tupac Amaru, San Martín, Sta. Cruz, Dallas, Marte, Pumacahua, El Sol, Primavera, Concordia, Saturno, Miguel Grau, Venus, Ángeles, Ca. Alfonso Ugarte Comité 10, Rosario, Los Olivos, Violetas, Mirlos, Estadio Juan Soto Cabrera, Parque Planetario, Estadio Máximo Carrasco Meza.



4.2.12. Solución final para la Zona 11

En la Tabla 27 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 10300 metros para la Zona 11. En la Figura 69, se observa la ruta de la Zona 11, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 27.
Solución para la Zona 11

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	002	24
2	002	005	130
3	003	016	67
4	004	026	350
5	005	006	71
6	006	004	38
7	007	072	19
8	008	007	82
9	009	008	71
10	010	009	83
11	011	012	20
12	012	013	79
13	013	010	30
14	014	011	60
15	015	021	60
16	016	015	17
17	017	014	86
18	018	019	53
19	019	017	68
20	020	045	70
21	021	020	55
22	022	003	65
23	023	022	68
24	024	034	22
25	025	024	34
26	026	025	62
27	027	030	130
28	028	027	45
29	029	028	73
30	030	031	12

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	031	032	53
32	032	033	89
33	033	037	56
34	034	029	130
35	035	023	63
36	036	035	71
37	037	042	71
38	038	036	29
39	039	038	30
40	040	039	35
41	041	040	21
42	042	043	68
43	043	044	120
44	044	041	73
45	045	052	76
46	046	047	130
47	047	064	100
48	048	049	34
49	049	050	17
50	050	051	28
51	051	059	69
52	052	046	180
53	057	018	300
54	058	057	14
55	059	060	49
56	060	068	110
57	061	062	49
58	062	063	56
59	063	048	93
60	064	065	32
61	065	066	61
62	066	067	8
63	067	061	51
64	068	069	71
65	069	078	50
66	070	058	65
67	071	001	9
68	072	071	77
69	073	075	49
70	074	090	54
71	075	074	50

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	076	073	55
73	077	076	51
74	078	079	52
75	079	088	59
76	080	084	54
77	081	080	48
78	082	070	65
79	083	082	140
80	084	083	22
81	085	086	11
82	086	081	56
83	087	101	50
84	088	087	50
85	089	077	36
86	090	092	50
87	091	089	55
88	092	094	52
89	093	091	48
90	094	096	49
91	095	093	51
92	096	098	51
93	097	095	49
94	098	099	100
95	099	105	99
96	101	102	49
97	102	103	50
98	103	107	47
99	104	097	50
100	105	113	120
101	106	123	54
102	107	104	49
103	108	085	230
104	109	108	33
105	110	109	53
106	111	110	81
107	112	111	58
108	113	120	52
109	114	115	32
110	115	116	100
111	116	119	64
112	117	114	130

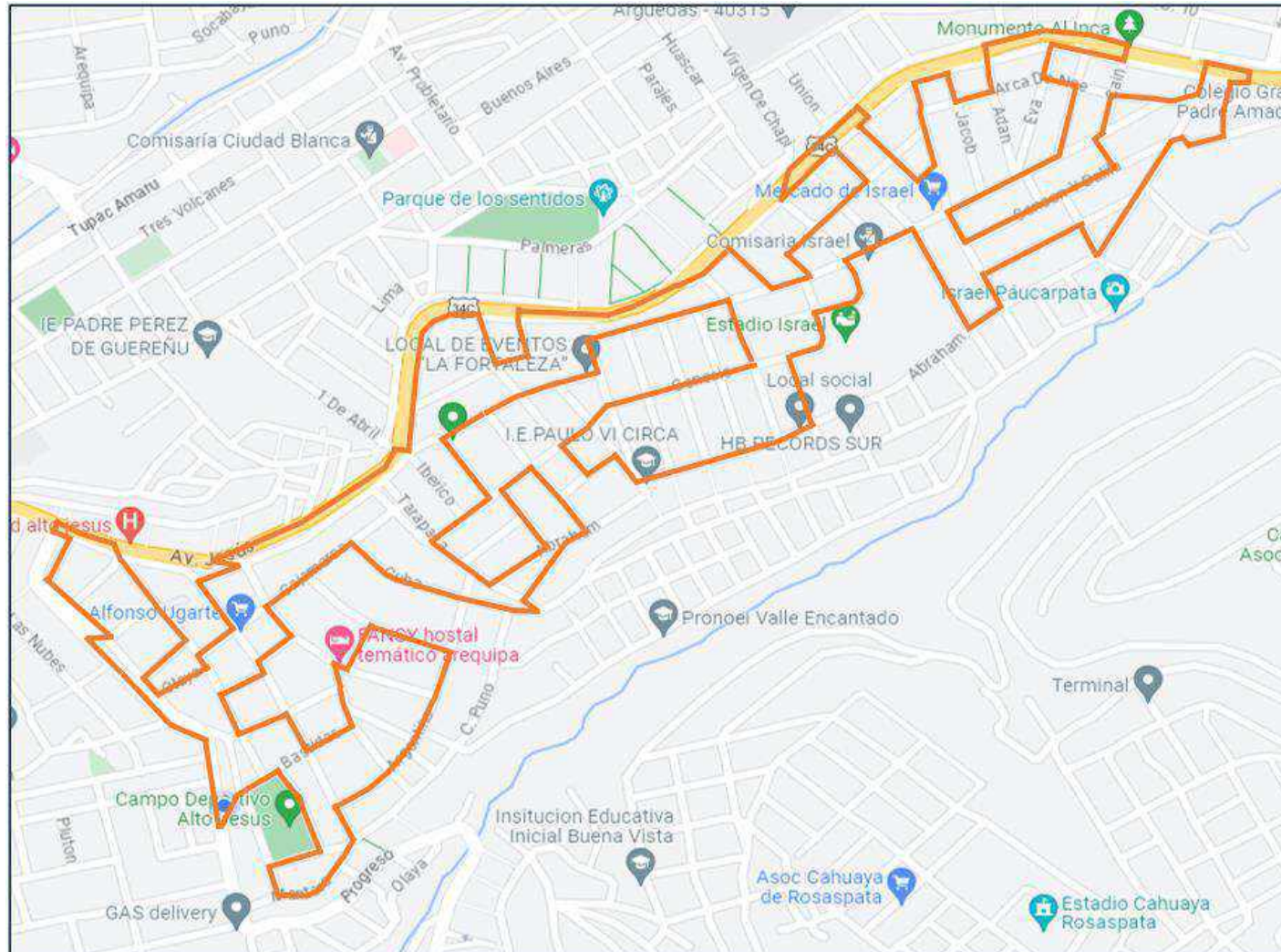
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
113	118	117	37
114	119	169	47
115	120	121	47
116	121	106	160
117	123	124	53
118	124	142	150
119	125	126	50
120	126	138	52
121	127	129	48
122	128	127	33
123	129	118	64
124	130	128	56
125	131	130	25
126	132	131	49
127	133	132	49
128	134	133	49
129	135	136	15
130	136	137	46
131	137	134	50
132	138	139	51
133	139	140	14
134	140	147	50
135	141	125	120
136	142	143	50
137	143	144	100
138	144	162	92
139	145	141	33
140	146	145	80
141	147	151	110
142	148	146	52
143	149	148	14
144	150	153	49
145	151	150	44
146	152	149	60
147	153	155	47
148	154	135	150
149	155	156	54
150	156	157	12
151	157	154	52
152	158	159	11
153	159	160	29

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
154	160	161	46
155	161	152	66
156	162	163	76
157	163	165	37
158	165	166	42
159	166	167	33
160	167	158	61
161	168	112	94
162	169	168	51
TOTAL			10300

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 11 obtenidos del software LINGO. (2023).

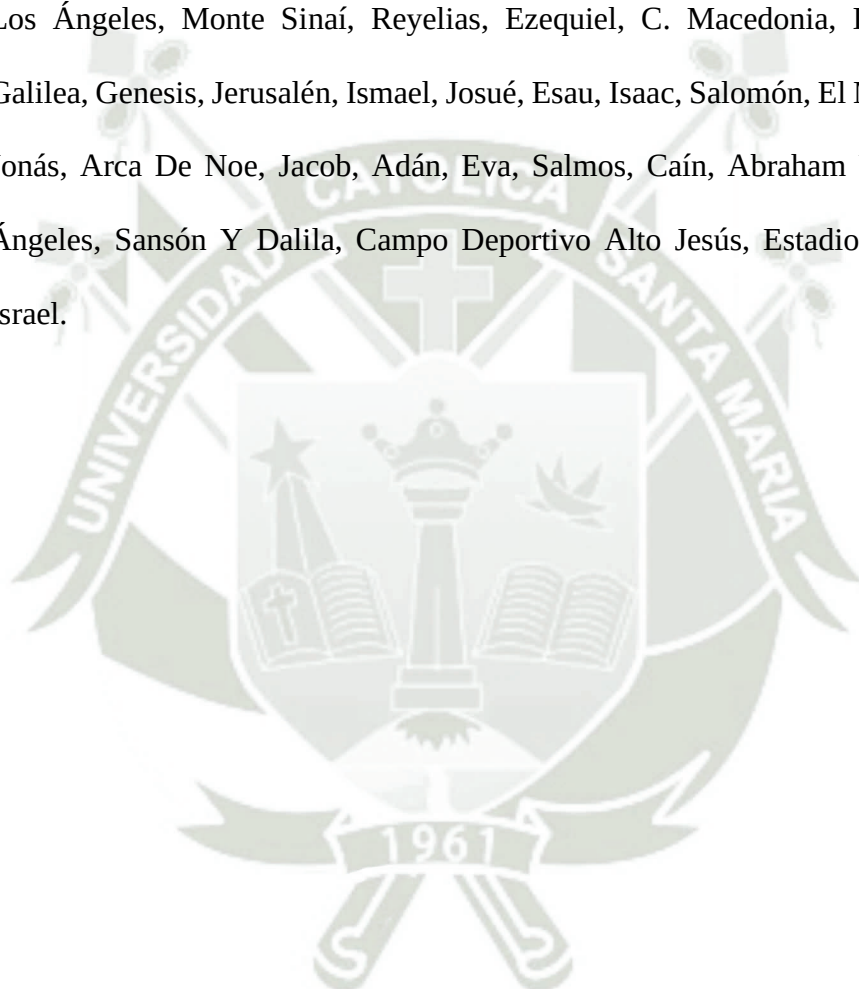


Figura 69.
Ruta de la Zona 11



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 11. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 11 recorre la avenida Jesús, Alto De La Luna, Alto De La Alianza, Ica, Andahuaylas, Ancash, San Martín, Olaya, avenida Garcilazo De La Vega, Huancavelica, Tumbes, Cajamarca, Tupac Amaru, Bastidas, Junín, Mantaro, Argentina, Cuzco, Atahualpa, C. Puno, M. Cápac, Iquitos, Brasil, Cuba, Torre de Babel, Tarapacá, Ibérico, Jerusalén, Abraham, Pedro Vilcapaza II, Nazaret, Moisés, Los Ángeles, Monte Sinaí, Reyelias, Ezequiel, C. Macedonia, Damasco, Belén, Galilea, Genesis, Jerusalén, Ismael, Josué, Esau, Isaac, Salomón, El Mesías, Jeremías, Jonás, Arca De Noe, Jacob, Adán, Eva, Salmos, Caín, Abraham Valdelomar, Los Ángeles, Sansón Y Dalila, Campo Deportivo Alto Jesús, Estadio Israel, Mercado Israel.



4.2.13. Solución final para la Zona 12

En la Tabla 28 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 9292 metros para la Zona 12. En la Figura 70, se observa la ruta de la Zona 12, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 28.
Solución para la Zona 12

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	004	91
2	002	003	55
3	003	006	110
4	004	005	62
5	005	002	92
6	006	013	180
7	007	016	120
8	008	010	37
9	009	008	55
10	010	007	76
11	011	009	19
12	012	011	54
13	013	020	35
14	014	015	57
15	015	012	130
16	016	070	1600
17	017	019	74
18	018	017	6
19	019	014	39
20	020	021	47
21	021	076	10
22	022	024	58
23	023	034	59
24	024	026	56
25	025	023	58
26	026	028	54
27	027	025	57
28	028	030	60
29	029	027	56
30	030	031	450

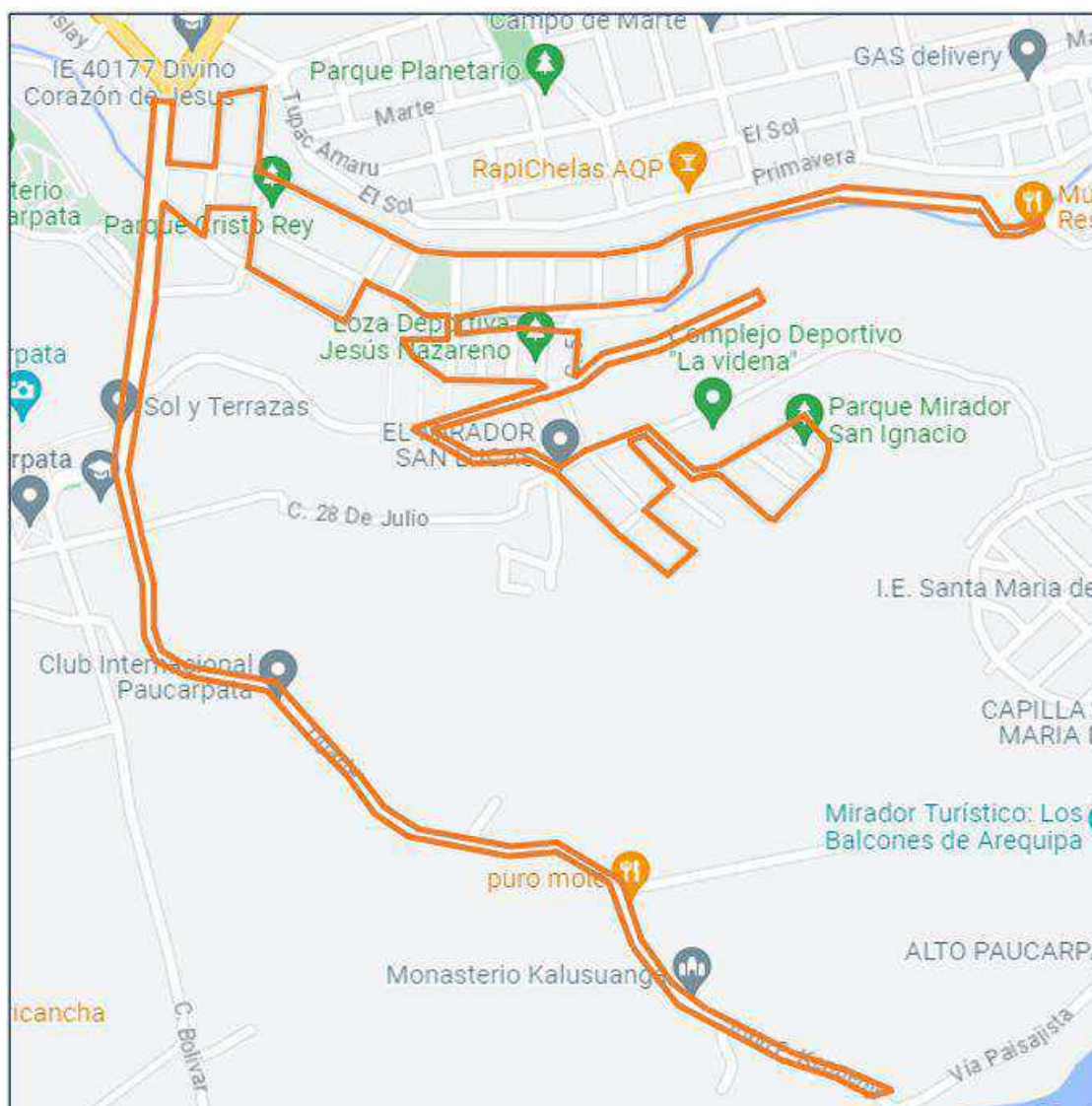
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	031	032	10
32	032	033	450
33	033	029	130
34	034	040	18
35	035	039	66
36	036	035	80
37	037	077	37
38	038	037	36
39	039	018	18
40	040	041	35
41	041	042	38
42	042	043	36
43	043	047	42
44	044	038	35
45	045	064	300
46	046	045	10
47	047	078	62
48	048	044	170
49	049	069	44
50	050	066	98
51	051	053	80
52	052	050	80
53	053	052	46
54	055	051	43
55	056	055	81
56	057	056	24
57	058	057	110
58	059	058	96
59	060	059	50
60	061	063	81
61	062	060	69
62	063	062	48
63	064	065	155
64	065	049	170
65	066	048	180
66	067	079	85
67	068	067	24
68	069	068	49
69	070	071	10
70	071	072	1600
71	072	073	120

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	073	074	44
73	074	075	91
74	075	001	10
75	076	022	54
76	077	036	10
77	078	046	300
78	079	061	10
TOTAL			9292

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 12 obtenidos del software LINGO. (2023).



Figura 70.
Ruta de la Zona 12



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 12. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 12 recorre la calle Independencia, Los Naranjos, avenida Cristo Rey, Pje. Cristo Rey, C. Secundaria, Ca. 3, C. 28 De Julio, Ca. 3, Ca. 2, Ca. 1, C. 5, C. 4, Cristo Rey, Parque Cristo Rey, Loza Deportiva Jesús Nazareno, Complejo Deportivo "La Videna", Parque Mirador San Ignacio, Ugarte, Club Internacional Paucarpata, El Mirador San Lucas.



4.2.14. Solución final para la Zona 13

En la Tabla 29 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 16913 metros para la Zona 13. En la Figura 71, se observa la ruta de la Zona 13, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 29.
Solución para la Zona 13

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	002	500
2	002	003	94
3	003	004	130
4	004	005	110
5	005	006	93
6	006	007	80
7	007	008	120
8	008	009	140
9	009	100	100
10	010	011	63
11	011	012	19
12	012	013	16
13	013	015	94
14	015	016	37
15	016	018	50
16	018	020	52
17	019	021	49
18	020	019	95
19	021	023	55
20	022	029	51
21	023	113	48
22	024	022	52
23	025	026	79
24	026	027	50
25	027	024	52
26	029	030	49
27	030	031	52
28	031	032	48
29	032	033	50
30	033	034	51

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	034	035	55
32	035	036	50
33	036	037	57
34	037	038	97
35	038	039	59
36	039	040	120
37	040	041	52
38	041	042	32
39	042	043	21
40	043	052	260
41	044	047	54
42	045	044	52
43	046	061	52
44	047	048	53
45	048	068	53
46	049	059	63
47	050	049	53
48	051	053	92
49	052	051	90
50	053	045	160
51	055	056	110
52	056	057	50
53	057	067	63
54	058	065	50
55	059	058	52
56	060	046	110
57	061	062	60
58	062	063	54
59	063	107	170
60	065	066	54
61	066	069	130
62	067	050	53
63	068	055	52
64	069	070	18
65	070	071	693
66	071	060	850
67	072	102	30
68	073	074	140
69	074	112	110
70	076	103	500
71	077	076	400

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	078	077	450
73	079	080	850
74	080	101	1100
75	082	092	100
76	083	084	48
77	084	086	48
78	085	087	48
79	086	085	100
80	087	089	110
81	089	090	46
82	090	093	52
83	091	083	100
84	092	091	56
85	093	094	350
86	094	095	450
87	095	096	290
88	096	097	160
89	097	098	650
90	098	099	96
91	099	106	10
92	100	010	290
93	101	115	10
94	102	073	170
95	103	072	56
96	104	082	42
97	105	116	750
98	106	105	270
99	107	108	55
100	108	109	44
101	109	078	350
102	110	079	500
103	111	110	62
104	112	111	30
105	113	114	53
106	114	025	54
107	115	104	1300
108	116	001	10
TOTAL			16913

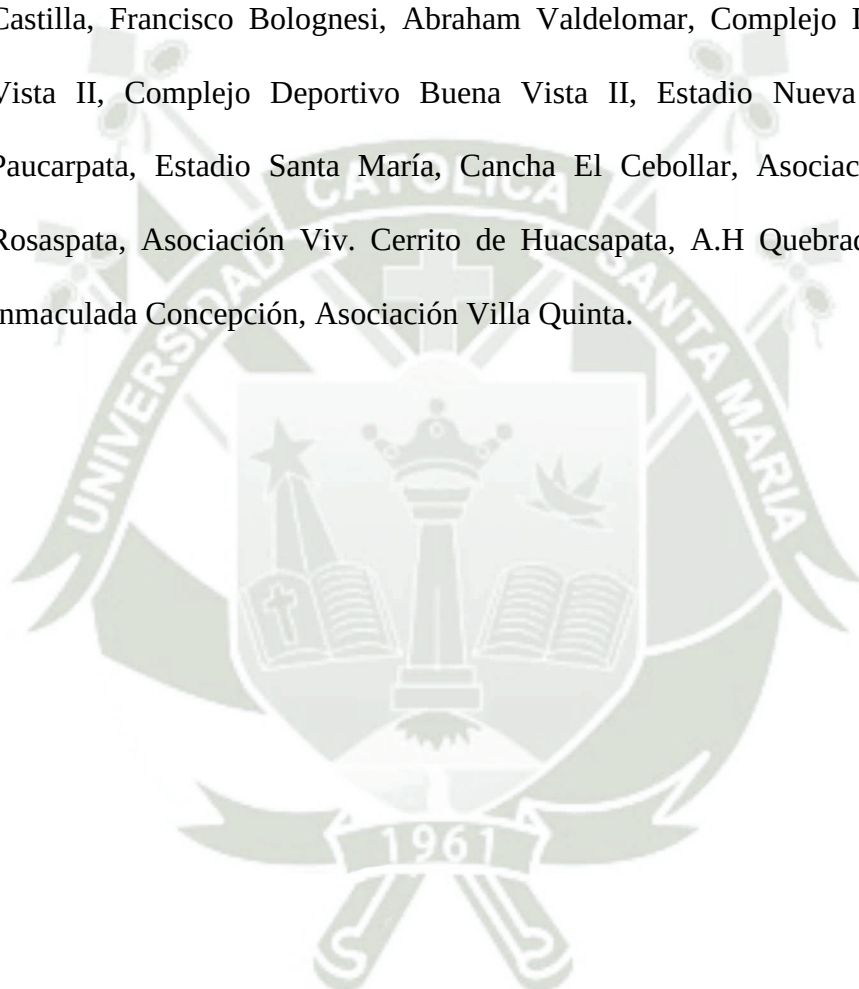
Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 13 obtenidos del software LINGO. (2023).

Figura 71.
Ruta de la Zona 13



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 13. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 13 recorre la calle Progreso, El Sol, Primavera, Alto De La Luna, Mariategui, Ugarte, Olaya, Palma, Santo Domingo, PJ Nueva Alborada, avenida Revolución, C. San Miguel de Piura, Daniel Alcides Carrion, Mariano Melgar, Micaela Bastidas, Andrés Avelino Cáceres, Inca Garcilazo De La Vega, Tupac Amarú, Miguel Grau, Alfonso Ugarte, avenida Héroes del Cenepa, Mariscal Castilla, Francisco Bolognesi, Abraham Valdelomar, Complejo Deportivo Buena Vista II, Complejo Deportivo Buena Vista II, Estadio Nueva Alborada, Alto Paucarpata, Estadio Santa María, Cancha El Cebollar, Asociación Cahuaya de Rosaspata, Asociación Viv. Cerrito de Huacsapata, A.H Quebrada, Urbanización Inmaculada Concepción, Asociación Villa Quinta.



4.2.15. Solución final para la Zona 14

En la Tabla 30 se pueden observar los arcos óptimos, las distancias y los nodos a tomar en cuenta para la ruta optimizada, siendo un total 7759 metros para la Zona 14. En la Figura 72, se observa la ruta de la Zona 14, considerando el sentido de las avenidas y calles con una flecha de color azul.

Tabla 30.
Solución para la Zona 14

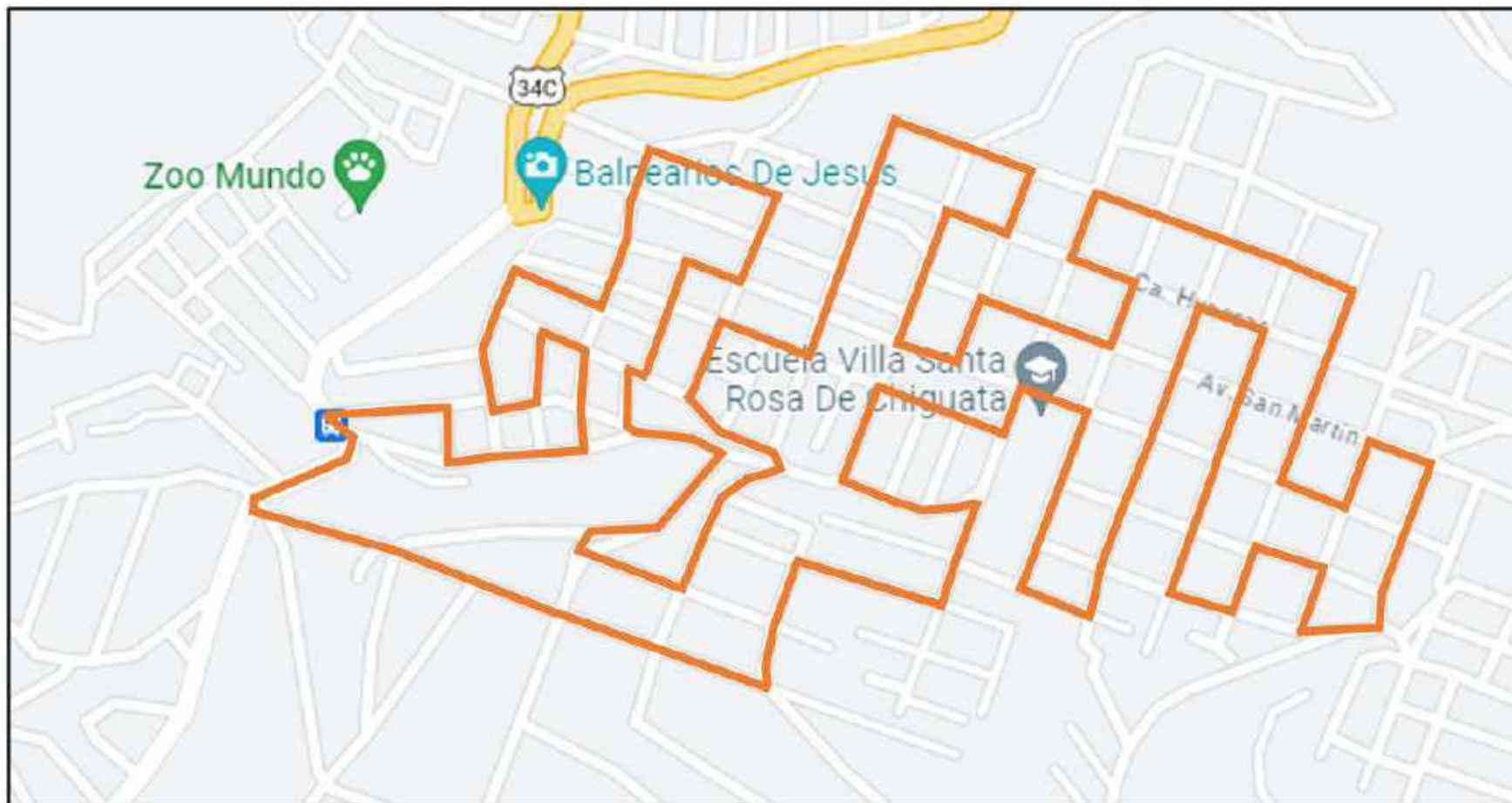
Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
1	001	107	190
2	002	001	130
3	003	006	60
4	004	002	61
5	005	004	52
6	006	012	78
7	007	005	48
8	008	009	47
9	009	007	45
10	010	003	56
11	011	010	46
12	012	013	49
13	013	008	59
14	014	017	50
15	015	014	59
16	016	096	51
17	017	023	33
18	018	019	99
19	019	011	43
20	020	018	29
21	021	020	44
22	022	025	62
23	023	022	49
24	024	016	86
25	025	027	45
26	026	021	60
27	027	030	52
28	028	026	45
29	029	028	88
30	030	029	54

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
31	031	033	65
32	032	094	51
33	033	032	32
34	034	031	48
35	035	039	68
36	036	035	72
37	037	036	43
38	038	037	33
39	039	041	73
40	040	034	160
41	041	040	69
42	042	043	75
43	043	038	68
44	044	045	73
45	045	050	71
46	046	042	75
47	047	048	75
48	048	077	82
49	049	046	73
50	050	049	71
51	051	044	71
52	052	051	73
53	053	057	73
54	054	053	70
55	055	054	73
56	056	052	73
57	057	058	72
58	058	059	74
59	059	073	81
60	060	056	72
61	061	060	68
62	062	061	73
63	063	065	75
64	064	062	75
65	065	064	74
66	066	063	69
67	067	066	79
68	068	067	70
69	069	070	71
70	070	068	120
71	071	069	78

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA (m)
72	072	071	63
73	073	074	71
74	074	072	67
75	075	055	82
76	076	075	70
77	077	078	69
78	078	080	51
79	079	076	52
80	080	079	77
81	081	086	82
82	082	081	47
83	083	082	160
84	084	103	70
85	085	084	39
86	086	089	68
87	087	047	50
88	088	087	47
89	089	091	42
90	090	088	41
91	091	093	54
92	092	090	54
93	093	092	110
94	094	095	48
95	095	024	50
96	096	097	81
97	097	085	73
98	098	015	87
99	099	098	110
100	100	108	60
101	101	102	190
102	102	106	110
103	103	100	140
104	104	083	73
105	105	104	69
106	106	105	130
107	107	101	170
108	108	099	71
TOTAL			7759

Nota. En la tabla se observa los arcos y distancias de la Zona 14 obtenidos del software LINGO. (2023).

Figura 72.
Ruta de la Zona 14



Nota. En la figura se observa la ruta propuesta de la Zona 14. GoogleMaps (2023).

La ruta de la Zona 14 recorre la avenida Jesús, Zoo Mundo, Piscina Baños, Balnearios De Jesús, avenida San Martín, Ca. Atahualpa, Ca. Huáscar, Ca. San Francisco, avenida Revolución, Parque Rosales de Chiguata, Complejo Deportivo Mirador de Jesús, StarNet, PE-34C, Baños Termales de Jesús, Villa Santa Rosa.

4.2.16. Detalles de las rutas propuestas

Con las distancias calculadas en los modelos matemáticos, se tiene la distancia total de las nuevas rutas de recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata, las cuales se observan en la Tabla 31.

Tabla 31.
Distancia y tiempo de las rutas propuestas

RUTA	DISTANCIA RECORRIDA (KM)	TIEMPO EFECTIVO (HRS)	VEHICULO RECOLECTOR ASIGNADO	VELOCIDAD PROMEDIO DEL VEHICULO RECOLECTOR (Km/h)
Zona 01	11.528	1.924540902	Compactadora N°04	5.99
Zona 02	11.211	2.05706422	Compactadora N°02	5.45
Zona 03	12.433	2.082579564	Compactadora N°03	5.97
Zona 04	11.748	2.15559633	Compactadora N°02	5.45
Zona 05	10.181	1.868073394	Compactadora N°01	5.45
Zona 06	11.71	2.148623853	Compactadora N°01	5.45
Zona 07	11.803	2.165688073	Compactadora N°06	5.45
Zona 08	8.752	1.60587156	Compactadora N°07	5.45
Zona 09	15.987	2.677889447	Compactadora N°03	5.97
Zona 10	8.904	1.633761468	Compactadora N°06	5.45
Zona 11	10.3	1.889908257	Compactadora N°07	5.45
Zona 12	9.292	1.64751773	Compactadora N°08	5.64
Zona 13	16.913	2.823539232	Compactadora N°04	5.99
Zona 14	7.759	1.37570922	Compactadora N°08	5.64
TOTAL	158.521	28.05636325		

Nota. En la tabla se observa las distancias y tiempos de las rutas propuestas. (2023).

A continuación, se presentan las distancias y tiempos actuales y propuestos para el sistema de rutas de recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata las cuales se observan en la Tabla 32.

Tabla 32.
Rutas actuales y rutas propuestas

Distancias Recorridas					
Distribución Actual			Distribución Propuesta		
Ruta	Distancia Recorrida (km)	Tiempo (hrs)	Ruta	Distancia Recorrida (km)	Tiempo (hrs)
1	10.125	1.857798	1	11.528	1.924541
2	10.355	1.900000	2	11.211	2.057064
3	9.655	1.768315	3	12.433	2.082580
4	12.77	2.131886	4	11.748	2.155596
5	10.5	1.858407	5	10.181	1.868073
6	12.221	2.242385	6	11.71	2.148624
7	10.16	1.864220	7	11.803	2.165688
8	12.8	2.269504	8	8.752	1.605872
9	9.65	0.975733	9	15.987	2.677889
10	10.93	1.121026	10	8.904	1.633761
11	9.75	0.987842	11	10.3	1.889908
12	20.56	3.443886	12	9.292	1.647518
13	13.3	1.481069	13	16.913	2.823539
14	11.69	1.331435	14	7.759	1.375709
15	9.45	0.969231			
16	8.14	0.906459			
17	9.225	1.545226			
18	10.981	1.250683			
TOTAL	202.262	29.905106	TOTAL	158.521	28.056363

Nota. En la tabla se observa las distancias y tiempos de las rutas propuestas. (2023).

Dentro de las rutas actuales se tiene una distancia de 202.26 kilómetros de recorrido actual y 29.90 horas, al momento de compararlo con la distancia propuesta de 158.52 kilómetros y 28.06 horas, hay una reducción de 43.74 kilómetros y 1.85 horas, lo que equivale al 21.63% y 6.18% respectivamente.

No hubo reubicación de contenedores debido a que las catorce rutas propuestas pasan por la totalidad de estos, además de que se encuentran en constante reposición.





CAPÍTULO V

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1. Distancias recorridas

5.1.1. Distancia recorrida actual

Las distancias recorridas en las 18 rutas actuales se presentan en la Tabla 33, incluyendo las distancias semanales, mensuales y anuales.

Tabla 33.
Distancia recorrida actual

Ruta	Distancia Recorrida por Ruta (km)	Distancia Recorrida Semanal (km)	Distancia Recorrida Mensual (km)	Distancia Recorrida Anual (km)
Ruta 1	10.125	30.375	121.500	1458.000
Ruta 2	10.355	31.065	124.260	1491.120
Ruta 3	9.655	28.965	115.860	1390.320
Ruta 4	12.77	38.310	153.240	1838.880
Ruta 5	10.5	31.500	126.000	1512.000
Ruta 6	12.221	36.663	146.652	1759.824
Ruta 7	10.16	30.480	121.920	1463.040
Ruta 8	12.8	38.400	153.600	1843.200
Ruta 9	9.65	28.950	115.800	1389.600
Ruta 10	10.93	32.790	131.160	1573.920
Ruta 11	9.75	29.250	117.000	1404.000
Ruta 12	20.56	61.680	246.720	2960.640
Ruta 13	13.3	39.900	159.600	1915.200
Ruta 14	11.69	35.070	140.280	1683.360
Ruta 15	9.45	28.350	113.400	1360.800
Ruta 16	8.14	24.420	97.680	1172.160
Ruta 17	9.225	27.675	110.700	1328.400
Ruta 18	10.981	32.943	131.772	1581.264
Total	202.262	606.786	2427.144	29125.728

Nota. Distancia recorrida actual. (2023).

5.1.2. Distancia recorrida propuesta

Las distancias recorridas en las 14 rutas propuestas se presentan en la Tabla 34, incluyendo las distancias semanales, mensuales y anuales.

Tabla 34.
Distancia recorrida propuesta

Ruta	Distancia Recorrida por Ruta (km)	Distancia Recorrida Semanal (km)	Distancia Recorrida Mensual (km)	Distancia Recorrida Anual (km)
Ruta 1	11.528	34.584	138.336	1660.032
Ruta 2	11.211	33.633	134.532	1614.384
Ruta 3	12.433	37.299	149.196	1790.352
Ruta 4	11.748	35.244	140.976	1691.712
Ruta 5	10.181	30.543	122.172	1466.064
Ruta 6	11.71	35.130	140.520	1686.240
Ruta 7	11.803	35.409	141.636	1699.632
Ruta 8	8.752	26.256	105.024	1260.288
Ruta 9	15.987	47.961	191.844	2302.128
Ruta 10	8.904	26.712	106.848	1282.176
Ruta 11	10.3	30.900	123.600	1483.200
Ruta 12	9.292	27.876	111.504	1338.048
Ruta 13	16.913	50.739	202.956	2435.472
Ruta 14	7.759	23.277	93.108	1117.296
Total	158.521	475.563	1902.252	22827.024

Nota. Distancia recorrida propuesta (2023).

5.1.3. Distribución actual y propuesta

A continuación, se evidencia la disminución en las distancias recorridas semanal, mensual y anualmente, de forma que semanalmente los recorridos se acortan 131.22 kilómetros, mensualmente 524.89 kilómetros y anualmente 6298.70 kilómetros, siendo un 21.63% menos semanal, mensual y anualmente.

Tabla 35.
Distribución actual y propuesta

	Actual	Propuesto	Diferencia
Km/sem	606.79	475.56	131.22
Km/mes	2427.14	1902.25	524.89
Km/año	29125.73	24729.28	6298.70

Nota. Distribución actual y propuesta (2023).

5.2. Costo de Combustible

5.2.1. Costo de combustible actual

Para el cálculo del combustible se estimó el gasto de combustible por cada kilómetro recorrido, considerando un promedio de 8 kilómetros por galón para las compactadoras (Municipalidad distrital de Paucarpata, 2021)

Para los volquetes se estimó un promedio de 8.6 kilómetros por galón y para los volquetes un promedio de 8.55 kilómetros por galón (Municipalidad distrital de Paucarpata, 2021)

Los vehículos de recolección utilizan Gasohol de 84 octanos, con excepción de la camioneta la cual utiliza Gasohol de 90 octanos, pero al tratarse de un vehículo que solo es utilizado para la inspección no se toma en cuenta en el costo de combustible.

El costo por galón actual promedio es de S/. 15.23 nuevos soles a la fecha 15/06/2023. Este dato fue obtenido al realizar la consulta en la página web PerúCombustibles, página que brinda y permite realizar consultas sobre el precio de combustible en un determinado grifo. Para este caso el grifo en el cual se abastecen los vehículos recolectores es el Grifo Municipal Paucarpata y el Grifo Repsol Porongoch, dependiendo de las rutas de recolección. (PerúCombustibles, 2023)

Al costo total fue necesario aplicar un Factor de corrección de Precio Social del Combustible (PSC), de acuerdo con lo establecido por el Ministerio de Economía y Finanzas, el cual se aplica al costo de precio mercado con la finalidad de ajustar los costos al sector público. Este Factor de Corrección es de 0.676 para Gasolina 84 (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021). El costo de combustible anual asciende a S/. 36,442.74 como se puede observar en la Tabla 36.

En la Tabla 36 se observa el costo semanal, mensual y anual de combustible en el sistema de recolección y transporte de residuos sólidos siendo un total de S/. 36,442.74 nuevos soles al año.

Tabla 36.
Costo de Combustible Actual

Ruta	Frecuencia de rutas por semana	Distancia Recorrida por Ruta (km)	Distancia Recorrida Semanal (km)	Distancia Recorrida Mensual (km)	Distancia Recorrida Anual (km)	Gal/km	Gal/Ruta	Gal/Semana	Gal/Mes	Gal/Año	Precio Gasohol de 84 octanos	Costo por Ruta	Costo Semanal	Costo Mensual	Costo Anual	Factor de corrección (Precio Social de Combustible)	Costo por Ruta (Precio Social de Combustible)	Costo Semanal (Precio Social de Combustible)	Costo Mensual (Precio Social de Combustible)	Costo Anual (Precio Social de Combustible)
Ruta 1	3	10.125	30.375	121.500	1458.000	0.125	1.27	3.797	15.19	182.25	S/ 15.23	S/ 19.28	S/ 57.83	S/ 231.31	S/ 2,775.67	0.676	S/ 13.03	S/ 39.09	S/ 156.36	S/ 1,876.35
Ruta 2	3	10.355	31.065	124.260	1491.120	0.125	1.29	3.883	15.53	186.39	S/ 15.23	S/ 19.71	S/ 59.14	S/ 236.56	S/ 2,838.72	0.676	S/ 13.33	S/ 39.98	S/ 159.91	S/ 1,918.97
Ruta 3	3	9.655	28.965	115.860	1390.320	0.125	1.21	3.621	14.48	173.79	S/ 15.23	S/ 18.38	S/ 55.14	S/ 220.57	S/ 2,646.82	0.676	S/ 12.43	S/ 37.28	S/ 149.10	S/ 1,789.25
Ruta 4	3	12.77	38.310	153.240	1838.880	0.125	1.60	4.789	19.16	229.86	S/ 15.23	S/ 24.31	S/ 72.93	S/ 291.73	S/ 3,500.77	0.676	S/ 16.43	S/ 49.30	S/ 197.21	S/ 2,366.52
Ruta 5	3	10.5	31.500	126.000	1512.000	0.125	1.31	3.938	15.75	189.00	S/ 15.23	S/ 19.99	S/ 59.97	S/ 239.87	S/ 2,878.47	0.676	S/ 13.51	S/ 40.54	S/ 162.15	S/ 1,945.85
Ruta 6	3	12.221	36.663	146.652	1759.824	0.125	1.53	4.583	18.33	219.98	S/ 15.23	S/ 23.27	S/ 69.80	S/ 279.19	S/ 3,350.26	0.676	S/ 15.73	S/ 47.18	S/ 188.73	S/ 2,264.78
Ruta 7	3	10.16	30.480	121.920	1463.040	0.125	1.27	3.810	15.24	182.88	S/ 15.23	S/ 19.34	S/ 58.03	S/ 232.11	S/ 2,785.26	0.676	S/ 13.08	S/ 39.23	S/ 156.90	S/ 1,882.84
Ruta 8	3	12.8	38.400	153.600	1843.200	0.125	1.60	4.800	19.20	230.40	S/ 15.23	S/ 24.37	S/ 73.10	S/ 292.42	S/ 3,508.99	0.676	S/ 16.47	S/ 49.42	S/ 197.67	S/ 2,372.08
Ruta 9	3	9.65	28.950	115.800	1389.600	0.116	1.12	3.366	13.47	161.58	S/ 15.23	S/ 17.09	S/ 51.27	S/ 205.07	S/ 2,460.88	0.676	S/ 11.55	S/ 34.66	S/ 138.63	S/ 1,663.56
Ruta 10	3	10.93	32.790	131.160	1573.920	0.116	1.27	3.813	15.25	183.01	S/ 15.23	S/ 19.36	S/ 58.07	S/ 232.28	S/ 2,787.30	0.676	S/ 13.08	S/ 39.25	S/ 157.02	S/ 1,884.22
Ruta 11	3	9.75	29.250	117.000	1404.000	0.116	1.13	3.401	13.60	163.26	S/ 15.23	S/ 17.27	S/ 51.80	S/ 207.20	S/ 2,486.39	0.676	S/ 11.67	S/ 35.02	S/ 140.07	S/ 1,680.80
Ruta 12	3	20.56	61.680	246.720	2960.640	0.125	2.57	7.710	30.84	370.08	S/ 15.23	S/ 39.14	S/ 117.42	S/ 469.69	S/ 5,636.32	0.676	S/ 26.46	S/ 79.38	S/ 317.51	S/ 3,810.15
Ruta 13	3	13.3	39.900	159.600	1915.200	0.117	1.56	4.667	18.67	224.00	S/ 15.23	S/ 23.69	S/ 71.07	S/ 284.29	S/ 3,411.52	0.676	S/ 16.02	S/ 48.05	S/ 192.18	S/ 2,306.19
Ruta 14	3	11.69	35.070	140.280	1683.360	0.117	1.37	4.102	16.41	196.88	S/ 15.23	S/ 20.82	S/ 62.47	S/ 249.88	S/ 2,998.55	0.676	S/ 14.08	S/ 42.23	S/ 168.92	S/ 2,027.02
Ruta 15	3	9.45	28.350	113.400	1360.800	0.116	1.10	3.297	13.19	158.23	S/ 15.23	S/ 16.74	S/ 50.21	S/ 200.82	S/ 2,409.88	0.676	S/ 11.31	S/ 33.94	S/ 135.76	S/ 1,629.08
Ruta 16	3	8.14	24.420	97.680	1172.160	0.117	0.95	2.856	11.42	137.09	S/ 15.23	S/ 14.50	S/ 43.50	S/ 174.00	S/ 2,087.95	0.676	S/ 9.80	S/ 29.41	S/ 117.62	S/ 1,411.46
Ruta 17	3	9.225	27.675	110.700	1328.400	0.125	1.15	3.459	13.84	166.05	S/ 15.23	S/ 17.56	S/ 52.69	S/ 210.75	S/ 2,528.94	0.676	S/ 11.87	S/ 35.62	S/ 142.46	S/ 1,709.56
Ruta 18	3	10.981	32.943	131.772	1581.264	0.117	1.28	3.853	15.41	184.94	S/ 15.23	S/ 19.56	S/ 58.68	S/ 234.72	S/ 2,816.68	0.676	S/ 13.22	S/ 39.67	S/ 158.67	S/ 1,904.08
Total	54	202.262	606.786	2427.144	29125.728			24.581	73.743	294.974	3539.684	S/ 374	S/ 1,123.11	S/ 4,492.45	S/ 53,909		S/ 253.07	S/ 759.22	S/ 3,036.90	S/ 36,442.74

Nota. En la tabla se observa el costo semanal, mensual y anual de combustible en el sistema de recolección y transporte de residuos sólidos. Municipalidad distrital de Paucarpata (2023).

5.2.2. Costo de combustible propuesto

Se estima los costos anuales para las rutas propuestas los cuales ascienden a S/. 28,627.79 nuevos soles en la Tabla 37.

Tabla 37.
Costo de Combustible Propuesto

Ruta	Frecuencia de rutas por semana	Distancia Recorrida por Ruta (km)	Distancia Recorrida Semanal (km)	Distancia Recorrida Mensual (km)	Distancia Recorrida Anual (km)	Gal/km	Gal/Ruta	Gal/Semana	Gal/Mes	Gal/Año	Precio Gasohol de 84 octanos	Costo por Ruta	Costo Semanal	Costo Mensual	Costo Anual	Factor de corrección (Precio Social de Combustible)	Costo por Ruta (Precio Social de Combustible)	Costo Semanal (Precio Social de Combustible)	Costo Mensual (Precio Social de Combustible)	Costo Anual (Precio Social de Combustible)
Ruta 1	3	11.528	34.584	138.336	1660.032	0.125	1.44	4.323	17.29	207.50	S/ 15.23	S/ 21.95	S/ 65.84	S/ 263.36	S/ 3,160.29	0.676	S/ 14.84	S/ 44.51	S/ 178.03	S/ 2,136.35
Ruta 2	3	11.211	33.633	134.532	1614.384	0.125	1.40	4.204	16.82	201.80	S/ 15.23	S/ 21.34	S/ 64.03	S/ 256.12	S/ 3,073.38	0.676	S/ 14.43	S/ 43.28	S/ 173.13	S/ 2,077.61
Ruta 3	3	12.433	37.299	149.196	1790.352	0.125	1.55	4.662	18.65	223.79	S/ 15.23	S/ 23.67	S/ 71.01	S/ 284.03	S/ 3,408.38	0.676	S/ 16.00	S/ 48.00	S/ 192.01	S/ 2,304.07
Ruta 4	3	11.748	35.244	140.976	1691.712	0.125	1.47	4.406	17.62	211.46	S/ 15.23	S/ 22.37	S/ 67.10	S/ 268.38	S/ 3,220.60	0.676	S/ 15.12	S/ 45.36	S/ 181.43	S/ 2,177.12
Ruta 5	3	10.181	30.543	122.172	1466.064	0.125	1.27	3.818	15.27	183.26	S/ 15.23	S/ 19.38	S/ 58.15	S/ 232.58	S/ 2,791.02	0.676	S/ 13.10	S/ 39.31	S/ 157.23	S/ 1,886.73
Ruta 6	3	11.71	35.130	140.520	1686.240	0.125	1.46	4.391	17.57	210.78	S/ 15.23	S/ 22.29	S/ 66.88	S/ 267.51	S/ 3,210.18	0.676	S/ 15.07	S/ 45.21	S/ 180.84	S/ 2,170.08
Ruta 7	3	11.803	35.409	141.636	1699.632	0.125	1.48	4.426	17.70	212.45	S/ 15.23	S/ 22.47	S/ 67.41	S/ 269.64	S/ 3,235.67	0.676	S/ 15.19	S/ 45.57	S/ 182.28	S/ 2,187.32
Ruta 8	3	8.752	26.256	105.024	1260.288	0.125	1.09	3.282	13.13	157.54	S/ 15.23	S/ 16.66	S/ 49.98	S/ 199.94	S/ 2,399.27	0.676	S/ 11.26	S/ 33.79	S/ 135.16	S/ 1,621.91
Ruta 9	3	15.987	47.961	191.844	2302.128	0.116	1.86	5.577	22.31	267.69	S/ 15.23	S/ 28.31	S/ 84.94	S/ 339.74	S/ 4,076.91	0.676	S/ 19.14	S/ 57.42	S/ 229.67	S/ 2,755.99
Ruta 10	3	8.904	26.712	106.848	1282.176	0.116	1.04	3.106	12.42	149.09	S/ 15.23	S/ 15.77	S/ 47.31	S/ 189.22	S/ 2,270.64	0.676	S/ 10.66	S/ 31.98	S/ 127.91	S/ 1,534.96
Ruta 11	3	10.3	30.900	123.600	1483.200	0.116	1.20	3.593	14.37	172.47	S/ 15.23	S/ 18.24	S/ 54.72	S/ 218.89	S/ 2,626.64	0.676	S/ 12.33	S/ 36.99	S/ 147.97	S/ 1,775.61
Ruta 12	3	9.292	27.876	111.504	1338.048	0.125	1.16	3.485	13.94	167.26	S/ 15.23	S/ 17.69	S/ 53.07	S/ 212.28	S/ 2,547.31	0.676	S/ 11.96	S/ 35.87	S/ 143.50	S/ 1,721.98
Ruta 13	3	16.913	50.739	202.956	2435.472	0.117	1.98	5.934	23.74	284.85	S/ 15.23	S/ 30.13	S/ 90.38	S/ 361.52	S/ 4,338.27	0.676	S/ 20.37	S/ 61.10	S/ 244.39	S/ 2,932.67
Ruta 14	3	7.759	23.277	93.108	1117.296	0.117	0.91	2.722	10.89	130.68	S/ 15.23	S/ 13.82	S/ 41.46	S/ 165.85	S/ 1,990.22	0.676	S/ 9.34	S/ 28.03	S/ 112.12	S/ 1,345.39
Total	42	158.521	475.563	1902.252	22827.024		19.310	57.930	231.718	2780.617		S/ 294.09	S/ 882.27	S/ 3,529.07	S/ 42,348.80		S/ 198.80	S/ 596.41	S/ 2,385.65	S/ 28,627.79

Nota. En la tabla se observa el costo semanal, mensual y anual de combustible en el sistema de recolección y transporte de residuos sólidos. Municipalidad distrital de Paucarpata (2023).

5.2.3. Costo de combustible actual y propuesto

A continuación, en la Tabla 38 se evidencia la disminución en el combustible usado en el sistema de rutas actual y el sistema de rutas propuesto, el combustible usado semanal, mensual y anualmente disminuye en 15.81 galones semanalmente (21.44%), 63.26 galones mensualmente (21.44%), y 759.07 galones anualmente (21.44%). El ahorro en combustible se obtiene aplicando la diferencia entre el costo actual y propuesto, lo cual se puede observar en la Tabla 38, donde se observa que el costo semanal se ve reducido en S/. 162.81 nuevos soles (21.44%), el costo mensual se ve reducido en S/. 651.25 nuevos soles (21.44%), y el costo anual se ve reducido en S/. 7814.96 nuevos soles (21.44%).

Tabla 38.
Ahorro de combustible semanal, mensual y anual

	Actual	Propuesto	Diferencia
Costo/sem	759.22	596.41	162.81
Costo/mes	3036.90	2385.65	651.25
Costo/año	36442.74	28627.79	7814.96
Gal/sem	73.74	57.93	15.81
Gal/mes	294.97	231.72	63.26
Gal/año	3539.68	2780.62	759.07

Nota. Ahorro de combustible semanal, mensual y anual (2023).

5.3. Recursos Humanos

5.3.1. Costo de Recursos Humanos actual

En el Capítulo III, se menciona al personal encargado del transporte y recolección de residuos sólidos en la Municipalidad Distrital de Paucarpata, el cual cuenta con 18 choferes y 22 ayudantes. En la Tabla 39 se observa con detalle el costo de recursos humanos. Los costos de los recursos humanos se obtuvieron de la propia Municipalidad de Paucarpata, mediante una solicitud de acceso a la información pública, el costo total

de recursos humanos asciende a S/. 959,135.83 nuevos soles el cual se puede observar en la Tabla 39.



Tabla 39.
Costo de Recursos Humanos actual

Puesto de trabajo	Sueldo Básico	Asignación Familiar	Essalud	Pago Mensual	Pago Anual	Gratificación Julio	Gratificación Diciembre	Bono Anual por Escolaridad	CTS Mayo	CTS Noviembre	Total Anual
Chofer 01	S/ 1,556.00	S/ 102.50	S/ 140.04	S/ 1,798.54	S/ 21,582.48	S/ 1,556.00	S/ 1,556.00	S/ 400.00	S/ 907.67	S/ 907.67	S/ 28,708.35
Chofer 02	S/ 1,546.00	S/ 102.50	S/ 139.14	S/ 1,787.64	S/ 21,451.68	S/ 1,546.00	S/ 1,546.00	S/ 400.00	S/ 901.83	S/ 901.83	S/ 28,534.99
Chofer 03	S/ 1,408.00		S/ 126.72	S/ 1,534.72	S/ 18,416.64						S/ 19,951.36
Chofer 04	S/ 1,477.00		S/ 132.93	S/ 1,609.93	S/ 19,319.16						S/ 20,929.09
Chofer 05	S/ 1,300.00	S/ 102.50	S/ 117.00	S/ 1,519.50	S/ 18,234.00	S/ 1,300.00	S/ 1,300.00	S/ 400.00	S/ 758.33	S/ 758.33	S/ 24,270.17
Chofer 06	S/ 1,497.00	S/ 102.50	S/ 134.73	S/ 1,734.23	S/ 20,810.76	S/ 1,497.00	S/ 1,497.00	S/ 400.00	S/ 873.25	S/ 873.25	S/ 27,685.49
Chofer 07	S/ 1,624.00		S/ 146.16	S/ 1,770.16	S/ 21,241.92						S/ 23,012.08
Chofer 08	S/ 1,626.00	S/ 102.50	S/ 146.34	S/ 1,874.84	S/ 22,498.08	S/ 1,626.00	S/ 1,626.00	S/ 400.00	S/ 948.50	S/ 948.50	S/ 29,921.92
Chofer 09	S/ 1,580.00		S/ 142.20	S/ 1,722.20	S/ 20,666.40						S/ 22,388.60
Chofer 10	S/ 1,387.00		S/ 124.83	S/ 1,511.83	S/ 18,141.96						S/ 19,653.79
Chofer 11	S/ 1,352.00		S/ 121.68	S/ 1,473.68	S/ 17,684.16						S/ 19,157.84
Chofer 12	S/ 1,528.00		S/ 137.52	S/ 1,665.52	S/ 19,986.24						S/ 21,651.76
Chofer 13	S/ 1,556.00	S/ 102.50	S/ 140.04	S/ 1,798.54	S/ 21,582.48	S/ 1,556.00	S/ 1,556.00	S/ 400.00	S/ 907.67	S/ 907.67	S/ 28,708.35
Chofer 14	S/ 1,334.00	S/ 102.50	S/ 120.06	S/ 1,556.56	S/ 18,678.72	S/ 1,334.00	S/ 1,334.00	S/ 400.00	S/ 778.17	S/ 778.17	S/ 24,859.61
Chofer 15	S/ 1,399.00	S/ 102.50	S/ 125.91	S/ 1,627.41	S/ 19,528.92	S/ 1,399.00	S/ 1,399.00	S/ 400.00	S/ 816.08	S/ 816.08	S/ 25,986.50
Chofer 16	S/ 1,564.00	S/ 102.50	S/ 140.76	S/ 1,807.26	S/ 21,687.12	S/ 1,564.00	S/ 1,564.00	S/ 400.00	S/ 912.33	S/ 912.33	S/ 28,847.05
Chofer 17	S/ 1,370.00		S/ 123.30	S/ 1,493.30	S/ 17,919.60						S/ 19,412.90
Chofer 18	S/ 1,397.00		S/ 125.73	S/ 1,522.73	S/ 18,272.76						S/ 19,795.49
Ayudante 01	S/ 1,376.00	S/ 102.50	S/ 123.84	S/ 1,602.34	S/ 19,228.08	S/ 1,376.00	S/ 1,376.00	S/ 400.00	S/ 802.67	S/ 802.67	S/ 25,587.75
Ayudante 02	S/ 1,336.00	S/ 102.50	S/ 120.24	S/ 1,558.74	S/ 18,704.88	S/ 1,336.00	S/ 1,336.00	S/ 400.00	S/ 779.33	S/ 779.33	S/ 24,894.29
Ayudante 03	S/ 1,426.00	S/ 102.50	S/ 128.34	S/ 1,656.84	S/ 19,882.08	S/ 1,426.00	S/ 1,426.00	S/ 400.00	S/ 831.83	S/ 831.83	S/ 26,454.59
Ayudante 04	S/ 1,363.00	S/ 102.50	S/ 122.67	S/ 1,588.17	S/ 19,058.04	S/ 1,363.00	S/ 1,363.00	S/ 400.00	S/ 795.08	S/ 795.08	S/ 25,362.38
Ayudante 05	S/ 1,307.00	S/ 102.50	S/ 117.63	S/ 1,527.13	S/ 18,325.56	S/ 1,307.00	S/ 1,307.00	S/ 400.00	S/ 762.42	S/ 762.42	S/ 24,391.52
Ayudante 06	S/ 1,366.00		S/ 122.94	S/ 1,488.94	S/ 17,867.28						S/ 19,356.22
Ayudante 07	S/ 1,341.00	S/ 102.50	S/ 120.69	S/ 1,564.19	S/ 18,770.28	S/ 1,341.00	S/ 1,341.00	S/ 400.00	S/ 782.25	S/ 782.25	S/ 24,980.97
Ayudante 08	S/ 1,331.00	S/ 102.50	S/ 119.79	S/ 1,553.29	S/ 18,639.48	S/ 1,331.00	S/ 1,331.00	S/ 400.00	S/ 776.42	S/ 776.42	S/ 24,807.60
Ayudante 09	S/ 1,437.00		S/ 129.33	S/ 1,566.33	S/ 18,795.96						S/ 20,362.29
Ayudante 10	S/ 1,384.00		S/ 124.56	S/ 1,508.56	S/ 18,102.72						S/ 19,611.28
Ayudante 11	S/ 1,306.00	S/ 102.50	S/ 117.54	S/ 1,526.04	S/ 18,312.48	S/ 1,306.00	S/ 1,306.00	S/ 400.00	S/ 761.83	S/ 761.83	S/ 24,374.19
Ayudante 12	S/ 1,410.00		S/ 126.90	S/ 1,536.90	S/ 18,442.80						S/ 19,979.70
Ayudante 13	S/ 1,350.00		S/ 121.50	S/ 1,471.50	S/ 17,658.00						S/ 19,129.50
Ayudante 14	S/ 1,354.00	S/ 102.50	S/ 121.86	S/ 1,578.36	S/ 18,940.32	S/ 1,354.00	S/ 1,354.00	S/ 400.00	S/ 789.83	S/ 789.83	S/ 25,206.35
Ayudante 15	S/ 1,396.00	S/ 102.50	S/ 125.64	S/ 1,624.14	S/ 19,489.68	S/ 1,396.00	S/ 1,396.00	S/ 400.00	S/ 814.33	S/ 814.33	S/ 25,934.49
Ayudante 16	S/ 1,356.00	S/ 102.50	S/ 122.04	S/ 1,580.54	S/ 18,966.48	S/ 1,356.00	S/ 1,356.00	S/ 400.00	S/ 791.00	S/ 791.00	S/ 25,241.02
Ayudante 17	S/ 1,302.00	S/ 102.50	S/ 117.18	S/ 1,521.68	S/ 18,260.16	S/ 1,302.00	S/ 1,302.00	S/ 400.00	S/ 759.50	S/ 759.50	S/ 24,304.84
Ayudante 18	S/ 1,405.00	S/ 102.50	S/ 126.45	S/ 1,633.95	S/ 19,607.40	S/ 1,405.00	S/ 1,405.00	S/ 400.00	S/ 819.58	S/ 819.58	S/ 26,090.52
Ayudante 19	S/ 1,403.00		S/ 126.27	S/ 1,529.27	S/ 18,351.24						S/ 19,880.51
Ayudante 20	S/ 1,444.00	S/ 102.50	S/ 129.96	S/ 1,676.46	S/ 20,117.52	S/ 1,444.00	S/ 1,444.00	S/ 400.00	S/ 842.33	S/ 842.33	S/ 26,766.65
Ayudante 21	S/ 1,429.00	S/ 102.50	S/ 128.61	S/ 1,660.11	S/ 19,921.32	S/ 1,429.00	S/ 1,429.00	S/ 400.00	S/ 833.58	S/ 833.58	S/ 26,506.60
Ayudante 22	S/ 1,425.00	S/ 102.50	S/ 128.25	S/ 1,655.75	S/ 19,869.00	S/ 1,425.00	S/ 1,425.00	S/ 400.00	S/ 831.25	S/ 831.25	S/ 26,437.25
TOTAL				S/ 64,417.82	S/ 773,013.84						S/ 959,135.83

Nota. Costo de Recursos Humanos actual (2023).

5.3.2. Costo de Recursos Humanos propuesto

Para calcular el costo de recursos humanos, se toma en cuenta que en el sistema de rutas propuesto va a hacer uso de 7 compactadoras, de forma que van a ser necesarios 7 choferes, se incluye los choferes que hacen uso de los cargadores frontales que son 2, y los choferes de las camionetas, al igual que la misma cantidad de ayudantes de las compactadoras que son 22. Esto debido a que las rutas propuestas abarcan menor distancia y tiempo respecto a las actuales. Por lo que el costo anual de los recursos humanos para el sistema de rutas propuesto asciende a S/. 814,063.37 nuevos soles el cual se observa en la Tabla 40.

Hay un total de 18 choferes y 22 ayudantes de los cuales solamente 11 choferes van a ser incluidos en las rutas propuestas, por lo que se van a desvincular de la entidad empleadora en este caso la municipalidad distrital de Paucarpata dado que no serán renovados, ya que cuentan con contrato administrativo de servicios (CAS) y su renovación es cada dos años.

Tabla 40.
Costo de Recursos Humanos propuesto

Puesto de trabajo	Sueldo Básico	Asignación Familiar	Essalud	Pago Mensual	Pago Anual	Gratificación Julio	Gratificación Diciembre	Bono Anual por Escolaridad	CTS Mayo	CTS Noviembre	Total Anual
Chofer 01	S/ 1,556.00	S/ 102.50	S/ 140.04	S/ 1,798.54	S/ 21,582.48	S/ 1,556.00	S/ 1,556.00	S/ 400.00	S/ 907.67	S/ 907.67	S/ 28,708.35
Chofer 02	S/ 1,546.00	S/ 102.50	S/ 139.14	S/ 1,787.64	S/ 21,451.68	S/ 1,546.00	S/ 1,546.00	S/ 400.00	S/ 901.83	S/ 901.83	S/ 28,534.99
Chofer 03	S/ 1,408.00	S/ 102.50	S/ 126.72	S/ 1,534.72	S/ 18,416.64	S/ 1,408.00	S/ 1,408.00	S/ 400.00	S/ 873.25	S/ 873.25	S/ 27,685.49
Chofer 04	S/ 1,477.00	S/ 102.50	S/ 132.93	S/ 1,609.93	S/ 19,319.16	S/ 1,477.00	S/ 1,477.00	S/ 400.00	S/ 907.67	S/ 907.67	S/ 28,708.35
Chofer 05	S/ 1,300.00	S/ 102.50	S/ 117.00	S/ 1,519.50	S/ 18,234.00	S/ 1,300.00	S/ 1,300.00	S/ 400.00	S/ 758.33	S/ 758.33	S/ 24,270.17
Chofer 06	S/ 1,497.00	S/ 102.50	S/ 134.73	S/ 1,734.23	S/ 20,810.76	S/ 1,497.00	S/ 1,497.00	S/ 400.00	S/ 873.25	S/ 873.25	S/ 27,685.49
Chofer 08	S/ 1,626.00	S/ 102.50	S/ 146.34	S/ 1,874.84	S/ 22,498.08	S/ 1,626.00	S/ 1,626.00	S/ 400.00	S/ 948.50	S/ 948.50	S/ 29,921.92
Chofer 13	S/ 1,556.00	S/ 102.50	S/ 140.04	S/ 1,798.54	S/ 21,582.48	S/ 1,556.00	S/ 1,556.00	S/ 400.00	S/ 907.67	S/ 907.67	S/ 28,708.35
Chofer 14	S/ 1,334.00	S/ 102.50	S/ 120.06	S/ 1,556.56	S/ 18,678.72	S/ 1,334.00	S/ 1,334.00	S/ 400.00	S/ 778.17	S/ 778.17	S/ 24,859.61
Chofer 15	S/ 1,399.00	S/ 102.50	S/ 125.91	S/ 1,627.41	S/ 19,528.92	S/ 1,399.00	S/ 1,399.00	S/ 400.00	S/ 816.08	S/ 816.08	S/ 25,986.50
Chofer 16	S/ 1,564.00	S/ 102.50	S/ 140.76	S/ 1,807.26	S/ 21,687.12	S/ 1,564.00	S/ 1,564.00	S/ 400.00	S/ 912.33	S/ 912.33	S/ 28,847.05
Ayudante 01	S/ 1,376.00	S/ 102.50	S/ 123.84	S/ 1,602.34	S/ 19,228.08	S/ 1,376.00	S/ 1,376.00	S/ 400.00	S/ 802.67	S/ 802.67	S/ 25,587.75
Ayudante 02	S/ 1,336.00	S/ 102.50	S/ 120.24	S/ 1,558.74	S/ 18,704.88	S/ 1,336.00	S/ 1,336.00	S/ 400.00	S/ 779.33	S/ 779.33	S/ 24,894.29
Ayudante 03	S/ 1,426.00	S/ 102.50	S/ 128.34	S/ 1,656.84	S/ 19,882.08	S/ 1,426.00	S/ 1,426.00	S/ 400.00	S/ 831.83	S/ 831.83	S/ 26,454.59
Ayudante 04	S/ 1,363.00	S/ 102.50	S/ 122.67	S/ 1,588.17	S/ 19,058.04	S/ 1,363.00	S/ 1,363.00	S/ 400.00	S/ 795.08	S/ 795.08	S/ 25,362.38
Ayudante 05	S/ 1,307.00	S/ 102.50	S/ 117.63	S/ 1,527.13	S/ 18,325.56	S/ 1,307.00	S/ 1,307.00	S/ 400.00	S/ 762.42	S/ 762.42	S/ 24,391.52
Ayudante 06	S/ 1,366.00	S/ 102.50	S/ 122.94	S/ 1,488.94	S/ 17,867.28	S/ 1,366.00	S/ 1,366.00	S/ 400.00	S/ 782.25	S/ 782.25	S/ 24,980.97
Ayudante 07	S/ 1,341.00	S/ 102.50	S/ 120.69	S/ 1,564.19	S/ 18,770.28	S/ 1,341.00	S/ 1,341.00	S/ 400.00	S/ 782.25	S/ 782.25	S/ 24,980.97
Ayudante 08	S/ 1,331.00	S/ 102.50	S/ 119.79	S/ 1,553.29	S/ 18,639.48	S/ 1,331.00	S/ 1,331.00	S/ 400.00	S/ 776.42	S/ 776.42	S/ 24,807.60
Ayudante 09	S/ 1,437.00	S/ 102.50	S/ 129.33	S/ 1,566.33	S/ 18,795.96	S/ 1,437.00	S/ 1,437.00	S/ 400.00	S/ 776.42	S/ 776.42	S/ 24,807.60
Ayudante 10	S/ 1,384.00	S/ 102.50	S/ 124.56	S/ 1,508.56	S/ 18,102.72	S/ 1,384.00	S/ 1,384.00	S/ 400.00	S/ 761.83	S/ 761.83	S/ 24,374.19
Ayudante 11	S/ 1,306.00	S/ 102.50	S/ 117.54	S/ 1,526.04	S/ 18,312.48	S/ 1,306.00	S/ 1,306.00	S/ 400.00	S/ 761.83	S/ 761.83	S/ 24,374.19
Ayudante 12	S/ 1,410.00	S/ 102.50	S/ 126.90	S/ 1,536.90	S/ 18,442.80	S/ 1,410.00	S/ 1,410.00	S/ 400.00	S/ 761.83	S/ 761.83	S/ 24,374.19
Ayudante 13	S/ 1,350.00	S/ 102.50	S/ 121.50	S/ 1,471.50	S/ 17,658.00	S/ 1,350.00	S/ 1,350.00	S/ 400.00	S/ 761.83	S/ 761.83	S/ 24,374.19
Ayudante 14	S/ 1,354.00	S/ 102.50	S/ 121.86	S/ 1,578.36	S/ 18,940.32	S/ 1,354.00	S/ 1,354.00	S/ 400.00	S/ 789.83	S/ 789.83	S/ 25,206.35
Ayudante 15	S/ 1,396.00	S/ 102.50	S/ 125.64	S/ 1,624.14	S/ 19,489.68	S/ 1,396.00	S/ 1,396.00	S/ 400.00	S/ 814.33	S/ 814.33	S/ 25,934.49
Ayudante 16	S/ 1,356.00	S/ 102.50	S/ 122.04	S/ 1,580.54	S/ 18,966.48	S/ 1,356.00	S/ 1,356.00	S/ 400.00	S/ 791.00	S/ 791.00	S/ 25,241.02
Ayudante 17	S/ 1,302.00	S/ 102.50	S/ 117.18	S/ 1,521.68	S/ 18,260.16	S/ 1,302.00	S/ 1,302.00	S/ 400.00	S/ 759.50	S/ 759.50	S/ 24,304.84
Ayudante 18	S/ 1,405.00	S/ 102.50	S/ 126.45	S/ 1,633.95	S/ 19,607.40	S/ 1,405.00	S/ 1,405.00	S/ 400.00	S/ 819.58	S/ 819.58	S/ 26,090.52
Ayudante 19	S/ 1,403.00	S/ 102.50	S/ 126.27	S/ 1,529.27	S/ 18,351.24	S/ 1,403.00	S/ 1,403.00	S/ 400.00	S/ 819.58	S/ 819.58	S/ 26,090.52
Ayudante 20	S/ 1,444.00	S/ 102.50	S/ 129.96	S/ 1,676.46	S/ 20,117.52	S/ 1,444.00	S/ 1,444.00	S/ 400.00	S/ 842.33	S/ 842.33	S/ 26,766.65
Ayudante 21	S/ 1,429.00	S/ 102.50	S/ 128.61	S/ 1,660.11	S/ 19,921.32	S/ 1,429.00	S/ 1,429.00	S/ 400.00	S/ 833.58	S/ 833.58	S/ 26,506.60
Ayudante 22	S/ 1,425.00	S/ 102.50	S/ 128.25	S/ 1,655.75	S/ 19,869.00	S/ 1,425.00	S/ 1,425.00	S/ 400.00	S/ 831.25	S/ 831.25	S/ 26,437.25
TOTAL				S/ 53,258.40	S/ 639,100.80						S/ 814,063.37

Nota. Costo de Recursos Humanos propuesto (2023).

5.3.3. Costo Recursos Humanos Actual y Recursos Humanos Propuesto

Hay ahorro al momento de comparar el costo de recursos humanos actual y el propuesto el cual asciende a S/. 145,072.46 nuevos soles (15.13%), el cual se puede observar en la Tabla 41.

Tabla 41.

Ahorro de Recursos Humanos

		Actual		Propuesto		Ahorro
Sueldo/año	S/	959,135.83	S/	814,063.37	S/	145,072.46

Nota. Ahorro de Recursos Humanos (2023).

5.4. Costos de la Inversión

Para la inversión del proyecto de nuevas rutas de recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Paucarpata, se consideran recursos (materiales, servicios, transportes) utilizados por el investigador, se considera la publicidad de las nuevas rutas de recolección y transporte de residuos sólidos y el plan de comunicación interna y externa.

También se va a considerar como costo, la prueba del sistema propuesto, capacitación del personal encargado de las nuevas rutas de recolección y transporte de residuos sólidos la cual se llevará a cabo en una semana para la adaptación del personal.

Dado que en las rutas propuestas se va a dar de baja a dos compactadoras debido a su antigüedad (1998), se estima el costo de reposición de 2 compactadoras restantes debido a su antigüedad (2008), ya que van a ser requeridas en futuras gestiones de la municipalidad distrital de Paucarpata. La inversión total asciende a S/. 688,905.77 nuevos soles, lo cual se observa en la Tabla 42 y en el Anexo 13.

Tabla 42.
Inversión del proyecto

INVERSIÓN DEL PROYECTO		
COSTO DE RECURSOS UTILIZADOS		
Materiales	S/	550.00
Servicios	S/	870.00
Transporte	S/	2,000.00
Costo total de recursos	S/	3,420.00
COSTO DEL INVESTIGADOR		
Costo mensual del investigador	S/	1,960.00
Meses de asignación	S/	5.00
Costo total del investigador	S/	9,800.00
COSTO PRUEBA DE ADAPTACIÓN		
Costo de prueba	S/	15,236
COSTO PUBLICIDAD Y PLAN DE COMUNICACIÓN		
Costo de publicidad	S/	9,850.00
Costo del plan de comunicación	S/	5,600.00
COSTO DE CAPACITACIÓN		
Costo total de capacitación	S/	7,500.00
COSTO DE REPOSICIÓN DE COMPACTADORAS		
Costo de la compactadora	S/	316,000.00
Cantidad a reponer	S/	2.00
Costo total de reposición	S/	632,000.00
IMPREVISTOS	S/	5,500.00
COSTO TOTAL	S/	688,905.77

Nota. Inversión del proyecto (2023).

5.5. Evaluación Económica

5.5.1. Flujo económico

Se elabora el flujo proyectado con un horizonte de 10 años, dado que el proyecto está dirigido al sector público, se trabajará con la tasa social de descuento establecida por el MEF, para el periodo de tiempo evaluado el cual es de 8% (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019). Se considera como ingreso para el periodo 0 la venta de las dos compactadoras para las próximas gestiones con un total de S/. 81.000 nuevos soles, S/.40,500 nuevos soles por compactadora, y un valor de rescate de las compactadoras adquiridas de S/. 91,000 nuevos soles, S/. 45,500 nuevos soles por compactadora. El flujo económico del proyecto se puede observar en la Tabla 43.

Tabla 43.
Flujo Económico del Proyecto

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos											
Venta de Activo	S/ 81,000.00										
Ahorro de Combustible		S/ 7,814.96	S/ 7,814.96	S/ 7,814.96	S/ 7,814.96	S/ 7,814.96	S/ 7,814.96	S/ 7,814.96	S/ 7,814.96	S/ 7,814.96	S/ 7,814.96
Ahorro de Recursos Humanos		S/ 145,072.46	S/ 145,072.46	S/ 145,072.46	S/ 145,072.46	S/ 145,072.46	S/ 145,072.46	S/ 145,072.46	S/ 145,072.46	S/ 145,072.46	S/ 145,072.46
Valor Residual de equipos.											S/ 91,000.00
Total Ingresos	S/ 81,000.00	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 243,887.42
Costos											
Recursos utilizados	S/ 3,420.00										
Costo de investigación	S/ 9,800.00										
Costo de prueba	S/ 15,236										
Costo de publicidad	S/ 9,850.00										
Costo de plan de comunicación	S/ 5,600.00										
Capacitación	S/ 7,500.00					S/ 7,500.00					S/ 7,500.00
Costo de reposición de equipo	S/ 632,000.00										
Imprevistos	S/ 5,500.00										
Depreciación		S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00
Total Costos	S/ 688,905.77	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 70,700.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 70,700.00
Ingresos - Costos	-S/ 607,905.77	S/ 89,687.42	S/ 89,687.42	S/ 89,687.42	S/ 89,687.42	S/ 82,187.42	S/ 89,687.42	S/ 89,687.42	S/ 89,687.42	S/ 89,687.42	S/ 173,187.42
Depreciación		S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00	S/ 63,200.00
Flujo del Proyecto	-S/ 607,905.77	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 145,387.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 236,387.42

Nota. Flujo Económico del Proyecto (2023).

5.5.2. Valor Actual Neto (VAN)

$$VAN = -Inversión + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{Flujos\ netos}{(1+i)^t}$$

$$VAN = -S/.607,905.77 + \frac{S/.152,887.42}{(1+0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1+0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1+0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1+0.08)^1} + \frac{S/.145,387.42}{(1+0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1+0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1+0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1+0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1+0.08)^1} + \frac{S/.236,387.42}{(1+0.08)^1}$$

$$VAN = S/.451,553.52$$

5.5.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Tabla 44.

Tasa Interna de Retorno (TIR)

Flujo del Proyecto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
	-S/ 607,905.77	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 145,387.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 236,387.42
TIR	22.03%										

Nota. Tasa Interna de Retorno (TIR) (2023).

5.5.4. Ratio Beneficio-Costo (B/C)

Se puede concluir que la propuesta del modelo de optimización del sistema de recolección y transporte de residuos sólidos en la Municipalidad Distrital de Paucarpata es beneficioso para la Municipalidad de Paucarpata, debido a que los beneficios son mayores a los costos, teniendo un índice de 1.668 indicando que, por cada sol invertido en el proyecto, se recupera 1.668 soles, el cual se observa en la Tabla 45. Por lo tanto, el proyecto es rentable.

Tabla 45.

Ratio Beneficio-Costo (B/C)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Total Ingresos	S/ 81,000.00	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 243,887.42
Total Inversión	S/ 688,905.77										

Nota. Ratio Beneficio-Costo (B/C) (2023).

$$VAN \text{ Ingresos} = S/.81,000.00 + \frac{S/.152,887.42}{(1 + 0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1 + 0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1 + 0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1 + 0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1 + 0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1 + 0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1 + 0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1 + 0.08)^1} + \frac{S/.152,887.42}{(1 + 0.08)^1} + \frac{S/.243,887.42}{(1 + 0.08)^1}$$

$$VAN \text{ Ingresos} = S/. 1,149,037.62$$

$$\text{Inversión} = S/. 688,905.77$$

$$\text{Beneficio} - \text{Costo } (B/C) = \frac{S/. 1,149,037.62}{S/. 688,905.77}$$

$$\text{Beneficio} - \text{Costo } \left(\frac{B}{C}\right) = 1.668$$

5.5.5. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

El monto a desembolsar en el periodo actual es de S/607,905.77 como se muestra en el flujo acumulado en la Tabla 46, el periodo de recuperación se encuentra entre el periodo 3 y 4. Obteniendo 3 años con 2 meses y 29 días.

Tabla 46.

Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Flujo	-S/ 607,905.77	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 145,387.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 152,887.42	S/ 236,387.42
Flujo Acumulado		S/ 152,887.42	S/ 305,774.83	S/ 458,662.25	S/ 611,549.67	S/ 756,937.08	S/ 909,824.50	S/ 1,062,711.92	S/ 1,215,599.33	S/ 1,368,486.75	S/ 1,604,874.17

Nota. Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) (2023).

$$PRI = \text{Año inmediato anterior en que se recupera la inversión} + \frac{(\text{Inversión Inicial} - \text{Flujo de Efectivo Acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión})}{\text{Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión}}$$

$$PRI = 3 + \frac{(S/. 607,905.77 - S/. 458,662.25)}{S/. 611,549.67}$$

$$PRI = 3.244 = 3 \text{ años con 2 meses y 29 días}$$

CONCLUSIONES

Primera: Para la elaboración de la presente investigación se realizó un estudio y recopilación de investigaciones y proyectos a nivel local, nacional e internacional relacionadas al uso del modelamiento matemático en la optimización de rutas, de donde se pudo concluir que la aplicación del Problema Agente Viajero (TSP) en las rutas de transporte es un método eficiente para la solución de ruteo de vehículos en la recolección de residuos domiciliarios, a su vez se destaca que con el objetivo de minimizar la longitud de ciertos trayectos, la implementación del Problema del Agente Viajero (TSP) se presenta como un método altamente eficiente en comparación con otros algoritmos disponibles, las investigaciones han revelado que el uso de este enfoque ofrece resultados superiores al optimizar las rutas y reducir la distancia recorrida de manera significativa.

Segunda: En la presente investigación se realizó el diagnostico situacional actual, donde se concluye que, a partir de la información proporcionada por la Municipalidad Distrital de Paucarpata, actualmente existen 18 rutas de recolección de residuos sólidos, que laboran 3 veces por semana. Respecto a los recursos humanos, un total de 38 personas participan directamente en el recojo y transporte de residuos sólidos (16 choferes y 22 ayudantes). Para el recojo y transporte de residuos se recorre un total de 202.26 kilómetros semanalmente en las 18 rutas mencionadas.

Tercera: En la presente investigación se propone un modelo óptimo de rutas a través de la sectorización de rutas y el microruteo, de forma que, según el número de vehículos calculados, la cantidad es de 7 recolectores. Se aplica el Modelo del Agente Viajero, se ingresan en el software LINGO y se desarrolla las rutas optimizadas, donde se concluye que hay una reducción en el recorrido semanal, mensual y anual en el

distrito de Paucarpata para el recojo y transporte de residuos sólidos. Inicialmente se tiene una distancia semanal total de 606.786 kilómetros la cual se redujo a 475.56 kilómetros a través del TSP siendo una reducción semanal de 131.22 kilómetros, 524.89 kilómetros de reducción mensual y 6298.70 kilómetros de forma anual. Además, hay una reducción en el tiempo de recolección y transporte de residuos sólidos siendo 29.91 horas inicialmente y reduciéndose a 28.06 horas, esto quiere decir que el tiempo se reduce en un 6.18%.

Cuarta: En la presente investigación se concluye que, gracias al modelo de optimización, se obtiene una reducción en el costo de combustible de S/. 7814.96 anualmente, en recursos humanos se obtiene un ahorro anual de S/.145,072.46. Al momento de hacer el cálculo del Valor Actual Neto (VAN), este nos da un valor de S/. 451,553.52 nuevos soles, en base a los ahorros proyectados en un periodo de 10 años, indicando que el proyecto es aceptable. La propuesta tiene un costo de inversión de S/. 688,905.77 nuevos soles con una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 22.03%. El Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) es de 3 años con 2 meses y 29 días. Por último, se obtuvo el ratio Beneficio-Costo (B/C) de 1.668, lo que nos indica que por cada nuevo sol invertido en el proyecto se obtiene un beneficio de S/.1.668 nuevos soles de manera que el proyecto es rentable.

RECOMENDACIONES

Primera: Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Paucarpata, que haga uso de la información brindada en la presente investigación para poder reducir sus costos en la gestión de residuos sólidos.

Segunda: Se recomienda a las municipalidades de los distritos peruanos que evalúen sus rutas de entre cada 5 a 10 años, con la finalidad de actualizar los recorridos de las rutas, debido al incremento poblacional que se da cada año.

Tercera: Se recomienda que el modelo de optimización presentado en la presente investigación puede ser utilizado como base y guía para otros procesos de la Municipalidad de Paucarpata, como puede ser, el reciclaje que se da en el distrito y limpieza de parques.

Cuarta: Se recomienda a futuras investigaciones el uso de modelamiento matemático para la optimización de rutas de recolección de residuos domiciliarios, y que es una herramienta altamente eficiente y eficaz al momento de mejorar la eficiencia en las rutas de recolección

Quinta: Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Paucarpata brindar un servicio de limpieza y desinfección de los contenedores de residuos sólidos en el distrito, esto debido a las múltiples quejas de la población de Paucarpata, de forma que se ahorra en costos al no estar en reposición constante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 123RF. (12 de junio de 2023). *Escombros de construcción en un sitio de construcción durante los trabajos de renovación en un recipiente. la casa está siendo renovado.*
https://es.123rf.com/photo_39447748_escombros-de-construccion-en-un-sitio-de-construccion-durante-los-trabajos-de-renovacion-en-un-recipiente-la-casa-esta-siendo-renovado.html
- Acosta, K. R. (2020). *Propuesta de un modelo de optimización de rutas para mejorar la eficiencia de la recolección y transporte de residuos sólidos en el distrito de Ilo, 2018* [tesis de titulación, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio Institucional – Universidad Católica de Santa María.
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10175>
- Acosta, N. J. M. (2020). Recocido simulado y el algoritmo de selección clonal aplicados al problema del agente viajero. *Res. Comput. Sci.*, 149(8), 1211-1226.
https://rcs.cic.ipn.mx/2020_149_8/Recocido%20simulado%20y%20el%20algoritmo%20de%20seleccion%20clonal%20aplicados%20al%20problema%20del%20agente%20viajero.pdf
- Aguilera-Díaz, A. (2017) El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*, 11(2), 322-343.
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022#:~:text=Raz%C3%B3n%20beneficio%2Fcosto%20\(B%2F,valor%20actual%20del%20desembolso%20original.](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022#:~:text=Raz%C3%B3n%20beneficio%2Fcosto%20(B%2F,valor%20actual%20del%20desembolso%20original.)
- Anaya-Fuentes, G. E., Hernández-Gress, E. S., Seck-Tuoh-Mora, J. C., Medina-Marín, J. (2020). Solución al Problema de Secuenciación de Trabajos mediante el Problema del Agente Viajero. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 13(4), 430-437. <https://polipapers.upv.es/index.php/RIAI/article/view/9257/9280>

Andrade, S. (2015). *Diccionario de Economía*. Andrade.

Anónimo (11 de junio de 2016). Diagrama de Flujo. *Blogspot*.
<http://jyjiku.blogspot.com/2014/12/diagrama-de-flujo.html>

Antonio, O. A., & Cashpa, O. G. (2022). *Mejora de la eficiencia de rutas de recolección de residuos sólidos empleando análisis de redes SIG en los sectores 01 y 03 del distrito de Ancón*. [tesis de titulación, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/106570>

Arias, F. G. (2012). *El proyecto de Investigación*. Editorial Episteme.
[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=W5n0BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=Arias,+F.+G.+\(2012\).+El+proyecto+de+Investigaci%C3%B3n.+Editorial+Episteme.&ots=kYpPckqvn7&sig=mb6dFrnM_8DgNVemyLgmzwmwH7g#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=W5n0BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=Arias,+F.+G.+(2012).+El+proyecto+de+Investigaci%C3%B3n.+Editorial+Episteme.&ots=kYpPckqvn7&sig=mb6dFrnM_8DgNVemyLgmzwmwH7g#v=onepage&q&f=false)

Arzola-Ruiz, J., & García-Marrero, L. E. (2021). Generación de opciones de juegos de cilindros en talleres de laminación de perfiles. *Ingeniería Mecánica*, 24(2), 37-47.

BBC News Mundo. (12 de junio de 2023). *¿Por qué hay tantos carros abandonados en las calles de Caracas?*
https://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/01/160119_venezuela_carros_abandonados_dp

BioElectricidad Industrial. (12 de junio de 2023). *Desechos Municipales*.
<https://www.bioelectricidad.org/contenido/desechos-municipales>

Canales, F. H. D., Alvarado, E. L. D., & Pineda, E. B. (1994). Metodología de la investigación: Manual para el desarrollo de personal de salud.
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-372320>

- Carvajal-Romero, H., Teijeiro-Álvarez, M., y García-Álvarez, M. T. (2022). Análisis de la gestión de los residuos sólidos urbanos en Europa. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*, 14(1), 402-415. <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v14n1/2218-3620-rus-14-01-402.pdf>
- Chiavenato, I. & McGraw, H. (2004). *Introducción a la Teoría General de la Administración*. Interamericana de España.
- Cooperación Alemana. (2023). *Guía Metodológica Fase Institucional del proceso de planeamiento estratégico*. <https://www.une.edu.pe/planeamiento/docs/GUIA%20METODOLOGICA%20FASE%20INSTITUCIONAL%20-%20Documento%20Normativo.pdf>
- Cusco, J., & Picón, K. (2015). Optimización de Rutas de Recolección de Desechos Sólidos Domiciliarios Mediante el Uso de Herramientas SIG. *Universidad de Cuenca*.
- Da Silva, O. & Reinaldo. (2002). *Teorías de la Administración*. International Thomson Editores.
- Derecho Ambiental, S. P. (2009). Manual de Capacitación “Como cuidamos nuestra provincia”. *Programa de Política y Gestión Ambiental de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental*. Lerna Gómez EIRL: Lima.
- Echeverri, L. A. (2011). *Optimización de la clásica a las metaheurísticas*. Bonaventuriana. <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/7c98562b-5569-48ca-b6d7-c0ee6d77cd28/content>
- El Correo. (12 de junio de 2023). *Contenedores generan malestar en vecinos de Alto Selva Alegre*. <https://diariocorreo.pe/edicion/arequipa/contenedores-generan-malestar-en-vecinos-de-alto-selva-alegre-658144/>

Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos EPS-RS. (01 de abril de 2020). *¿Cuáles son los tipos de Residuos Sólidos?* <https://ecoduo.org/tipos-residuos-solidos/>

Flores, R. D. (2020). *Optimización del proceso de recolección de residuos de la ciudad de La Paz mediante CVRP* [tesis de titulación, Universidad Tecnológica Centroamericana]. Repositorio Institucional – Corporación Universitaria UNITEC. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.unitec.edu/xmlui/bitstream/handle/123456789/11863/11541190-julio2020-i02-pi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Freepik. (12 de junio de 2023). *Viejo refrigerador, fondo blanco*. https://www.freepik.es/fotos-premium/viejo-refrigerador-fondo-blanco_38980230.htm

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación*. México DF: McGraw-Hill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

Hillier, F. S. & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. Editorial Mexicana. https://dudasytareas.files.wordpress.com/2017/05/hillier_lieberman.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018). *AREQUIPA, Resultados Definitivos* Tomo https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1551/04TOMO_01.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (28 de noviembre de 2022). *Censos 2017: Departamento de Arequipa cuenta con 1 382 730 habitantes*.

[https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/censos-2017-departamento-de-arequipa-cuenta-con-1-382-730-habitantes-](https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/censos-2017-departamento-de-arequipa-cuenta-con-1-382-730-habitantes-11029/#:~:text=Entre%202007%20y%202017%2C%20la,anual%20de%203%2C1%25.)

[11029/#:~:text=Entre%202007%20y%202017%2C%20la,anual%20de%203%2C1%25.](https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/censos-2017-departamento-de-arequipa-cuenta-con-1-382-730-habitantes-11029/#:~:text=Entre%202007%20y%202017%2C%20la,anual%20de%203%2C1%25.)

Instituto Nacional de Estadística. (19 de enero de 2022). *¿Qué es población?*

<https://www.ine.gob.cl/ine-ciudadano/definiciones-estadisticas/poblacion/que-es-poblacion#:~:text=En%20estad%C3%ADstica%2C%20el%20t%C3%A9rmino%20E2%80%9Cpoblaci%C3%B3n,situaciones%20o%20grupo%20de%20personas.>

Instituto Vasco de Estadística EUSTAT. (s. f.). *Residuos Urbanos*. Recuperado el 01 de marzo de 2023, de

https://es.eustat.eus/documentos/opt_0/tema_454/elem_12570/definicion.html

Issuu, (11 de enero de 2022). *Rutas de Recolección*.

[https://issuu.com/unigis_latina/docs/105079/s/14513960#:~:text=2.1.2.2.&text=Micro ruta%20es%20el%20recorrido%20espec%C3%ADfico,%C3%A1rea%20\(M%C3%A1rquez%2C%202010\).](https://issuu.com/unigis_latina/docs/105079/s/14513960#:~:text=2.1.2.2.&text=Micro ruta%20es%20el%20recorrido%20espec%C3%ADfico,%C3%A1rea%20(M%C3%A1rquez%2C%202010).)

Ivorra, C. (13 de enero de 2020). *Optimización con LINGO*.

<https://bibliozacut.wordpress.com/2020/01/13/optimizacion-con-lingo/>

JMP Software Estadístico. (29 de noviembre de 2021). *Diagrama de Pareto*.

[https://www.jmp.com/es_co/statistics-knowledge-portal/exploratory-data-analysis/pareto-](https://www.jmp.com/es_co/statistics-knowledge-portal/exploratory-data-analysis/pareto-chart.html#:~:text=Los%20diagramas%20de%20Pareto%20reflejan,del%2020%20%25%20de%20las%20causas.)

[chart.html#:~:text=Los%20diagramas%20de%20Pareto%20reflejan,del%2020%20%25%20de%20las%20causas.](https://www.jmp.com/es_co/statistics-knowledge-portal/exploratory-data-analysis/pareto-chart.html#:~:text=Los%20diagramas%20de%20Pareto%20reflejan,del%2020%20%25%20de%20las%20causas.)

Koontz, H. & Weihrich. (2004). *Administración Una Perspectiva Global*. Interamericana de España.

Krugman, P. R. & Wells, R. (2007). *Introducción a la Economía: Microeconomía*. Reverté.

Lagos, D., Mancilla, R., Leal, P., Fox, F. (2019). Performance measurement of a solution for the travelling salesman problem for routing through the incorporation of service time variability. *Ingeniería e Investigación*, 39(3), 44-49. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfefindmkaj/http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v39n3/0120-5609-iei-39-03-44.pdf

León, Y. & Quispe, A. (2019). *Mejoramiento del sistema de recojo de residuos sólidos en el distrito de San Jerónimo – Cusco, 2018* [tesis de titulación, Universidad Andina de Cusco]. DSpace Home – Universidad Andina de Cusco. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/2791>

Leyva, L. L. L., Galeano, G. C., Granda, I. D. H., Piarpuezan, R. V. S., Aleaga, A. M. L., & García, A. C. (2015). Diseño de biodigestor a escala de laboratorio para la digestión anaerobia e industrialización energética de los desechos sólidos municipales. *Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible*. 11(31). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6507874>

Lopez, C. A., Mendoza, J. A., & Cuartas, E. (2008). Algoritmo para la exploración de todos los valores posibles en el problema del agente viajero (TPS). *Scientia et technica*, 14(39), 399-403. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84920503073.pdf>

López, P. L. (2004). Población, Muestra y Muestreo. *Punto cero*, 9(08), 69-74 <http://www.scielo.org.bo/pdf/rpc/v09n08/v09n08a12.pdf>

Mankiw, G. & McGraw, H. (2004). *Economía*. Interamericana de España.

Márquez, J. N. (s. f.). *Macro y Micro ruteo de residuos sólidos residenciales*. [tesis de titulación, Universidad de Sucre]. Repositorio Institucional. Recuperado el 01 de marzo de 2023, de <https://repositorio.unisucre.edu.co/bitstream/handle/001/299/628.442M357.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Mendoza, E. F. & Cullay, S. J. (2018) *Optimización de las operaciones logísticas en las rutas urbanas de recolección de desechos sólidos en la empresa pública municipal Gidsa Ambato* [tesis de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9600>

Ministerio de Defensa. (2023). *Manual de Procesos y Procedimientos Ministerio de Defensa*

Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión en electrificación rural*. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/capacitaciones/2023/Capacitacion_2023_06_12.pdf

Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). *Nota técnica para el uso de los precios sociales en la evaluación social de proyectos de inversión*. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo2_RD006_2021EF6301.pdf

Ministerio de Salud. (20 de agosto de 2019). *La acumulación de residuos sólidos puede generar afectaciones a la salud de la población*. <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/49954-la-acumulacion-de-residuos-solidos-puede-generar-afectaciones-a-la-salud-de-lapoblacion>

Ministerio del Ambiente. (05 de octubre de 2022). *Más del 75% de residuos orgánicos e inorgánicos pueden ser valorizados en el país.*

<https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/657782-mas-del-75-de-residuos-organicos-e-inorganicos-pueden-ser-valorizados-en-el-pais>

Ministerio del Ambiente. (2023). *Nueva Ley y Reglamento de Residuos Sólidos NUEVA LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS, D.L. N°1278.*

<https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>

Ministerio del Ambiente. (noviembre de 2016). *Informe de Talleres de Diagnóstico para la Actualización del “Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) de la provincia de Arequipa”.*

https://www.muniarequipa.gob.pe/descargas/gestionmanejoresiduos/PIGARS%202017-2028/Anexos/Anexo1/Informe%20de%20Talleres_PIGARS%20Arequipa.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto demográfico MITECO. (30 de septiembre de 2020). *Terminología.* <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/domesticos/gestion/terminologia/>

Moreno, J. R., & Arriaga, E. P. (2006, September). Optimización del sistema de rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios (Ecoeficiencia). In *X Congreso de Ingeniería de Organización.*

http://www.adingor.es/Documentacion/CIO/cio2006/docs/000226_final.pdf

Moskowitz, H., Wright, G. P. (1986). *Investigación de Operaciones.* Prentice Hall.

Municipalidad de Lima. (12 de junio de 2023). *MML y El Agustino recogieron más de 30 toneladas de residuos en operativo de limpieza en el Jr. Junín.*

<https://www.munlima.gob.pe/2021/10/10/mml-y-el-agustino-recogieron-mas-de-30-toneladas-de-residuos-en-operativo-de-limpieza-en-el-jr-junin/>

Municipalidad Distrital de Paucarpata. *Documentos de Gestión.*

<https://munipaucarpata.gob.pe/documentos-de-gestion>

Municipalidad Distrital de Paucarpata. *Manual de Organización y Funciones (Índice).*

https://munipaucarpata.gob.pe/wp/documentos/docgestion/01MOF_Indice.pdf

Municipalidad Distrital de Paucarpata. *Manual de Organización y Funciones (Tomo I).*

https://munipaucarpata.gob.pe/wp/documentos/docgestion/02MOF_Tomo_I.pdf

Municipalidad Distrital de Paucarpata. *Manual de Organización y Funciones (Tomo II).*

https://munipaucarpata.gob.pe/wp/documentos/docgestion/03MOF_Tomo_II.pdf

Municipalidad Distrital de Paucarpata. *Ordenanza Municipal N°20-2016-MDP*

https://munipaucarpata.gob.pe/wp/documentos/ord_municipal2016/OM-020-2016-MDP.pdf

Municipalidad Distrital de Paucarpata. *Organigrama Estructural de la Municipalidad de Paucarpata.*

<https://munipaucarpata.gob.pe/wp/documentos/organigrama.pdf>

Municipalidad Distrital de Paucarpata. *Plan de Desarrollo Local (PDLC).*

<https://munipaucarpata.gob.pe/wp/documentos/docgestion/PDCL-2011-2021.pdf>

Municipalidad Distrital de Paucarpata. *Plan de Desarrollo Local Concertado al 2030.*

<https://munipaucarpata.gob.pe/wp/documentos/docgestion/pdlcpaucarpata.pdf>

Municipalidad Distrital de Paucarpata. *Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2021.*

Municipalidad Distrital de Paucarpata. *Reglamento de Organización y Funciones 2021.*

<https://munipaucarpata.gob.pe/wp/documentos/docgestion/rof2021.pdf>

Murillo Quispe, E. R. (2018). *Modelo de gestión de residuos sólidos basado en programación binaria y simulación para reducir el lead time, caso: Municipalidad de José Luis Bustamante y Rivero* [tesis de doctorado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. Repositorio Institucional de la UNSA.

<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11162>

Murillo, E. (2020). Guía de Laboratorio 10: Modelos del Flujo Máximo y Árbol de Expansión Mínima. En E. Murillo, *Guía de Laboratorio Investigación de Operaciones*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.

Murillo, E. (2020). Guía de Laboratorio 11: Modelo del vendedor Viajero. E. Murillo, *Guía de Laboratorio Investigación de Operaciones*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.

Namakforoosh. (2005). *Metodología de la Investigación*. Editorial LIMUSA.

https://books.google.com.co/books?id=ZEJ7-0hmvhwC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Navarro, E. E. (2021). *Optimización de rutas del sistema de recojo de residuos sólidos para incrementar la eficiencia, Piura-2021*. [tesis de titulación, Universidad César Vallejo].

Repositorio Institucional UCV.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/86822>

Obando, F. A. R., Cárdenas, C. E. L., Rosero, Z. A. M., & Chandi, C. X. R. (2017). *Análisis del consumo de combustible en autobuses urbanos por efecto de las intersecciones*

Semaforizadas. Caso de estudio ciudad de Ibarra. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 10(29).

<https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/633/621>

Pérez Porto, J., Gardey, A. (22 de julio de 2008). *Definición de eficiencia - Qué es, Significado y Concepto*. <https://definicion.de/eficiencia/>

Pérez, M. M. (s. f.). *Manual de LINDO*. Recuperado el 01 de marzo de 2023, de <http://logistica.fime.uanl.mx/miguel/docs/manual-lindo.pdf>

Perú Combustibles. (2023). Obtén los mejores precios de combustible cerca de ti. <https://www.preciocombustible.com/>

Plataforma digital única del Estado Peruano. (26 de junio de 2023). *Arequipa: Información territorial*. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/campa%C3%B1as/4223-arequipa-informacion-territorial>

Portal educativo de aprendizaje permanente del Gobierno Vasco HIRU. (9 de febrero de 2021). *Programación Lineal*. <https://www.hiru.eus/es/matematicas/programacion-lineal>

Prawda, J. (2004). *Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones*. Editorial LIMUSA. https://kupdf.net/download/metodos-y-modelos-de-investigacion-de-operaciones-vol-1-juan-prawda_5b0c56f5e2b6f5276e3b849c_pdf

Quiñones-Reyes, A. J., Villar-Tiravanti, L. M. y Gutiérrez-Ascón, J. E. (2017). Algoritmo del agente viajero para minimizar el recorrido de visitas programadas en una empresa de seguros. *Revista Científica Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/37252/AC_Qui%c3%b1ones_RAJ-Villar_TLM-Guti%c3%a9rrez_AJE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Racero, J., & Pérez, A. (2006). Optimización del sistema de rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios. In *Ecoeficiencia (Optimization of municipal waste collection routes)*, X Congreso de Ingeniería de Organización, Valencia, Spain.
- Ramírez González, A. (2010). *Metodología de la investigación científica*. Pontificia Universidad Javeriana. <https://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/1.pdf>
- Ramos, A., Sánchez, P., Ferrer, J. M., Barquín, J., & Linares, P. (2010). Modelos matemáticos de optimización. *Publicación Técnica, 1*.
- Ramos, A. (2022). *Investigación Operativa*. Universidad Complutense. http://blogs.mat.ucm.es/bvitoriano/wp-content/uploads/sites/69/2022/07/IO_Moz2022.pdf
- Real Academia Española. (22 de abril de 2020). *Población*. <https://dle.rae.es/poblaci%C3%B3n>
- Real Academia Española. (5 de agosto de 2020). *Optimizar*. <https://dle.rae.es/optimizar>
- Real Academia Española. (8 de mayo de 2020). *Eficiencia*. <https://dle.rae.es/eficiencia>
- RETEME Revista Técnica de Medio Ambiente (15 de febrero de 2022). *La generación de residuos urbanos en Europa sigue aumentando*. <https://www.retema.es/actualidad/generacion-residuos-urbanos-europa-sigue-aumentando>
- Reyes, A. J. Q., Tiravanti, L. M. V., & Ascón, J. E. G. (2017). Algoritmo del agente viajero para minimizar el recorrido de visitas programadas en una empresa de seguros.

INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación, 04(02).

<https://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/728/634>

Rivas, J. A., & Esteban, I. G. (2004). *El Nuevo Diccionario de Marketing*. ESIC Editorial.

Rivera, F. A. (2019). *Propuesta de rutas optimizadas para el recojo de residuos sólidos domiciliarios en el distrito de Jauja en el año 2018* [tesis de titulación, Universidad Continental].

Repositorio Institucional Continental.

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/6132/2/IV_FIN_108_TE_Rivera_Rodriguez_2019.pdf

Robbins, S. & Coulter, M. (2005). *Administration*. Pearson Education.

Rodríguez, J. (21 de enero de 2021). *Que es el diagrama de Ishikawa, para que sirve, como crearlo y ejemplos*. <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>

S. A. (20 de febrero de 2019). Ordenanza que regula la gestión integral de residuos sólidos municipales en el distrito. *Diario Oficial del Bicentenario El Peruano*.

<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ordenanza-que-regula-la-gestion-integral-de-residuos-solidos-ordenanza-no-004-2019-mdb-1743859-1/>

Samuelson, P. & Nordhaus, W. (2002). *Economía*. Interamericana de España.

Sánchez, C. (2016). Criterios de medición de excelencia del recurso humano en la Atención Primaria de Salud. Caso: Chile. *Revista Estudios de Políticas Públicas*, 2(1), 66-81.

Sánchez, J. (29 de abril de 2020). *Eurostat*.

<https://economipedia.com/definiciones/eurostat.html>

Scribd. (2023). Recolector Heil PT-1000A 15m3

<https://es.scribd.com/document/393104224/RecolectorHeilPT1000A15m3#>

Sistema Peruano de Información Jurídica. (2019). *Ley Orgánica de Municipalidades LEY N°27972*.

https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/capacita/programacion_formulacion_presupuestal2012/Anexos/ley27972.pdf

Taha, H. A. (2012). *Investigación de Operaciones*. Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana. Reg. Núm. 1031. <https://fad.unsa.edu.pe/bancayseguros/wp-content/uploads/sites/4/2019/03/investigacic3b3n-de-operaciones-9na-edicic3b3n-hamdy-a-taha-fl.pdf>

Taquía, J. A. (2013). *Optimización de rutas en una empresa de recojo de residuos sólidos en el distrito de Los Olivos* [tesis de titulación, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional de la PUCP. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/149714>

Ungureanu, C., & Serrano, I. (2018). El populismo como relato y la crisis de la democracia representativa/Populism as a narrative and the crisis of representative democracy. *Revista Cidob d'afers internacionals*, (119), 13-34.

Universidad de las Américas Puebla UDLAP. (s. f.). *Conceptos Básicos* Recuperado el 01 de marzo de 2023, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lat/shibata_s_h/capitulo2.pdf

Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED. (26 de diciembre de 2003). *Los residuos urbanos y su problemática*. [https://www2.uned.es/biblioteca/rsu/pagina1.htm#:~:text=Los%20residuos%20s%C3%B3lidos%20urbanos%20\(RSU,en%20los%20anteriores%20lugares%20o](https://www2.uned.es/biblioteca/rsu/pagina1.htm#:~:text=Los%20residuos%20s%C3%B3lidos%20urbanos%20(RSU,en%20los%20anteriores%20lugares%20o)

Universidad Veracruzana. (12 de junio de 2023). *PILAS Y BATERÍAS USADAS (¿Por qué acopiarlas?)*. <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/pilas-y-baterias-usadas-por-que-acopiarlas/>

Villamarin, E. A. (2020). *Optimización logística de las rutas de recolección de desechos sólidos en la zona urbana del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pastaza para la reducción del costo operativo* [tesis de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15667>

Weiss, H. J. (2005). *POM-QM FOR WINDOWS VERSION 3*. Escuela de Negocios, Universidad de Lima. <https://pdfcoffee.com/pommanualencastellano-vrs6-3-pdf-free.html>

ANEXOS



ANEXO 1. FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ACTUALES

I. DATOS GENERALES

- 1.1.Apellidos y Nombres: Collantes Goyzueta Piero Jesus
1.2.Cargo e institución donde labora:
1.3.Especialidad o línea de investigación: Gestión de Residuos Sólidos
1.4.Nombre de instrumento motivo de evaluación: Ficha 1. Recolección de datos actuales
1.5.Autor(A) de Instrumento: Antonio Calixto Omar Abed / Cashpa Lajo Omar Gustavo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuada los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

Nota: Antonio et al., Cashpa (2022)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.	X
El Instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación.	

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN

88.5 %

Arequipa, 15 de junio del 2023


Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: [Http://orcid.org/0000-0003-2526-112X](http://orcid.org/0000-0003-2526-112X)
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP.....
DNI No.....Telf.

	Ficha 1. Recolección de datos actuales				
Título	Recolección de datos actuales				
Linea de Investigación	Gestión de Residuos Sólidos				
Rspnsable	Collantes Goyzueta, Piero Jesus			Fecha	Junio, 2023
Asesor	Dr. Valdivia Llerena, Cesar Alonso Renato			Código	
Recorrido Actual - Distancia en Metros					
Lugar	Fuentes de generación	Frecuencia de recolección (dias/sem)	Tiempo de recorrido (min)	Distancia recorrida (Km)	Consumo de combustible (gal)
Zona 01	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	111.468	10.125	1.2656
Zona 02	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	114	10.355	1.2944
Zona 03	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	106.099	9.655	1.2069
Zona 04	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	127.913	12.77	1.5963
Zona 05	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	111.504	10.5	1.3125
Zona 06	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	134.543	12.221	1.5276
Zona 07	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	111.853	10.16	1.2700
Zona 08	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	136.17	12.8	1.6000
Zona 09	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	58.544	9.65	1.1221
Zona 10	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	67.262	10.93	1.2709
Zona 11	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	59.271	9.75	1.1337
Zona 12	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	206.633	20.56	2.5700
Zona 13	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	88.864	13.3	1.5556
Zona 14	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	79.886	11.69	1.3673
Zona 15	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	58.154	9.45	1.0988
Zona 16	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	54.388	8.14	0.9520
Zona 17	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	92.714	9.225	1.1531
Zona 18	Envases de alimentos, papel, cartón, plásticos, vidrio, textiles, embalajes, escombros.	3	75.041	10.981	1.2843
					24.5811

Nota: Antonio et al., Cashpa (2022)



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862



ANEXO 2. FICHAS DE RECORRIDO ACTUAL DE LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

V. DATOS GENERALES

- 5.1.Apellidos y Nombres: Collantes Goyzueta Piero Jesus
- 5.2.Cargo e institución donde labora:
- 5.3.Especialidad o línea de investigación: Gestión de Residuos Sólidos
- 5.4.Nombre de instrumento motivo de evaluación: Ficha 2. Recorrido actual de la recolección de residuos sólidos en la Municipalidad de Paucarpata.
- 5.5.Autor(A) de Instrumento: Antonio Calixto Omar Abed / Cashpa Lajo Omar Gustavo

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuada los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

Nota: Antonio et al., Cashpa (2022)

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.	X
El Instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación.	

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

88.5%

Arequipa, 15 de junio del 2023


Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP.....
DNI No.....Telf.

	Ficha 2. Recorrido actual de la recolección de residuos sólidos en la Municipalidad de Paucarpata								
Título	Recorrido actual de la recolección de residuos sólidos en la Municipalidad de Paucarpata								
Linea de Investigación	Gestión de Residuos Sólidos								
Responsable	Collantes Goyzueta, Piero Jesus							Fecha	Junio, 2023
Asesor	Dr. Valdivia Llerena, Cesar Alonso Renato							Código	
Recorrido actual de la recolección de residuos sólidos en la Municipalidad de Paucarpata									
TURNO	HORARIO	PERIODO S (tramos)	Ubicación (punto de partida)		Recorrido por turno			Ubicación (punto de llegada)	
			Coordenadas geográficas					Coordenadas geográficas	
			Latitud	Longitud	Distancia (km)	Tiempo (h)	Observación	Latitud	Longitud
1	06:00 - 14:00	Zona 01	-16.418526	-71.494997	10.125	1.86	N/A	-16.418526	-71.494997
1	06:00 - 14:00	Zona 02	-16.422257	-71.507482	10.355	1.90	N/A	-16.422257	-71.507482
1	06:00 - 14:00	Zona 03	-16.422757	-71.494645	9.655	1.77	N/A	-16.422757	-71.494645
1	06:00 - 14:00	Zona 04	-16.408168	-71.496383	12.77	2.13	N/A	-16.408168	-71.496383
1	06:00 - 14:00	Zona 05	-16.427935	-71.502683	10.5	1.86	N/A	-16.427935	-71.502683
1	06:00 - 14:00	Zona 06	-16.421388	-71.499022	12.221	2.24	N/A	-16.421388	-71.499022
1	06:00 - 14:00	Zona 07	-16.404426	71.478271	10.16	1.86	N/A	-16.404426	71.478271
1	06:00 - 14:00	Zona 08	-16.425514	-71.505012	12.8	2.27	N/A	-16.425514	-71.505012
1	06:00 - 14:00	Zona 09	-16.424090	-71.515705	9.65	0.98	N/A	-16.424090	-71.515705
1	06:00 - 14:00	Zona 10	-16.427922	-71.502654	10.93	1.12	N/A	-16.427922	-71.502654
1	06:00 - 14:00	Zona 11	-16.427264	-71.502198	9.75	0.99	N/A	-16.427264	-71.502198
1	06:00 - 14:00	Zona 12	-16.427549	-71.493044	20.56	3.44	N/A	-16.429140	-71.502878
1	06:00 - 14:00	Zona 13	-16.421368	-71.499006	13.3	1.48	N/A	-16.421368	-71.499006
1	06:00 - 14:00	Zona 14	-16.427756	-71.501445	11.69	1.33	N/A	-16.427756	-71.501445
1	06:00 - 14:00	Zona 15	-16.427902	-71.502721	9.45	0.97	N/A	-16.427902	-71.502721
1	06:00 - 14:00	Zona 16	-16.418171	-71.486297	8.14	0.91	N/A	-16.419232	-71.485883
1	06:00 - 14:00	Zona 17	-16.421234	-71.475520	9.225	1.55	N/A	-16.426623	-71.490069
1	06:00 - 14:00	Zona 18	-16.412316	-71.478886	10.981	1.25	N/A	-16.417557	-71.466399

Nota: Antonio et al., Cashpa (2022)


 Dr. Jhonny W. Valverde Flores
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
 Scopus ID Author: 57196412905
 CIP: 79862

ANEXO 3. FICHAS DE DESEMPEÑO DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

IX. DATOS GENERALES

- 9.1.Apellidos y Nombres: Collantes Goyzueta Piero Jesus
9.2.Cargo e institución donde labora:
9.3.Especialidad o línea de investigación: Gestión de Residuos Sólidos
9.4.Nombre de instrumento motivo de evaluación: Ficha 3. Desempeño del servicio de recolección de residuos sólidos en la Municipalidad de Paucarpata.
9.5.Autor(A) de Instrumento: Antonio Calixto Omar Abed / Cashpa Lajo Omar Gustavo

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuada los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

Nota: Antonio et al., Cashpa (2022)

XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.	X
El Instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación.	

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN

88.5%

Arequipa, 15 de junio del 2023



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP.....
DNI No.....Telf.

	Ficha 3. Desempeño del servicio de recolección de residuos sólidos en la Municipalidad de Paucarpata		
Título	Desempeño del servicio de recolección de residuos sólidos en la Municipalidad de Paucarpata		
Línea de Investigación	Gestión de Residuos Sólidos		
Responsable	Collantes Goyzueta, Piero Jesus	Fecha	Junio, 2023
Asesor	Dr. Valdivia Llerena, Cesar Alonso Renato	Código	
Desempeño del servicio de recolección de residuos sólidos en la Municipalidad de Paucarpata			
ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
Tiempo de recolección	(min/semana)	5382.92	5050.145385
Distancia recorrida	(km/semana)	606.79	475.563
Galones	(gal/semana)	73.74	57.93
Frecuencia de recolección	(semana)	3	3

Nota: Antonio et al., Cashpa (2022)



Dr. Jhonny W. Valverde Flores

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2526-112X>

Scopus ID Author: 57196412905

CIP: 79862



ANEXO 4. FICHAS DE FRECUENCIA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS POR SECTOR

XIII. DATOS GENERALES

- 13.1.Apellidos y Nombres: Collantes Goyzueta Piero Jesus
13.2.Cargo e institución donde labora:
13.3.Especialidad o línea de investigación: Gestión de Residuos Sólidos
13.4.Nombre de instrumento motivo de evaluación: Ficha 4. Ficha de frecuencia de recolección de residuos por sector.
13.5.Autor(A) de Instrumento: Antonio Calixto Omar Abed / Cashpa Lajo Omar Gustavo

XIV. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuada los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

Nota: Antonio et al., Cashpa (2022)

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.	X
El Instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación.	

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN

88.5 %

Arequipa, 15 de junio del 2023



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: [Http://orcid.org/0000-0003-2526-112X](http://orcid.org/0000-0003-2526-112X)
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP.....
DNI No.....Telf.

	Ficha 4. Ficha de frecuencia de recolección de residuos por zona			
Título	Ficha de frecuencia de recolección de residuos por sector			
Línea de Investigación	Gestión de Residuos Sólidos			
Responsable	Collantes Goyzueta, Piero Jesus	Fecha	Junio, 2023	
Asesor	Dr. Valdivia Llerena, Cesar Alonso Renato	Código		
Ficha de frecuencia de recolección de residuos por sector				
ZONA 01	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	111.468	115.472
	Distancia recorrida	(km/ruta)	10.125	11.528
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 02	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	114	123.424
	Distancia recorrida	(km/ruta)	10.355	11.211
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 03	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	106.099	124.955
	Distancia recorrida	(km/ruta)	9.655	12.433
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 04	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	127.913	129.336
	Distancia recorrida	(km/ruta)	12.77	11.748
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 05	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	111.504	112.084
	Distancia recorrida	(km/ruta)	10.5	10.181
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 06	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	134.543	128.917
	Distancia recorrida	(km/ruta)	12.221	11.71
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 07	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	111.853	129.941
	Distancia recorrida	(km/ruta)	10.16	11.803
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 08	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	136.17	96.352
	Distancia recorrida	(km/ruta)	12.8	8.752
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 09	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	58.544	160.673
	Distancia recorrida	(km/ruta)	9.65	15.987
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 10	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	67.262	98.026
	Distancia recorrida	(km/ruta)	10.93	8.904
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3

ZONA 11	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	59.271	113.394
	Distancia recorrida	(km/ruta)	9.75	10.3
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 12	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	206.633	98.851
	Distancia recorrida	(km/ruta)	20.56	9.292
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 13	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	88.864	169.412
	Distancia recorrida	(km/ruta)	13.3	16.913
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 14	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	79.886	82.543
	Distancia recorrida	(km/ruta)	11.69	7.759
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	3
ZONA 15	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	58.154	N/A
	Distancia recorrida	(km/ruta)	9.45	N/A
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	N/A
ZONA 16	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	54.388	N/A
	Distancia recorrida	(km/ruta)	8.14	N/A
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	N/A
ZONA 17	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	92.714	N/A
	Distancia recorrida	(km/ruta)	9.225	N/A
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	N/A
ZONA 18	ASPECTOS A EVALUAR	UNIDADES	ACTUAL	PROPUESTA
	Tiempo de recolección	(min/ruta)	75.041	N/A
	Distancia recorrida	(km/ruta)	10.981	N/A
	Frecuencia de recolección	(sem)	3	N/A



Dr. Jhonny W. Valverde Flores
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2526-112X>
Scopus ID Author: 57196412905
CIP: 79862

ANEXO 5. LISTADO DE INVENTARIO DE PROCESOS DE LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PAUCARPATA

N°	Proceso Nivel 0	Unidad Orgánica	N°	Proceso Nivel 1	N°	Proceso Nivel 2
PROCESOS ESTRATÉGICOS						
1	Gestión Estratégica Institucional	Alcaldía-Gerencia Municipal	1.1	Gestión de Políticas Institucionales.	1.1.1	Generación de Políticas de la Institución.
			1.2	Gestión Estratégica para la Toma de decisiones.	1.1.2	Implementación de las Políticas de la Institución.
					1.2.1	Gestión del Análisis de la Información.
					1.2.2	Gestión del Alineamiento Institucional.
		Gerencia de Planificación Local y Presupuesto (Programación y Formulación del presupuesto)			1.3	Gestión de la Planificación e Inversiones Institucionales.
			1.4	Programación y Formulación del Presupuesto Institucional.	1.3.2	Gestión del Presupuesto Multianual e Inversiones.
					1.4.1	Programación del Presupuesto Institucional.
					1.4.2	Formulación del Presupuesto Institucional.
2	Gestión de la Modernización Institucional	Gerencia de Planificación Local y Presupuesto			2.1	Gestión por Procesos Institucionales.
		Unidades Orgánicas	2.2	Gestión de Riesgos Institucionales	2.1.2	Gestión de la Identificación de los procesos institucionales.
					2.2.1	Gestión de la identificación de los Riesgos.
					2.2.2	Gestión del Análisis del Riesgo.
					2.2.3	Gestión de respuesta al Riesgo.
		Órganos Desconcentrados	2.3	Gestión de la Mejora continua institucional.	2.3.1	Gestión de la Evaluación del Desempeño y Controles Institucionales.
					2.3.2	Gestión de implementación de las mejoras institucionales.
		3	Gestión de la Comunicación e Imagen Institucional	Gerencia de Comunicaciones	3.1	Gestión de la Imagen Institucional
3.1.2	Gestión de Informes periodísticos.					
3.1.3	Gestión de Diseño Publicitario.					
4	Gestión del Control Institucional					
		4.1.2	Ejecución del Plan anual de acciones.			
		4.1.3	Seguimiento y Control de Recomendaciones.			
		Gerencia Municipal	4.2	Gestión de Rendición de Cuentas	4.2.1	Rendición de Cuentas de la Municipalidad.

Nota. En la tabla se observa los procesos estratégicos con sus unidades orgánicas y procesos de nivel 1 y 2. Documentos de Gestión de la Municipalidad Distrital de Paucarpata (2021).

Nº	Proceso Nivel 0	Unidad Orgánica	Nº	Proceso Nivel 1	Nº	Proceso Nivel 2
PROCESOS MISIONALES U OPERATIVOS						
5	Gestión de Ordenamiento e Infraestructura Territorial	Gerencia de Infraestructura (Subgerencia de Estudios de Inversiones y Subgerencia de Supervisión y Liquidación de obras)	5.1	Gestión de Infraestructura pública	5.1.1	Formulación y Evaluación de Estudios de Preinversión e Inversión.
					5.1.2	Gestión de Ejecución de Inversión.
		Gerencia de AAHH (Subgerencia de Promoción de la Urbanización de AAHH y Subgerencia de reconocimiento de organizaciones de AAHH)	5.2	Gestión de Asentamientos Humanos	5.2.1	Gestión de Reconocimiento de Juntas Directivas.
					5.2.2	Gestión de Formalización y Desarrollo de los AAHH
		Gerencia de Desarrollo Urbano (Subgerencia de Catastro y Planeamiento Urbano y Subgerencia de Autorizaciones Municipales)	5.3	Gestión de Planificación urbana	5.3.1	Planificación y ordenamiento urbano.
					5.3.2	Gestión de Autorizaciones Municipales.
		Gerencia de Desarrollo Urbano (Subgerencia de Transporte)	5.4	Gestión de Transporte y Tránsito	5.4.1	Gestión de Autorizaciones de transporte Menor.
					5.4.2	Gestión de Mejora de Vías de Circulación Vehicular.
					5.4.3	Gestión de señalización vial.
					5.4.4	Gestión de la Supervisión y control del Transporte Menor.
6	Gestión de Desarrollo Social e integridad de la Familia	Gerencia de Desarrollo Urbano (Subgerencia del Riesgo de Desastre y Defensa Civil)	5.5	Gestión del Riesgo de Desastres	5.5.1	Gestión de Prevención del Riesgo de Desastre.
					5.5.2	Gestión de Inspecciones Técnicas de Seguridad.
		Gerencia de Protección y familia (Subgerencia de Protección y Subgerencia de Mujer y Familia)	6.1	Gestión de la Protección a la Familia	6.1.1	Gestión de apoyo en los casos sociales.
					6.1.2	Gestión de Defensoría de la Familia.
					6.1.3	Gestiones de Orientación al Vecino en Temáticas de Familia.
					6.1.4	Gestión para el Desarrollo Integral de las Personas con Discapacidad, Persona Adulta Mayor.
		Gerencia de Participación Vecinal y Relaciones comunitarias (Subgerencia de Organizaciones Sociales y Participación vecinal y Subgerencia de Programas Sociales)	6.2	Gestión de la Participación vecinal y Relaciones Comunitarias	6.2.1	Gestión de Participación Vecinal
					6.2.2	Gestión de Programas Sociales.
7	Gestión del Desarrollo Humano	Gerencia de Educación, Cultura y Juventud (Subgerencia de educación y Cultura y Subgerencia de Juventud)	7.1	Gestión de Educación, Cultura y juventud	7.1.1	Gestión de la Educación Temprana.
					7.1.2	Gestión de programas de Educación y Cultura.
					7.1.3	Gestión de Orientación a la Juventud.
		Gerencia de deportes	7.2	Gestión de Deportes	7.2.1	Gestión de Escuelas deportivas Municipales.
					7.2.2	Gestión de los servicios y eventos deportivos.

Nota. En la tabla se observa los procesos misionales con sus unidades orgánicas y procesos de nivel 1 y 2. Documentos de Gestión de la Municipalidad Distrital de Paucarpata (2021).

Nº	Proceso Nivel 0	Unidad Orgánica	Nº	Proceso Nivel 1	Nº	Proceso Nivel 2
8	Gestión de Servicio a la ciudad	Sistema de servicio a la ciudad y Gestión Ambiental (Gerencia General)	8.1	Gestión Ambiental en la ciudad	8.1.1	Gestión del Plan Ambiental Municipal.
					8.1.2	Implementación y Monitoreo del Plan Ambiental Municipal.
		Gerencia de Mantenimiento urbano	8.2	Gestión del Mantenimiento Urbano	8.2.1	Gestión de Mantenimiento de Infraestructura y Mobiliario Urbano.
					8.2.2	Gestión de Mejoramiento de la Infraestructura Urbana.
					8.3.1	Gestión del Plan de Limpieza Pública.
		Gerencia de Limpieza Pública	8.3	Gestión del Manejo Sostenible de la Limpieza Pública	8.3.2	Gestión de Recolección, Barrido de espacios Públicos, Transporte y Disposición Final de Residuos Sólidos Municipales.
9	Gestión de Seguridad ciudadana				8.3.3	Gestión de la Segregación en la Fuente, Recolección Selectiva de RRSS y Formalización de Recicladores.
		Gerencia de áreas verdes	8.4	Gestión de áreas verdes	8.4.1	Gestión de Mantenimiento de las áreas verdes.
		Gerencia de Seguridad Ciudadana (Subgerencia de Serenazgo)	9.1	Gestión de Vigilancia y Seguridad Ciudadana	9.1.1	Gestión del Plan de la Seguridad Ciudadana.
		Gerencia de Seguridad Ciudadana (Subgerencia de Análisis de la Información)	9.2	Gestión del Centro de Control de los Sistemas de Comunicación y Observatorio del Delito	9.1.2	Implementación y monitoreo del Plan de la seguridad ciudadana.
					9.2.1	Gestión de Prevención y control de la Seguridad ciudadana.
		Gerencia de Seguridad Ciudadana (Subgerencia de Fiscalización y control)	9.3	Gestión de Fiscalización y Control Urbano	9.2.2	Gestión de Atención de las emergencias.
10	Gestión de desarrollo económico Local				9.3.1	Gestión de la Prevención del Incumplimiento de Normas Administrativas.
		Gerencia de Desarrollo económico Local (Subgerencia de Promoción del Desarrollo Productivo)	10	Gestión de desarrollo Productivo	9.3.2	Gestión Administrativa Sancionadora.
					10.1.1	Gestión de Formalización de los sectores económicos.
		Gerencia de Desarrollo económico Local (Subgerencia de Promoción Empresarial y del empleo)	10	Gestión del empleo	10.1.2	Gestión para el apoyo técnico y acompañamiento a los sectores económicos.
					10.2.1	Gestión de la Bolsa de trabajo Municipal.
		Gerencia de Desarrollo económico Local	10	Gestión de promoción empresarial	10.3.1	Gestión de la promoción de las oportunidades de inversión privada del distrito.

Nota. En la tabla se observa los procesos misionales con sus unidades orgánicas y procesos de nivel 1 y 2. Documentos de Gestión de la Municipalidad Distrital de Paucarpatá (2021).

Nº	Proceso Nivel 0	Unidad Orgánica	Nº	Proceso Nivel 1	Nº	Proceso Nivel 2
11	Gestión de Administración Tributaria y Recaudación	Gerencia de Rentas Municipales (Subgerencia de Administración Tributaria)	11	Gestión de la Administración tributaria	11.1.1	Gestión de la Administración de la cartera del contribuyente del Distrito.
					11.1.2	Gestión de Registro y Actualización de Contribuyentes.
					11.1.3	Gestión del Fraccionamiento de Cobranza.
					11.1.4	Gestión de Emisión y Notificación de Actos Tributarios.
		Gerencia de Rentas Municipales (Subgerencia de Fiscalización Tributaria)	11	Gestión de la Fiscalización Tributaria	11.2.1	Gestión de la Detección de Omisos y Subvaluadores.
		Gerencia de Rentas Municipales (Subgerencia de ejecución coactiva)	11	Gestión de la Cobranza coactiva	11.3.1	Gestión de la Cobranza Coactiva.
12	Gestión de la Salud	Sistema de Salud Municipal Paucarpata Gerencia General (Gerencia de Atención integral en Salud y Gerencia de Servicio de Salud)	12	Gestión de la atención intramuros en salud	12.1.1	Prestaciones de salud humana en Centros Médicos Municipales
			12	Gestión de la atención extramuros en salud	12.1.2	Prestaciones de salud veterinaria
					12.1.3	Gestión de Servicios de Salud de la comunidad

Nota. En la tabla se observa los procesos misionales con sus unidades orgánicas y procesos de nivel 1 y 2. Documentos de Gestión de la Municipalidad Distrital de Paucarpata (2021).

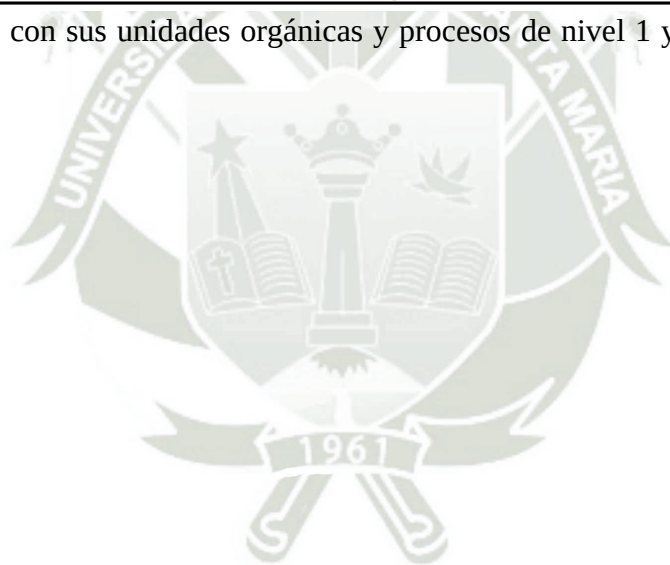


Nº	Proceso Nivel 0	Unidad Orgánica	Nº	Proceso Nivel 1	Nº	Proceso Nivel 2		
PROCESOS DE APOYO O SOPORTE								
13	Gestión de Atención al Ciudadano y Transparencia de la Información	Gerencia Municipal (Subgerencia de Atención al Vecino y Registro Civil) - Gerencia Legal y Secretaria Municipal - Gerencia de Tecnología de la Información y Telecomunicaciones	13	Gestión de Atención al Ciudadano	13.1.1	Gestión de Registro civil		
					13.1.2	Gestión de la Plataforma de Atención		
					13.1.3	Gestión de las Evaluaciones de los Estándares de la Calidad		
			13	Administración y Control del Sistema Documental	13.1.4	Gestión de las Notificaciones de Actos Administrativos		
					13.2.1	Gestión Documental		
					13.2.2	Gestión de archivo generales		
14	Gestión de Recursos Humanos	Gerencia de Administración (Subgerencia de Recursos Humanos (Gerencia de administración del Sistema de Salud Municipal Paucarpata y Sistema de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental))	13	Gestión de la Transparencia de la Información Municipal	13.3.1	Gestión de Acceso a la Información		
					14	Gestión de Empleo y contratación	14.1.1	Gestión de Reclutamiento, Selección y Contratación
							14	Gestión de Relaciones Humanas y Sociales
			14.2.2	Gestión de relaciones laborales				
			14	Gestión de Compensaciones	14.3.1	Gestión de control de asistencia		
					14.3.2	Gestión de Remuneración y aportaciones		
14	Gestión del Desarrollo de capacidades al personal	14.4.1	Gestión de Capacitación					
		14.4.2	Gestión de Evaluación del Desempeño					
15	Gestión Financiera	Gerencia de Administración (Subgerencia de Finanzas (Gerencia de administración del Sistema de Salud Municipal Ventanilla y Sistema de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental))	15	Gestión de Contabilidad	15.1.1	Gestión de Preparación de estados Financieros		
					15.1.2	Gestión de Contabilización de Hechos Económicos		
			15	Gestión de Tesorería	15.2.1	Gestión de Control de Ingresos, Conciliaciones y Pagos		
16	Gestión Jurídica	Procuraduría Pública	16	Gestión de la Procuraduría Jurídica	16.1.1	Gestión de procesos Judiciales		
					16	Asesoría Jurídica	16.2.1	Gestión de Normas Municipales
							16.2.2	Gestión de Secretaria Municipal
		16.2.3	Gestión de Trámites Legales					
		17	Gestión Administrativa	Gerencia de Administración - Control patrimonial	17	Gestión de Control Patrimonial	17.1.1	Gestión del Margesi Municipal
							17.1.2	Gestión de Inventario
17	Gestión de Servicios Generales						17.2.1	Gestión de Mantenimiento, limpieza de la Infraestructura de los locales Municipales
		17	Gestión de Maestranza	17.2.2	Gestión de Seguridad Interna de los Locales Municipales			
				17.3.1	Gestión de Mantenimiento de las unidades vehiculares			
18	Gestión de Tecnología de la Información	Gerencia de Tecnología de la Información y Telecomunicaciones	18	Gestión de Servicios Tecnológicos	18.1.1	Gestión de Infraestructura Tecnológica		
					18.1.2	Gestión de Seguridad Electrónica		
					18.1.3	Gestión de la Seguridad de la Información		
			18	Gestión de Desarrollo de Aplicaciones y Firma Digital	18.2.1	Gestión de Desarrollo de Sistemas		
					18.2.2	Gestión de Aplicación de Firma Digital e Interoperabilidad		

Nota. En la tabla se observa los procesos de apoyo con sus unidades orgánicas y procesos de nivel 1 y 2. Documentos de Gestión de la Municipalidad Distrital de Paucarpata (2021).

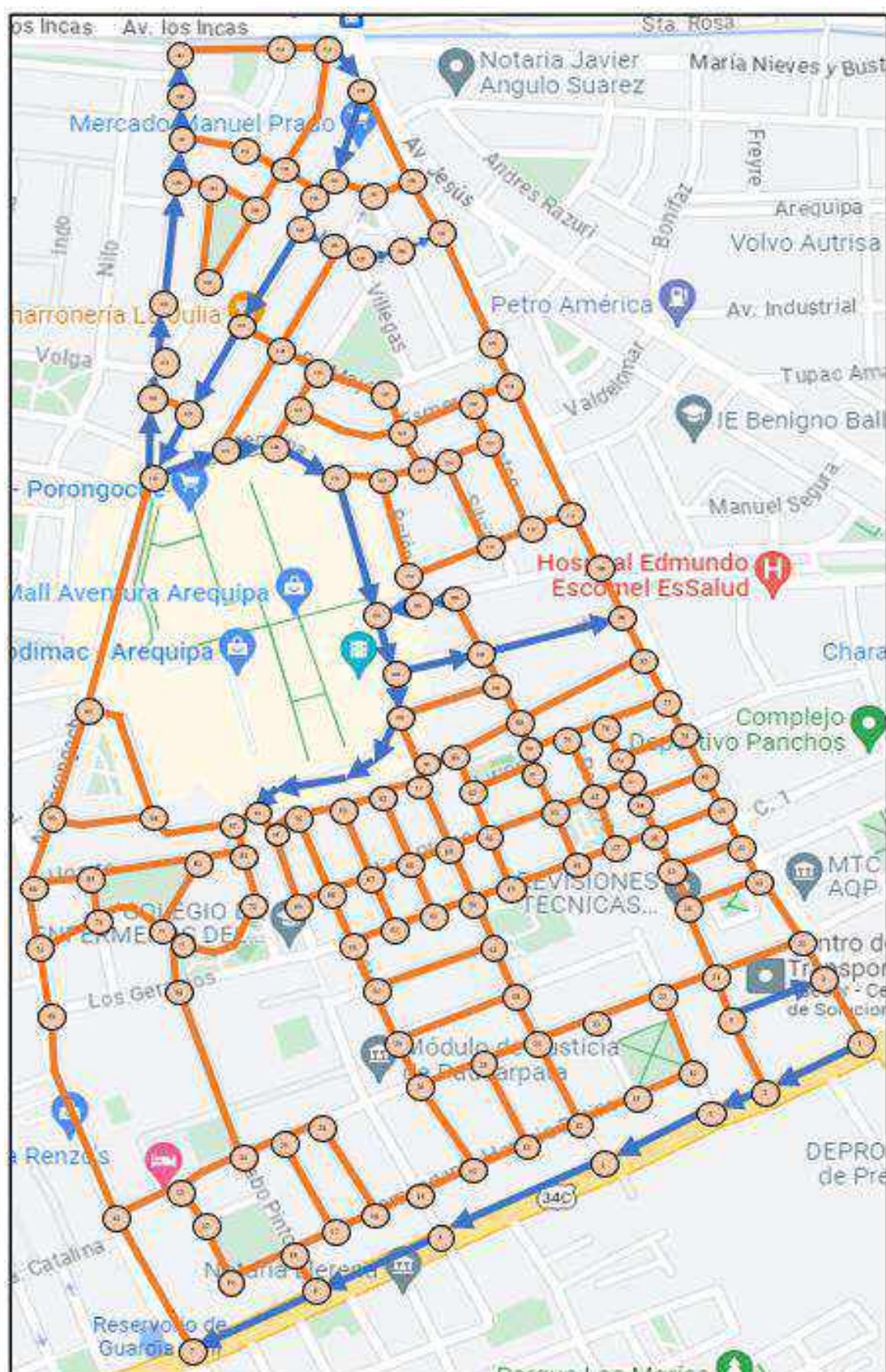
Nº	Proceso Nivel 0	Unidad Orgánica	Nº	Proceso Nivel 1	Nº	Proceso Nivel 2
19	Gestión Presupuestaria	Gerencia de Planificación Local y Presupuesto (Parte operativa de presupuesto)	19	Gestión de la ejecución del Gasto	19.1.1	Gestión de Certificados Presupuestales
			19	Gestión de Evaluación, Conciliación y Estados Presupuestarios	19.1.2	Gestión de los Documentos Técnicos Presupuestales
					19.2.1	Gestión de Evaluación Presupuestal
					19.2.2	Gestión de Conciliaciones de Marco Legal
20	Gestión Logística	Gerencia de Administración (Subgerencia de Logística (Gerencia de administración del Sistema de Salud Municipal Paucarpata y Sistema de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental))	20	Gestión de Contrataciones de Bienes, Servicios y Obras	19.2.3	Gestión de Estados Presupuestarios
					20.1.1	Gestión de los Actos Preparatorios
					20.1.2	Gestión de selección
					20.1.3	Gestión de Ejecución Contractual
			20	Gestión de Almacenamiento y control de bienes	20.1.4	Gestión Administrativa de Adquisición de Bienes y contratación de Servicios
					20.2.1	Gestión para la Conformidad del Ingreso y Salida de los Bienes

Nota. En la tabla se observa los procesos de apoyo con sus unidades orgánicas y procesos de nivel 1 y 2. Documentos de Gestión de la Municipalidad Distrital de Paucarpata (2021).

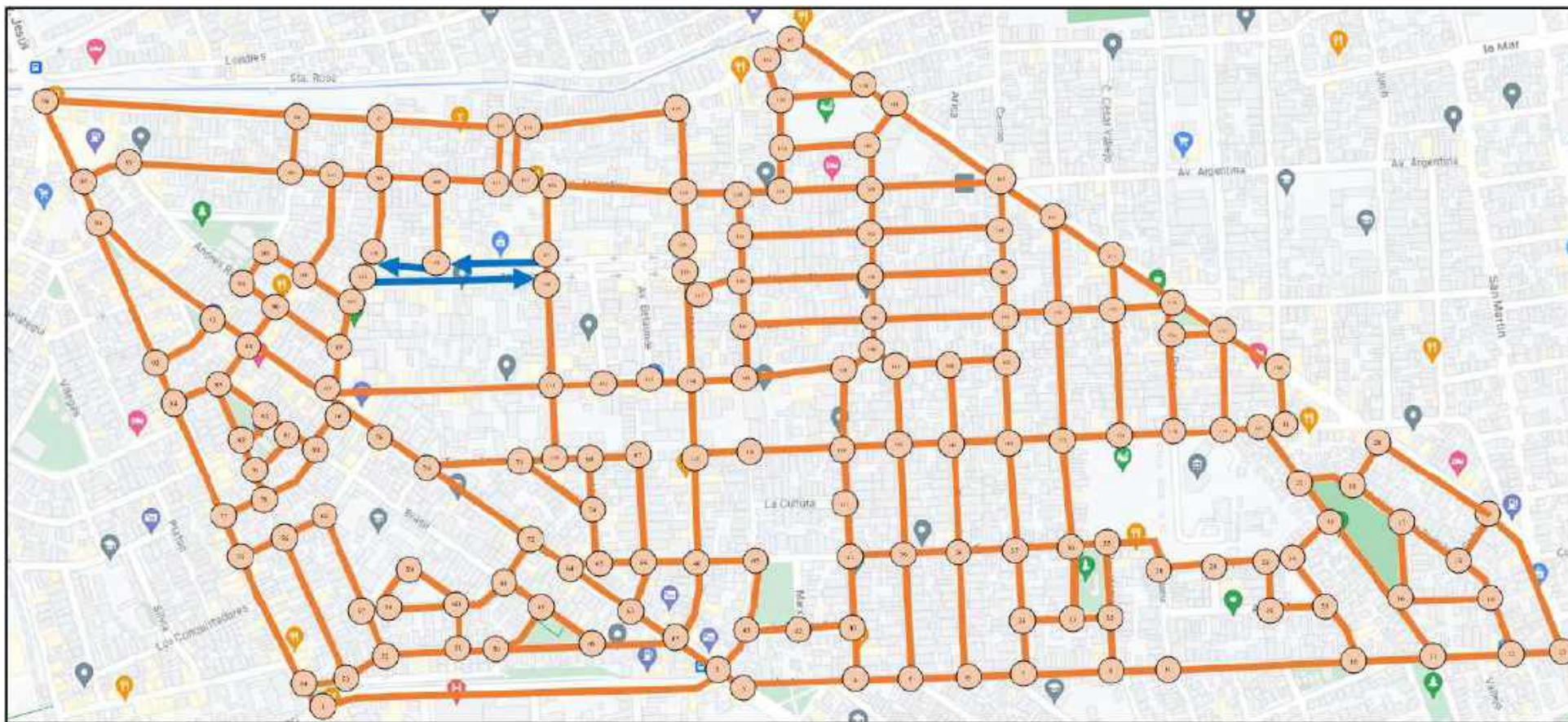


ANEXO 6. ARCOS Y NODOS DE LAS ZONAS PROPUESTAS

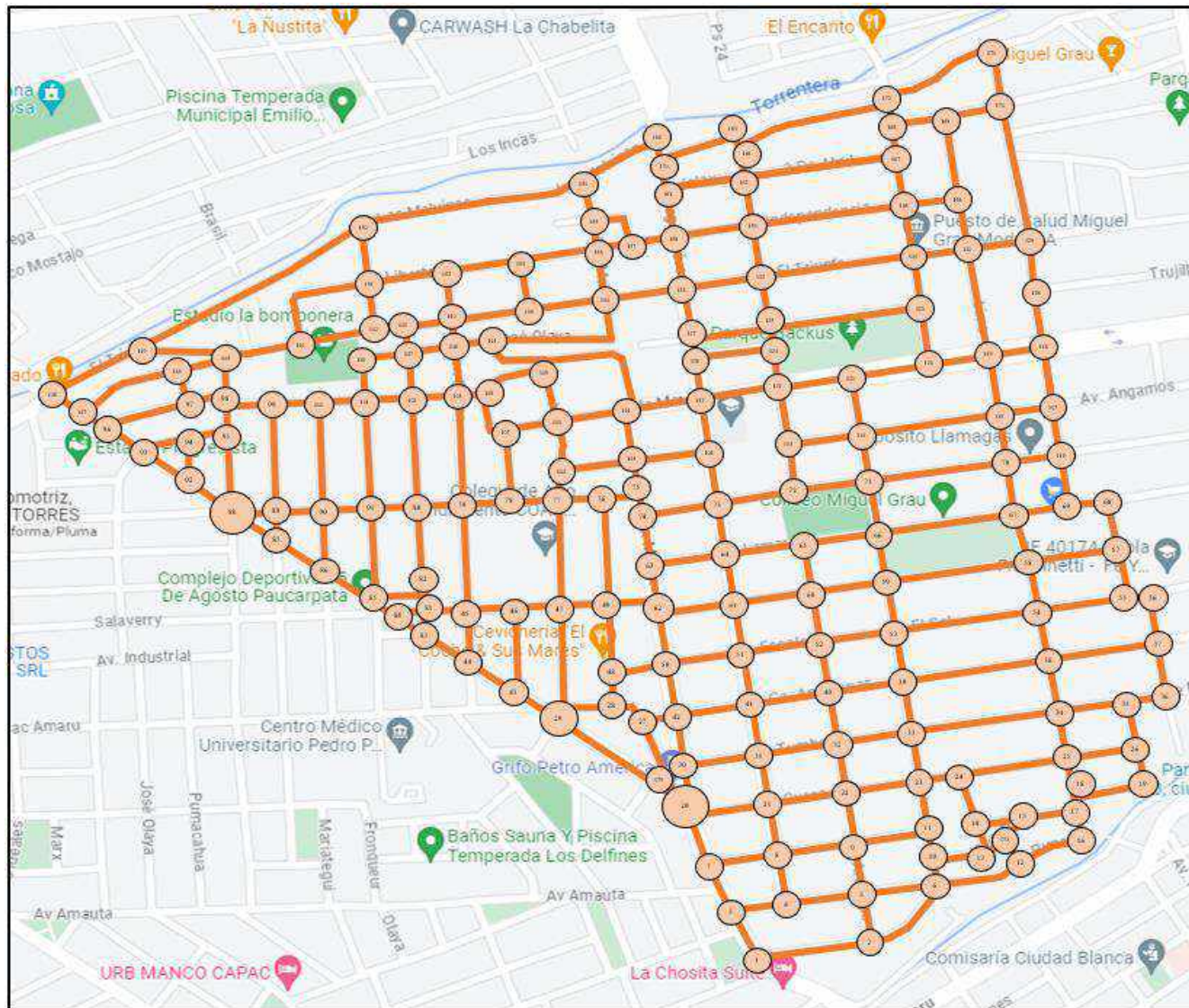
ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 01



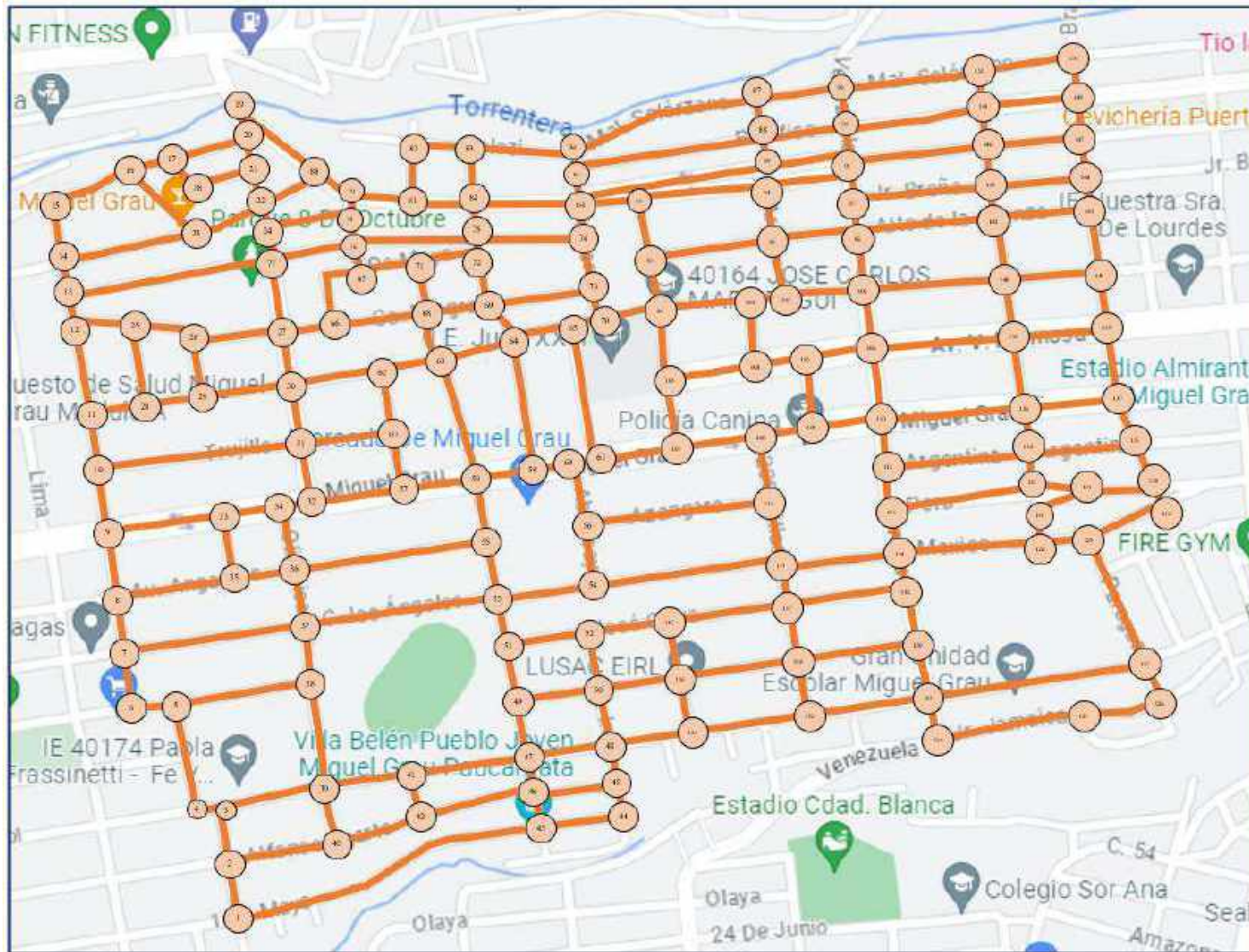
ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 02



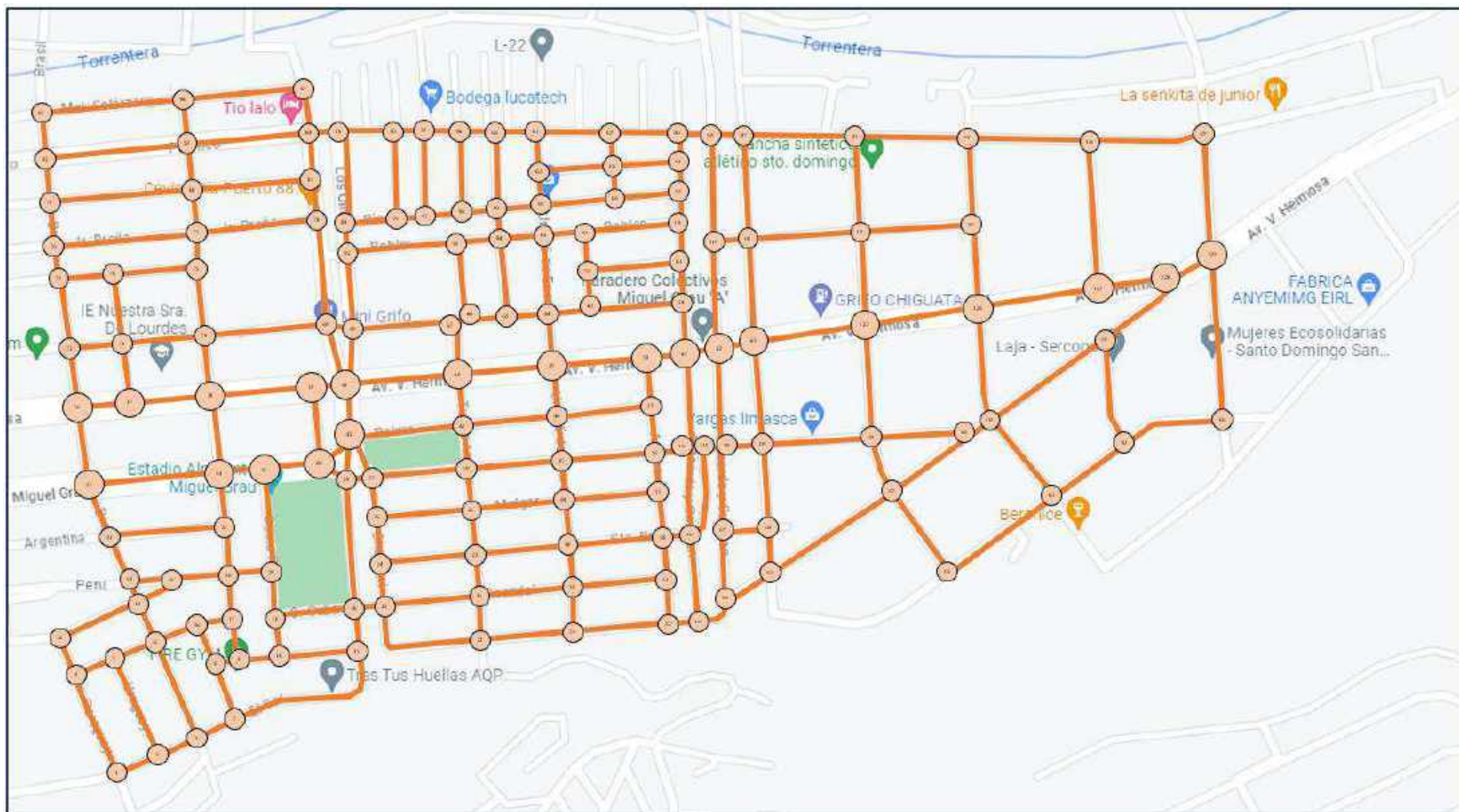
ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 03



ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 04



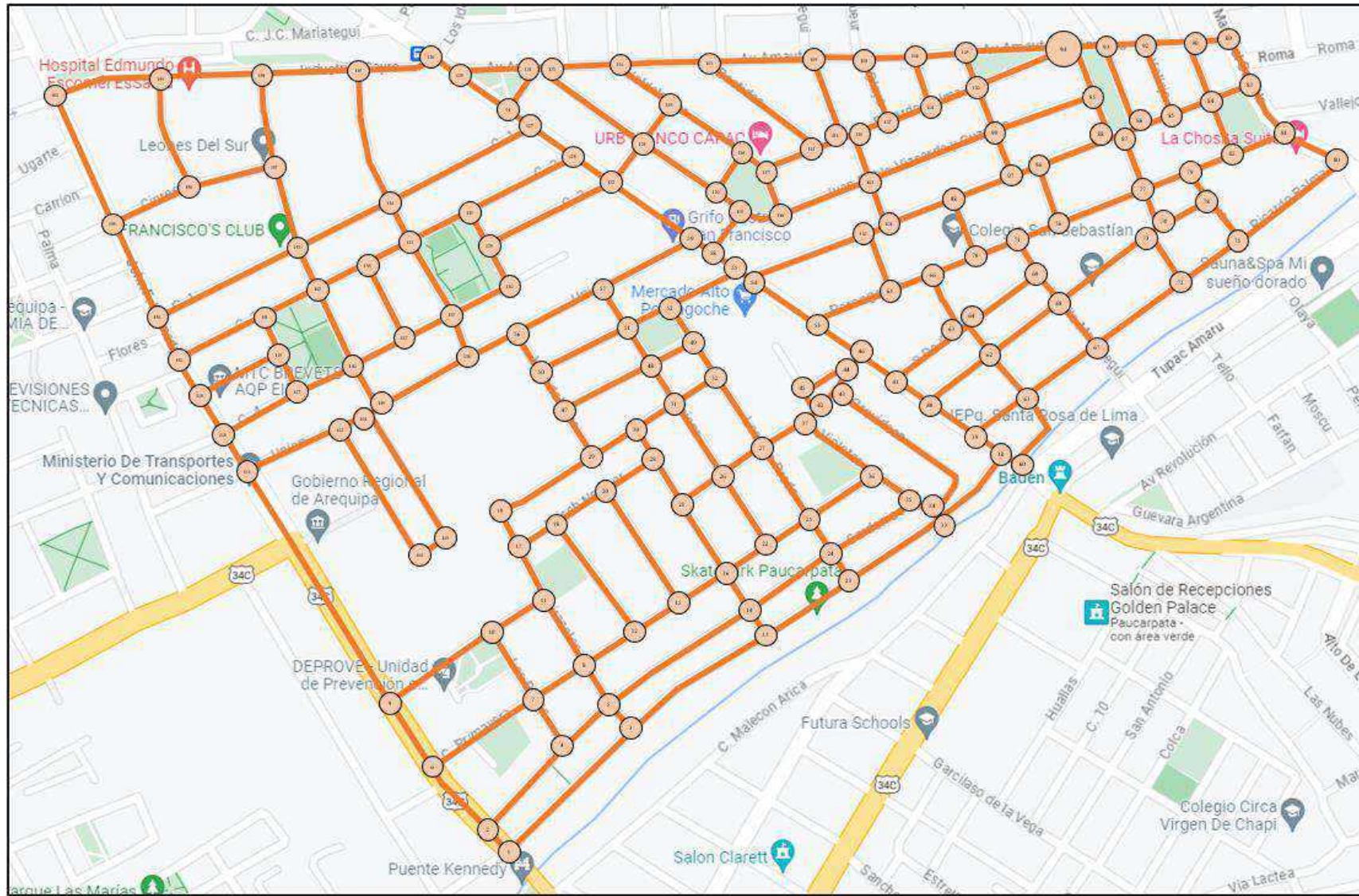
ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 05



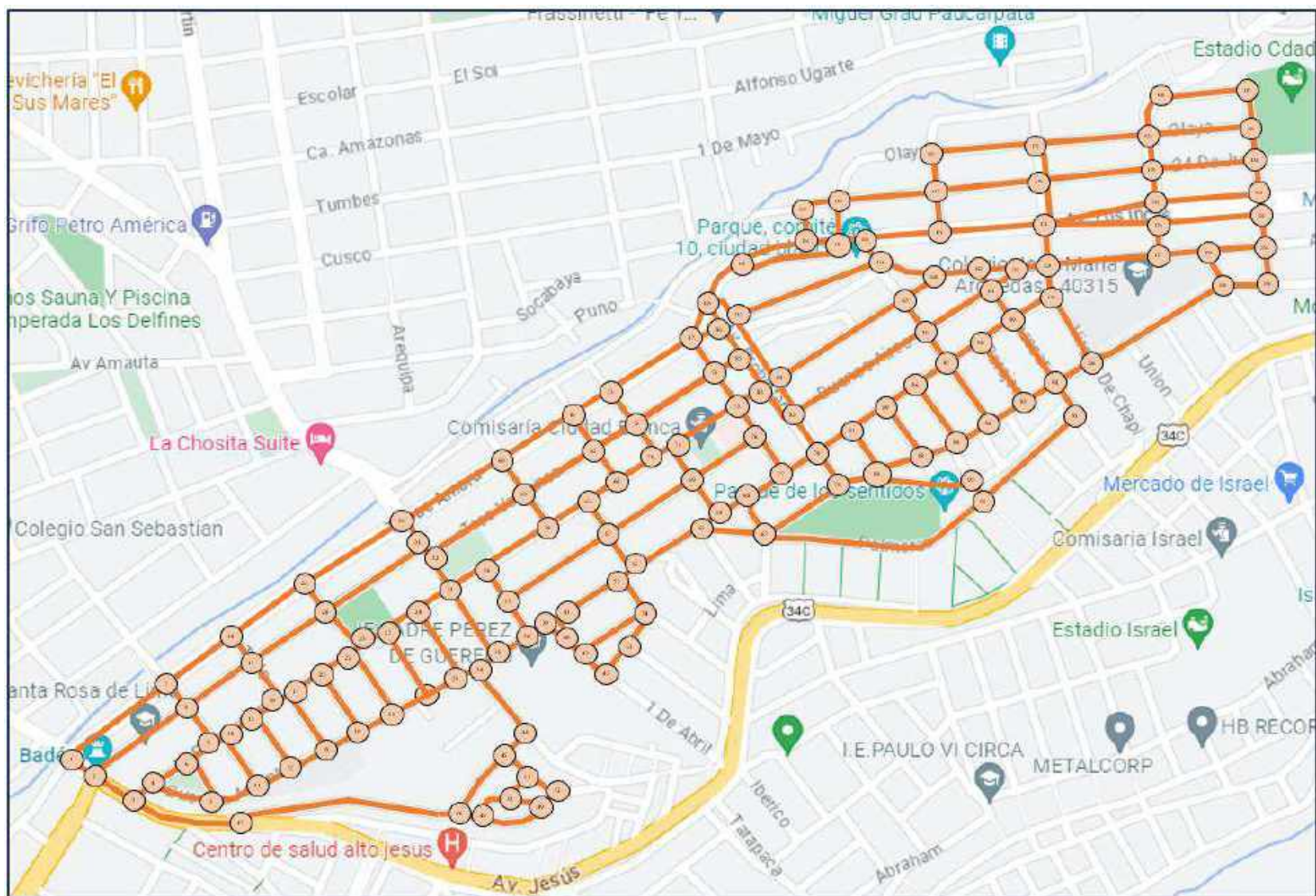
ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 06



ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 07



ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 08



ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 09



ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 10



ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 11



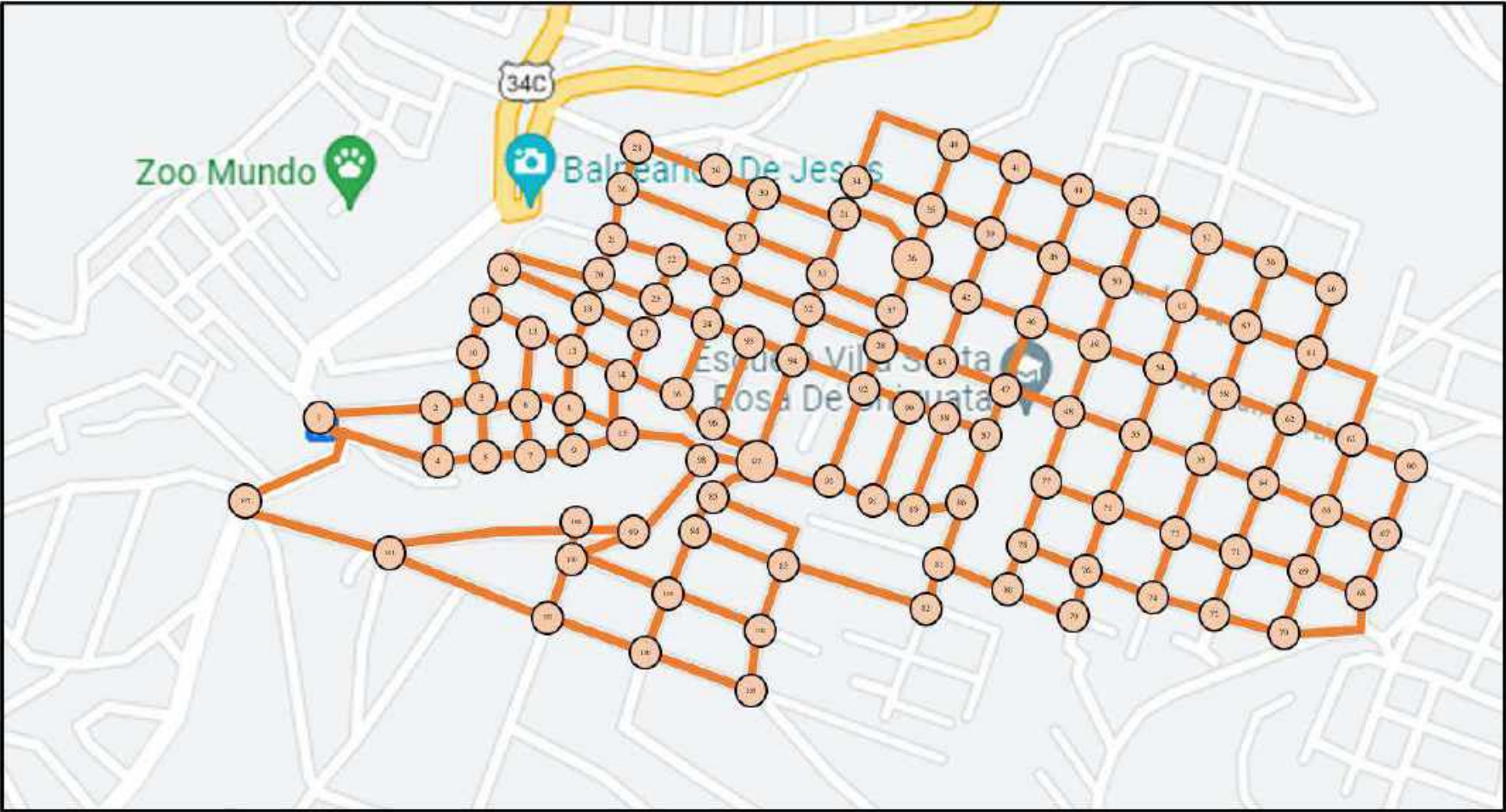
ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 12



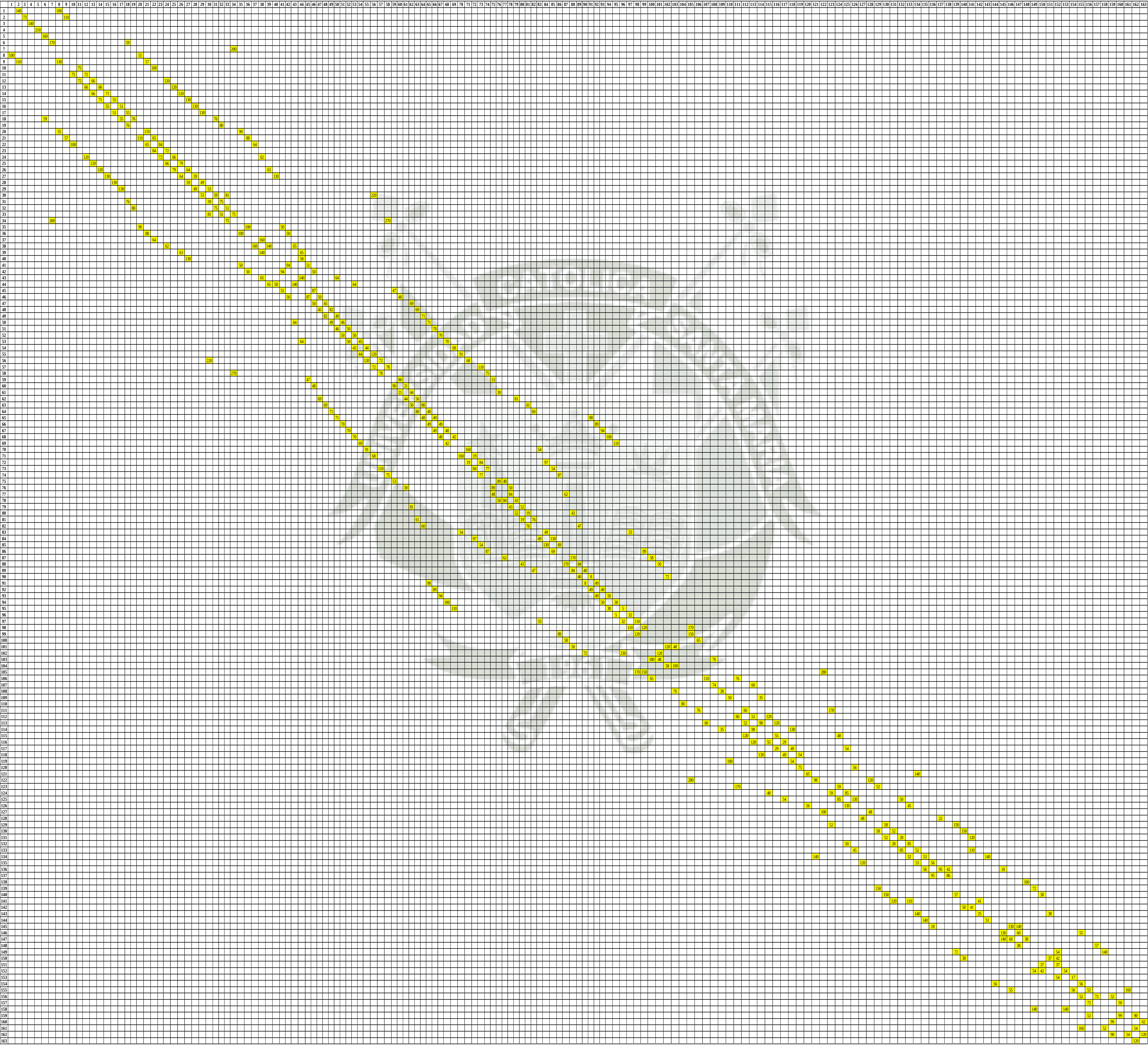
ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 13



ARCOS Y NODOS DE LA ZONA 14



ANEXO 7. MATRIZ DE DISTANCIAS EN METROS (m)

MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 01

ARCOS POSIBLES Y DISTANCIAS DE LA ZONA 01

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
1	001	002	140
2	001	008	100
3	008	001	100
4	002	003	73
5	002	009	110
6	009	002	110
7	003	004	140
8	004	005	210
9	005	006	160
10	006	007	170
11	006	018	59
12	007	034	200
13	008	020	55
14	009	008	130
15	009	021	57
16	010	011	75
17	010	022	100
18	011	010	75
19	011	012	72
20	012	011	72
21	012	013	66
22	012	024	120
23	013	012	66
24	013	014	66
25	013	025	120
26	014	013	66
27	014	015	71
28	014	026	120
29	015	014	71
30	015	016	55
31	016	015	55
32	016	017	51
33	016	028	130
34	017	016	51
35	017	018	55
36	017	029	130
37	018	006	59
38	018	017	55
39	018	019	76
40	019	018	76

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
41	019	032	80
42	020	008	55
43	020	021	110
44	020	035	90
45	021	009	57
46	021	020	110
47	021	022	65
48	021	036	88
49	022	010	100
50	022	021	65
51	022	023	84
52	023	022	84
53	023	024	72
54	024	012	120
55	024	023	72
56	024	025	66
57	024	038	62
58	025	013	120
59	025	024	66
60	025	026	79
61	026	014	120
62	026	025	79
63	026	039	63
64	028	016	130
65	028	029	49
66	029	017	130
67	029	028	49
68	029	030	53
69	030	029	53
70	030	033	81
71	030	056	220
72	032	019	80
73	032	033	51
74	033	030	81
75	033	032	51
76	033	034	75
77	034	007	200
78	034	033	75
79	034	058	270
80	035	020	90
81	035	036	100
82	035	041	50

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
83	036	021	88
84	036	035	100
85	036	042	50
86	038	024	62
87	038	039	140
88	038	043	65
89	039	026	63
90	039	038	140
91	039	044	65
92	041	035	50
93	041	042	94
94	041	045	51
95	042	036	50
96	042	041	94
97	042	046	50
98	043	038	65
99	043	044	140
100	043	050	64
101	044	039	65
102	044	043	140
103	044	053	64
104	045	041	51
105	045	046	87
106	045	059	47
107	046	042	50
108	046	045	87
109	046	047	50
110	046	060	48
111	047	046	50
112	047	048	45
113	047	062	69
114	048	047	45
115	048	049	82
116	048	063	69
117	049	048	82
118	049	050	49
119	049	064	71
120	050	043	64
121	050	049	49
122	050	051	46
123	050	065	71
124	051	050	46

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
125	051	052	50
126	051	066	70
127	052	051	50
128	052	053	50
129	052	067	70
130	053	044	64
131	053	052	50
132	053	068	70
133	056	030	220
134	056	071	68
135	058	034	270
136	058	074	75
137	059	045	47
138	059	060	90
139	059	075	53
140	060	046	48
141	060	059	90
142	060	061	21
143	061	060	21
144	061	062	44
145	061	076	30
146	062	047	69
147	062	061	44
148	062	063	50
149	062	079	81
150	063	048	69
151	063	062	50
152	063	064	80
153	063	081	61
154	064	049	71
155	064	063	80
156	064	065	48
157	064	082	60
158	065	050	71
159	065	064	48
160	065	066	49
161	065	091	98
162	066	051	70
163	066	065	49
164	066	067	49
165	066	092	89
166	067	052	70

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
167	067	066	49
168	067	068	48
169	067	093	94
170	068	053	70
171	068	067	48
172	068	069	42
173	068	094	100
174	069	068	42
175	069	095	110
176	070	071	160
177	070	083	54
178	071	056	68
179	071	070	160
180	071	072	19
181	072	071	19
182	072	073	84
183	072	084	97
184	073	072	84
185	073	074	77
186	073	085	54
187	074	058	75
188	074	073	77
189	074	086	87
190	075	059	53
191	075	076	89
192	075	077	48
193	076	061	30
194	076	075	89
195	076	078	50
196	077	075	48
197	077	078	84
198	077	087	62
199	078	076	50
200	078	077	84
201	078	079	43
202	079	062	81
203	079	078	43
204	079	080	52
205	080	079	52
206	080	081	19
207	080	088	43
208	081	063	61

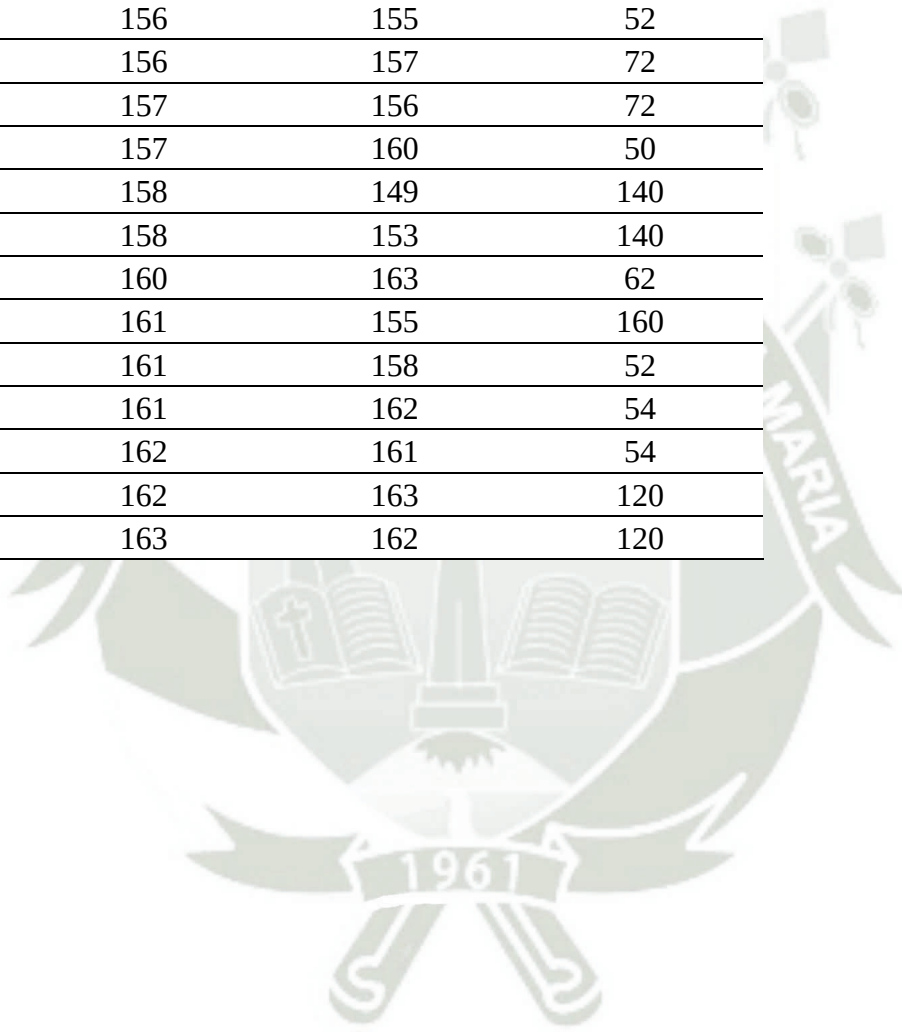
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
209	081	080	19
210	081	082	76
211	082	064	60
212	082	081	76
213	082	089	47
214	083	070	54
215	083	084	49
216	083	097	33
217	084	072	97
218	084	083	49
219	084	085	130
220	085	073	54
221	085	084	130
222	085	086	69
223	086	074	87
224	086	085	69
225	086	099	89
226	087	077	62
227	087	088	170
228	087	100	58
229	088	080	43
230	088	087	170
231	088	089	84
232	088	101	50
233	089	082	47
234	089	088	84
235	089	090	40
236	090	089	40
237	090	091	8
238	090	102	72
239	091	065	98
240	091	090	8
241	091	092	49
242	092	066	89
243	092	091	49
244	092	093	49
245	093	067	94
246	093	092	49
247	093	094	50
248	094	068	100
249	094	093	50
250	094	095	30

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
251	095	069	110
252	095	094	30
253	095	096	5
254	096	095	5
255	096	097	32
256	097	083	33
257	097	096	32
258	097	098	110
259	098	097	110
260	098	099	120
261	098	105	170
262	099	086	89
263	099	098	120
264	099	105	150
265	100	087	58
266	100	106	65
267	101	088	50
268	101	102	120
269	101	103	48
270	102	090	72
271	102	096	230
272	102	101	120
273	103	100	180
274	103	101	48
275	103	108	76
276	104	102	58
277	104	103	100
278	105	098	170
279	105	099	150
280	105	122	280
281	106	100	65
282	106	111	76
283	108	103	76
284	108	109	38
285	109	110	50
286	109	114	35
287	110	104	80
288	111	106	76
289	111	112	60
290	111	123	170
291	112	111	60
292	112	113	52

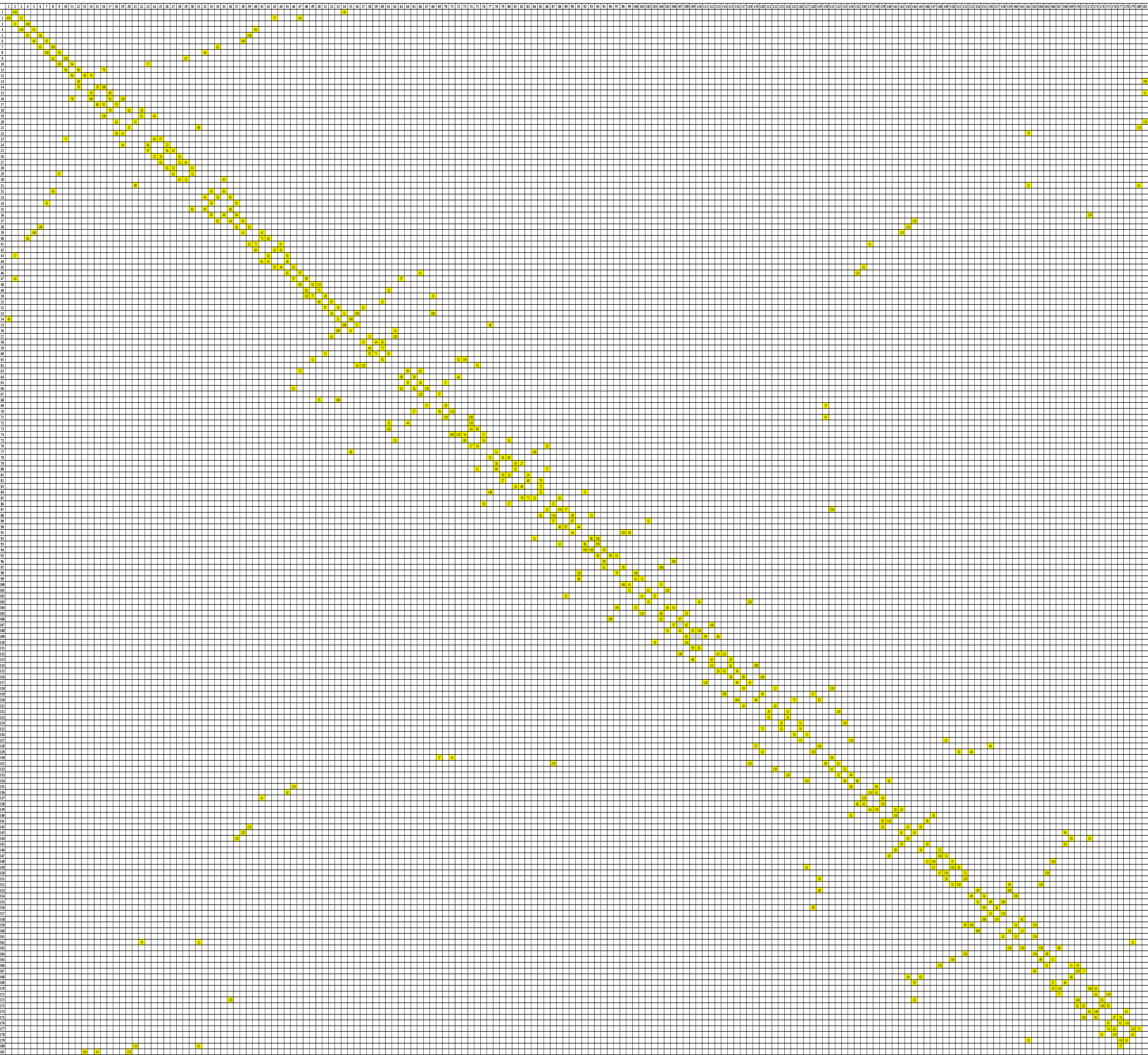
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
293	112	115	120
294	113	112	52
295	113	114	98
296	113	116	120
297	114	109	35
298	114	113	98
299	114	118	130
300	115	112	120
301	115	116	55
302	115	124	48
303	116	113	120
304	116	115	55
305	116	117	29
306	117	116	29
307	117	118	49
308	117	125	54
309	118	114	130
310	118	117	49
311	118	119	54
312	119	110	180
313	119	118	54
314	120	119	75
315	120	126	56
316	121	120	65
317	121	134	140
318	122	105	280
319	122	121	98
320	122	128	120
321	123	111	170
322	123	124	59
323	123	129	52
324	124	115	48
325	124	123	59
326	124	125	85
327	125	117	54
328	125	124	85
329	125	126	130
330	125	132	50
331	126	120	56
332	126	125	130
333	126	133	45
334	127	122	100

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
335	127	128	48
336	128	127	48
337	128	137	22
338	129	123	52
339	129	139	150
340	132	125	50
341	132	133	85
342	133	126	45
343	133	132	85
344	133	134	52
345	134	121	140
346	134	133	52
347	134	135	53
348	134	143	140
349	135	127	120
350	135	134	53
351	137	138	86
352	138	148	160
353	139	129	150
354	139	149	72
355	140	139	57
356	142	140	50
357	143	134	140
358	143	142	25
359	144	135	140
360	144	143	51
361	145	146	130
362	145	147	140
363	146	145	130
364	146	147	60
365	146	155	55
366	147	145	140
367	147	146	60
368	147	148	38
369	148	147	38
370	148	157	57
371	149	139	72
372	149	152	54
373	149	158	140
374	152	149	54
375	152	153	54
376	153	152	54

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
377	153	154	17
378	154	144	56
379	154	155	56
380	155	146	55
381	155	154	56
382	155	156	52
383	155	161	160
384	156	155	52
385	156	157	72
386	157	156	72
387	157	160	50
388	158	149	140
389	158	153	140
390	160	163	62
391	161	155	160
392	161	158	52
393	161	162	54
394	162	161	54
395	162	163	120
396	163	162	120



MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 02



ARCOS POSIBLES Y DISTANCIAS DE LA ZONA 02

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
1	001	002	450
2	001	054	40
3	002	001	450
4	002	003	21
5	002	043	57
6	002	047	64
7	003	002	21
8	003	004	140
9	004	003	140
10	004	005	61
11	004	040	66
12	005	004	61
13	005	006	66
14	005	039	140
15	006	005	66
16	006	007	65
17	006	038	140
18	007	006	65
19	007	008	100
20	007	034	62
21	008	007	100
22	008	009	65
23	008	032	60
24	009	008	65
25	009	010	210
26	010	009	210
27	010	011	94
28	010	023	71
29	011	010	94
30	011	012	90
31	011	016	78
32	012	011	90
33	012	013	58
34	012	014	70
35	013	012	58
36	013	181	190
37	014	012	70
38	014	015	59
39	014	016	100

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
40	015	014	59
41	015	017	80
42	015	181	63
43	016	011	78
44	016	014	100
45	016	017	92
46	016	019	130
47	017	015	80
48	017	016	92
49	017	018	70
50	018	017	70
51	018	020	63
52	018	022	58
53	019	016	130
54	019	022	62
55	019	024	64
56	020	018	63
57	020	181	150
58	022	018	58
59	022	019	62
60	022	162	78
61	023	010	71
62	023	024	66
63	023	025	67
64	024	019	64
65	024	023	66
66	024	026	23
67	025	023	67
68	025	026	56
69	026	024	23
70	026	025	56
71	026	028	65
72	028	026	65
73	028	030	61
74	030	028	61
75	030	035	82
76	031	162	25
77	031	180	65
78	032	008	60
79	032	033	45
80	032	035	85

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
81	033	032	45
82	033	034	56
83	033	036	85
84	034	007	62
85	034	033	56
86	034	037	82
87	035	030	82
88	035	032	85
89	035	036	40
90	036	033	85
91	036	035	40
92	036	037	64
93	036	172	120
94	037	034	82
95	037	036	64
96	037	038	65
97	037	144	120
98	038	006	140
99	038	037	65
100	038	039	63
101	038	143	120
102	039	005	140
103	039	038	63
104	039	041	62
105	039	142	120
106	040	004	66
107	040	041	75
108	040	042	60
109	041	039	62
110	041	040	75
111	041	137	61
112	042	040	60
113	042	043	62
114	043	002	57
115	043	042	62
116	043	045	81
117	045	043	81
118	045	046	65
119	046	045	65
120	046	047	97
121	046	066	61

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
122	046	135	120
123	047	002	64
124	047	046	97
125	047	048	89
126	047	063	57
127	048	047	89
128	048	049	83
129	048	050	110
130	049	048	83
131	049	050	75
132	049	061	52
133	050	048	110
134	050	049	75
135	050	051	49
136	051	050	49
137	051	052	87
138	051	060	51
139	052	051	87
140	052	053	50
141	052	057	61
142	053	052	50
143	053	054	51
144	053	056	180
145	054	001	40
146	054	053	51
147	054	055	180
148	055	054	180
149	055	056	51
150	055	077	48
151	056	053	180
152	056	055	51
153	056	062	54
154	057	052	61
155	057	058	13
156	057	062	120
157	058	057	13
158	058	059	64
159	058	060	95
160	059	058	64
161	059	060	71
162	060	051	51

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
163	060	058	95
164	060	059	71
165	060	061	65
166	061	049	52
167	061	060	65
168	061	072	55
169	062	056	54
170	062	057	120
171	063	047	57
172	063	064	99
173	063	066	62
174	064	063	99
175	064	065	39
176	064	072	44
177	065	064	39
178	065	066	56
179	065	070	57
180	066	046	61
181	066	063	62
182	066	065	56
183	066	067	120
184	067	066	120
185	067	069	57
186	069	067	57
187	069	070	59
188	069	130	37
189	070	065	57
190	070	069	59
191	070	071	110
192	071	070	110
193	071	074	100
194	071	130	41
195	072	061	55
196	072	064	44
197	072	074	150
198	074	071	100
199	074	072	150
200	074	076	57
201	076	074	57
202	076	086	59
203	077	055	48

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
204	077	078	52
205	077	084	140
206	078	077	52
207	078	079	36
208	078	080	80
209	079	078	36
210	079	081	59
211	079	082	27
212	080	078	80
213	080	081	35
214	080	086	57
215	081	079	59
216	081	080	35
217	081	083	24
218	082	079	27
219	082	083	48
220	082	085	78
221	083	081	24
222	083	082	48
223	083	085	73
224	084	077	140
225	084	085	53
226	084	092	51
227	085	082	78
228	085	083	73
229	085	084	53
230	085	088	62
231	086	076	59
232	086	080	57
233	086	087	25
234	087	086	25
235	087	088	110
236	087	089	57
237	087	131	250
238	088	085	62
239	088	087	110
240	088	090	49
241	088	093	53
242	089	087	57
243	089	090	87
244	089	102	55

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
245	090	088	49
246	090	089	87
247	090	091	44
248	091	090	44
249	091	099	48
250	092	084	51
251	092	093	86
252	092	094	190
253	093	088	53
254	093	092	86
255	093	094	190
256	094	092	190
257	094	093	190
258	094	095	30
259	095	094	30
260	095	096	99
261	095	097	61
262	096	095	99
263	096	106	290
264	097	095	61
265	097	104	190
266	099	091	48
267	099	101	51
268	101	099	51
269	101	102	61
270	101	105	120
271	102	089	55
272	102	101	61
273	102	103	25
274	103	102	25
275	103	110	18
276	103	118	220
277	104	097	190
278	104	105	48
279	104	106	63
280	105	101	120
281	105	104	48
282	105	108	53
283	106	096	290
284	106	104	63
285	106	107	97

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
286	107	106	97
287	107	108	65
288	107	112	140
289	108	105	53
290	108	107	65
291	108	109	65
292	108	110	110
293	109	108	65
294	109	111	99
295	109	113	68
296	110	103	18
297	110	108	110
298	111	109	99
299	111	110	85
300	112	107	140
301	112	113	63
302	112	114	121
303	113	109	68
304	113	112	63
305	113	115	20
306	114	112	121
307	114	115	62
308	114	119	190
309	115	113	20
310	115	114	62
311	115	116	36
312	116	115	36
313	116	117	89
314	116	120	160
315	117	111	120
316	117	116	89
317	117	118	19
318	118	117	19
319	118	131	120
320	119	114	190
321	119	120	96
322	120	116	160
323	120	119	96
324	120	125	75
325	120	129	63
326	125	120	75

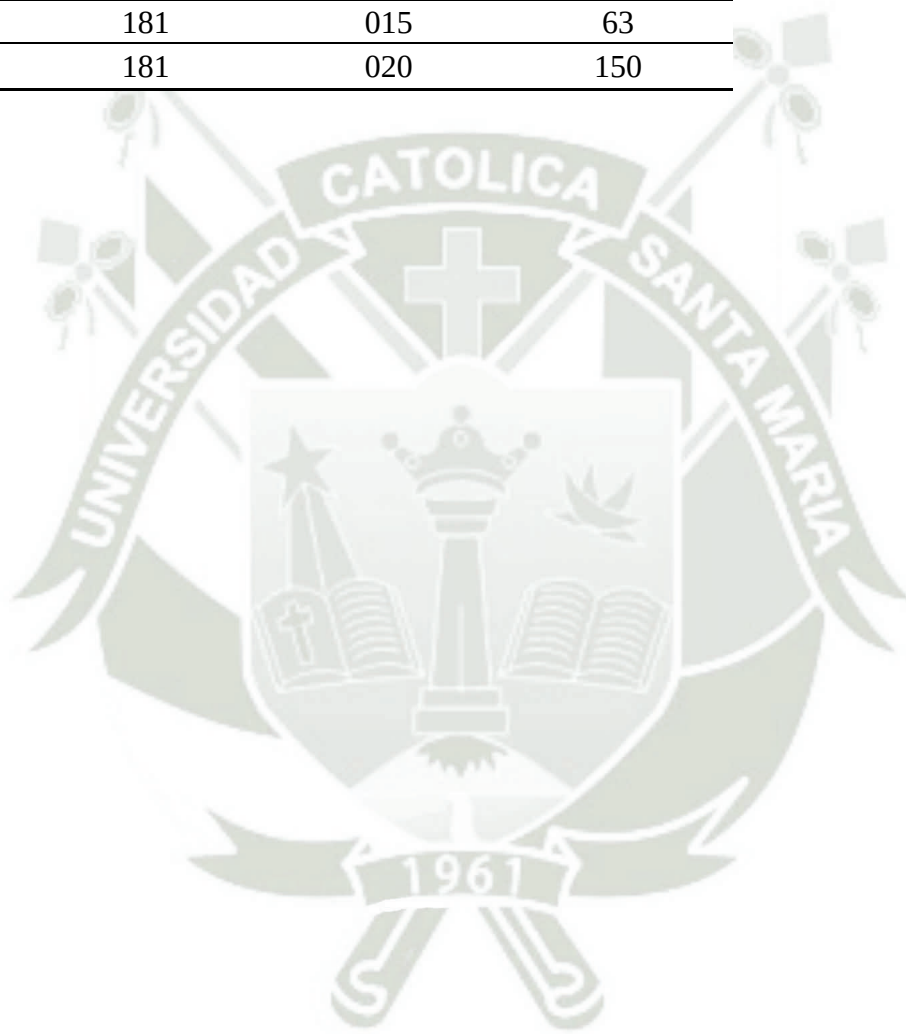
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
327	125	126	19
328	126	125	19
329	126	127	13
330	127	126	13
331	127	134	110
332	127	149	62
333	129	120	63
334	129	151	50
335	129	153	48
336	130	069	37
337	130	071	41
338	130	131	84
339	131	087	250
340	131	118	120
341	131	130	84
342	131	132	61
343	132	131	61
344	132	133	52
345	133	132	52
346	133	134	49
347	134	127	110
348	134	133	49
349	134	135	86
350	134	140	62
351	135	046	120
352	135	134	86
353	135	138	66
354	137	041	61
355	137	139	64
356	138	135	66
357	138	139	110
358	139	137	64
359	139	138	110
360	139	141	92
361	139	142	63
362	140	134	62
363	140	141	110
364	140	147	58
365	141	139	92
366	141	140	110
367	141	146	38

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
368	142	039	120
369	142	139	63
370	142	143	61
371	142	145	93
372	143	038	120
373	143	142	61
374	143	144	63
375	143	168	94
376	144	037	120
377	144	143	63
378	144	169	93
379	144	172	63
380	145	142	93
381	145	146	18
382	145	168	63
383	146	141	38
384	146	145	18
385	146	148	53
386	147	140	58
387	147	148	150
388	147	149	53
389	148	146	53
390	148	147	150
391	148	150	47
392	148	166	150
393	149	127	62
394	149	147	53
395	149	150	150
396	149	151	50
397	150	148	47
398	150	149	150
399	150	152	53
400	150	165	150
401	151	129	50
402	151	149	50
403	151	152	150
404	152	150	53
405	152	151	150
406	152	159	49
407	152	164	150
408	153	129	48

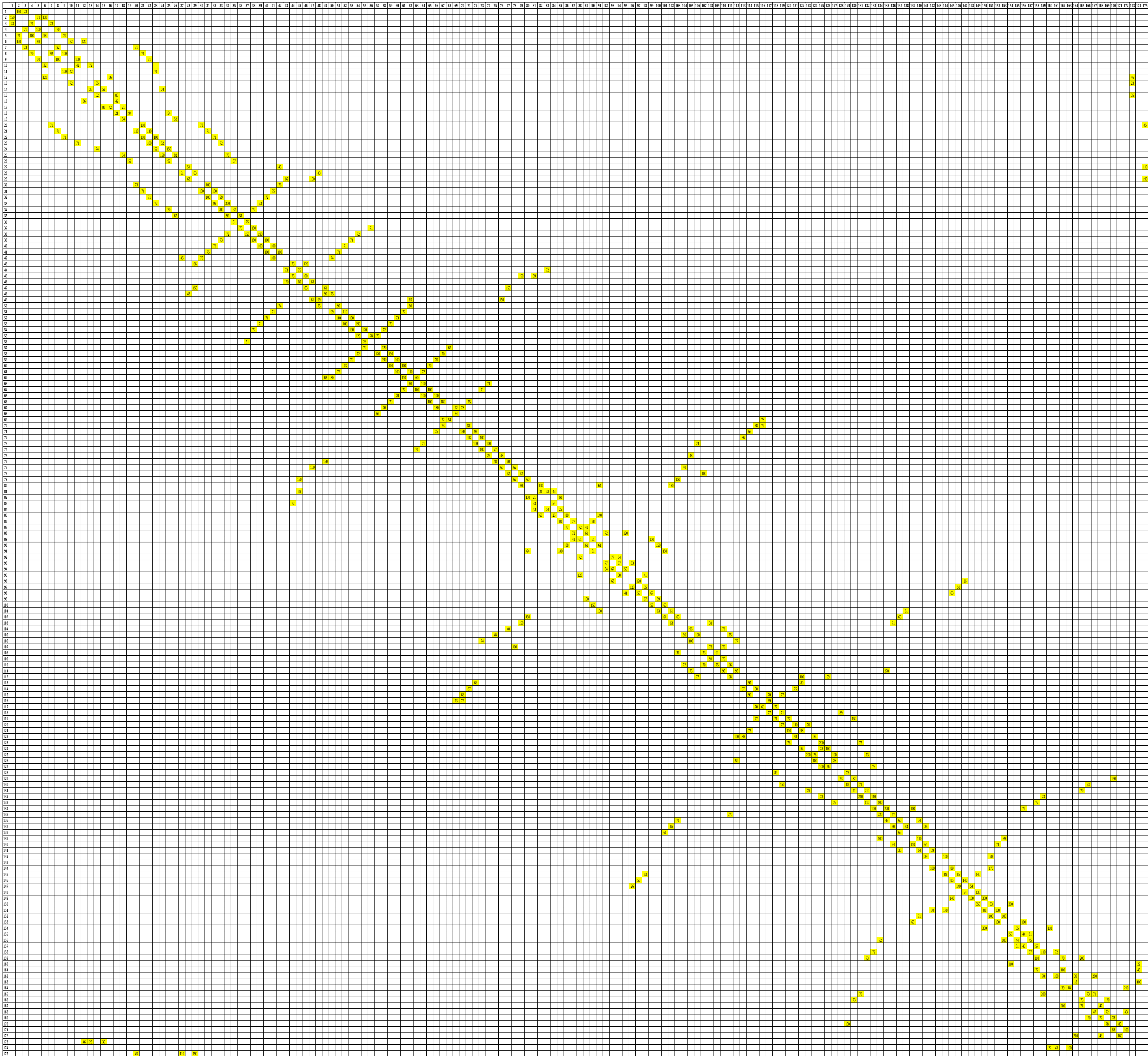
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
409	153	154	49
410	153	159	100
411	154	153	49
412	154	155	56
413	154	160	100
414	155	154	56
415	155	156	49
416	155	158	100
417	156	155	49
418	156	157	32
419	157	156	32
420	157	158	100
421	158	155	100
422	158	157	100
423	158	161	42
424	159	152	49
425	159	153	100
426	159	160	54
427	159	163	150
428	160	154	100
429	160	159	54
430	160	161	53
431	161	158	42
432	161	160	53
433	161	163	150
434	162	022	78
435	162	031	25
436	162	179	35
437	163	159	150
438	163	161	150
439	163	164	150
440	163	167	68
441	164	152	150
442	164	163	150
443	164	165	49
444	165	150	150
445	165	164	49
446	165	166	51
447	166	148	150
448	166	165	51
449	166	169	51

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
450	166	170	59
451	167	163	68
452	167	170	110
453	167	171	77
454	168	143	94
455	168	145	63
456	168	169	66
457	169	144	93
458	169	166	51
459	169	168	66
460	170	166	59
461	170	167	110
462	170	172	140
463	170	173	62
464	171	167	77
465	171	173	63
466	171	175	110
467	172	036	120
468	172	144	63
469	172	170	140
470	172	174	65
471	173	170	62
472	173	171	63
473	173	174	140
474	173	175	85
475	174	172	65
476	174	173	140
477	174	178	61
478	175	171	110
479	175	173	85
480	175	176	47
481	175	177	74
482	176	175	47
483	176	177	62
484	176	178	110
485	177	175	74
486	177	176	62
487	177	179	110
488	177	180	72
489	178	174	61
490	178	176	110

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
491	178	179	63
492	179	162	35
493	179	177	110
494	179	178	63
495	180	031	65
496	180	177	72
497	181	013	190
498	181	015	63
499	181	020	150



MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 03



ARCOS POSIBLES Y DISTANCIAS DE LA ZONA 03

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
1	001	002	150
2	001	003	73
3	002	001	150
4	002	005	71
5	002	006	130
6	003	001	73
7	003	004	71
8	003	007	73
9	004	003	71
10	004	005	100
11	004	008	70
12	005	002	71
13	005	004	100
14	005	006	98
15	005	009	70
16	006	002	130
17	006	005	98
18	006	012	120
19	007	003	73
20	007	008	92
21	007	020	71
22	008	004	70
23	008	007	92
24	008	009	100
25	008	021	71
26	009	005	70
27	009	008	100
28	009	022	71
29	012	006	120
30	012	173	46
31	013	014	35
32	013	173	23
33	014	013	35
34	014	015	52
35	014	024	74
36	015	014	52
37	015	017	83
38	015	173	35
39	017	015	83
40	017	018	21

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
41	018	017	21
42	018	019	94
43	018	025	54
44	019	018	94
45	019	026	52
46	020	007	71
47	020	021	110
48	020	030	73
49	020	175	45
50	021	008	71
51	021	020	110
52	021	022	110
53	021	031	71
54	022	009	71
55	022	021	110
56	022	023	100
57	022	032	71
58	023	022	100
59	023	024	52
60	023	033	72
61	024	014	74
62	024	023	52
63	024	025	150
64	025	018	54
65	025	024	150
66	025	026	92
67	025	034	70
68	026	019	52
69	026	025	92
70	026	035	67
71	027	028	51
72	027	042	45
73	027	175	110
74	028	027	51
75	028	029	63
76	028	048	43
77	029	028	63
78	029	043	66
79	029	047	150
80	029	175	190
81	030	020	73

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
82	030	031	100
83	030	042	76
84	031	021	71
85	031	030	100
86	031	032	100
87	031	041	75
88	032	022	71
89	032	031	100
90	032	033	99
91	032	040	72
92	033	023	72
93	033	032	99
94	033	034	200
95	033	039	73
96	034	025	70
97	034	033	200
98	034	035	92
99	034	038	72
100	035	026	67
101	035	034	92
102	035	036	51
103	036	035	51
104	036	037	75
105	037	036	75
106	037	038	150
107	037	056	71
108	038	034	72
109	038	037	150
110	038	039	190
111	038	054	72
112	039	033	73
113	039	038	190
114	039	040	100
115	039	053	71
116	040	032	72
117	040	039	100
118	040	041	100
119	040	052	71
120	041	031	75
121	041	040	100
122	041	042	100

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
123	041	051	71
124	042	027	45
125	042	030	76
126	042	041	100
127	042	050	74
128	043	029	66
129	043	044	73
130	043	046	120
131	044	043	73
132	044	045	75
133	044	083	72
134	045	044	75
135	045	046	60
136	045	079	150
137	045	081	59
138	046	043	120
139	046	045	60
140	046	047	63
141	047	029	150
142	047	046	63
143	047	049	61
144	047	077	150
145	048	028	43
146	048	049	99
147	048	050	75
148	049	047	61
149	049	048	99
150	049	062	65
151	049	076	150
152	050	042	74
153	050	048	75
154	050	051	99
155	050	062	80
156	051	041	71
157	051	050	99
158	051	052	110
159	051	061	72
160	052	040	71
161	052	051	110
162	052	053	100
163	052	060	73

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
164	053	039	71
165	053	052	100
166	053	054	190
167	053	059	70
168	054	038	72
169	054	053	190
170	054	055	120
171	054	058	72
172	055	054	120
173	055	056	28
174	055	057	70
175	056	037	51
176	056	055	28
177	057	055	70
178	057	058	120
179	057	068	67
180	058	054	72
181	058	057	120
182	058	059	190
183	058	067	70
184	059	053	70
185	059	058	190
186	059	060	100
187	059	066	70
188	060	052	73
189	060	059	100
190	060	061	100
191	060	065	70
192	061	051	72
193	061	060	100
194	061	062	110
195	061	064	72
196	062	049	65
197	062	050	80
198	062	061	110
199	062	063	60
200	063	062	60
201	063	064	100
202	063	074	71
203	064	061	72
204	064	063	100

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
205	064	065	100
206	064	073	71
207	065	060	70
208	065	064	100
209	065	066	100
210	066	059	70
211	066	065	100
212	066	067	180
213	066	071	75
214	067	058	70
215	067	066	180
216	067	069	72
217	067	070	73
218	068	057	67
219	068	069	54
220	069	067	72
221	069	068	54
222	069	116	73
223	070	067	73
224	070	071	180
225	070	116	72
226	071	066	75
227	071	070	180
228	071	072	98
229	071	114	67
230	072	071	98
231	072	073	100
232	073	064	71
233	073	072	100
234	073	074	100
235	074	063	71
236	074	073	100
237	074	075	27
238	075	074	27
239	075	076	48
240	075	105	48
241	076	049	150
242	076	075	48
243	076	077	60
244	077	047	150
245	077	076	60

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
246	077	078	62
247	077	104	40
248	078	077	62
249	078	079	62
250	078	107	100
251	079	045	150
252	079	078	62
253	079	080	60
254	079	103	150
255	080	079	60
256	080	082	130
257	080	091	64
258	080	102	150
259	081	045	59
260	081	082	21
261	081	083	33
262	081	084	43
263	082	080	130
264	082	081	21
265	082	085	60
266	083	044	72
267	083	081	33
268	083	084	54
269	084	081	43
270	084	083	54
271	084	085	25
272	085	082	60
273	085	084	25
274	085	086	80
275	085	091	140
276	086	085	80
277	086	087	77
278	087	086	77
279	087	088	72
280	087	089	41
281	088	087	72
282	088	089	61
283	088	092	72
284	088	095	120
285	089	087	41
286	089	088	61

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
287	089	099	150
288	091	080	64
289	091	085	140
290	091	101	150
291	092	088	72
292	092	093	77
293	092	094	64
294	093	092	77
295	093	094	67
296	093	096	63
297	094	092	64
298	094	093	67
299	094	095	50
300	095	088	120
301	095	094	50
302	095	098	41
303	096	093	63
304	096	097	120
305	096	147	26
306	097	096	120
307	097	098	55
308	097	146	50
309	098	095	41
310	098	097	55
311	098	099	67
312	098	145	63
313	099	089	150
314	099	098	67
315	099	100	59
316	100	099	59
317	100	101	63
318	101	091	150
319	101	100	63
320	101	102	61
321	101	138	61
322	102	080	150
323	102	101	61
324	102	103	63
325	102	137	65
326	103	079	150
327	103	102	63

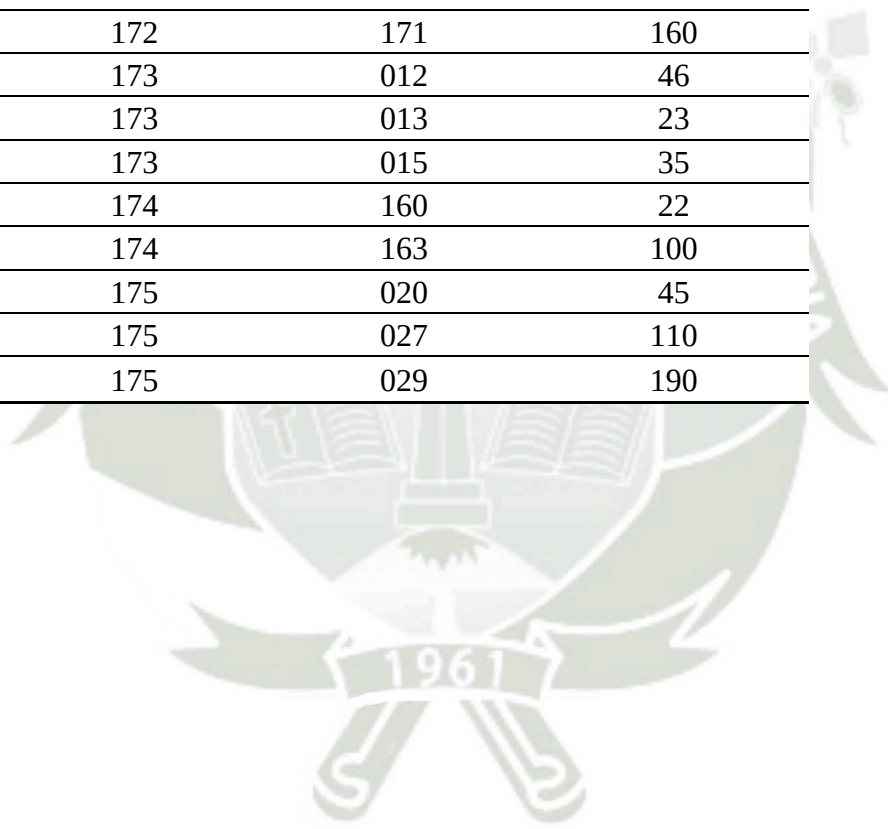
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
328	103	108	31
329	103	136	71
330	104	077	40
331	104	105	96
332	104	110	72
333	105	075	48
334	105	104	96
335	105	111	75
336	107	078	100
337	107	108	73
338	107	110	70
339	108	103	31
340	108	107	73
341	108	109	91
342	109	108	91
343	109	110	75
344	110	104	72
345	110	107	70
346	110	109	75
347	110	111	96
348	111	105	75
349	111	110	96
350	111	112	98
351	111	135	270
352	112	111	98
353	112	122	100
354	112	126	59
355	114	071	67
356	114	121	75
357	116	069	73
358	116	070	72
359	118	119	71
360	118	128	89
361	119	118	71
362	119	120	77
363	119	130	150
364	120	119	77
365	120	121	110
366	120	123	76
367	121	114	75
368	121	120	110

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
369	121	122	98
370	122	112	100
371	122	121	98
372	122	124	54
373	123	120	76
374	123	125	200
375	124	122	54
376	124	125	28
377	124	126	100
378	125	123	200
379	125	124	28
380	126	112	59
381	126	124	100
382	128	118	89
383	128	129	73
384	129	128	73
385	129	130	82
386	129	170	190
387	130	119	150
388	130	129	82
389	130	166	73
390	133	134	100
391	133	158	72
392	134	133	100
393	134	135	220
394	134	139	100
395	134	156	72
396	135	111	270
397	135	134	220
398	135	136	47
399	136	103	71
400	136	135	47
401	136	137	60
402	136	140	34
403	137	102	65
404	137	136	60
405	137	138	63
406	137	141	36
407	138	101	61
408	138	137	63
409	139	134	100

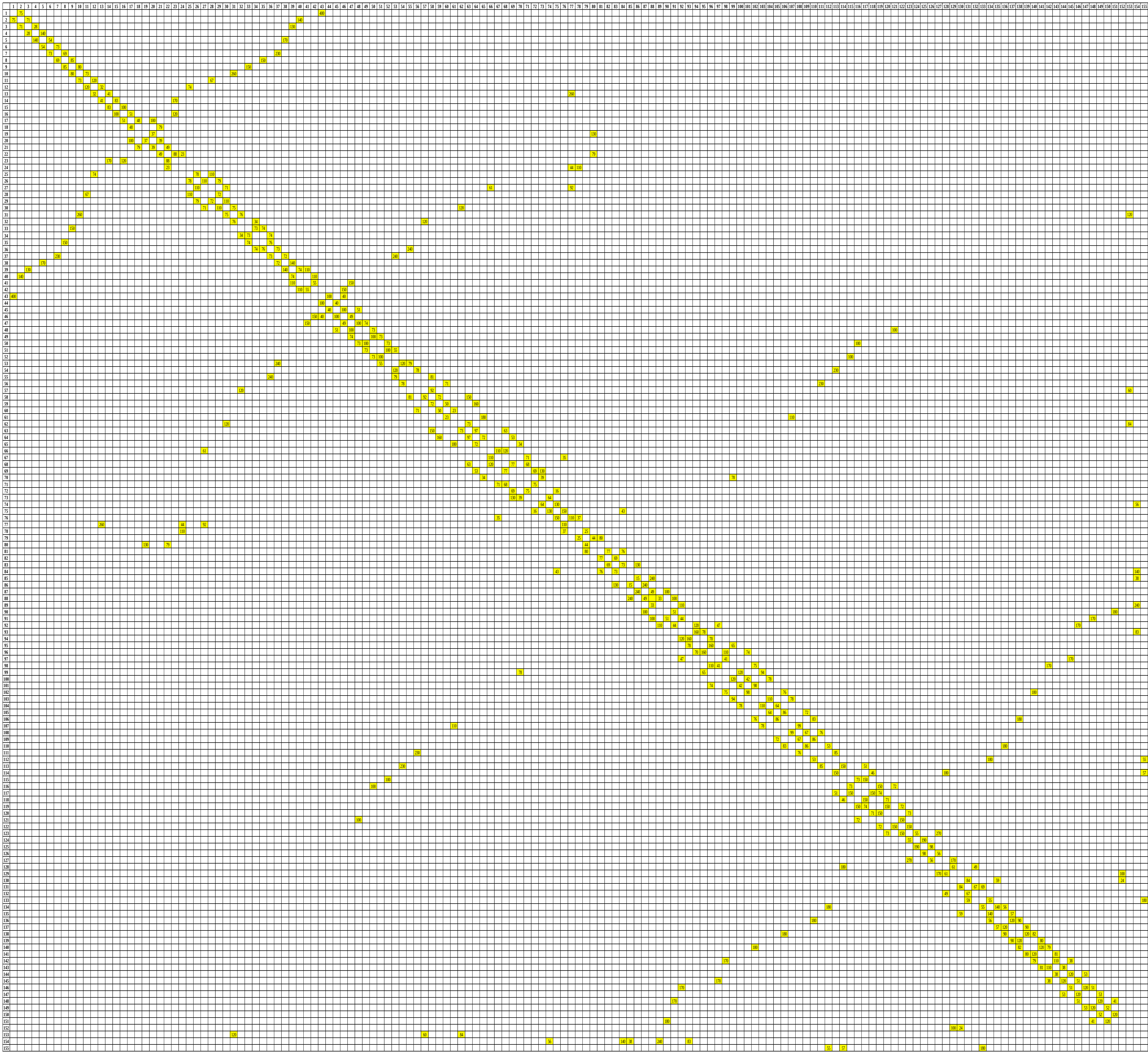
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
410	139	140	110
411	139	153	69
412	140	136	34
413	140	139	110
414	140	141	64
415	140	152	71
416	141	137	36
417	141	140	64
418	141	142	39
419	142	141	39
420	142	144	100
421	142	151	70
422	144	142	100
423	144	145	89
424	144	151	170
425	145	098	63
426	145	144	89
427	145	146	85
428	145	149	140
429	146	097	50
430	146	145	85
431	146	147	140
432	147	096	26
433	147	146	140
434	147	148	54
435	148	147	54
436	148	149	130
437	149	145	140
438	149	148	130
439	149	150	350
440	150	149	350
441	150	151	83
442	150	154	300
443	151	142	70
444	151	144	170
445	151	150	83
446	151	152	100
447	152	140	71
448	152	151	100
449	152	153	100
450	153	139	69

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
451	153	152	100
452	153	156	100
453	154	150	300
454	154	155	55
455	154	160	110
456	155	154	55
457	155	156	44
458	155	157	81
459	156	134	72
460	156	153	100
461	156	155	44
462	156	157	45
463	157	155	81
464	157	156	45
465	157	158	57
466	158	133	72
467	158	157	57
468	158	159	110
469	159	158	110
470	159	162	70
471	159	165	200
472	160	154	110
473	160	174	22
474	162	159	70
475	162	164	39
476	162	167	200
477	163	164	18
478	163	174	100
479	164	162	39
480	164	163	18
481	164	172	210
482	165	159	200
483	165	166	73
484	165	167	71
485	166	130	73
486	166	165	73
487	166	169	120
488	167	162	200
489	167	165	71
490	167	168	47
491	168	167	47

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
492	168	169	72
493	168	172	43
494	169	166	120
495	169	168	72
496	169	170	78
497	170	129	190
498	170	169	78
499	170	171	83
500	171	170	83
501	171	172	160
502	172	164	210
503	172	168	43
504	172	171	160
505	173	012	46
506	173	013	23
507	173	015	35
508	174	160	22
509	174	163	100
510	175	020	45
511	175	027	110
512	175	029	190



MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 04



ARCOS POSIBLES Y DISTANCIAS DE LA ZONA 04

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
1	001	002	75
2	001	043	400
3	002	001	75
4	002	003	71
5	002	040	140
6	003	002	71
7	003	004	28
8	003	039	130
9	004	003	28
10	004	005	140
11	005	004	140
12	005	006	54
13	005	038	170
14	006	005	54
15	006	007	73
16	007	006	73
17	007	008	69
18	007	037	230
19	008	007	69
20	008	009	85
21	008	035	150
22	009	008	85
23	009	010	80
24	009	033	150
25	010	009	80
26	010	011	73
27	010	031	260
28	011	010	73
29	011	012	120
30	011	028	67
31	012	011	120
32	012	013	32
33	012	025	74
34	013	012	32
35	013	014	41
36	013	077	260
37	014	013	41
38	014	015	83
39	015	014	83
40	015	016	100

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
41	016	015	100
42	016	017	51
43	017	016	51
44	017	018	48
45	017	020	100
46	018	017	48
47	018	021	79
48	019	020	37
49	019	080	130
50	020	017	100
51	020	019	37
52	020	021	39
53	021	018	79
54	021	020	39
55	021	022	49
56	022	021	49
57	022	024	23
58	022	080	79
59	024	022	23
60	024	077	44
61	024	078	110
62	025	012	74
63	025	026	78
64	025	028	110
65	026	025	78
66	026	027	110
67	026	029	79
68	027	026	110
69	027	030	71
70	027	066	61
71	027	077	92
72	028	011	67
73	028	025	110
74	028	029	72
75	029	026	79
76	029	028	72
77	029	030	110
78	030	027	71
79	030	029	110
80	030	031	75
81	030	062	120

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
82	031	010	260
83	031	030	75
84	031	032	76
85	031	153	120
86	032	031	76
87	032	034	34
88	032	057	120
89	033	009	150
90	033	034	73
91	033	035	74
92	034	032	34
93	034	033	73
94	034	036	74
95	035	008	150
96	035	033	74
97	035	036	76
98	036	034	74
99	036	035	76
100	036	037	73
101	036	055	240
102	037	007	230
103	037	036	73
104	037	038	72
105	037	053	240
106	038	005	170
107	038	037	72
108	038	039	140
109	039	003	130
110	039	038	140
111	039	040	74
112	039	041	110
113	040	002	140
114	040	039	74
115	040	042	110
116	041	039	110
117	041	042	55
118	041	047	150
119	042	040	110
120	042	041	55
121	043	001	400
122	043	044	100

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
123	044	043	100
124	044	045	40
125	045	044	40
126	045	048	51
127	047	041	150
128	047	048	100
129	047	049	74
130	048	045	51
131	048	047	100
132	048	121	100
133	049	047	74
134	049	051	73
135	051	049	73
136	051	052	100
137	051	053	55
138	052	051	100
139	052	115	100
140	053	037	240
141	053	051	55
142	053	054	120
143	053	055	79
144	054	053	120
145	054	056	78
146	054	113	230
147	055	036	240
148	055	053	79
149	055	058	81
150	056	054	78
151	056	060	71
152	056	111	230
153	057	032	120
154	057	058	92
155	057	153	60
156	058	055	81
157	058	057	92
158	058	059	72
159	058	063	150
160	059	058	72
161	059	060	50
162	059	064	160
163	060	056	71

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
164	060	059	50
165	060	061	23
166	061	060	23
167	061	065	180
168	061	107	110
169	062	030	120
170	062	063	73
171	062	153	84
172	063	058	150
173	063	062	73
174	063	064	97
175	063	068	63
176	064	059	160
177	064	063	97
178	064	065	72
179	064	069	53
180	065	061	180
181	065	064	72
182	065	070	34
183	066	027	61
184	066	067	110
185	066	068	120
186	067	066	110
187	067	071	71
188	067	076	35
189	068	063	63
190	068	066	120
191	068	069	77
192	068	071	68
193	069	064	53
194	069	068	77
195	069	072	69
196	069	073	130
197	070	065	34
198	070	073	39
199	070	099	78
200	071	067	71
201	071	068	68
202	071	072	75
203	072	069	69
204	072	071	75

Nº	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
205	072	075	16
206	073	069	130
207	073	070	39
208	073	074	64
209	074	073	64
210	074	075	130
211	074	154	56
212	075	072	16
213	075	074	130
214	075	076	150
215	075	084	43
216	076	067	35
217	076	075	150
218	076	077	110
219	076	078	37
220	077	013	260
221	077	024	44
222	077	027	92
223	077	076	110
224	078	024	110
225	078	076	37
226	078	079	25
227	079	078	25
228	079	080	44
229	079	081	80
230	080	019	130
231	080	022	79
232	080	079	44
233	081	079	80
234	081	082	77
235	081	084	76
236	082	081	77
237	082	083	69
238	083	082	69
239	083	084	73
240	083	086	130
241	084	075	43
242	084	081	76
243	084	083	73
244	084	154	140
245	085	086	15

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
246	085	088	240
247	085	154	38
248	086	083	130
249	086	085	15
250	086	087	240
251	087	086	240
252	087	088	49
253	087	090	100
254	088	085	240
255	088	087	49
256	088	089	33
257	088	091	100
258	089	088	33
259	089	092	110
260	089	154	240
261	090	087	100
262	090	091	51
263	090	151	180
264	091	088	100
265	091	090	51
266	091	092	44
267	091	148	170
268	092	089	110
269	092	091	44
270	092	094	120
271	092	097	47
272	092	146	170
273	093	094	160
274	093	095	78
275	093	154	83
276	094	092	120
277	094	093	160
278	094	096	70
279	095	093	78
280	095	096	160
281	095	099	65
282	096	094	70
283	096	095	160
284	096	098	110
285	096	101	74
286	097	092	47

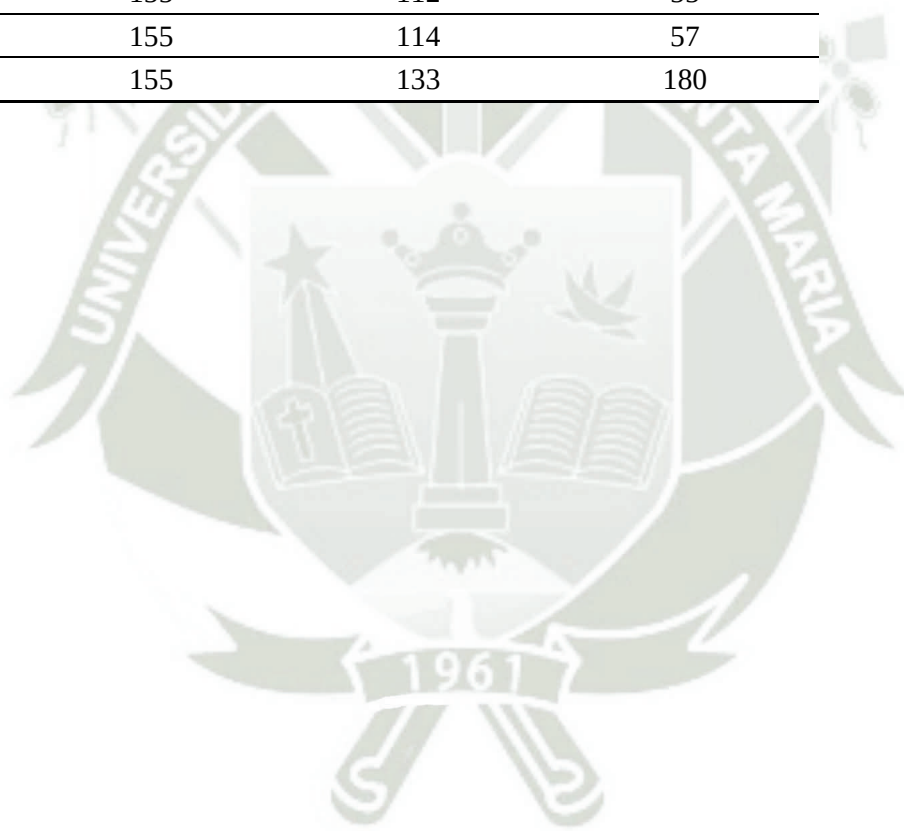
N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
287	097	098	41
288	097	145	170
289	098	096	110
290	098	097	41
291	098	102	75
292	098	142	170
293	099	070	78
294	099	095	65
295	099	100	120
296	099	103	94
297	100	099	120
298	100	101	42
299	100	104	78
300	101	096	74
301	101	100	42
302	101	102	98
303	102	098	75
304	102	101	98
305	102	106	76
306	102	140	180
307	103	099	94
308	103	104	110
309	103	107	78
310	104	100	78
311	104	103	110
312	104	105	64
313	105	104	64
314	105	106	86
315	105	109	72
316	106	102	76
317	106	105	86
318	106	110	83
319	106	138	180
320	107	061	110
321	107	103	78
322	107	108	99
323	108	107	99
324	108	109	67
325	108	111	76
326	109	105	72
327	109	108	67

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
328	109	110	86
329	110	106	83
330	110	109	86
331	110	112	53
332	110	136	180
333	111	056	230
334	111	108	76
335	111	113	85
336	112	110	53
337	112	134	180
338	112	155	55
339	113	054	230
340	113	111	85
341	113	114	150
342	113	117	51
343	114	113	150
344	114	128	180
345	114	155	57
346	115	052	100
347	115	117	150
348	117	113	51
349	117	115	150
350	117	119	74
351	119	117	74
352	119	120	150
353	119	122	72
354	120	119	150
355	120	123	73
356	121	048	100
357	121	122	150
358	122	119	72
359	122	121	150
360	122	123	150
361	123	120	73
362	123	122	150
363	123	124	55
364	123	127	270
365	124	123	55
366	124	125	190
367	125	124	190
368	125	126	98

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
369	126	125	98
370	126	127	56
371	127	123	270
372	127	126	56
373	127	129	170
374	128	114	180
375	128	129	61
376	128	132	49
377	129	127	170
378	129	128	61
379	129	152	100
380	130	131	84
381	130	135	59
382	130	152	24
383	131	130	84
384	131	132	67
385	131	133	69
386	132	128	49
387	132	131	67
388	133	131	59
389	133	134	55
390	133	155	180
391	134	112	180
392	134	133	55
393	134	135	140
394	134	136	56
395	135	130	59
396	135	134	140
397	135	137	57
398	136	110	180
399	136	134	56
400	136	137	120
401	136	138	90
402	137	135	57
403	137	136	120
404	137	139	90
405	138	106	180
406	138	136	90
407	138	139	120
408	138	140	82
409	139	137	90

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
410	139	138	120
411	139	141	80
412	140	102	180
413	140	138	82
414	140	141	120
415	140	142	79
416	141	139	80
417	141	140	120
418	141	143	81
419	142	098	170
420	142	140	79
421	142	143	110
422	142	145	38
423	143	141	81
424	143	142	110
425	143	144	38
426	144	143	38
427	144	145	120
428	144	147	53
429	145	097	170
430	145	142	38
431	145	144	120
432	145	146	51
433	146	092	170
434	146	145	51
435	146	147	120
436	146	148	51
437	147	144	53
438	147	146	120
439	147	149	53
440	148	091	170
441	148	146	51
442	148	149	120
443	148	151	41
444	149	147	53
445	149	148	120
446	149	150	52
447	150	149	52
448	150	151	120
449	151	090	180
450	151	148	41

N°	NODO INICIAL	NODO FINAL	DISTANCIA
451	151	150	120
452	152	129	100
453	152	130	24
454	153	031	120
455	153	057	60
456	153	062	84
457	154	074	56
458	154	084	140
459	154	085	38
460	154	089	240
461	154	093	83
462	155	112	55
463	155	114	57
464	155	133	180



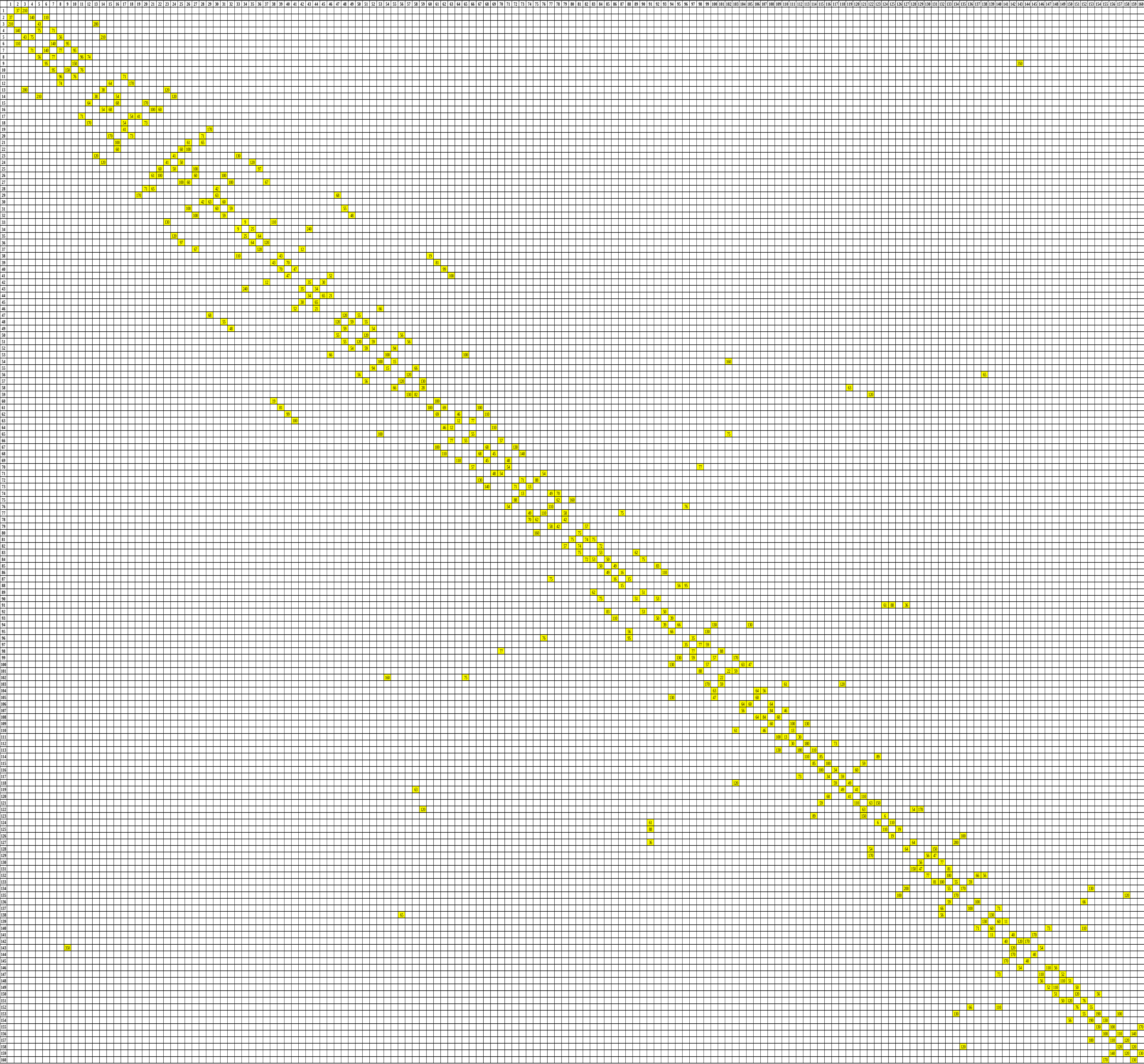
MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 05

The image displays a 149x149 grid with rows and columns indexed from 1 to 149. Yellow squares are placed at various coordinates, each containing a numerical value. The distribution of these squares is sparse and non-uniform, often following diagonal or near-diagonal paths. For instance, in the top-left corner (rows 1-10, columns 1-10), there are several yellow squares with values like 130, 120, 100, and 80. As the grid extends towards the bottom-right, the frequency of yellow squares decreases, with some isolated squares appearing far from the main cluster, such as one at row 149, column 149 with the value 53. The overall pattern is complex and appears to be the result of a specific data generation process or algorithm.

MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 06

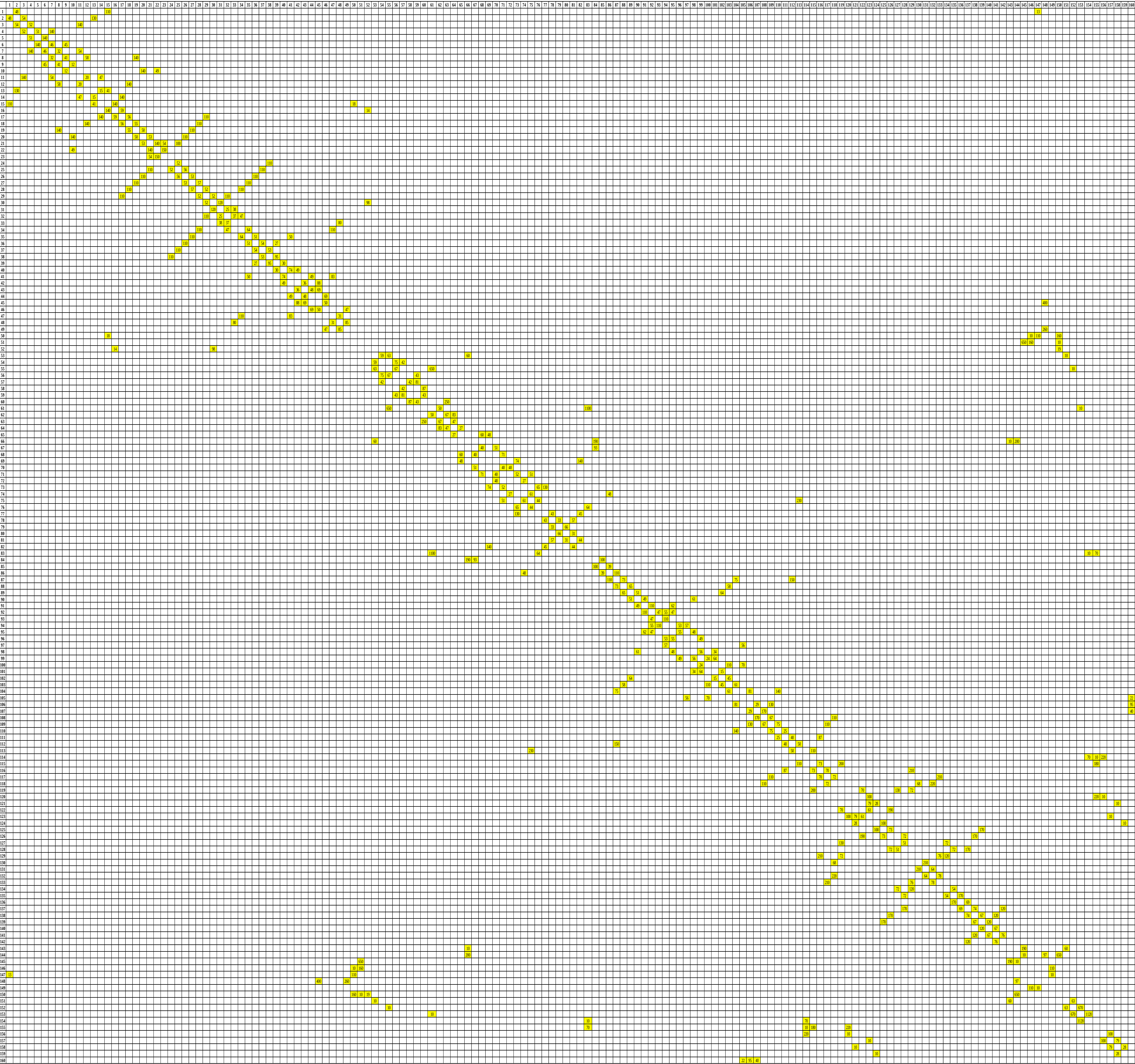
[illegible]

MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 07



MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 08

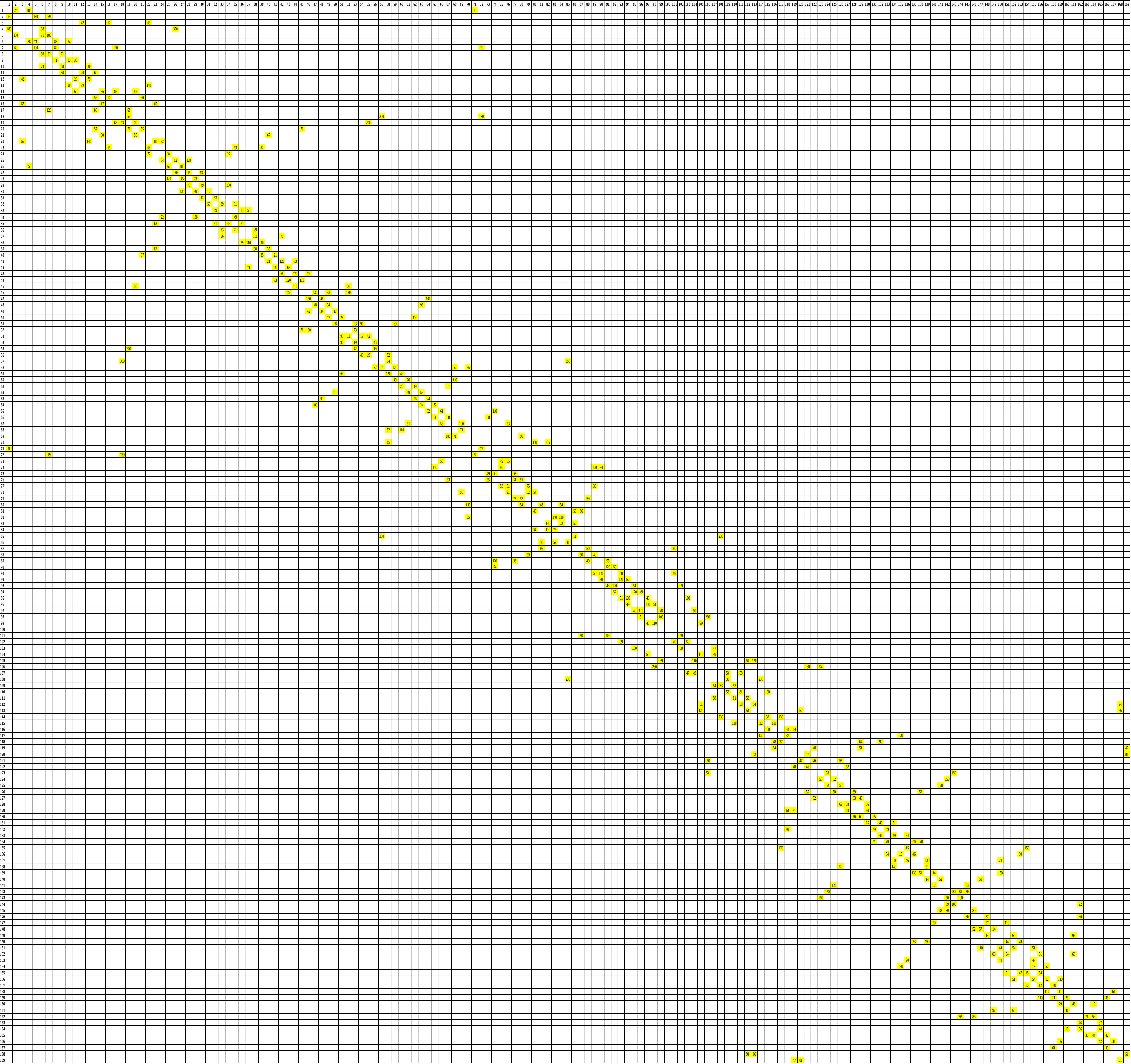
MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 09



MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 10

The image displays a 131x131 grid with a yellow diagonal band of numbers. The numbers are integers, mostly between 40 and 120, with some outliers like 230, 400, and 500. The grid is set against a light gray background with a white grid.

MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 11



MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 12

[illegible]

MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 13

[illegible]

MATRIZ DE DISTANCIAS DE LA ZONA 14

[illegible]

ANEXO 8. MODELO MATEMATICOS

ZONA 01

Variables de decisión:

$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el arco } ij \text{ pertenece a la trayectoria del Agente Viajero.} \\ 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases}$

$\forall i=001,002,003,004,005,006,007,008,009,010,011,012,013,014,015,016,017,018,019,020,021,022,023,024,025,026,027,028,029,030,031,032,033,034,035,036,037,038,039,040,041,042,043,044,045,046,047,048,049,050,051,052,053,054,055,056,057,058,059,060,061,062,063,064,065,066,067,068,069,070,071,072,073,074,075,076,077,078,079,080,081,082,083,084,085,086,087,088,089,090,091,092,093,094,095,096,097,098,099,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,161,162,163$

$\forall j=001,002,003,004,005,006,007,008,009,010,011,012,013,014,015,016,017,018,019,020,021,022,023,024,025,026,027,028,029,030,031,032,033,034,035,036,037,038,039,040,041,042,043,044,045,046,047,048,049,050,051,052,053,054,055,056,057,058,059,060,061,062,063,064,065,066,067,068,069,070,071,072,073,074,075,076,077,078,079,080,081,082,083,084,085,086,087,088,089,090,091,092,093,094,095,096,097,098,099,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,161,162,163$

Función Objetivo:

MIN

$140X001002+100X001008+100X008001+73X002003+110X002009+110X009002+140X003004+210X004005+160X005006+170X006007+59X006018+200X007034+55X008020+130X009008+57X009021+75X010011+100X010022+75X011010+72X011012+72X012011+66X012013+120X012024+66X013012+66X013014+120X013025+66X014013+71X014015+120X014026+71X015014+55X015016+55X016015+51X016017+130X016028+51X017016+55X017018+130X017029+59X018006+55X018017+76X018019+76X019018+80X019032+55X020008+110X020021+90X020035+57X021009+110X021020+65X021022+88X021036+100X022010+65X022021+84X022023+84X023022+72X023024+120X024012+72X024023+66X024025+62X024038+120X025013+66X025024+79X025026+120X026014+79X026025+63X026039+130X028016+49X028029+130X029017+49X029028+53X029030+53X030029+81X030033+220X030056+80X032019+51X032033+81X033030+51X033032+75X033034+200X034007+75X034033+270X034058+90X035020+100X035036+50X035041+88X036021+100X036035+50X036042+62X038024+140X038039+65X038043+63X039026+140X039038+65X039044+50X041035+94X041042+51X041045+50X042036+94X042041+50X042046+65X043038+140X043044+64X043050+65X044039+140X044043+64X044053+51X045041+87X045046+47X045059+50X046042+87X046045+50X046047+48X046060+50X047046+45X047048+69X047062+45X048047+82X048049+69X048063+82X049048+49X049050+71X049064+64X050043+49X050049+46X050051+71X050065+46X051050+50X051052+70X051066+50X052051+50X052053+70X052067+64X053044+50X053052+70X053068+220X056030+68X056071+270X058034+75X058074+47X059045+90X059060+53X059075+48X060046+90X060059+21X060061+21X061060+44X061062+30X061076+69X062047+44X062061+50X062063+81X062079+69X063048+50X063062+80X063064+61X063081+71X064049+80X064063+48X064065+60X064082+71X065050+48X065064+49X065066+98X065091+70X066051+49X066065+49X066067+89X066092+70X067052+49X067066$

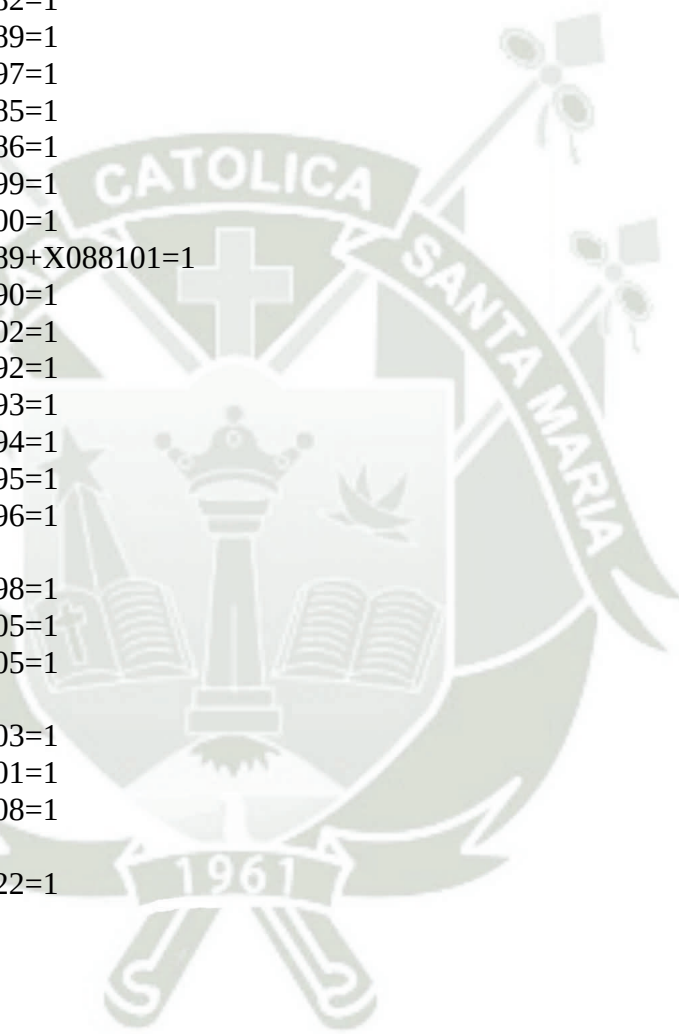
+48X067068+94X067093+70X068053+48X068067+42X068069+100X068094+42X069068
+110X069095+160X070071+54X070083+68X071056+160X071070+19X071072+19X0720
71+84X072073+97X072084+84X073072+77X073074+54X073085+75X074058+77X07407
3+87X074086+53X075059+89X075076+48X075077+30X076061+89X076075+50X076078
+48X077075+84X077078+62X077087+50X078076+84X078077+43X078079+81X079062+
43X079078+52X079080+52X080079+19X080081+43X080088+61X081063+19X081080+7
6X081082+60X082064+76X082081+47X082089+54X083070+49X083084+33X083097+97
X084072+49X084083+130X084085+54X085073+130X085084+69X085086+87X086074+6
9X086085+89X086099+62X087077+170X087088+58X087100+43X088080+170X088087+
84X088089+50X088101+47X089082+84X089088+40X089090+40X090089+8X090091+72
X090102+98X091065+8X091090+49X091092+89X092066+49X092091+49X092093+94X0
93067+49X093092+50X093094+100X094068+50X094093+30X094095+110X095069+30X
095094+5X095096+5X096095+32X096097+33X097083+32X097096+110X097098+110X0
98097+120X098099+170X098105+89X099086+120X099098+150X099105+58X100087+65
X100106+50X101088+120X101102+48X101103+72X102090+230X102096+120X102101+
180X103100+48X103101+76X103108+58X104102+100X104103+170X105098+150X1050
99+280X105122+65X106100+76X106111+76X108103+38X108109+50X109110+35X1091
14+80X110104+76X111106+60X111112+170X111123+60X112111+52X112113+120X112
115+52X113112+98X113114+120X113116+35X114109+98X114113+130X114118+120X1
15112+55X115116+48X115124+120X116113+55X116115+29X116117+29X117116+49X1
17118+54X117125+130X118114+49X118117+54X118119+180X119110+54X119118+75X
120119+56X120126+65X121120+140X121134+280X122105+98X122121+120X122128+17
0X123111+59X123124+52X123129+48X124115+59X124123+85X124125+54X125117+85
X125124+130X125126+50X125132+56X126120+130X126125+45X126133+100X127122+
48X127128+48X128127+22X128137+52X129123+150X129139+50X132125+85X132133+
45X133126+85X133132+52X133134+140X134121+52X134133+53X134135+140X134143
+120X135127+53X135134+86X137138+160X138148+150X139129+72X139149+57X1401
39+50X142140+140X143134+25X143142+140X144135+51X144143+130X145146+140X1
45147+130X146145+60X146147+55X146155+140X147145+60X147146+38X147148+38X
148147+57X148157+72X149139+54X149152+140X149158+54X152149+54X152153+54X
153152+17X153154+56X154144+56X154155+55X155146+56X155154+52X155156+160X
155161+52X156155+72X156157+72X157156+50X157160+140X158149+140X158153+62
X160163+160X161155+52X161158+54X161162+54X162161+120X162163+120X163162
ST

Arcos que salen:

X001002+X001008=1
X002003+X002009=1
X003004=1
X004005=1
X005006=1
X006007+X006018=1
X007034=1
X008001+X008020=1
X009002+X009008+X009021=1
X010011+X010022=1
X011010+X011012=1
X012011+X012013+X012024=1
X013012+X013014+X013025=1
X014013+X014015+X014026=1

X015014+X015016=1
X016015+X016017+X016028=1
X017016+X017018+X017029=1
X018006+X018017+X018019=1
X019018+X019032=1
X020008+X020021+X020035=1
X021009+X021020+X021022+X021036=1
X022010+X022021+X022023=1
X023022+X023024=1
X024012+X024023+X024025+X024038=1
X025013+X025024+X025026=1
X026014+X026025+X026039=1
X028016+X028029=1
X029017+X029028+X029030=1
X030029+X030033+X030056=1
X032019+X032033=1
X033030+X033032+X033034=1
X034007+X034033+X034058=1
X035020+X035036+X035041=1
X036021+X036035+X036042=1
X038024+X038039+X038043=1
X039026+X039038+X039044=1
X041035+X041042+X041045=1
X042036+X042041+X042046=1
X043038+X043044+X043050=1
X044039+X044043+X044053=1
X045041+X045046+X045059=1
X046042+X046045+X046047+X046060=1
X047046+X047048+X047062=1
X048047+X048049+X048063=1
X049048+X049050+X049064=1
X050043+X050049+X050051+X050065=1
X051050+X051052+X051066=1
X052051+X052053+X052067=1
X053044+X053052+X053068=1
X056030+X056071=1
X058034+X058074=1
X059045+X059060+X059075=1
X060046+X060059+X060061=1
X061060+X061062+X061076=1
X062047+X062061+X062063+X062079=1
X063048+X063062+X063064+X063081=1
X064049+X064063+X064065+X064082=1
X065050+X065064+X065066+X065091=1
X066051+X066065+X066067+X066092=1
X067052+X067066+X067068+X067093=1
X068053+X068067+X068069+X068094=1
X069068+X069095=1
X070071+X070083=1
X071056+X071070+X071072=1

X072071+X072073+X072084=1
 X073072+X073074+X073085=1
 X074058+X074073+X074086=1
 X075059+X075076+X075077=1
 X076061+X076075+X076078=1
 X077075+X077078+X077087=1
 X078076+X078077+X078079=1
 X079062+X079078+X079080=1
 X080079+X080081+X080088=1
 X081063+X081080+X081082=1
 X082064+X082081+X082089=1
 X083070+X083084+X083097=1
 X084072+X084083+X084085=1
 X085073+X085084+X085086=1
 X086074+X086085+X086099=1
 X087077+X087088+X087100=1
 X088080+X088087+X088089+X088101=1
 X089082+X089088+X089090=1
 X090089+X090091+X090102=1
 X091065+X091090+X091092=1
 X092066+X092091+X092093=1
 X093067+X093092+X093094=1
 X094068+X094093+X094095=1
 X095069+X095094+X095096=1
 X096095+X096097=1
 X097083+X097096+X097098=1
 X098097+X098099+X098105=1
 X099086+X099098+X099105=1
 X100087+X100106=1
 X101088+X101102+X101103=1
 X102090+X102096+X102101=1
 X103100+X103101+X103108=1
 X104102+X104103=1
 X105098+X105099+X105122=1
 X106100+X106111=1
 X108103+X108109=1
 X109110+X109114=1
 X110104=1
 X111106+X111112+X111123=1
 X112111+X112113+X112115=1
 X113112+X113114+X113116=1
 X114109+X114113+X114118=1
 X115112+X115116+X115124=1
 X116113+X116115+X116117=1
 X117116+X117118+X117125=1
 X118114+X118117+X118119=1
 X119110+X119118=1
 X120119+X120126=1
 X121120+X121134=1
 X122105+X122121+X122128=1



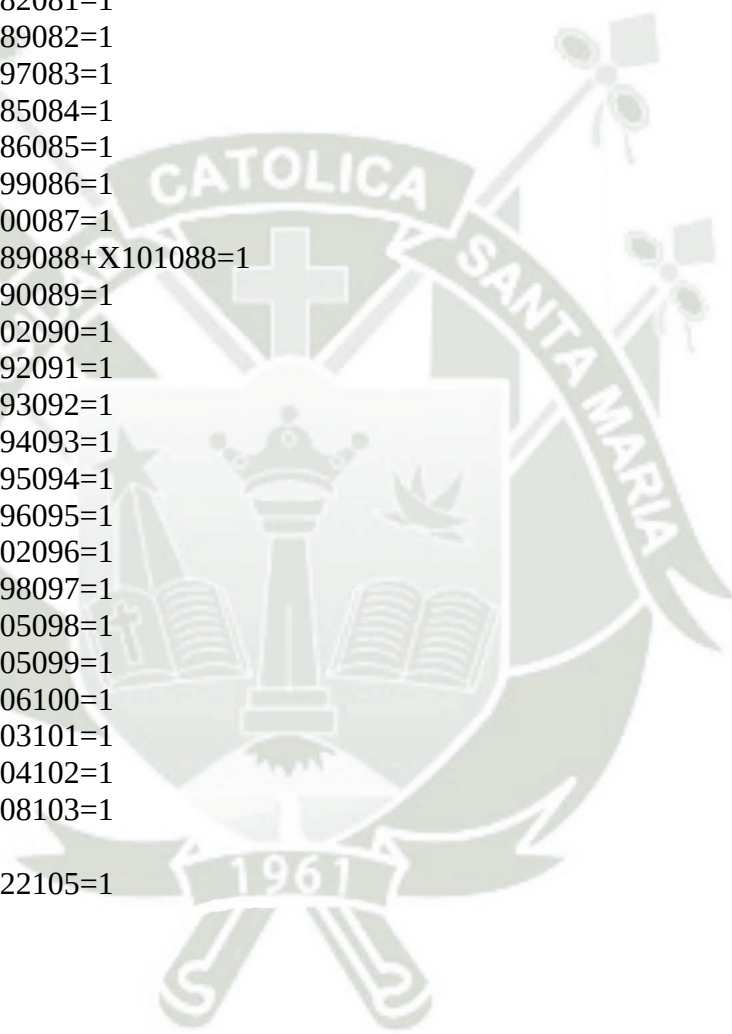
X123111+X123124+X123129=1
X124115+X124123+X124125=1
X125117+X125124+X125126+X125132=1
X126120+X126125+X126133=1
X127122+X127128=1
X128127+X128137=1
X129123+X129139=1
X132125+X132133=1
X133126+X133132+X133134 =1
X134121+X134133+X134135+X134143=1
X135127+X135134=1
X137138=1
X138148=1
X139129+X139149=1
X140139=1
X142140=1
X143134+X143142=1
X144135+X144143=1
X145146+X145147=1
X146145+X146147+X146155=1
X147145+X147146+X147148=1
X148147+X148157=1
X149139+X149152+X149158=1
X152149+X152153=1
X153152+X153154=1
X154144+X154155=1
X155146+X155154+X155156+X155161=1
X156155+X156157=1
X157156+X157160=1
X158149+X158153=1
X160163=1
X161155+X161158+X161162=1
X162161+X162163=1
X163162=1

Arcos que ingresan:

X008001=1
X001002+X009002=1
X002003=1
X003004=1
X004005=1
X005006+X018006=1
X006007+X034007=1
X001008+X009008+X020008=1
X002009+X021009=1
X011010+X022010=1
X010011+X012011=1
X011012+X013012+X024012=1
X012013+X014013+X025013=1
X013014+X015014+X026014=1

X014015+X016015=1
 X015016+X017016+X028016=1
 X016017+X018017+X029017=1
 X006018+X017018+X019018=1
 X018019+X032019=1
 X008020+X021020+X035020=1
 X009021+X020021+X022021+X036021=1
 X010022+X021022+X023022=1
 X022023+X024023=1
 X012024+X023024+X025024+X038024=1
 X013025+X024025+X026025=1
 X014026+X025026+X039026=1
 X016028+X029028=1
 X017029+X028029+X030029=1
 X029030+X033030+X056030=1
 X019032+X033032=1
 X030033+X032033+X034033=1
 X007034+X033034+X058034=1
 X020035+X036035+X041035=1
 X021036+X035036+X042036=1
 X024038+X039038+X043038=1
 X026039+X038039+X044039=1
 X035041+X042041+X045041=1
 X036042+X041042+X046042=1
 X038043+X044043+X050043=1
 X039044+X043044+X053044=1
 X041045+X046045+X059045=1
 X042046+X045046+X047046+X060046=1
 X046047+X048047+X062047=1
 X047048+X049048+X063048=1
 X048049+X050049+X064049=1
 X043050+X049050+X051050+X065050=1
 X050051+X052051+X066051=1
 X051052+X053052+X067052=1
 X044053+X052053+X068053=1
 X030056+X071056=1
 X034058+X074058=1
 X045059+X060059+X075059=1
 X046060+X059060+X061060=1
 X060061+X062061+X076061=1
 X047062+X061062+X063062+X079062=1
 X048063+X062063+X064063+X081063=1
 X049064+X063064+X065064+X082064=1
 X050065+X064065+X066065+X091065=1
 X051066+X065066+X067066+X092066=1
 X052067+X066067+X068067+X093067=1
 X053068+X067068+X069068+X094068=1
 X068069+X095069=1
 X071070+X083070=1
 X056071+X070071+X072071=1

X071072+X073072+X084072=1
 X072073+X074073+X085073=1
 X058074+X073074+X086074=1
 X059075+X076075+X077075=1
 X061076+X075076+X078076=1
 X075077+X078077+X087077=1
 X076078+X077078+X079078=1
 X062079+X078079+X080079=1
 X079080+X081080+X088080=1
 X063081+X080081+X082081=1
 X064082+X081082+X089082=1
 X070083+X084083+X097083=1
 X072084+X083084+X085084=1
 X073085+X084085+X086085=1
 X074086+X085086+X099086=1
 X077087+X088087+X100087=1
 X080088+X087088+X089088+X101088=1
 X082089+X088089+X090089=1
 X089090+X091090+X102090=1
 X065091+X090091+X092091=1
 X066092+X091092+X093092=1
 X067093+X092093+X094093=1
 X068094+X093094+X095094=1
 X069095+X094095+X096095=1
 X095096+X097096+X102096=1
 X083097+X096097+X098097=1
 X097098+X099098+X105098=1
 X086099+X098099+X105099=1
 X087100+X103100+X106100=1
 X088101+X102101+X103101=1
 X090102+X101102+X104102=1
 X101103+X104103+X108103=1
 X110104=1
 X098105+X099105+X122105=1
 X100106+X111106=1
 X103108=1
 X108109+X114109=1
 X109110+X119110=1
 X106111+X112111+X123111=1
 X111112+X113112+X115112=1
 X112113+X114113+X116113=1
 X109114+X113114+X118114=1
 X112115+X116115+X124115=1
 X113116+X115116+X117116=1
 X116117+X118117+X125117=1
 X114118+X117118+X119118=1
 X118119+X120119=1
 X121120+X126120=1
 X122121+X134121=1
 X105122+X127122=1



$X111123+X124123+X129123=1$
 $X115124+X123124+X125124=1$
 $X117125+X124125+X126125+X132125=1$
 $X120126+X125126+X133126=1$
 $X128127+X135127=1$
 $X122128+X127128=1$
 $X123129+X139129=1$
 $X125132+X133132=1$
 $X126133+X132133+X134133=1$
 $X121134+X133134+X135134+X143134=1$
 $X134135+X144135=1$
 $X128137=1$
 $X137138=1$
 $X129139+X140139+X149139=1$
 $X142140=1$
 $X143142=1$
 $X134143+X144143=1$
 $X154144=1$
 $X146145+X147145=1$
 $X145146+X147146+X155146=1$
 $X145147+X146147+X148147=1$
 $X138148+X147148=1$
 $X139149+X152149+X158149=1$
 $X149152+X153152=1$
 $X152153+X158153=1$
 $X153154+X155154=1$
 $X146155+X154155+X156155+X161155=1$
 $X155156+X157156=1$
 $X148157+X156157=1$
 $X149158+X161158=1$
 $X157160=1$
 $X155161+X162161=1$
 $X161162+X163162=1$
 $X160163+X162163=1$

Rompiendo bucles en cada arco:

$X001008+X008001 \leq 1$
 $X002009+X009002 \leq 1$
 $X006018+X018006 \leq 1$
 $X007034+X034007 \leq 1$
 $X008020+X020008 \leq 1$
 $X009021+X021009 \leq 1$
 $X010011+X011010 \leq 1$
 $X010022+X022010 \leq 1$
 $X011012+X012011 \leq 1$
 $X012013+X013012 \leq 1$
 $X012024+X024012 \leq 1$
 $X013014+X014013 \leq 1$
 $X013025+X025013 \leq 1$
 $X014015+X015014 \leq 1$

X014026+X026014<=1
X015016+X016015<=1
X016017+X017016<=1
X016028+X028016<=1
X017018+X018017<=1
X017029+X029017<=1
X018019+X019018<=1
X019032+X032019<=1
X020021+X021020<=1
X020035+X035020<=1
X021022+X022021<=1
X021036+X036021<=1
X022023+X023022<=1
X023024+X024023<=1
X024025+X025024<=1
X024038+X038024<=1
X025026+X026025<=1
X026039+X039026<=1
X028029+X029028<=1
X029030+X030029<=1
X030033+X033030<=1
X030056+X056030<=1
X032033+X033032<=1
X033034+X034033<=1
X034058+X058034<=1
X035036+X036035<=1
X035041+X041035<=1
X036042+X042036<=1
X038039+X039038<=1
X038043+X043038<=1
X039044+X044039<=1
X041042+X042041<=1
X041045+X045041<=1
X042046+X046042<=1
X043044+X044043<=1
X043050+X050043<=1
X044053+X053044<=1
X045046+X046045<=1
X045059+X059045<=1
X046047+X047046<=1
X046060+X060046<=1
X047048+X048047<=1
X047062+X062047<=1
X048049+X049048<=1
X048063+X063048<=1
X049050+X050049<=1
X049064+X064049<=1
X050051+X051050<=1
X050065+X065050<=1
X051052+X052051<=1



X051066+X066051<=1
X052053+X053052<=1
X052067+X067052<=1
X053068+X068053<=1
X056071+X071056<=1
X058074+X074058<=1
X059060+X060059<=1
X059075+X075059<=1
X060061+X061060<=1
X061062+X062061<=1
X061076+X076061<=1
X062063+X063062<=1
X062079+X079062<=1
X063064+X064063<=1
X063081+X081063<=1
X064065+X065064<=1
X064082+X082064<=1
X065066+X066065<=1
X065091+X091065<=1
X066067+X067066<=1
X066092+X092066<=1
X067068+X068067<=1
X067093+X093067<=1
X068069+X069068<=1
X068094+X094068<=1
X069095+X095069<=1
X070071+X071070<=1
X070083+X083070<=1
X071072+X072071<=1
X072073+X073072<=1
X072084+X084072<=1
X073074+X074073<=1
X073085+X085073<=1
X074086+X086074<=1
X075076+X076075<=1
X075077+X077075<=1
X076078+X078076<=1
X077078+X078077<=1
X077087+X087077<=1
X078079+X079078<=1
X079080+X080079<=1
X080081+X081080<=1
X080088+X088080<=1
X081082+X082081<=1
X082089+X089082<=1
X083084+X084083<=1
X083097+X097083<=1
X084085+X085084<=1
X085086+X086085<=1
X086099+X099086<=1



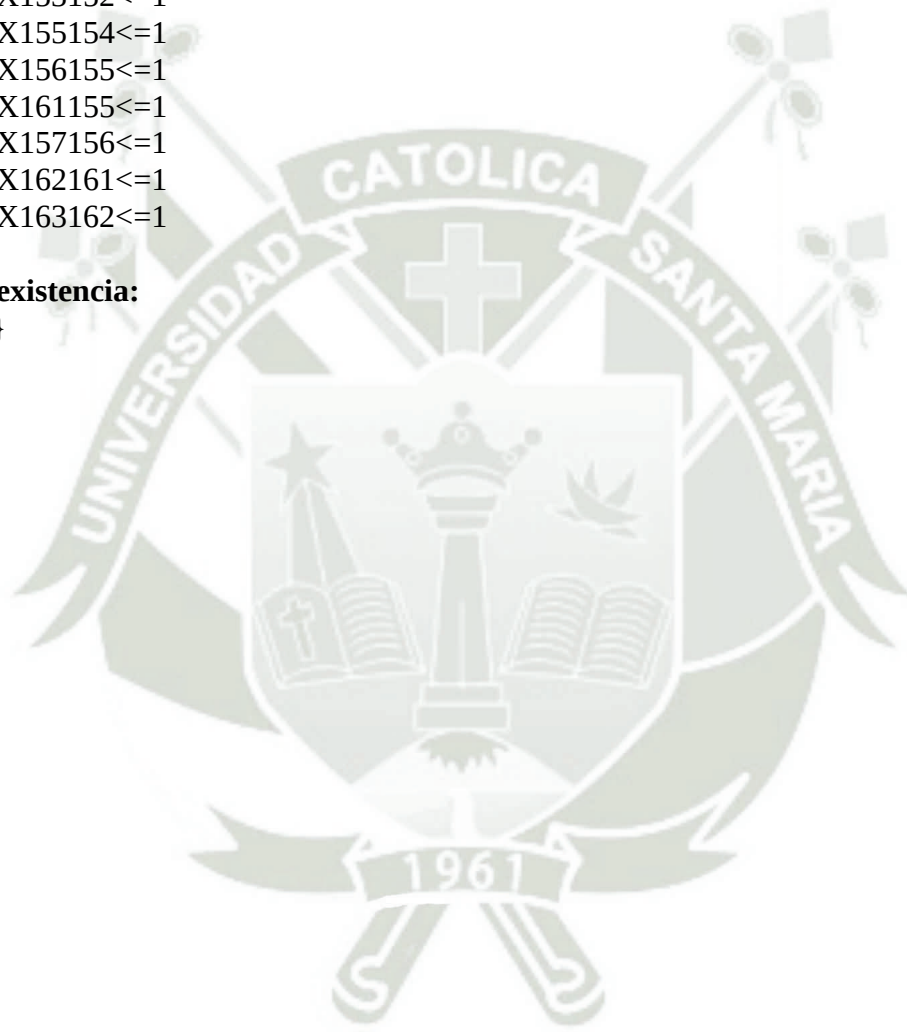
X087088+X088087<=1
 X087100+X100087<=1
 X088089+X089088<=1
 X088101+X101088<=1
 X089090+X090089<=1
 X090091+X091090<=1
 X090102+X102090<=1
 X091092+X092091<=1
 X092093+X093092<=1
 X093094+X094093<=1
 X094095+X095094<=1
 X095096+X096095<=1
 X096097+X097096<=1
 X097098+X098097<=1
 X098099+X099098<=1
 X098105+X105098<=1
 X099105+X105099<=1
 X100106+X106100<=1
 X101102+X102101<=1
 X101103+X103101<=1
 X103108+X108103<=1
 X105122+X122105<=1
 X106111+X111106<=1
 X109114+X114109<=1
 X111112+X112111<=1
 X111123+X123111<=1
 X112113+X113112<=1
 X112115+X115112<=1
 X113114+X114113<=1
 X113116+X116113<=1
 X114118+X118114<=1
 X115116+X116115<=1
 X115124+X124115<=1
 X116117+X117116<=1
 X117118+X118117<=1
 X117125+X125117<=1
 X118119+X119118<=1
 X120126+X126120<=1
 X121134+X134121<=1
 X123124+X124123<=1
 X123129+X129123<=1
 X124125+X125124<=1
 X125126+X126125<=1
 X125132+X132125<=1
 X126133+X133126<=1
 X127128+X128127<=1
 X129139+X139129<=1
 X132133+X133132<=1
 X133134+X134133<=1
 X134135+X135134<=1



X134143+X143134<=1
X139149+X149139<=1
X145146+X146145<=1
X145147+X147145<=1
X146147+X147146<=1
X146155+X155146<=1
X147148+X148147<=1
X149152+X152149<=1
X149158+X158149<=1
X152153+X153152<=1
X154155+X155154<=1
X155156+X156155<=1
X155161+X161155<=1
X156157+X157156<=1
X161162+X162161<=1
X162163+X163162<=1

Rango de existencia:

$X_{ij} \in \{0,1\}$



ZONA 02

Variables de decisión:

$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el arco } ij \text{ pertenece a la trayectoria del Agente Viajero.} \\ 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases}$

$\forall i=001,002,003,004,005,006,007,008,009,010,011,012,013,014,015,016,017,018,019,020,021,022,023,024,025,026,027,028,029,030,031,032,033,034,035,036,037,038,039,040,041,042,043,044,045,046,047,048,049,050,051,052,053,054,055,056,057,058,059,060,061,062,063,064,065,066,067,068,069,070,071,072,073,074,075,076,077,078,079,080,081,082,083,084,085,086,087,088,089,090,091,092,093,094,095,096,097,098,099,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180,181$

$\forall j=001,002,003,004,005,006,007,008,009,010,011,012,013,014,015,016,017,018,019,020,021,022,023,024,025,026,027,028,029,030,031,032,033,034,035,036,037,038,039,040,041,042,043,044,045,046,047,048,049,050,051,052,053,054,055,056,057,058,059,060,061,062,063,064,065,066,067,068,069,070,071,072,073,074,075,076,077,078,079,080,081,082,083,084,085,086,087,088,089,090,091,092,093,094,095,096,097,098,099,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175,176,177,178,179,180,181$

Función Objetivo:

MIN

$450X001002+40X001054+450X002001+21X002003+57X002043+64X002047+21X003002+140X003004+140X004003+61X004005+66X004040+61X005004+66X005006+140X005039+66X006005+65X006007+140X006038+65X007006+100X007008+62X007034+100X008007+65X008009+60X008032+65X009008+210X009010+210X010009+94X010011+71X010023+94X011010+90X011012+78X011016+90X012011+58X012013+70X012014+58X013012+190X013181+70X014012+59X014015+100X014016+59X015014+80X015017+63X015181+78X016011+100X016014+92X016017+130X016019+80X017015+92X017016+70X017018+70X018017+63X018020+58X018022+130X019016+62X019022+64X019024+63X020018+150X020181+58X022018+62X022019+78X022162+71X023010+66X023024+67X023025+64X024019+66X024023+23X024026+67X025023+56X025026+23X026024+56X026025+65X026028+65X028026+61X028030+61X030028+82X030035+25X031162+65X031180+60X032008+45X032033+85X032035+45X033032+56X033034+85X033036+62X034007+56X034033+82X034037+82X035030+85X035032+40X035036+85X036033+40X036035+64X036037+120X036172+82X037034+64X037036+65X037038+120X037144+140X038006+65X038037+63X038039+120X038143+140X039005+63X039038+62X039041+120X039142+66X040004+75X040041+60X040042+62X041039+75X041040+61X041137+60X042040+62X042043+57X043002+62X043042+81X043045+81X045043+65X045046+65X046045+97X046047+61X046066+120X046135+64X047002+97X047046+89X047048+57X047063+89X048047+83X048049+110X048050+83X049048+75X049050+52X049061+110X050048+75X050049+49X050051+49X051050+87X051052+51X051060+87X052051+50X052053+61X052057+50X053052+51X053054+180X053056+40X054001+51X054053+180X054055+180X055054+51X055056+48X055077+180X056053+51X056055+54X056062+61X057052+13X057058+120X057062+13X058057+64X058059+95X058060+64X059058+71X059060+51X060051+95X060058+71X060059+65X060061+52X061049+65X061060+55X0$

61072+54X062056+120X062057+57X063047+99X063064+62X063066+99X064063+39X064065+44X064072+39X065064+56X065066+57X065070+61X066046+62X066063+56X066065+120X066067+120X067066+57X067069+57X069067+59X069070+37X069130+57X070065+59X070069+110X070071+110X071070+100X071074+41X071130+55X072061+44X072064+150X072074+100X074071+150X074072+57X074076+57X076074+59X076086+48X077055+52X077078+140X077084+52X078077+36X078079+80X078080+36X079078+59X079081+27X079082+80X080078+35X080081+57X080086+59X081079+35X081080+24X081083+27X082079+48X082083+78X082085+24X083081+48X083082+73X083085+140X084077+53X084085+51X084092+78X085082+73X085083+53X085084+62X085088+59X086076+57X086080+25X086087+25X087086+110X087088+57X087089+250X087131+62X088085+110X088087+49X088090+53X088093+57X089087+87X089090+55X089102+49X090088+87X090089+44X090091+44X091090+48X091099+51X092084+86X092093+190X092094+53X093088+86X093092+190X093094+190X094092+190X094093+30X094095+30X095094+99X095096+61X095097+99X096095+290X096106+61X097095+190X097104+48X099091+51X099101+51X101099+61X101102+120X101105+55X102089+61X102101+25X102103+25X103102+18X103110+220X103118+190X104097+48X104105+63X104106+120X105101+48X105104+53X105108+290X106096+63X106104+97X106107+97X107106+65X107108+140X107112+53X108105+65X108107+65X108109+110X108110+65X109108+99X109111+68X109113+18X110103+110X110108+99X111109+85X111110+140X112107+63X112113+121X112114+68X113109+63X113112+20X113115+121X114112+62X114115+190X114119+20X115113+62X115114+36X115116+36X116115+89X116117+160X116120+120X117111+89X117116+19X117118+19X118117+120X118131+190X119114+96X119120+160X120116+96X120119+75X120125+63X120129+75X125120+19X125126+19X126125+13X126127+13X127126+110X127134+62X127149+63X129120+50X129151+48X129153+37X130069+41X130071+84X130131+250X131087+120X131118+84X131130+61X131132+61X132131+52X132133+52X133132+49X133134+110X134127+49X134133+86X134135+62X134140+120X135046+86X135134+66X135138+61X137041+64X137139+66X138135+110X138139+64X139137+110X139138+92X139141+63X139142+62X140134+110X140141+58X140147+92X141139+110X141140+38X141146+120X142039+63X142139+61X142143+93X142145+120X143038+61X143142+63X143144+94X143168+120X144037+63X144143+93X144169+63X144172+93X145142+18X145146+63X145168+38X146141+18X146145+53X146148+58X147140+150X147148+53X147149+53X148146+150X148147+47X148150+150X148166+62X149127+53X149147+150X149150+50X149151+47X150148+150X150149+53X150152+150X150165+50X151129+50X151149+150X151152+53X152150+150X152151+49X152159+150X152164+48X153129+49X153154+100X153159+49X154153+56X154155+100X154160+56X155154+49X155156+100X155158+49X156155+32X156157+32X157156+100X157158+100X158155+100X158157+42X158161+49X159152+100X159153+54X159160+150X159163+100X160154+54X160159+53X160161+42X161158+53X161160+150X161163+78X162022+25X162031+35X162179+150X163159+150X163161+150X163164+68X163167+150X164152+150X164163+49X164165+150X165150+49X165164+51X165166+150X166148+51X166165+51X166169+59X166170+68X167163+110X167170+77X167171+94X168143+63X168145+66X168169+93X169144+51X169166+66X169168+59X170166+110X170167+140X170172+62X170173+77X171167+63X171173+110X171175+120X172036+63X172144+140X172170+65X172174+62X173170+63X173171+140X173174+85X173175+65X174172+140X174173+61X174178+110X175171+85X175173+47X175176+74X175177+47X176175+62X176177+110X176178+74X177175+62X177176+110X177179+72X177180+61X178174+110X178176+63X178179+35X179162+110X179177+63X179178+65X180031+72X180177+190X181013+63X181015+150X181020

ST

Arcos que salen:

X001002+X001054=1
X002001+X002003+X002043+X002047=1
X003002+X003004=1
X004003+X004005+X004040=1
X005004+X005006+X005039=1
X006005+X006007+X006038=1
X007006+X007008+X007034=1
X008007+X008009+X008032=1
X009008+X009010=1
X010009+X010011+X010023=1
X011010+X011012+X011016=1
X012011+X012013+X012014=1
X013012+X013181=1
X014012+X014015+X014016=1
X015014+X015017+X015181=1
X016011+X016014+X016017+X016019=1
X017015+X017016+X017018=1
X018017+X018020+X018022=1
X019016+X019022+X019024=1
X020018+X020181=1
X022018+X022019+X022162=1
X023010+X023024+X023025=1
X024019+X024023+X024026=1
X025023+X025026=1
X026024+X026025+X026028=1
X028026+X028030=1
X030028+X030035=1
X031162+X031180=1
X032008+X032033+X032035=1
X033032+X033034+X033036=1
X034007+X034033+X034037=1
X035030+X035032+X035036=1
X036033+X036035+X036037+X036172=1
X037034+X037036+X037038+X037144=1
X038006+X038037+X038039+X038143=1
X039005+X039038+X039041+X039142=1
X040004+X040041+X040042=1
X041039+X041040+X041137=1
X042040+X042043=1
X043002+X043042+X043045=1
X045043+X045046=1
X046045+X046047+X046066+X046135=1
X047002+X047046+X047048+X047063=1
X048047+X048049+X048050=1
X049048+X049050+X049061=1
X050048+X050049+X050051=1
X051050+X051052+X051060=1
X052051+X052053+X052057=1
X053052+X053054+X053056=1

X054001+X054053+X054055=1
X055054+X055056+X055077=1
X056053+X056055+X056062=1
X057052+X057058+X057062=1
X058057+X058059+X058060=1
X059058+X059060=1
X060051+X060058+X060059+X060061=1
X061049+X061060+X061072=1
X062056+X062057=1
X063047+X063064+X063066=1
X064063+X064065+X064072=1
X065064+X065066+X065070=1
X066046+X066063+X066065+X066067=1
X067066+X067069=1
X069067+X069070+X069130=1
X070065+X070069+X070071=1
X071070+X071074+X071130=1
X072061+X072064+X072074=1
X074071+X074072+X074076=1
X076074+X076086=1
X077055+X077078+X077084=1
X078077+X078079+X078080=1
X079078+X079081+X079082=1
X080078+X080081+X080086=1
X081079+X081080+X081083=1
X082079+X082083+X082085=1
X083081+X083082+X083085=1
X084077+X084085+X084092=1
X085082+X085083+X085084+X085088=1
X086076+X086080+X086087=1
X087086+X087088+X087089+X087131=1
X088085+X088087+X088090+X088093=1
X089087+X089090+X089102=1
X090088+X090089+X090091=1
X091090+X091099=1
X092084+X092093+X092094=1
X093088+X093092+X093094=1
X094092+X094093+X094095=1
X095094+X095096+X095097=1
X096095+X096106=1
X097095+X097104=1
X099091+X099101=1
X101099+X101102+X101105=1
X102089+X102101+X102103=1
X103102+X103110+X103118=1
X104097+X104105+X104106=1
X105101+X105104+X105108=1
X106096+X106104+X106107=1
X107106+X107108+X107112=1
X108105+X108107+X108109+X108110=1

X109108+X109111+X109113=1
X110103+X110108=1
X111109+X111110=1
X112107+X112113+X112114=1
X113109+X113112+X113115=1
X114112+X114115+X114119=1
X115113+X115114+X115116=1
X116115+X116117+X116120=1
X117111+X117116+X117118=1
X118117+X118131=1
X119114+X119120=1
X120116+X120119+X120125+X120129=1
X125120+X125126=1
X126125+X126127=1
X127126+X127134+X127149=1
X129120+X129151+X129153=1
X130069+X130071+X130131=1
X131087+X131118+X131130+X131132=1
X132131+X132133=1
X133132+X133134=1
X134127+X134133+X134135+X134140=1
X135046+X135134+X135138=1
X137041+X137139=1
X138135+X138139=1
X139137+X139138+X139141+X139142=1
X140134+X140141+X140147=1
X141139+X141140+X141146=1
X142039+X142139+X142143+X142145=1
X143038+X143142+X143144+X143168=1
X144037+X144143+X144169+X144172=1
X145142+X145146+X145168=1
X146141+X146145+X146148=1
X147140+X147148+X147149=1
X148146+X148147+X148150+X148166=1
X149127+X149147+X149150+X149151=1
X150148+X150149+X150152+X150165=1
X151129+X151149+X151152=1
X152150+X152151+X152159+X152164=1
X153129+X153154+X153159=1
X154153+X154155+X154160=1
X155154+X155156+X155158=1
X156155+X156157=1
X157156+X157158=1
X158155+X158157+X158161=1
X159152+X159153+X159160+X159163=1
X160154+X160159+X160161=1
X161158+X161160+X161163=1
X162022+X162031+X162179=1
X163159+X163161+X163164+X163167=1
X164152+X164163+X164165=1

X165150+X165164+X165166=1
X166148+X166165+X166169+X166170=1
X167163+X167170+X167171=1
X168143+X168145+X168169=1
X169144+X169166+X169168=1
X170166+X170167+X170172+X170173=1
X171167+X171173+X171175=1
X172036+X172144+X172170+X172174=1
X173170+X173171+X173174+X173175=1
X174172+X174173+X174178=1
X175171+X175173+X175176+X175177=1
X176175+X176177+X176178=1
X177175+X177176+X177179+X177180=1
X178174+X178176+X178179=1
X179162+X179177+X179178=1
X180031+X180177=1
X181013+X181015+X181020=1

Arcos que ingresan:

X002001+X054001=1
X001002+X003002+X043002+X047002=1
X002003+X004003=1
X003004+X005004+X040004=1
X004005+X006005+X039005=1
X005006+X007006+X038006=1
X006007+X008007+X034007=1
X007008+X009008+X032008=1
X008009+X010009=1
X009010+X011010+X023010=1
X010011+X012011+X016011=1
X011012+X013012+X014012=1
X012013+X181013=1
X012014+X015014+X016014=1
X014015+X017015+X181015=1
X011016+X014016+X017016+X019016=1
X015017+X016017+X018017=1
X017018+X020018+X022018=1
X016019+X022019+X024019=1
X018020+X181020=1
X018022+X019022+X162022=1
X010023+X024023+X025023=1
X019024+X023024+X026024=1
X023025+X026025=1
X024026+X025026+X028026=1
X026028+X030028=1
X028030+X035030=1
X162031+X180031=1
X008032+X033032+X035032=1
X032033+X034033+X036033=1
X007034+X033034+X037034=1

X030035+X032035+X036035=1
 X033036+X035036+X037036+X172036=1
 X034037+X036037+X038037+X144037=1
 X006038+X037038+X039038+X143038=1
 X005039+X038039+X041039+X142039=1
 X004040+X041040+X042040=1
 X039041+X040041+X137041=1
 X040042+X043042=1
 X002043+X042043+X045043=1
 X043045+X046045=1
 X045046+X047046+X066046+X135046=1
 X002047+X046047+X048047+X063047=1
 X047048+X049048+X050048=1
 X048049+X050049+X061049=1
 X048050+X049050+X051050=1
 X050051+X052051+X060051=1
 X051052+X053052+X057052=1
 X052053+X054053+X056053=1
 X001054+X053054+X055054=1
 X054055+X056055+X077055=1
 X053056+X055056+X062056=1
 X052057+X058057+X062057=1
 X057058+X059058+X060058=1
 X058059+X060059=1
 X051060+X058060+X059060+X061060=1
 X049061+X060061+X072061=1
 X056062+X057062=1
 X047063+X064063+X066063=1
 X063064+X065064+X072064=1
 X064065+X066065+X070065=1
 X046066+X063066+X065066+X067066=1
 X066067+X069067=1
 X067069+X070069+X130069=1
 X065070+X069070+X071070=1
 X070071+X074071+X130071=1
 X061072+X064072+X074072=1
 X071074+X072074+X076074=1
 X074076+X086076=1
 X055077+X078077+X084077=1
 X077078+X079078+X080078=1
 X078079+X081079+X082079=1
 X078080+X081080+X086080=1
 X079081+X080081+X083081=1
 X079082+X083082+X085082=1
 X081083+X082083+X085083=1
 X077084+X085084+X092084=1
 X082085+X083085+X084085+X088085=1
 X076086+X080086+X087086=1
 X086087+X088087+X089087+X131087=1
 X085088+X087088+X090088+X093088=1

X087089+X090089+X102089=1
 X088090+X089090+X091090=1
 X090091+X099091=1
 X084092+X093092+X094092=1
 X088093+X092093+X094093=1
 X092094+X093094+X095094=1
 X094095+X096095+X097095=1
 X095096+X106096=1
 X095097+X104097=1
 X091099+X101099=1
 X099101+X102101+X105101=1
 X089102+X101102+X103102=1
 X102103+X110103=1
 X097104+X105104+X106104=1
 X101105+X104105+X108105=1
 X096106+X104106+X107106=1
 X106107+X108107+X112107=1
 X105108+X107108+X109108+X110108=1
 X108109+X111109+X113109=1
 X103110+X108110+X111110=1
 X109111+X117111=1
 X107112+X113112+X114112=1
 X109113+X112113+X115113=1
 X112114+X115114+X119114=1
 X113115+X114115+X116115=1
 X115116+X117116+X120116=1
 X116117+X118117=1
 X103118+X117118+X131118=1
 X114119+X120119=1
 X116120+X119120+X125120+X129120=1
 X120125+X126125=1
 X125126+X127126=1
 X126127+X134127+X149127=1
 X120129+X151129+X153129=1
 X069130+X071130+X131130=1
 X087131+X118131+X130131+X132131=1
 X131132+X133132=1
 X132133+X134133=1
 X127134+X133134+X135134+X140134=1
 X046135+X134135+X138135=1
 X041137+X139137=1
 X135138+X139138=1
 X137139+X138139+X141139+X142139=1
 X134140+X141140+X147140=1
 X139141+X140141+X146141=1
 X039142+X139142+X143142+X145142=1
 X038143+X142143+X144143+X168143=1
 X037144+X143144+X169144+X172144=1
 X142145+X146145+X168145=1
 X141146+X145146+X148146=1

X140147+X148147+X149147=1
 X146148+X147148+X150148+X166148=1
 X127149+X147149+X150149+X151149=1
 X148150+X149150+X152150+X165150=1
 X129151+X149151+X152151=1
 X150152+X151152+X159152+X164152=1
 X129153+X154153+X159153=1
 X153154+X155154+X160154=1
 X154155+X156155+X158155=1
 X155156+X157156=1
 X156157+X158157=1
 X155158+X157158+X161158=1
 X152159+X153159+X160159+X163159=1
 X154160+X159160+X161160=1
 X158161+X160161+X163161=1
 X022162+X031162+X179162=1
 X159163+X161163+X164163+X167163=1
 X152164+X163164+X165164=1
 X150165+X164165+X166165=1
 X148166+X165166+X169166+X170166=1
 X163167+X170167+X171167=1
 X143168+X145168+X169168=1
 X144169+X166169+X168169=1
 X166170+X167170+X172170+X173170=1
 X167171+X173171+X175171=1
 X036172+X144172+X170172+X174172=1
 X170173+X171173+X174173+X175173=1
 X172174+X173174+X178174=1
 X171175+X173175+X176175+X177175=1
 X175176+X177176+X178176=1
 X175177+X176177+X179177+X180177=1
 X174178+X176178+X179178=1
 X162179+X177179+X178179=1
 X031180+X177180=1
 X013181+X015181+X020181=1

Rompiendo bucles en cada arco:

X001002+X002001<=1
 X001054+X054001<=1
 X002003+X003002<=1
 X002043+X043002<=1
 X002047+X047002<=1
 X003004+X004003<=1
 X004005+X005004<=1
 X004040+X040004<=1
 X005006+X006005<=1
 X005039+X039005<=1
 X006007+X007006<=1
 X006038+X038006<=1
 X007008+X008007<=1

X007034+X034007<=1
X008009+X009008<=1
X008032+X032008<=1
X009010+X010009<=1
X010011+X011010<=1
X010023+X023010<=1
X011012+X012011<=1
X011016+X016011<=1
X012013+X013012<=1
X012014+X014012<=1
X013181+X181013<=1
X014015+X015014<=1
X014016+X016014<=1
X015017+X017015<=1
X015181+X181015<=1
X016017+X017016<=1
X016019+X019016<=1
X017018+X018017<=1
X018020+X020018<=1
X018022+X022018<=1
X019022+X022019<=1
X019024+X024019<=1
X020181+X181020<=1
X022162+X162022<=1
X023024+X024023<=1
X023025+X025023<=1
X024026+X026024<=1
X025026+X026025<=1
X026028+X028026<=1
X028030+X030028<=1
X030035+X035030<=1
X031162+X162031<=1
X031180+X180031<=1
X032033+X033032<=1
X032035+X035032<=1
X033034+X034033<=1
X033036+X036033<=1
X034037+X037034<=1
X035036+X036035<=1
X036037+X037036<=1
X036172+X172036<=1
X037038+X038037<=1
X037144+X144037<=1
X038039+X039038<=1
X038143+X143038<=1
X039041+X041039<=1
X039142+X142039<=1
X040041+X041040<=1
X040042+X042040<=1
X041137+X137041<=1



X042043+X043042<=1
X043045+X045043<=1
X045046+X046045<=1
X046047+X047046<=1
X046066+X066046<=1
X046135+X135046<=1
X047048+X048047<=1
X047063+X063047<=1
X048049+X049048<=1
X048050+X050048<=1
X049050+X050049<=1
X049061+X061049<=1
X050051+X051050<=1
X051052+X052051<=1
X051060+X060051<=1
X052053+X053052<=1
X052057+X057052<=1
X053054+X054053<=1
X053056+X056053<=1
X054055+X055054<=1
X055056+X056055<=1
X055077+X077055<=1
X056062+X062056<=1
X057058+X058057<=1
X057062+X062057<=1
X058059+X059058<=1
X058060+X060058<=1
X059060+X060059<=1
X060061+X061060<=1
X061072+X072061<=1
X063064+X064063<=1
X063066+X066063<=1
X064065+X065064<=1
X064072+X072064<=1
X065066+X066065<=1
X065070+X070065<=1
X066067+X067066<=1
X067069+X069067<=1
X069070+X070069<=1
X069130+X130069<=1
X070071+X071070<=1
X071074+X074071<=1
X071130+X130071<=1
X072074+X074072<=1
X074076+X076074<=1
X076086+X086076<=1
X077078+X078077<=1
X077084+X084077<=1
X078079+X079078<=1
X078080+X080078<=1



X079081+X081079<=1
 X079082+X082079<=1
 X080081+X081080<=1
 X080086+X086080<=1
 X081083+X083081<=1
 X082083+X083082<=1
 X082085+X085082<=1
 X083085+X085083<=1
 X084085+X085084<=1
 X084092+X092084<=1
 X085088+X088085<=1
 X086087+X087086<=1
 X087088+X088087<=1
 X087089+X089087<=1
 X087131+X131087<=1
 X088090+X090088<=1
 X088093+X093088<=1
 X089090+X090089<=1
 X089102+X102089<=1
 X090091+X091090<=1
 X091099+X099091<=1
 X092093+X093092<=1
 X092094+X094092<=1
 X093094+X094093<=1
 X094095+X095094<=1
 X095096+X096095<=1
 X095097+X097095<=1
 X096106+X106096<=1
 X097104+X104097<=1
 X099101+X101099<=1
 X101102+X102101<=1
 X101105+X105101<=1
 X102103+X103102<=1
 X103110+X110103<=1
 X104105+X105104<=1
 X104106+X106104<=1
 X105108+X108105<=1
 X106107+X107106<=1
 X107108+X108107<=1
 X107112+X112107<=1
 X108109+X109108<=1
 X108110+X110108<=1
 X109111+X111109<=1
 X109113+X113109<=1
 X112113+X113112<=1
 X112114+X114112<=1
 X113115+X115113<=1
 X114115+X115114<=1
 X114119+X119114<=1
 X115116+X116115<=1



X116117+X117116<=1
X116120+X120116<=1
X117118+X118117<=1
X118131+X131118<=1
X119120+X120119<=1
X120125+X125120<=1
X120129+X129120<=1
X125126+X126125<=1
X126127+X127126<=1
X127134+X134127<=1
X127149+X149127<=1
X129151+X151129<=1
X129153+X153129<=1
X130131+X131130<=1
X131132+X132131<=1
X132133+X133132<=1
X133134+X134133<=1
X134135+X135134<=1
X134140+X140134<=1
X135138+X138135<=1
X137139+X139137<=1
X138139+X139138<=1
X139141+X141139<=1
X139142+X142139<=1
X140141+X141140<=1
X140147+X147140<=1
X141146+X146141<=1
X142143+X143142<=1
X142145+X145142<=1
X143144+X144143<=1
X143168+X168143<=1
X144169+X169144<=1
X144172+X172144<=1
X145146+X146145<=1
X145168+X168145<=1
X146148+X148146<=1
X147148+X148147<=1
X147149+X149147<=1
X148150+X150148<=1
X148166+X166148<=1
X149150+X150149<=1
X149151+X151149<=1
X150152+X152150<=1
X150165+X165150<=1
X151152+X152151<=1
X152159+X159152<=1
X152164+X164152<=1
X153154+X154153<=1
X153159+X159153<=1
X154155+X155154<=1



$X_{154160} + X_{160154} \leq 1$
 $X_{155156} + X_{156155} \leq 1$
 $X_{155158} + X_{158155} \leq 1$
 $X_{156157} + X_{157156} \leq 1$
 $X_{157158} + X_{158157} \leq 1$
 $X_{158161} + X_{161158} \leq 1$
 $X_{159160} + X_{160159} \leq 1$
 $X_{159163} + X_{163159} \leq 1$
 $X_{160161} + X_{161160} \leq 1$
 $X_{161163} + X_{163161} \leq 1$
 $X_{162179} + X_{179162} \leq 1$
 $X_{163164} + X_{164163} \leq 1$
 $X_{163167} + X_{167163} \leq 1$
 $X_{164165} + X_{165164} \leq 1$
 $X_{165166} + X_{166165} \leq 1$
 $X_{166169} + X_{169166} \leq 1$
 $X_{166170} + X_{170166} \leq 1$
 $X_{167170} + X_{170167} \leq 1$
 $X_{167171} + X_{171167} \leq 1$
 $X_{168169} + X_{169168} \leq 1$
 $X_{170172} + X_{172170} \leq 1$
 $X_{170173} + X_{173170} \leq 1$
 $X_{171173} + X_{173171} \leq 1$
 $X_{171175} + X_{175171} \leq 1$
 $X_{172174} + X_{174172} \leq 1$
 $X_{173174} + X_{174173} \leq 1$
 $X_{173175} + X_{175173} \leq 1$
 $X_{174178} + X_{178174} \leq 1$
 $X_{175176} + X_{176175} \leq 1$
 $X_{175177} + X_{177175} \leq 1$
 $X_{176177} + X_{177176} \leq 1$
 $X_{176178} + X_{178176} \leq 1$
 $X_{177179} + X_{179177} \leq 1$
 $X_{177180} + X_{180177} \leq 1$
 $X_{178179} + X_{179178} \leq 1$

Rango de existencia:

$X_{ij} \in \{0,1\}$



ZONA 03

Variables de decisión:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el arco } ij \text{ pertenece a la trayectoria del Agente Viajero.} \\ 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

$\forall i=001,002,003,004,005,006,007,008,009,010,011,012,013,014,015,016,017,018,019,020,021,022,023,024,025,026,027,028,029,030,031,032,033,034,035,036,037,038,039,040,041,042,043,044,045,046,047,048,049,050,051,052,053,054,055,056,057,058,059,060,061,062,063,064,065,066,067,068,069,070,071,072,073,074,075,076,077,078,079,080,081,082,083,084,085,086,087,088,089,090,091,092,093,094,095,096,097,098,099,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175$

$\forall j=001,002,003,004,005,006,007,008,009,010,011,012,013,014,015,016,017,018,019,020,021,022,023,024,025,026,027,028,029,030,031,032,033,034,035,036,037,038,039,040,041,042,043,044,045,046,047,048,049,050,051,052,053,054,055,056,057,058,059,060,061,062,063,064,065,066,067,068,069,070,071,072,073,074,075,076,077,078,079,080,081,082,083,084,085,086,087,088,089,090,091,092,093,094,095,096,097,098,099,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155,156,157,158,159,160,161,162,163,164,165,166,167,168,169,170,171,172,173,174,175$

Función Objetivo:

MIN

150X001002+73X001003+150X002001+71X002005+130X002006+73X003001+71X003004+73X003007+71X004003+100X004005+70X004008+71X005002+100X005004+98X005006+70X005009+130X006002+98X006005+120X006012+73X007003+92X007008+71X007020+70X008004+92X008007+100X008009+71X008021+70X009005+100X009008+71X009022+120X012006+46X012173+35X013014+23X013173+35X014013+52X014015+74X014024+52X015014+83X015017+35X015173+83X017015+21X017018+21X018017+94X018019+54X018025+94X019018+52X019026+71X020007+110X020021+73X020030+45X020175+71X021008+110X021020+110X021022+71X021031+71X022009+110X022021+100X022023+71X022032+100X023022+52X023024+72X023033+74X024014+52X024023+150X024025+54X025018+150X025024+92X025026+70X025034+52X026019+92X026025+67X026035+51X027028+45X027042+110X027175+51X028027+63X028029+43X028048+63X029028+66X029043+150X029047+190X029175+73X030020+100X030031+76X030042+71X031021+100X031030+100X031032+75X031041+71X032022+100X032031+99X032033+72X032040+72X033023+99X033032+200X033034+73X033039+70X034025+200X034033+92X034035+72X034038+67X035026+92X035034+51X035036+51X036035+75X036037+75X037036+150X037038+71X037056+72X038034+150X038037+190X038039+72X038054+73X039033+190X039038+100X039040+71X039053+72X040032+100X040039+100X040041+71X040052+75X041031+100X041040+100X041042+71X041051+45X042027+76X042030+100X042041+74X042050+66X043029+73X043044+120X043046+73X044043+75X044045+72X044083+75X045044+60X045046+150X045079+59X045081+120X046043+60X046045+63X046047+150X047029+63X047046+61X047049+150X047077+43X048028+99X048049+75X048050+61X049047+99X049048+65X049062+150X049076+74X050042+75X050048+99X050051+80X050062+71X051041+99X051050+110X051052+72X051061+71X052040+110X052051+100X052053+73X052060+71X053039+100X053052+190X053

054+70X053059+72X054038+190X054053+120X054055+72X054058+120X055054+28X0
55056+70X055057+51X056037+28X056055+70X057055+120X057058+67X057068+72X0
58054+120X058057+190X058059+70X058067+70X059053+190X059058+100X059060+70
X059066+73X060052+100X060059+100X060061+70X060065+72X061051+100X061060+
110X061062+72X061064+65X062049+80X062050+110X062061+60X062063+60X063062
+100X063064+71X063074+72X064061+100X064063+100X064065+71X064073+70X0650
60+100X065064+100X065066+70X066059+100X066065+180X066067+75X066071+70X0
67058+180X067066+72X067069+73X067070+67X068057+54X068069+72X069067+54X0
69068+73X069116+73X070067+180X070071+72X070116+75X071066+180X071070+98X
071072+67X071114+98X072071+100X072073+71X073064+100X073072+100X073074+71
X074063+100X074073+27X074075+27X075074+48X075076+48X075105+150X076049+4
8X076075+60X076077+150X077047+60X077076+62X077078+40X077104+62X078077+6
2X078079+100X078107+150X079045+62X079078+60X079080+150X079103+60X080079
+130X080082+64X080091+150X080102+59X081045+21X081082+33X081083+43X08108
4+130X082080+21X082081+60X082085+72X083044+33X083081+54X083084+43X08408
1+54X084083+25X084085+60X085082+25X085084+80X085086+140X085091+80X08608
5+77X086087+77X087086+72X087088+41X087089+72X088087+61X088089+72X088092
+120X088095+41X089087+61X089088+150X089099+64X091080+140X091085+150X091
101+72X092088+77X092093+64X092094+77X093092+67X093094+63X093096+64X0940
92+67X094093+50X094095+120X095088+50X095094+41X095098+63X096093+120X096
097+26X096147+120X097096+55X097098+50X097146+41X098095+55X098097+67X098
099+63X098145+150X099089+67X099098+59X099100+59X100099+63X100101+150X10
1091+63X101100+61X101102+61X101138+150X102080+61X102101+63X102103+65X10
2137+150X103079+63X103102+31X103108+71X103136+40X104077+96X104105+72X10
4110+48X105075+96X105104+75X105111+100X107078+73X107108+70X107110+31X10
8103+73X108107+91X108109+91X109108+75X109110+72X110104+70X110107+75X110
109+96X110111+75X111105+96X111110+98X111112+270X111135+98X112111+100X11
2122+59X112126+67X114071+75X114121+73X116069+72X116070+71X118119+89X118
128+71X119118+77X119120+150X119130+77X120119+110X120121+76X120123+75X12
1114+110X121120+98X121122+100X122112+98X122121+54X122124+76X123120+200X
123125+54X124122+28X124125+100X124126+200X125123+28X125124+59X126112+100
X126124+89X128118+73X128129+73X129128+82X129130+190X129170+150X130119+8
2X130129+73X130166+100X133134+72X133158+100X134133+220X134135+100X13413
9+72X134156+270X135111+220X135134+47X135136+71X136103+47X136135+60X1361
37+34X136140+65X137102+60X137136+63X137138+36X137141+61X138101+63X13813
7+100X139134+110X139140+69X139153+34X140136+110X140139+64X140141+71X140
152+36X141137+64X141140+39X141142+39X142141+100X142144+70X142151+100X14
4142+89X144145+170X144151+63X145098+89X145144+85X145146+140X145149+50X1
46097+85X146145+140X146147+26X147096+140X147146+54X147148+54X148147+130
X148149+140X149145+130X149148+350X149150+350X150149+83X150151+300X15015
4+70X151142+170X151144+83X151150+100X151152+71X152140+100X152151+100X15
2153+69X153139+100X153152+100X153156+300X154150+55X154155+110X154160+55
X155154+44X155156+81X155157+72X156134+100X156153+44X156155+45X156157+81
X157155+45X157156+57X157158+72X158133+57X158157+110X158159+110X159158+7
0X159162+200X159165+110X160154+22X160174+70X162159+39X162164+200X162167
+18X163164+100X163174+39X164162+18X164163+210X164172+200X165159+73X1651
66+71X165167+73X166130+73X166165+120X166169+200X167162+71X167165+47X167
168+47X168167+72X168169+43X168172+120X169166+72X169168+78X169170+190X17
0129+78X170169+83X170171+83X171170+160X171172+210X172164+43X172168+160X

172171+46X173012+23X173013+35X173015+22X174160+100X174163+45X175020+110
X175027+190X175029
ST

Arcos que salen:

X001002+X001003=1
X002001+X002005+X002006=1
X003001+X003004+X003007=1
X004003+X004005+X004008=1
X005002+X005004+X005006+X005009=1
X006002+X006005+X006012=1
X007003+X007008+X007020=1
X008004+X008007+X008009+X008021=1
X009005+X009008+X009022=1
X012006+X012173=1
X013014+X013173=1
X014013+X014015+X014024=1
X015014+X015017+X015173=1
X017015+X017018=1
X018017+X018019+X018025=1
X019018+X019026=1
X020007+X020021+X020030+X020175=1
X021008+X021020+X021022+X021031=1
X022009+X022021+X022023+X022032=1
X023022+X023024+X023033=1
X024014+X024023+X024025=1
X025018+X025024+X025026+X025034=1
X026019+X026025+X026035=1
X027028+X027042+X027175=1
X028027+X028029+X028048=1
X029028+X029043+X029047+X029175=1
X030020+X030031+X030042=1
X031021+X031030+X031032+X031041=1
X032022+X032031+X032033+X032040=1
X033023+X033032+X033034+X033039=1
X034025+X034033+X034035+X034038=1
X035026+X035034+X035036=1
X036035+X036037=1
X037036+X037038+X037056=1
X038034+X038037+X038039+X038054=1
X039033+X039038+X039040+X039053=1
X040032+X040039+X040041+X040052=1
X041031+X041040+X041042+X041051=1
X042027+X042030+X042041+X042050=1
X043029+X043044+X043046=1
X044043+X044045+X044083=1
X045044+X045046+X045079+X045081=1
X046043+X046045+X046047=1
X047029+X047046+X047049+X047077=1
X048028+X048049+X048050=1

X049047+X049048+X049062+X049076=1
X050042+X050048+X050051+X050062=1
X051041+X051050+X051052+X051061=1
X052040+X052051+X052053+X052060=1
X053039+X053052+X053054+X053059=1
X054038+X054053+X054055+X054058=1
X055054+X055056+X055057=1
X056037+X056055=1
X057055+X057058+X057068=1
X058054+X058057+X058059+X058067=1
X059053+X059058+X059060+X059066=1
X060052+X060059+X060061+X060065=1
X061051+X061060+X061062+X061064=1
X062049+X062050+X062061+X062063=1
X063062+X063064+X063074=1
X064061+X064063+X064065+X064073=1
X065060+X065064+X065066=1
X066059+X066065+X066067+X066071=1
X067058+X067066+X067069+X067070=1
X068057+X068069=1
X069067+X069068+X069116=1
X070067+X070071+X070116=1
X071066+X071070+X071072+X071114=1
X072071+X072073=1
X073064+X073072+X073074=1
X074063+X074073+X074075=1
X075074+X075076+X075105=1
X076049+X076075+X076077=1
X077047+X077076+X077078+X077104=1
X078077+X078079+X078107=1
X079045+X079078+X079080+X079103=1
X080079+X080082+X080091+X080102=1
X081045+X081082+X081083+X081084=1
X082080+X082081+X082085=1
X083044+X083081+X083084=1
X084081+X084083+X084085=1
X085082+X085084+X085086+X085091=1
X086085+X086087=1
X087086+X087088+X087089=1
X088087+X088089+X088092+X088095=1
X089087+X089088+X089099=1
X091080+X091085+X091101=1
X092088+X092093+X092094=1
X093092+X093094+X093096=1
X094092+X094093+X094095=1
X095088+X095094+X095098=1
X096093+X096097+X096147=1
X097096+X097098+X097146=1
X098095+X098097+X098099+X098145=1
X099089+X099098+X099100=1

X100099+X100101=1
 X101091+X101100+X101102+X101138=1
 X102080+X102101+X102103+X102137=1
 X103079+X103102+X103108+X103136=1
 X104077+X104105+X104110=1
 X105075+X105104+X105111=1
 X107078+X107108+X107110=1
 X108103+X108107+X108109=1
 X109108+X109110=1
 X110104+X110107+X110109+X110111=1
 X111105+X111110+X111112+X111135=1
 X112111+X112122+X112126=1
 X114071+X114121=1
 X116069+X116070=1
 X118119+X118128=1
 X119118+X119120+X119130=1
 X120119+X120121+X120123=1
 X121114+X121120+X121122=1
 X122112+X122121+X122124=1
 X123120+X123125=1
 X124122+X124125+X124126=1
 X125123+X125124=1
 X126112+X126124=1
 X128118+X128129=1
 X129128+X129130+X129170=1
 X130119+X130129+X130166=1
 X133134+X133158=1
 X134133+X134135+X134139+X134156=1
 X135111+X135134+X135136=1
 X136103+X136135+X136137+X136140=1
 X137102+X137136+X137138+X137141=1
 X138101+X138137=1
 X139134+X139140+X139153=1
 X140136+X140139+X140141+X140152=1
 X141137+X141140+X141142=1
 X142141+X142144+X142151=1
 X144142+X144145+X144151=1
 X145098+X145144+X145146+X145149=1
 X146097+X146145+X146147=1
 X147096+X147146+X147148=1
 X148147+X148149=1
 X149145+X149148+X149150=1
 X150149+X150151+X150154=1
 X151142+X151144+X151150+X151152=1
 X152140+X152151+X152153=1
 X153139+X153152+X153156=1
 X154150+X154155+X154160=1
 X155154+X155156+X155157=1
 X156134+X156153+X156155+X156157=1
 X157155+X157156+X157158=1

X158133+X158157+X158159=1
X159158+X159162+X159165=1
X160154+X160174=1
X162159+X162164+X162167=1
X163164+X163174=1
X164162+X164163+X164172=1
X165159+X165166+X165167=1
X166130+X166165+X166169=1
X167162+X167165+X167168=1
X168167+X168169+X168172=1
X169166+X169168+X169170=1
X170129+X170169+X170171=1
X171170+X171172=1
X172164+X172168+X172171=1
X173012+X173013+X173015=1
X174160+X174163=1
X175020+X175027+X175029=1

Arcos que ingresan:

X002001+X003001=1
X001002+X005002+X006002=1
X001003+X004003+X007003=1
X003004+X005004+X008004=1
X002005+X004005+X006005+X009005=1
X002006+X005006+X012006=1
X003007+X008007+X020007=1
X004008+X007008+X009008+X021008=1
X005009+X008009+X022009=1
X006012+X173012=1
X014013+X173013=1
X013014+X015014+X024014=1
X014015+X017015+X173015=1
X015017+X018017=1
X017018+X019018+X025018=1
X018019+X026019=1
X007020+X021020+X030020+X175020=1
X008021+X020021+X022021+X031021=1
X009022+X021022+X023022+X032022=1
X022023+X024023+X033023=1
X014024+X023024+X025024=1
X018025+X024025+X026025+X034025=1
X019026+X025026+X035026=1
X028027+X042027+X175027=1
X027028+X029028+X048028=1
X028029+X043029+X047029+X175029=1
X020030+X031030+X042030=1
X021031+X030031+X032031+X041031=1
X022032+X031032+X033032+X040032=1
X023033+X032033+X034033+X039033=1
X025034+X033034+X035034+X038034=1

X026035+X034035+X036035=1
X035036+X037036=1
X036037+X038037+X056037=1
X034038+X037038+X039038+X054038=1
X033039+X038039+X040039+X053039=1
X032040+X039040+X041040+X052040=1
X031041+X040041+X042041+X051041=1
X027042+X030042+X041042+X050042=1
X029043+X044043+X046043=1
X043044+X045044+X083044=1
X044045+X046045+X079045+X081045=1
X043046+X045046+X047046=1
X029047+X046047+X049047+X077047=1
X028048+X049048+X050048=1
X047049+X048049+X062049+X076049=1
X042050+X048050+X051050+X062050=1
X041051+X050051+X052051+X061051=1
X040052+X051052+X053052+X060052=1
X039053+X052053+X054053+X059053=1
X038054+X053054+X055054+X058054=1
X054055+X056055+X057055=1
X037056+X055056=1
X055057+X058057+X068057=1
X054058+X057058+X059058+X067058=1
X053059+X058059+X060059+X066059=1
X052060+X059060+X061060+X065060=1
X051061+X060061+X062061+X064061=1
X049062+X050062+X061062+X063062=1
X062063+X064063+X074063=1
X061064+X063064+X065064+X073064=1
X060065+X064065+X066065=1
X059066+X065066+X067066+X071066=1
X058067+X066067+X069067+X070067=1
X057068+X069068=1
X067069+X068069+X116069=1
X067070+X071070+X116070=1
X066071+X070071+X072071+X114071=1
X071072+X073072=1
X064073+X072073+X074073=1
X063074+X073074+X075074=1
X074075+X076075+X105075=1
X049076+X075076+X077076=1
X047077+X076077+X078077+X104077=1
X077078+X079078+X107078=1
X045079+X078079+X080079+X103079=1
X079080+X082080+X091080+X102080=1
X045081+X082081+X083081+X084081=1
X080082+X081082+X085082=1
X044083+X081083+X084083=1
X081084+X083084+X085084=1

X082085+X084085+X086085+X091085=1
 X085086+X087086=1
 X086087+X088087+X089087=1
 X087088+X089088+X092088+X095088=1
 X087089+X088089+X099089=1
 X080091+X085091+X101091=1
 X088092+X093092+X094092=1
 X092093+X094093+X096093=1
 X092094+X093094+X095094=1
 X088095+X094095+X098095=1
 X093096+X097096+X147096=1
 X096097+X098097+X146097=1
 X095098+X097098+X099098+X145098=1
 X089099+X098099+X100099=1
 X099100+X101100=1
 X091101+X100101+X102101+X138101=1
 X080102+X101102+X103102+X137102=1
 X079103+X102103+X108103+X136103=1
 X077104+X105104+X110104=1
 X075105+X104105+X111105=1
 X078107+X108107+X110107=1
 X103108+X107108+X109108=1
 X108109+X110109=1
 X104110+X107110+X109110+X111110=1
 X105111+X110111+X112111+X135111=1
 X111112+X122112+X126112=1
 X071114+X121114=1
 X069116+X070116=1
 X119118+X128118=1
 X118119+X120119+X130119=1
 X119120+X121120+X123120=1
 X114121+X120121+X122121=1
 X112122+X121122+X124122=1
 X120123+X125123=1
 X122124+X125124+X126124=1
 X123125+X124125=1
 X112126+X124126=1
 X118128+X129128=1
 X128129+X130129+X170129=1
 X119130+X129130+X166130=1
 X134133+X158133=1
 X133134+X135134+X139134+X156134=1
 X111135+X134135+X136135=1
 X103136+X135136+X137136+X140136=1
 X102137+X136137+X138137+X141137=1
 X101138+X137138=1
 X134139+X140139+X153139=1
 X136140+X139140+X141140+X152140=1
 X137141+X140141+X142141=1
 X141142+X144142+X151142=1

X142144+X145144+X151144=1
X098145+X144145+X146145+X149145=1
X097146+X145146+X147146=1
X096147+X146147+X148147=1
X147148+X149148=1
X145149+X148149+X150149=1
X149150+X151150+X154150=1
X142151+X144151+X150151+X152151=1
X140152+X151152+X153152=1
X139153+X152153+X156153=1
X150154+X155154+X160154=1
X154155+X156155+X157155=1
X134156+X153156+X155156+X157156=1
X155157+X156157+X158157=1
X133158+X157158+X159158=1
X158159+X162159+X165159=1
X154160+X174160=1
X159162+X164162+X167162=1
X164163+X174163=1
X162164+X163164+X172164=1
X159165+X166165+X167165=1
X130166+X165166+X169166=1
X162167+X165167+X168167=1
X167168+X169168+X172168=1
X166169+X168169+X170169=1
X129170+X169170+X171170=1
X170171+X172171=1
X164172+X168172+X171172=1
X012173+X013173+X015173=1
X160174+X163174=1
X020175+X027175+X029175=1

Rompiendo bucles en cada arco:

X001002+X002001<=1
X001003+X003001<=1
X002005+X005002<=1
X002006+X006002<=1
X003004+X004003<=1
X003007+X007003<=1
X004005+X005004<=1
X004008+X008004<=1
X005006+X006005<=1
X005009+X009005<=1
X006012+X012006<=1
X007008+X008007<=1
X007020+X020007<=1
X008009+X009008<=1
X008021+X021008<=1
X009022+X022009<=1
X012173+X173012<=1

X013014+X014013<=1
 X013173+X173013<=1
 X014015+X015014<=1
 X014024+X024014<=1
 X015017+X017015<=1
 X015173+X173015<=1
 X017018+X018017<=1
 X018019+X019018<=1
 X018025+X025018<=1
 X019026+X026019<=1
 X020021+X021020<=1
 X020030+X030020<=1
 X020175+X175020<=1
 X021022+X022021<=1
 X021031+X031021<=1
 X022023+X023022<=1
 X022032+X032022<=1
 X023024+X024023<=1
 X023033+X033023<=1
 X024025+X025024<=1
 X025026+X026025<=1
 X025034+X034025<=1
 X026035+X035026<=1
 X027028+X028027<=1
 X027042+X042027<=1
 X027175+X175027<=1
 X028029+X029028<=1
 X028048+X048028<=1
 X029043+X043029<=1
 X029047+X047029<=1
 X029175+X175029<=1
 X030031+X031030<=1
 X030042+X042030<=1
 X031032+X032031<=1
 X031041+X041031<=1
 X032033+X033032<=1
 X032040+X040032<=1
 X033034+X034033<=1
 X033039+X039033<=1
 X034035+X035034<=1
 X034038+X038034<=1
 X035036+X036035<=1
 X036037+X037036<=1
 X037038+X038037<=1
 X037056+X056037<=1
 X038039+X039038<=1
 X038054+X054038<=1
 X039040+X040039<=1
 X039053+X053039<=1
 X040041+X041040<=1



X040052+X052040<=1
X041042+X042041<=1
X041051+X051041<=1
X042050+X050042<=1
X043044+X044043<=1
X043046+X046043<=1
X044045+X045044<=1
X044083+X083044<=1
X045046+X046045<=1
X045079+X079045<=1
X045081+X081045<=1
X046047+X047046<=1
X047049+X049047<=1
X047077+X077047<=1
X048049+X049048<=1
X048050+X050048<=1
X049062+X062049<=1
X049076+X076049<=1
X050051+X051050<=1
X050062+X062050<=1
X051052+X052051<=1
X051061+X061051<=1
X052053+X053052<=1
X052060+X060052<=1
X053054+X054053<=1
X053059+X059053<=1
X054055+X055054<=1
X054058+X058054<=1
X055056+X056055<=1
X055057+X057055<=1
X057058+X058057<=1
X057068+X068057<=1
X058059+X059058<=1
X058067+X067058<=1
X059060+X060059<=1
X059066+X066059<=1
X060061+X061060<=1
X060065+X065060<=1
X061062+X062061<=1
X061064+X064061<=1
X062063+X063062<=1
X063064+X064063<=1
X063074+X074063<=1
X064065+X065064<=1
X064073+X073064<=1
X065066+X066065<=1
X066067+X067066<=1
X066071+X071066<=1
X067069+X069067<=1
X067070+X070067<=1



X068069+X069068<=1
X069116+X116069<=1
X070071+X071070<=1
X070116+X116070<=1
X071072+X072071<=1
X071114+X114071<=1
X072073+X073072<=1
X073074+X074073<=1
X074075+X075074<=1
X075076+X076075<=1
X075105+X105075<=1
X076077+X077076<=1
X077078+X078077<=1
X077104+X104077<=1
X078079+X079078<=1
X078107+X107078<=1
X079080+X080079<=1
X079103+X103079<=1
X080082+X082080<=1
X080091+X091080<=1
X080102+X102080<=1
X081082+X082081<=1
X081083+X083081<=1
X081084+X084081<=1
X082085+X085082<=1
X083084+X084083<=1
X084085+X085084<=1
X085086+X086085<=1
X085091+X091085<=1
X086087+X087086<=1
X087088+X088087<=1
X087089+X089087<=1
X088089+X089088<=1
X088092+X092088<=1
X088095+X095088<=1
X089099+X099089<=1
X091101+X101091<=1
X092093+X093092<=1
X092094+X094092<=1
X093094+X094093<=1
X093096+X096093<=1
X094095+X095094<=1
X095098+X098095<=1
X096097+X097096<=1
X096147+X147096<=1
X097098+X098097<=1
X097146+X146097<=1
X098099+X099098<=1
X098145+X145098<=1
X099100+X100099<=1



X100101+X101100<=1
X101102+X102101<=1
X101138+X138101<=1
X102103+X103102<=1
X102137+X137102<=1
X103108+X108103<=1
X103136+X136103<=1
X104105+X105104<=1
X104110+X110104<=1
X105111+X111105<=1
X107108+X108107<=1
X107110+X110107<=1
X108109+X109108<=1
X109110+X110109<=1
X110111+X111110<=1
X111112+X112111<=1
X111135+X135111<=1
X112122+X122112<=1
X112126+X126112<=1
X114121+X121114<=1
X118119+X119118<=1
X118128+X128118<=1
X119120+X120119<=1
X119130+X130119<=1
X120121+X121120<=1
X120123+X123120<=1
X121122+X122121<=1
X122124+X124122<=1
X123125+X125123<=1
X124125+X125124<=1
X124126+X126124<=1
X128129+X129128<=1
X129130+X130129<=1
X129170+X170129<=1
X130166+X166130<=1
X133134+X134133<=1
X133158+X158133<=1
X134135+X135134<=1
X134139+X139134<=1
X134156+X156134<=1
X135136+X136135<=1
X136137+X137136<=1
X136140+X140136<=1
X137138+X138137<=1
X137141+X141137<=1
X139140+X140139<=1
X139153+X153139<=1
X140141+X141140<=1
X140152+X152140<=1
X141142+X142141<=1



$X_{142144} + X_{144142} \leq 1$
 $X_{142151} + X_{151142} \leq 1$
 $X_{144145} + X_{145144} \leq 1$
 $X_{144151} + X_{151144} \leq 1$
 $X_{145146} + X_{146145} \leq 1$
 $X_{145149} + X_{149145} \leq 1$
 $X_{146147} + X_{147146} \leq 1$
 $X_{147148} + X_{148147} \leq 1$
 $X_{148149} + X_{149148} \leq 1$
 $X_{149150} + X_{150149} \leq 1$
 $X_{150151} + X_{151150} \leq 1$
 $X_{150154} + X_{154150} \leq 1$
 $X_{151152} + X_{152151} \leq 1$
 $X_{152153} + X_{153152} \leq 1$
 $X_{153156} + X_{156153} \leq 1$
 $X_{154155} + X_{155154} \leq 1$
 $X_{154160} + X_{160154} \leq 1$
 $X_{155156} + X_{156155} \leq 1$
 $X_{155157} + X_{157155} \leq 1$
 $X_{156157} + X_{157156} \leq 1$
 $X_{157158} + X_{158157} \leq 1$
 $X_{158159} + X_{159158} \leq 1$
 $X_{159162} + X_{162159} \leq 1$
 $X_{159165} + X_{165159} \leq 1$
 $X_{160174} + X_{174160} \leq 1$
 $X_{162164} + X_{164162} \leq 1$
 $X_{162167} + X_{167162} \leq 1$
 $X_{163164} + X_{164163} \leq 1$
 $X_{163174} + X_{174163} \leq 1$
 $X_{164172} + X_{172164} \leq 1$
 $X_{165166} + X_{166165} \leq 1$
 $X_{165167} + X_{167165} \leq 1$
 $X_{166169} + X_{169166} \leq 1$
 $X_{167168} + X_{168167} \leq 1$
 $X_{168169} + X_{169168} \leq 1$
 $X_{168172} + X_{172168} \leq 1$
 $X_{169170} + X_{170169} \leq 1$
 $X_{170171} + X_{171170} \leq 1$
 $X_{171172} + X_{172171} \leq 1$

Rango de existencia:

$X_{ij} \in \{0,1\}$



ZONA 04

Variables de decisión:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si el arco } ij \text{ pertenece a la trayectoria del Agente Viajero.} \\ 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases}$$

$\forall i=001,002,003,004,005,006,007,008,009,010,011,012,013,014,015,016,017,018,019,020,021,022,023,024,025,026,027,028,029,030,031,032,033,034,035,036,037,038,039,040,041,042,043,044,045,046,047,048,049,050,051,052,053,054,055,056,057,058,059,060,061,062,063,064,065,066,067,068,069,070,071,072,073,074,075,076,077,078,079,080,081,082,083,084,085,086,087,088,089,090,091,092,093,094,095,096,097,098,099,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155$

$\forall j=001,002,003,004,005,006,007,008,009,010,011,012,013,014,015,016,017,018,019,020,021,022,023,024,025,026,027,028,029,030,031,032,033,034,035,036,037,038,039,040,041,042,043,044,045,046,047,048,049,050,051,052,053,054,055,056,057,058,059,060,061,062,063,064,065,066,067,068,069,070,071,072,073,074,075,076,077,078,079,080,081,082,083,084,085,086,087,088,089,090,091,092,093,094,095,096,097,098,099,100,101,102,103,104,105,106,107,108,109,110,111,112,113,114,115,116,117,118,119,120,121,122,123,124,125,126,127,128,129,130,131,132,133,134,135,136,137,138,139,140,141,142,143,144,145,146,147,148,149,150,151,152,153,154,155$

Función Objetivo:

MIN

75X001002+400X001043+75X002001+71X002003+140X002040+71X003002+28X003004+130X003039+28X004003+140X004005+140X005004+54X005006+170X005038+54X006005+73X006007+73X007006+69X007008+230X007037+69X008007+85X008009+150X008035+85X009008+80X009010+150X009033+80X010009+73X010011+260X010031+73X011010+120X011012+67X011028+120X012011+32X012013+74X012025+32X013012+41X013014+260X013077+41X014013+83X014015+83X015014+100X015016+100X016015+51X016017+51X017016+48X017018+100X017020+48X018017+79X018021+37X019020+130X019080+100X020017+37X020019+39X020021+79X021018+39X021020+49X021022+49X022021+23X022024+79X022080+23X024022+44X024077+110X024078+74X025012+78X025026+110X025028+78X026025+110X026027+79X026029+110X027026+71X027030+61X027066+92X027077+67X028011+110X028025+72X028029+79X029026+72X029028+110X029030+71X030027+110X030029+75X030031+120X030062+260X031010+75X031030+76X031032+120X031153+76X032031+34X032034+120X032057+150X033009+73X033034+74X033035+34X034032+73X034033+74X034036+150X035008+74X035033+76X035036+74X036034+76X036035+73X036037+240X036055+230X037007+73X037036+72X037038+240X037053+170X038005+72X038037+140X038039+130X039003+140X039038+74X039040+110X039041+140X040002+74X040039+110X040042+110X041039+55X041042+150X041047+110X042040+55X042041+400X043001+100X043044+100X044043+40X044045+40X045044+51X045048+150X047041+100X047048+74X047049+51X048045+100X048047+100X048121+74X049047+73X049051+73X051049+100X051052+55X051053+100X052051+100X052115+240X053037+55X053051+120X053054+79X053055+120X054053+78X054056+230X054113+240X055036+79X055053+81X055058+78X056054+71X056060+230X056111+120X057032+92X057058+60X057153+81X058055+92X058057+72X058059+150X058063+72X059058+50X059060+160X059064+71X060056+50X060059+23X060061+23X061060+180X061065+110X061107+120X062030+73X062063+84X062153+150X063058+73X063062+97X063064+63X063068+160X064059+97X064063+72X064065+53

X064069+180X065061+72X065064+34X065070+61X066027+110X066067+120X066068+
 110X067066+71X067071+35X067076+63X068063+120X068066+77X068069+68X068071
 +53X069064+77X069068+69X069072+130X069073+34X070065+39X070073+78X070099
 +71X071067+68X071068+75X071072+69X072069+75X072071+16X072075+130X073069
 +39X073070+64X073074+64X074073+130X074075+56X074154+16X075072+130X07507
 4+150X075076+43X075084+35X076067+150X076075+110X076077+37X076078+260X07
 7013+44X077024+92X077027+110X077076+110X078024+37X078076+25X078079+25X0
 79078+44X079080+80X079081+130X080019+79X080022+44X080079+80X081079+77X0
 81082+76X081084+77X082081+69X082083+69X083082+73X083084+130X083086+43X0
 84075+76X084081+73X084083+140X084154+15X085086+240X085088+38X085154+130
 X086083+15X086085+240X086087+240X087086+49X087088+100X087090+240X088085
 +49X088087+33X088089+100X088091+33X089088+110X089092+240X089154+100X090
 087+51X090091+180X090151+100X091088+51X091090+44X091092+170X091148+110X
 092089+44X092091+120X092094+47X092097+170X092146+160X093094+78X093095+83
 X093154+120X094092+160X094093+70X094096+78X095093+160X095096+65X095099+
 70X096094+160X096095+110X096098+74X096101+47X097092+41X097098+170X09714
 5+110X098096+41X098097+75X098102+170X098142+78X099070+65X099095+120X099
 100+94X099103+120X100099+42X100101+78X100104+74X101096+42X101100+98X101
 102+75X102098+98X102101+76X102106+180X102140+94X103099+110X103104+78X10
 3107+78X104100+110X104103+64X104105+64X105104+86X105106+72X105109+76X10
 6102+86X106105+83X106110+180X106138+110X107061+78X107103+99X107108+99X1
 08107+67X108109+76X108111+72X109105+67X109108+86X109110+83X110106+86X11
 0109+53X110112+180X110136+230X111056+76X111108+85X111113+53X112110+180X
 112134+55X112155+230X113054+85X113111+150X113114+51X113117+150X114113+18
 0X114128+57X114155+100X115052+150X115117+51X117113+150X117115+74X117119
 +74X119117+150X119120+72X119122+150X120119+73X120123+100X121048+150X121
 122+72X122119+150X122121+150X122123+73X123120+150X123122+55X123124+270X
 123127+55X124123+190X124125+190X125124+98X125126+98X126125+56X126127+270
 X127123+56X127126+170X127129+180X128114+61X128129+49X128132+170X129127+
 61X129128+100X129152+84X130131+59X130135+24X130152+84X131130+67X131132+
 69X131133+49X132128+67X132131+59X133131+55X133134+180X133155+180X134112
 +55X134133+140X134135+56X134136+59X135130+140X135134+57X135137+180X1361
 10+56X136134+120X136137+90X136138+57X137135+120X137136+90X137139+180X13
 8106+90X138136+120X138139+82X138140+90X139137+120X139138+80X139141+180X
 140102+82X140138+120X140141+79X140142+80X141139+120X141140+81X141143+170
 X142098+79X142140+110X142143+38X142145+81X143141+110X143142+38X143144+3
 8X144143+120X144145+53X144147+170X145097+38X145142+120X145144+51X145146
 +170X146092+51X146145+120X146147+51X146148+53X147144+120X147146+53X1471
 49+170X148091+51X148146+120X148149+41X148151+53X149147+120X149148+52X14
 9150+52X150149+120X150151+180X151090+41X151148+120X151150+100X152129+24
 X152130+120X153031+60X153057+84X153062+56X154074+140X154084+38X154085+2
 40X154089+83X154093+55X155112+57X155114+180X155133

ST

Arcos que salen:

X001002+X001043=1

X002001+X002003+X002040=1

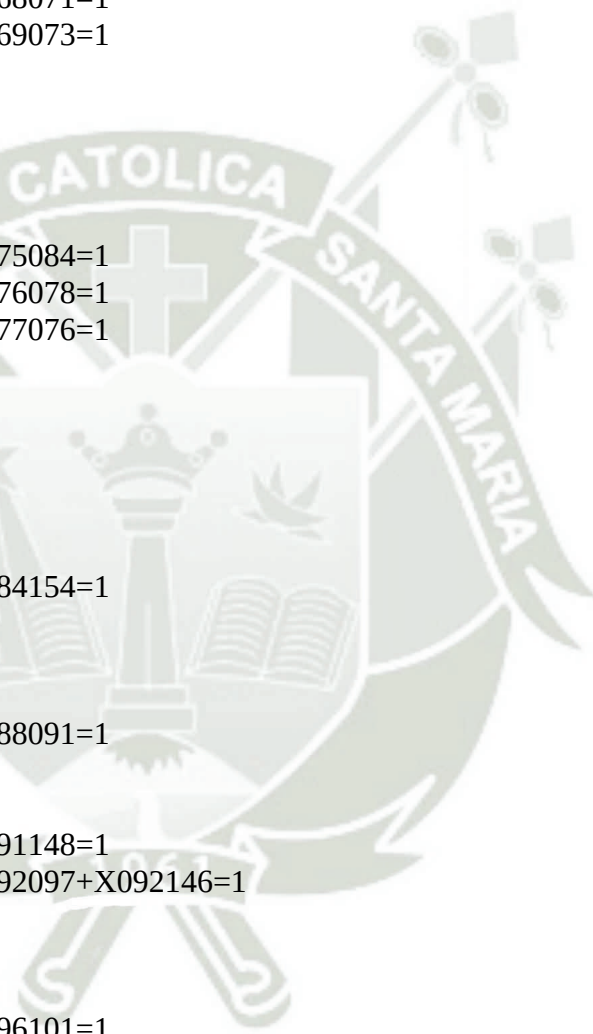
X003002+X003004+X003039=1

X004003+X004005=1

X005004+X005006+X005038=1

X006005+X006007=1
 X007006+X007008+X007037=1
 X008007+X008009+X008035=1
 X009008+X009010+X009033=1
 X010009+X010011+X010031=1
 X011010+X011012+X011028=1
 X012011+X012013+X012025=1
 X013012+X013014+X013077=1
 X014013+X014015=1
 X015014+X015016=1
 X016015+X016017=1
 X017016+X017018+X017020=1
 X018017+X018021=1
 X019020+X019080=1
 X020017+X020019+X020021=1
 X021018+X021020+X021022=1
 X022021+X022024+X022080=1
 X024022+X024077+X024078=1
 X025012+X025026+X025028=1
 X026025+X026027+X026029=1
 X027026+X027030+X027066+X027077=1
 X028011+X028025+X028029=1
 X029026+X029028+X029030=1
 X030027+X030029+X030031+X030062=1
 X031010+X031030+X031032+X031153=1
 X032031+X032034+X032057=1
 X033009+X033034+X033035=1
 X034032+X034033+X034036=1
 X035008+X035033+X035036=1
 X036034+X036035+X036037+X036055=1
 X037007+X037036+X037038+X037053=1
 X038005+X038037+X038039=1
 X039003+X039038+X039040+X039041=1
 X040002+X040039+X040042=1
 X041039+X041042+X041047=1
 X042040+X042041=1
 X043001+X043044=1
 X044043+X044045=1
 X045044+X045048=1
 X047041+X047048+X047049=1
 X048045+X048047+X048121=1
 X049047+X049051=1
 X051049+X051052+X051053=1
 X052051+X052115=1
 X053037+X053051+X053054+X053055=1
 X054053+X054056+X054113=1
 X055036+X055053+X055058=1
 X056054+X056060+X056111=1
 X057032+X057058+X057153=1
 X058055+X058057+X058059+X058063=1

X059058+X059060+X059064=1
 X060056+X060059+X060061=1
 X061060+X061065+X061107=1
 X062030+X062063+X062153=1
 X063058+X063062+X063064+X063068=1
 X064059+X064063+X064065+X064069=1
 X065061+X065064+X065070=1
 X066027+X066067+X066068=1
 X067066+X067071+X067076=1
 X068063+X068066+X068069+X068071=1
 X069064+X069068+X069072+X069073=1
 X070065+X070073+X070099=1
 X071067+X071068+X071072=1
 X072069+X072071+X072075=1
 X073069+X073070+X073074=1
 X074073+X074075+X074154=1
 X075072+X075074+X075076+X075084=1
 X076067+X076075+X076077+X076078=1
 X077013+X077024+X077027+X077076=1
 X078024+X078076+X078079=1
 X079078+X079080+X079081=1
 X080019+X080022+X080079=1
 X081079+X081082+X081084=1
 X082081+X082083=1
 X083082+X083084+X083086=1
 X084075+X084081+X084083+X084154=1
 X085086+X085088+X085154=1
 X086083+X086085+X086087=1
 X087086+X087088+X087090=1
 X088085+X088087+X088089+X088091=1
 X089088+X089092+X089154=1
 X090087+X090091+X090151=1
 X091088+X091090+X091092+X091148=1
 X092089+X092091+X092094+X092097+X092146=1
 X093094+X093095+X093154=1
 X094092+X094093+X094096=1
 X095093+X095096+X095099=1
 X096094+X096095+X096098+X096101=1
 X097092+X097098+X097145=1
 X098096+X098097+X098102+X098142=1
 X099070+X099095+X099100+X099103=1
 X100099+X100101+X100104=1
 X101096+X101100+X101102=1
 X102098+X102101+X102106+X102140=1
 X103099+X103104+X103107=1
 X104100+X104103+X104105=1
 X105104+X105106+X105109=1
 X106102+X106105+X106110+X106138=1
 X107061+X107103+X107108=1
 X108107+X108109+X108111=1



X109105+X109108+X109110=1
 X110106+X110109+X110112+X110136=1
 X111056+X111108+X111113=1
 X112110+X112134+X112155=1
 X113054+X113111+X113114+X113117=1
 X114113+X114128+X114155=1
 X115052+X115117=1
 X117113+X117115+X117119=1
 X119117+X119120+X119122=1
 X120119+X120123=1
 X121048+X121122=1
 X122119+X122121+X122123=1
 X123120+X123122+X123124+X123127=1
 X124123+X124125=1
 X125124+X125126=1
 X126125+X126127=1
 X127123+X127126+X127129=1
 X128114+X128129+X128132=1
 X129127+X129128+X129152=1
 X130131+X130135+X130152=1
 X131130+X131132+X131133=1
 X132128+X132131=1
 X133131+X133134+X133155=1
 X134112+X134133+X134135+X134136=1
 X135130+X135134+X135137=1
 X136110+X136134+X136137+X136138=1
 X137135+X137136+X137139=1
 X138106+X138136+X138139+X138140=1
 X139137+X139138+X139141=1
 X140102+X140138+X140141+X140142=1
 X141139+X141140+X141143=1
 X142098+X142140+X142143+X142145=1
 X143141+X143142+X143144=1
 X144143+X144145+X144147=1
 X145097+X145142+X145144+X145146=1
 X146092+X146145+X146147+X146148=1
 X147144+X147146+X147149=1
 X148091+X148146+X148149+X148151=1
 X149147+X149148+X149150=1
 X150149+X150151=1
 X151090+X151148+X151150=1
 X152129+X152130=1
 X153031+X153057+X153062=1
 X154074+X154084+X154085+X154089+X154093=1
 X155112+X155114+X155133=1

Arcos que ingresan:

X002001+X043001=1
 X001002+X003002+X040002=1
 X002003+X004003+X039003=1

X003004+X005004=1
X004005+X006005+X038005=1
X005006+X007006=1
X006007+X008007+X037007=1
X007008+X009008+X035008=1
X008009+X010009+X033009=1
X009010+X011010+X031010=1
X010011+X012011+X028011=1
X011012+X013012+X025012=1
X012013+X014013+X077013=1
X013014+X015014=1
X014015+X016015=1
X015016+X017016=1
X016017+X018017+X020017=1
X017018+X021018=1
X020019+X080019=1
X017020+X019020+X021020=1
X018021+X020021+X022021=1
X021022+X024022+X080022=1
X022024+X077024+X078024=1
X012025+X026025+X028025=1
X025026+X027026+X029026=1
X026027+X030027+X066027+X077027=1
X011028+X025028+X029028=1
X026029+X028029+X030029=1
X027030+X029030+X031030+X062030=1
X010031+X030031+X032031+X153031=1
X031032+X034032+X057032=1
X009033+X034033+X035033=1
X032034+X033034+X036034=1
X008035+X033035+X036035=1
X034036+X035036+X037036+X055036=1
X007037+X036037+X038037+X053037=1
X005038+X037038+X039038=1
X003039+X038039+X040039+X041039=1
X002040+X039040+X042040=1
X039041+X042041+X047041=1
X040042+X041042=1
X001043+X044043=1
X043044+X045044=1
X044045+X048045=1
X041047+X048047+X049047=1
X045048+X047048+X121048=1
X047049+X051049=1
X049051+X052051+X053051=1
X051052+X115052=1
X037053+X051053+X054053+X055053=1
X053054+X056054+X113054=1
X036055+X053055+X058055=1
X054056+X060056+X111056=1

X032057+X058057+X153057=1
X055058+X057058+X059058+X063058=1
X058059+X060059+X064059=1
X056060+X059060+X061060=1
X060061+X065061+X107061=1
X030062+X063062+X153062=1
X058063+X062063+X064063+X068063=1
X059064+X063064+X065064+X069064=1
X061065+X064065+X070065=1
X027066+X067066+X068066=1
X066067+X071067+X076067=1
X063068+X066068+X069068+X071068=1
X064069+X068069+X072069+X073069=1
X065070+X073070+X099070=1
X067071+X068071+X072071=1
X069072+X071072+X075072=1
X069073+X070073+X074073=1
X073074+X075074+X154074=1
X072075+X074075+X076075+X084075=1
X067076+X075076+X077076+X078076=1
X013077+X024077+X027077+X076077=1
X024078+X076078+X079078=1
X078079+X080079+X081079=1
X019080+X022080+X079080=1
X079081+X082081+X084081=1
X081082+X083082=1
X082083+X084083+X086083=1
X075084+X081084+X083084+X154084=1
X086085+X088085+X154085=1
X083086+X085086+X087086=1
X086087+X088087+X090087=1
X085088+X087088+X089088+X091088=1
X088089+X092089+X154089=1
X087090+X091090+X151090=1
X088091+X090091+X092091+X148091=1
X089092+X091092+X094092+X097092+X146092=1
X094093+X095093+X154093=1
X092094+X093094+X096094=1
X093095+X096095+X099095=1
X094096+X095096+X098096+X101096=1
X092097+X098097+X145097=1
X096098+X097098+X102098+X142098=1
X070099+X095099+X100099+X103099=1
X099100+X101100+X104100=1
X096101+X100101+X102101=1
X098102+X101102+X106102+X140102=1
X099103+X104103+X107103=1
X100104+X103104+X105104=1
X104105+X106105+X109105=1
X102106+X105106+X110106+X138106=1

X061107+X103107+X108107=1
 X107108+X109108+X111108=1
 X105109+X108109+X110109=1
 X106110+X109110+X112110+X136110=1
 X056111+X108111+X113111=1
 X110112+X134112+X155112=1
 X054113+X111113+X114113+X117113=1
 X113114+X128114+X155114=1
 X052115+X117115=1
 X113117+X115117+X119117=1
 X117119+X120119+X122119=1
 X119120+X123120=1
 X048121+X122121=1
 X119122+X121122+X123122=1
 X120123+X122123+X124123+X127123=1
 X123124+X125124=1
 X124125+X126125=1
 X125126+X127126=1
 X123127+X126127+X129127=1
 X114128+X129128+X132128=1
 X127129+X128129+X152129=1
 X131130+X135130+X152130=1
 X130131+X132131+X133131=1
 X128132+X131132=1
 X131133+X134133+X155133=1
 X112134+X133134+X135134+X136134=1
 X130135+X134135+X137135=1
 X110136+X134136+X137136+X138136=1
 X135137+X136137+X139137=1
 X106138+X136138+X139138+X140138=1
 X137139+X138139+X141139=1
 X102140+X138140+X141140+X142140=1
 X139141+X140141+X143141=1
 X098142+X140142+X143142+X145142=1
 X141143+X142143+X144143=1
 X143144+X145144+X147144=1
 X097145+X142145+X144145+X146145=1
 X092146+X145146+X147146+X148146=1
 X144147+X146147+X149147=1
 X091148+X146148+X149148+X151148=1
 X147149+X148149+X150149=1
 X149150+X151150=1
 X090151+X148151+X150151=1
 X129152+X130152=1
 X031153+X057153+X062153=1
 X074154+X084154+X085154+X089154+X093154=1
 X112155+X114155+X133155=1

Rompiendo bucles en cada arco:

X001002+X002001<=1

X001043+X043001<=1
X002003+X003002<=1
X002040+X040002<=1
X003004+X004003<=1
X003039+X039003<=1
X004005+X005004<=1
X005006+X006005<=1
X005038+X038005<=1
X006007+X007006<=1
X007008+X008007<=1
X007037+X037007<=1
X008009+X009008<=1
X008035+X035008<=1
X009010+X010009<=1
X009033+X033009<=1
X010011+X011010<=1
X010031+X031010<=1
X011012+X012011<=1
X011028+X028011<=1
X012013+X013012<=1
X012025+X025012<=1
X013014+X014013<=1
X013077+X077013<=1
X014015+X015014<=1
X015016+X016015<=1
X016017+X017016<=1
X017018+X018017<=1
X017020+X020017<=1
X018021+X021018<=1
X019020+X020019<=1
X019080+X080019<=1
X020021+X021020<=1
X021022+X022021<=1
X022024+X024022<=1
X022080+X080022<=1
X024077+X077024<=1
X024078+X078024<=1
X025026+X026025<=1
X025028+X028025<=1
X026027+X027026<=1
X026029+X029026<=1
X027030+X030027<=1
X027066+X066027<=1
X027077+X077027<=1
X028029+X029028<=1
X029030+X030029<=1
X030031+X031030<=1
X030062+X062030<=1
X031032+X032031<=1
X031153+X153031<=1



X032034+X034032<=1
X032057+X057032<=1
X033034+X034033<=1
X033035+X035033<=1
X034036+X036034<=1
X035036+X036035<=1
X036037+X037036<=1
X036055+X055036<=1
X037038+X038037<=1
X037053+X053037<=1
X038039+X039038<=1
X039040+X040039<=1
X039041+X041039<=1
X040042+X042040<=1
X041042+X042041<=1
X041047+X047041<=1
X043044+X044043<=1
X044045+X045044<=1
X045048+X048045<=1
X047048+X048047<=1
X047049+X049047<=1
X048121+X121048<=1
X049051+X051049<=1
X051052+X052051<=1
X051053+X053051<=1
X052115+X115052<=1
X053054+X054053<=1
X053055+X055053<=1
X054056+X056054<=1
X054113+X113054<=1
X055058+X058055<=1
X056060+X060056<=1
X056111+X111056<=1
X057058+X058057<=1
X057153+X153057<=1
X058059+X059058<=1
X058063+X063058<=1
X059060+X060059<=1
X059064+X064059<=1
X060061+X061060<=1
X061065+X065061<=1
X061107+X107061<=1
X062063+X063062<=1
X062153+X153062<=1
X063064+X064063<=1
X063068+X068063<=1
X064065+X065064<=1
X064069+X069064<=1
X065070+X070065<=1
X066067+X067066<=1



X066068+X068066<=1
X067071+X071067<=1
X067076+X076067<=1
X068069+X069068<=1
X068071+X071068<=1
X069072+X072069<=1
X069073+X073069<=1
X070073+X073070<=1
X070099+X099070<=1
X071072+X072071<=1
X072075+X075072<=1
X073074+X074073<=1
X074075+X075074<=1
X074154+X154074<=1
X075076+X076075<=1
X075084+X084075<=1
X076077+X077076<=1
X076078+X078076<=1
X078079+X079078<=1
X079080+X080079<=1
X079081+X081079<=1
X081082+X082081<=1
X081084+X084081<=1
X082083+X083082<=1
X083084+X084083<=1
X083086+X086083<=1
X084154+X154084<=1
X085086+X086085<=1
X085088+X088085<=1
X085154+X154085<=1
X086087+X087086<=1
X087088+X088087<=1
X087090+X090087<=1
X088089+X089088<=1
X088091+X091088<=1
X089092+X092089<=1
X089154+X154089<=1
X090091+X091090<=1
X090151+X151090<=1
X091092+X092091<=1
X091148+X148091<=1
X092094+X094092<=1
X092097+X097092<=1
X092146+X146092<=1
X093094+X094093<=1
X093095+X095093<=1
X093154+X154093<=1
X094096+X096094<=1
X095096+X096095<=1
X095099+X099095<=1



X096098+X098096<=1
 X096101+X101096<=1
 X097098+X098097<=1
 X097145+X145097<=1
 X098102+X102098<=1
 X098142+X142098<=1
 X099100+X100099<=1
 X099103+X103099<=1
 X100101+X101100<=1
 X100104+X104100<=1
 X101102+X102101<=1
 X102106+X106102<=1
 X102140+X140102<=1
 X103104+X104103<=1
 X103107+X107103<=1
 X104105+X105104<=1
 X105106+X106105<=1
 X105109+X109105<=1
 X106110+X110106<=1
 X106138+X138106<=1
 X107108+X108107<=1
 X108109+X109108<=1
 X108111+X111108<=1
 X109110+X110109<=1
 X110112+X112110<=1
 X110136+X136110<=1
 X111113+X113111<=1
 X112134+X134112<=1
 X112155+X155112<=1
 X113114+X114113<=1
 X113117+X117113<=1
 X114128+X128114<=1
 X114155+X155114<=1
 X115117+X117115<=1
 X117119+X119117<=1
 X119120+X120119<=1
 X119122+X122119<=1
 X120123+X123120<=1
 X121122+X122121<=1
 X122123+X123122<=1
 X123124+X124123<=1
 X123127+X127123<=1
 X124125+X125124<=1
 X125126+X126125<=1
 X126127+X127126<=1
 X127129+X129127<=1
 X128129+X129128<=1
 X128132+X132128<=1
 X129152+X152129<=1
 X130131+X131130<=1



$X_{130135} + X_{135130} \leq 1$
 $X_{130152} + X_{152130} \leq 1$
 $X_{131132} + X_{132131} \leq 1$
 $X_{131133} + X_{133131} \leq 1$
 $X_{133134} + X_{134133} \leq 1$
 $X_{133155} + X_{155133} \leq 1$
 $X_{134135} + X_{135134} \leq 1$
 $X_{134136} + X_{136134} \leq 1$
 $X_{135137} + X_{137135} \leq 1$
 $X_{136137} + X_{137136} \leq 1$
 $X_{136138} + X_{138136} \leq 1$
 $X_{137139} + X_{139137} \leq 1$
 $X_{138139} + X_{139138} \leq 1$
 $X_{138140} + X_{140138} \leq 1$
 $X_{139141} + X_{141139} \leq 1$
 $X_{140141} + X_{141140} \leq 1$
 $X_{140142} + X_{142140} \leq 1$
 $X_{141143} + X_{143141} \leq 1$
 $X_{142143} + X_{143142} \leq 1$
 $X_{142145} + X_{145142} \leq 1$
 $X_{143144} + X_{144143} \leq 1$
 $X_{144145} + X_{145144} \leq 1$
 $X_{144147} + X_{147144} \leq 1$
 $X_{145146} + X_{146145} \leq 1$
 $X_{146147} + X_{147146} \leq 1$
 $X_{146148} + X_{148146} \leq 1$
 $X_{147149} + X_{149147} \leq 1$
 $X_{148149} + X_{149148} \leq 1$
 $X_{148151} + X_{151148} \leq 1$
 $X_{149150} + X_{150149} \leq 1$
 $X_{150151} + X_{151150} \leq 1$

Rango de existencia:

$X_{ij} \in \{0,1\}$



ANEXO 9. MODELOS MATEMATICOS EN LINGO

ZONA 05

MIN

50X001002+130X001004+50X002001+53X002003+130X002005+53X003002+
120X003006+78X003007+130X004001+50X004005+47X004012+130X005002
+50X005004+53X005006+120X006003+53X006005+51X006013+48X007003+
71X007008+200X007011+71X008007+26X008009+26X009008+51X009010+4
8X009017+51X010009+92X010011+48X010018+200X011007+92X011010+48
X011019+47X012004+100X012013+51X013006+100X013012+24X013014+65
X013015+24X014013+68X014015+59X014031+65X015013+68X015014+48X0
15030+48X017009+54X017030+48X018010+95X018019+54X018029+48X019
011+95X019018+33X019020+150X019028+33X020019+160X020021+50X020
024+160X021020+110X021051+110X023024+51X023025+110X023049+50X0
24020+110X024023+53X024026+51X025023+110X025026+110X025048+49X
025149+53X026024+110X026025+49X026027+49X027026+30X027028+54X0
27042+110X027149+150X028019+30X028027+38X028040+49X028042+54X0
29018+52X029030+110X029035+48X030015+54X030017+52X030029+59X03
1014+64X031033+64X033031+150X033034+84X033036+150X034033+51X03
4035+81X034038+110X035029+51X035034+68X035040+84X036033+80X036
072+81X038034+120X038039+73X038070+120X039038+76X039040+30X039
041+38X040028+68X040035+76X040039+49X040042+30X041039+56X04104
2+130X041044+74X041068+82X041069+54X042027+49X042028+49X042040
+56X042041+130X042043+130X043042+58X043044+110X043046+51X04314
9+130X044041+58X044043+110X044045+55X044067+110X045044+60X0450
46+110X045058+62X045064+110X046043+60X046045+50X046047+110X046
057+50X047046+49X047048+110X047056+110X047149+110X048025+49X04
8047+51X048049+110X048055+110X049023+51X049048+110X049054+110X
051021+110X051052+110X052051+34X052141+110X054049+54X054055+11
0X055048+54X055054+47X055056+110X056047+47X056055+54X056057+11
0X057046+54X057056+49X057058+110X058045+49X058057+47X058061+11
0X059060+62X059061+48X059114+110X060059+49X060064+45X060106+47
X061058+62X061059+36X061062+36X062061+43X062063+130X062116+43X
063062+130X063118+130X063123+120X063139+62X064045+49X064060+49
X064065+92X064104+49X065064+50X065066+92X065094+50X066065+9X06
6067+93X066093+55X067044+9X067066+120X067068+74X068041+120X068
067+29X068069+82X069041+29X069068+140X069070+120X069078+73X070
038+140X070069+95X070071+79X070075+95X071070+63X071072+82X0710
74+80X072036+63X072071+81X072073+81X073072+61X073074+42X073076
+82X074071+61X074073+99X074075+79X075070+99X075074+40X075077+4
2X076073+170X076077+53X076079+40X077075+170X077076+140X077078+
52X077080+120X078069+140X078077+53X079076+170X079080+53X079082
+52X080077+170X080079+54X080083+53X082079+170X082083+57X082085
+54X083080+170X083082+140X083084+53X083086+140X084083+58X08408
7+32X084088+57X085082+170X085086+53X086083+170X086085+140X0860
87+58X087084+140X087086+32X088084+110X088089+66X088090+110X089
088+62X089091+66X090088+100X090091+35X090095+62X091089+100X091
090+33X091097+93X093066+49X093094+92X094065+49X094093+33X09409
9+50X094104+35X095090+45X095096+100X095097+45X096095+95X096098
+35X096100+33X097091+100X097095+44X097098+95X098096+44X098097+

40X098099+33X099094+40X099098+93X099100+51X099103+35X100096+93
X100099+51X100101+51X101100+47X101102+88X101107+47X102101+40X1
02103+87X102108+51X103099+40X103102+34X103104+92X104064+50X104
094+34X104103+49X104105+49X105104+45X105106+110X105113+45X1060
60+45X106105+110X106114+88X107101+37X107108+80X107110+87X10810
2+37X108107+80X110107+38X110115+110X113105+46X113114+48X114059
+110X114106+46X114113+38X115110+120X115116+36X115117+130X11606
2+120X116115+41X116118+36X117115+120X117118+130X117119+130X118
063+41X118116+120X118117+130X118120+130X119117+110X119120+130X
119121+130X120118+110X120119+130X120122+110X120123+130X121119+
100X121122+140X121126+130X122120+100X122121+96X122124+130X1230
63+110X123120+130X123124+120X123138+96X124122+130X124123+140X1
24125+120X124135+140X125124+170X125126+140X126121+170X126125+1
40X126127+140X127126+140X127129+140X129127+180X129130+180X1301
29+120X130132+130X131132+160X131135+120X132130+130X132131+100X
132133+100X133132+150X133134+120X133135+150X134133+120X134137+
120X135124+160X135131+120X135133+120X137134+69X137138+170X1371
40+120X138123+69X138137+130X138139+120X139063+130X139138+99X13
9148+170X140137+63X140142+52X140148+34X141052+47X141142+63X142
140+47X142141+80X142147+80X147142+53X147148+99X148139+52X14814
0+53X148147+49X149025+110X149027+51X149043+110X149047

ST

X001002+X001004=1
X002001+X002003+X002005=1
X003002+X003006+X003007=1
X004001+X004005+X004012=1
X005002+X005004+X005006=1
X006003+X006005+X006013=1
X007003+X007008+X007011=1
X008007+X008009=1
X009008+X009010+X009017=1
X010009+X010011+X010018=1
X011007+X011010+X011019=1
X012004+X012013=1
X013006+X013012+X013014+X013015=1
X014013+X014015+X014031=1
X015013+X015014+X015030=1
X017009+X017030=1
X018010+X018019+X018029=1
X019011+X019018+X019020+X019028=1
X020019+X020021+X020024=1
X021020+X021051=1
X023024+X023025+X023049=1
X024020+X024023+X024026=1
X025023+X025026+X025048+X025149=1
X026024+X026025+X026027=1
X027026+X027028+X027042+X027149=1
X028019+X028027+X028040+X028042=1
X029018+X029030+X029035=1
X030015+X030017+X030029=1
X031014+X031033=1

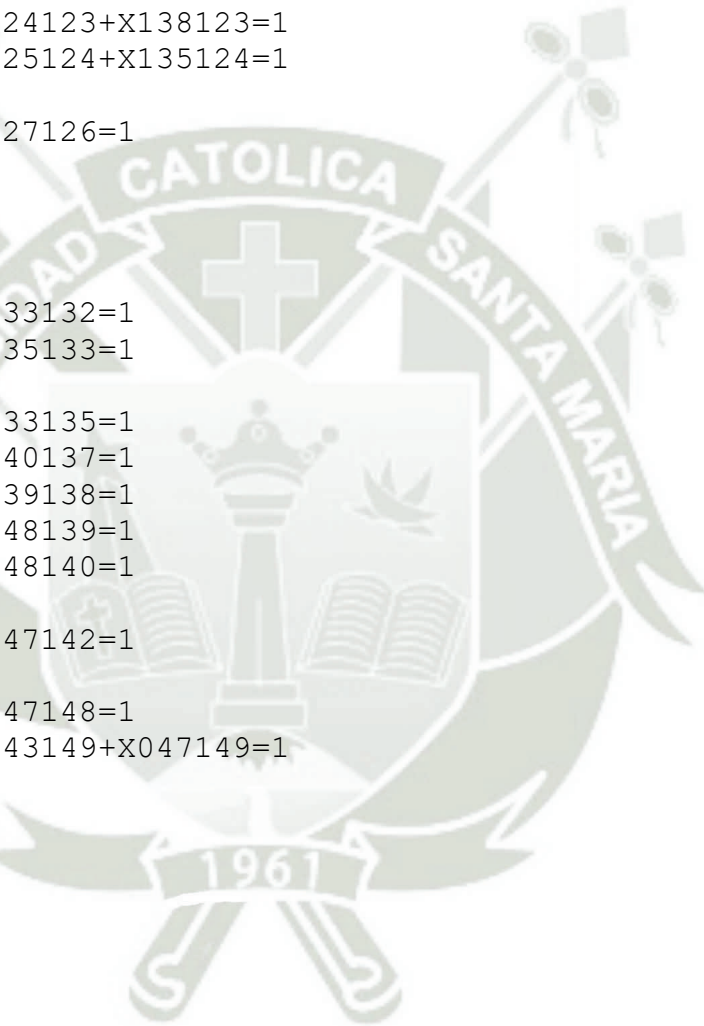
X033031+X033034+X033036=1
X034033+X034035+X034038=1
X035029+X035034+X035040=1
X036033+X036072=1
X038034+X038039+X038070=1
X039038+X039040+X039041=1
X040028+X040035+X040039+X040042=1
X041039+X041042+X041044+X041068+X041069=1
X042027+X042028+X042040+X042041+X042043=1
X043042+X043044+X043046+X043149=1
X044041+X044043+X044045+X044067=1
X045044+X045046+X045058+X045064=1
X046043+X046045+X046047+X046057=1
X047046+X047048+X047056+X047149=1
X048025+X048047+X048049+X048055=1
X049023+X049048+X049054=1
X051021+X051052=1
X052051+X052141=1
X054049+X054055=1
X055048+X055054+X055056=1
X056047+X056055+X056057=1
X057046+X057056+X057058=1
X058045+X058057+X058061=1
X059060+X059061+X059114=1
X060059+X060064+X060106=1
X061058+X061059+X061062=1
X062061+X062063+X062116=1
X063062+X063118+X063123+X063139=1
X064045+X064060+X064065+X064104=1
X065064+X065066+X065094=1
X066065+X066067+X066093=1
X067044+X067066+X067068=1
X068041+X068067+X068069=1
X069041+X069068+X069070+X069078=1
X070038+X070069+X070071+X070075=1
X071070+X071072+X071074=1
X072036+X072071+X072073=1
X073072+X073074+X073076=1
X074071+X074073+X074075=1
X075070+X075074+X075077=1
X076073+X076077+X076079=1
X077075+X077076+X077078+X077080=1
X078069+X078077=1
X079076+X079080+X079082=1
X080077+X080079+X080083=1
X082079+X082083+X082085=1
X083080+X083082+X083084+X083086=1
X084083+X084087+X084088=1
X085082+X085086=1
X086083+X086085+X086087=1
X087084+X087086=1

X088084+X088089+X088090=1
X089088+X089091=1
X090088+X090091+X090095=1
X091089+X091090+X091097=1
X093066+X093094=1
X094065+X094093+X094099+X094104=1
X095090+X095096+X095097=1
X096095+X096098+X096100=1
X097091+X097095+X097098=1
X098096+X098097+X098099=1
X099094+X099098+X099100+X099103=1
X100096+X100099+X100101=1
X101100+X101102+X101107=1
X102101+X102103+X102108=1
X103099+X103102+X103104=1
X104064+X104094+X104103+X104105=1
X105104+X105106+X105113=1
X106060+X106105+X106114=1
X107101+X107108+X107110=1
X108102+X108107=1
X110107+X110115=1
X113105+X113114=1
X114059+X114106+X114113=1
X115110+X115116+X115117=1
X116062+X116115+X116118=1
X117115+X117118+X117119=1
X118063+X118116+X118117+X118120=1
X119117+X119120+X119121=1
X120118+X120119+X120122+X120123=1
X121119+X121122+X121126=1
X122120+X122121+X122124=1
X123063+X123120+X123124+X123138=1
X124122+X124123+X124125+X124135=1
X125124+X125126=1
X126121+X126125+X126127=1
X127126+X127129=1
X129127+X129130=1
X130129+X130132=1
X131132+X131135=1
X132130+X132131+X132133=1
X133132+X133134+X133135=1
X134133+X134137=1
X135124+X135131+X135133=1
X137134+X137138+X137140=1
X138123+X138137+X138139=1
X139063+X139138+X139148=1
X140137+X140142+X140148=1
X141052+X141142=1
X142140+X142141+X142147=1
X147142+X147148=1
X148139+X148140+X148147=1

X149025+X149027+X149043+X149047=1
X002001+X004001=1
X001002+X003002+X005002=1
X002003+X006003+X007003=1
X001004+X005004+X012004=1
X002005+X004005+X006005=1
X003006+X005006+X013006=1
X003007+X008007+X011007=1
X007008+X009008=1
X008009+X010009+X017009=1
X009010+X011010+X018010=1
X007011+X010011+X019011=1
X004012+X013012=1
X006013+X012013+X014013+X015013=1
X013014+X015014+X031014=1
X013015+X014015+X030015=1
X009017+X030017=1
X010018+X019018+X029018=1
X011019+X018019+X020019+X028019=1
X019020+X021020+X024020=1
X020021+X051021=1
X024023+X025023+X049023=1
X020024+X023024+X026024=1
X023025+X026025+X048025+X149025=1
X024026+X025026+X027026=1
X026027+X028027+X042027+X149027=1
X019028+X027028+X040028+X042028=1
X018029+X030029+X035029=1
X015030+X017030+X029030=1
X014031+X033031=1
X031033+X034033+X036033=1
X033034+X035034+X038034=1
X029035+X034035+X040035=1
X033036+X072036=1
X034038+X039038+X070038=1
X038039+X040039+X041039=1
X028040+X035040+X039040+X042040=1
X039041+X042041+X044041+X068041+X069041=1
X027042+X028042+X040042+X041042+X043042=1
X042043+X044043+X046043+X149043=1
X041044+X043044+X045044+X067044=1
X044045+X046045+X058045+X064045=1
X043046+X045046+X047046+X057046=1
X046047+X048047+X056047+X149047=1
X025048+X047048+X049048+X055048=1
X023049+X048049+X054049=1
X021051+X052051=1
X051052+X141052=1
X049054+X055054=1
X048055+X054055+X056055=1
X047056+X055056+X057056=1

X046057+X056057+X058057=1
X045058+X057058+X061058=1
X060059+X061059+X114059=1
X059060+X064060+X106060=1
X058061+X059061+X062061=1
X061062+X063062+X116062=1
X062063+X118063+X123063+X139063=1
X045064+X060064+X065064+X104064=1
X064065+X066065+X094065=1
X065066+X067066+X093066=1
X044067+X066067+X068067=1
X041068+X067068+X069068=1
X041069+X068069+X070069+X078069=1
X038070+X069070+X071070+X075070=1
X070071+X072071+X074071=1
X036072+X071072+X073072=1
X072073+X074073+X076073=1
X071074+X073074+X075074=1
X070075+X074075+X077075=1
X073076+X077076+X079076=1
X075077+X076077+X078077+X080077=1
X069078+X077078=1
X076079+X080079+X082079=1
X077080+X079080+X083080=1
X079082+X083082+X085082=1
X080083+X082083+X084083+X086083=1
X083084+X087084+X088084=1
X082085+X086085=1
X083086+X085086+X087086=1
X084087+X086087=1
X084088+X089088+X090088=1
X088089+X091089=1
X088090+X091090+X095090=1
X089091+X090091+X097091=1
X066093+X094093=1
X065094+X093094+X099094+X104094=1
X090095+X096095+X097095=1
X095096+X098096+X100096=1
X091097+X095097+X098097=1
X096098+X097098+X099098=1
X094099+X098099+X100099+X103099=1
X096100+X099100+X101100=1
X100101+X102101+X107101=1
X101102+X103102+X108102=1
X099103+X102103+X104103=1
X064104+X094104+X103104+X105104=1
X104105+X106105+X113105=1
X060106+X105106+X114106=1
X101107+X108107+X110107=1
X102108+X107108=1
X107110+X115110=1

X105113+X114113=1
 X059114+X106114+X113114=1
 X110115+X116115+X117115=1
 X062116+X115116+X118116=1
 X115117+X118117+X119117=1
 X063118+X116118+X117118+X120118=1
 X117119+X120119+X121119=1
 X118120+X119120+X122120+X123120=1
 X119121+X122121+X126121=1
 X120122+X121122+X124122=1
 X063123+X120123+X124123+X138123=1
 X122124+X123124+X125124+X135124=1
 X124125+X126125=1
 X121126+X125126+X127126=1
 X126127+X129127=1
 X127129+X130129=1
 X129130+X132130=1
 X132131+X135131=1
 X130132+X131132+X133132=1
 X132133+X134133+X135133=1
 X133134+X137134=1
 X124135+X131135+X133135=1
 X134137+X138137+X140137=1
 X123138+X137138+X139138=1
 X063139+X138139+X148139=1
 X137140+X142140+X148140=1
 X052141+X142141=1
 X140142+X141142+X147142=1
 X142147+X148147=1
 X139148+X140148+X147148=1
 X025149+X027149+X043149+X047149=1
 X001002+X002001<=1
 X001004+X004001<=1
 X002003+X003002<=1
 X002005+X005002<=1
 X003006+X006003<=1
 X003007+X007003<=1
 X004005+X005004<=1
 X004012+X012004<=1
 X005006+X006005<=1
 X006013+X013006<=1
 X007008+X008007<=1
 X007011+X011007<=1
 X008009+X009008<=1
 X009010+X010009<=1
 X009017+X017009<=1
 X010011+X011010<=1
 X010018+X018010<=1
 X011019+X019011<=1
 X012013+X013012<=1
 X013014+X014013<=1



X013015+X015013<=1
X014015+X015014<=1
X014031+X031014<=1
X015030+X030015<=1
X017030+X030017<=1
X018019+X019018<=1
X018029+X029018<=1
X019020+X020019<=1
X019028+X028019<=1
X020021+X021020<=1
X020024+X024020<=1
X021051+X051021<=1
X023024+X024023<=1
X023025+X025023<=1
X023049+X049023<=1
X024026+X026024<=1
X025026+X026025<=1
X025048+X048025<=1
X025149+X149025<=1
X026027+X027026<=1
X027028+X028027<=1
X027042+X042027<=1
X027149+X149027<=1
X028040+X040028<=1
X028042+X042028<=1
X029030+X030029<=1
X029035+X035029<=1
X031033+X033031<=1
X033034+X034033<=1
X033036+X036033<=1
X034035+X035034<=1
X034038+X038034<=1
X035040+X040035<=1
X036072+X072036<=1
X038039+X039038<=1
X038070+X070038<=1
X039040+X040039<=1
X039041+X041039<=1
X040042+X042040<=1
X041042+X042041<=1
X041044+X044041<=1
X041068+X068041<=1
X041069+X069041<=1
X042043+X043042<=1
X043044+X044043<=1
X043046+X046043<=1
X043149+X149043<=1
X044045+X045044<=1
X044067+X067044<=1
X045046+X046045<=1
X045058+X058045<=1



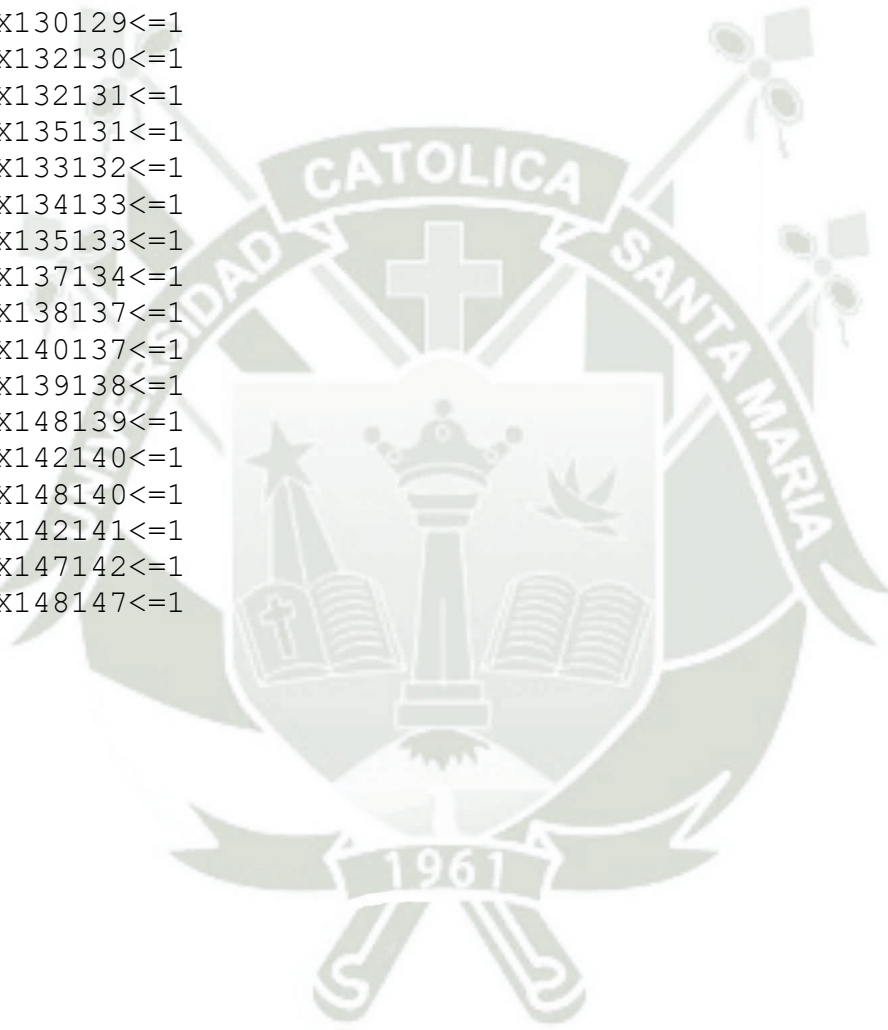
X045064+X064045<=1
X046047+X047046<=1
X046057+X057046<=1
X047048+X048047<=1
X047056+X056047<=1
X047149+X149047<=1
X048049+X049048<=1
X048055+X055048<=1
X049054+X054049<=1
X051052+X052051<=1
X052141+X141052<=1
X054055+X055054<=1
X055056+X056055<=1
X056057+X057056<=1
X057058+X058057<=1
X058061+X061058<=1
X059060+X060059<=1
X059061+X061059<=1
X059114+X114059<=1
X060064+X064060<=1
X060106+X106060<=1
X061062+X062061<=1
X062063+X063062<=1
X062116+X116062<=1
X063118+X118063<=1
X063123+X123063<=1
X063139+X139063<=1
X064065+X065064<=1
X064104+X104064<=1
X065066+X066065<=1
X065094+X094065<=1
X066067+X067066<=1
X066093+X093066<=1
X067068+X068067<=1
X068069+X069068<=1
X069070+X070069<=1
X069078+X078069<=1
X070071+X071070<=1
X070075+X075070<=1
X071072+X072071<=1
X071074+X074071<=1
X072073+X073072<=1
X073074+X074073<=1
X073076+X076073<=1
X074075+X075074<=1
X075077+X077075<=1
X076077+X077076<=1
X076079+X079076<=1
X077078+X078077<=1
X077080+X080077<=1
X079080+X080079<=1



X079082+X082079<=1
X080083+X083080<=1
X082083+X083082<=1
X082085+X085082<=1
X083084+X084083<=1
X083086+X086083<=1
X084087+X087084<=1
X084088+X088084<=1
X085086+X086085<=1
X086087+X087086<=1
X088089+X089088<=1
X088090+X090088<=1
X089091+X091089<=1
X090091+X091090<=1
X090095+X095090<=1
X091097+X097091<=1
X093094+X094093<=1
X094099+X099094<=1
X094104+X104094<=1
X095096+X096095<=1
X095097+X097095<=1
X096098+X098096<=1
X096100+X100096<=1
X097098+X098097<=1
X098099+X099098<=1
X099100+X100099<=1
X099103+X103099<=1
X100101+X101100<=1
X101102+X102101<=1
X101107+X107101<=1
X102103+X103102<=1
X102108+X108102<=1
X103104+X104103<=1
X104105+X105104<=1
X105106+X106105<=1
X105113+X113105<=1
X106114+X114106<=1
X107108+X108107<=1
X107110+X110107<=1
X110115+X115110<=1
X113114+X114113<=1
X115116+X116115<=1
X115117+X117115<=1
X116118+X118116<=1
X117118+X118117<=1
X117119+X119117<=1
X118120+X120118<=1
X119120+X120119<=1
X119121+X121119<=1
X120122+X122120<=1
X120123+X123120<=1



X121122+X122121<=1
X121126+X126121<=1
X122124+X124122<=1
X123124+X124123<=1
X123138+X138123<=1
X124125+X125124<=1
X124135+X135124<=1
X125126+X126125<=1
X126127+X127126<=1
X127129+X129127<=1
X129130+X130129<=1
X130132+X132130<=1
X131132+X132131<=1
X131135+X135131<=1
X132133+X133132<=1
X133134+X134133<=1
X133135+X135133<=1
X134137+X137134<=1
X137138+X138137<=1
X137140+X140137<=1
X138139+X139138<=1
X139148+X148139<=1
X140142+X142140<=1
X140148+X148140<=1
X141142+X142141<=1
X142147+X147142<=1
X147148+X148147<=1
END



ZONA 06

MIN

500X001002+120X001124+500X002001+53X002003+110X002005+83X00300
2+89X003004+89X004003+56X004005+110X005002+56X005004+54X005007
+54X007005+110X007009+44X008009+160X008010+110X009007+44X00900
8+180X009011+160X010008+57X010011+180X011009+57X011010+400X011
012+400X012011+95X012013+510X012125+10X012127+95X013012+150X01
3052+10X013056+95X013127+57X014015+10X014030+200X014056+57X015
014+140X015016+10X015029+140X016015+43X016017+43X017016+43X017
018+150X017027+43X018017+85X018020+150X018026+85X020018+41X020
021+150X020024+41X021020+150X021023+150X023021+41X023024+150X0
24020+41X024023+85X024026+150X026018+85X026024+43X026027+150X0
27017+43X027026+43X027029+10X029015+43X029027+57X029030+10X030
014+57X030029+200X030031+200X031030+95X031035+10X031036+10X032
033+36X032035+10X033032+36X033133+10X034133+10X034134+95X03503
1+36X035032+10X035133+10X035134+10X036031+10X036037+95X036134+
10X037036+61X037038+10X037045+61X038037+76X038039+10X038044+76
X039038+46X039040+70X039042+46X040039+70X040041+70X041040+46X0
41042+70X042039+46X042041+76X042043+76X043042+60X043044+10X044
038+60X044043+61X044045+10X045037+61X045044+270X045046+270X046
045+86X046047+10X046129+86X047046+40X047048+10X047128+40X04804
7+22X048049+22X049048+44X049050+220X049065+44X050049+74X050051
+74X051050+42X051057+77X051060+150X052013+75X052053+10X052130+
10X052131+75X053052+10X053054+10X054053+75X054130+10X055130+10
X055131+10X056013+200X056014+150X056131+42X057051+63X057058+63
X058057+28X058060+77X060051+28X060058+110X060063+130X062067+83
X062068+39X062070+51X062078+110X063060+50X063066+50X064065+242
X064128+220X065049+50X065064+27X065066+50X066063+27X066065+130
X067062+81X067068+83X068062+81X068067+49X068094+150X068099+39X
070062+93X070071+10X070076+50X070077+93X071070+98X071072+10X07
1075+98X072071+90X072073+90X073072+98X073074+98X074073+80X0740
75+10X075071+80X075074+93X075076+10X076070+93X076075+50X076137
+50X077070+39X077078+10X077137+51X078062+39X078077+48X078079+5
7X078081+48X079078+67X079080+140X079082+67X080079+46X080081+57
X081078+46X081080+42X081094+140X082079+56X082083+56X083082+88X
083084+39X083086+88X084083+39X084085+39X085084+82X085086+39X08
6083+82X086085+37X086087+37X087086+85X087088+41X087090+85X0880
87+45X088089+45X089088+76X089090+41X090087+76X090089+110X09009
1+110X091090+27X091093+27X093091+59X093094+49X094068+42X094081
+59X094093+76X094095+76X095094+110X095096+68X095098+110X096095
+68X096097+68X097096+110X097098+68X098095+110X098097+46X098136
+150X099068+150X099100+180X099113+10X099136+150X100099+130X100
101+57X100104+130X101100+57X101102+57X102101+69X102103+98X1021
08+69X103102+58X103104+98X103109+57X104100+58X104103+98X104110
+69X105107+180X105129+69X107105+62X107108+98X108102+62X108107+
64X108109+98X109103+64X109108+68X109110+98X110104+68X110109+14
0X110113+180X113099+140X113110+10X113135+79X114115+350X114117+
390X114135+79X115114+350X115118+350X117114+78X117118+120X11711
9+350X118115+78X118117+110X118120+120X119117+100X119120+110X12
0118+110X120119+77X120121+77X121120+25X121122+170X121124+25X12

2121+170X122123+170X123122+39X123124+120X124001+170X124121+39X
124123+510X125012+10X125126+10X126125+510X126127+10X127012+95X
127013+510X127126+10X128047+242X128064+86X128129+10X129046+180
X129105+86X129128+10X130052+75X130054+10X130055+10X131052+10X1
31055+150X131056+36X133033+10X133034+10X133035+10X134034+10X13
4035+10X134036+10X135113+390X135114+180X135136+46X136098+10X13
6099+180X136135+50X137076+10X137077

ST

X001002+X001124=1
X002001+X002003+X002005=1
X003002+X003004=1
X004003+X004005=1
X005002+X005004+X005007=1
X007005+X007009=1
X008009+X008010=1
X009007+X009008+X009011=1
X010008+X010011=1
X011009+X011010+X011012=1
X012011+X012013+X012125+X012127=1
X013012+X013052+X013056+X013127=1
X014015+X014030+X014056=1
X015014+X015016+X015029=1
X016015+X016017=1
X017016+X017018+X017027=1
X018017+X018020+X018026=1
X020018+X020021+X020024=1
X021020+X021023=1
X023021+X023024=1
X024020+X024023+X024026=1
X026018+X026024+X026027=1
X027017+X027026+X027029=1
X029015+X029027+X029030=1
X030014+X030029+X030031=1
X031030+X031035+X031036=1
X032033+X032035=1
X033032+X033133=1
X034133+X034134=1
X035031+X035032+X035133+X035134=1
X036031+X036037+X036134=1
X037036+X037038+X037045=1
X038037+X038039+X038044=1
X039038+X039040+X039042=1
X040039+X040041=1
X041040+X041042=1
X042039+X042041+X042043=1
X043042+X043044=1
X044038+X044043+X044045=1
X045037+X045044+X045046=1
X046045+X046047+X046129=1
X047046+X047048+X047128=1
X048047+X048049=1

X049048+X049050+X049065=1
X050049+X050051=1
X051050+X051057+X051060=1
X052013+X052053+X052130+X052131=1
X053052+X053054=1
X054053+X054130=1
X055130+X055131=1
X056013+X056014+X056131=1
X057051+X057058=1
X058057+X058060=1
X060051+X060058+X060063=1
X062067+X062068+X062070+X062078=1
X063060+X063066=1
X064065+X064128=1
X065049+X065064+X065066=1
X066063+X066065=1
X067062+X067068=1
X068062+X068067+X068094+X068099=1
X070062+X070071+X070076+X070077=1
X071070+X071072+X071075=1
X072071+X072073=1
X073072+X073074=1
X074073+X074075=1
X075071+X075074+X075076=1
X076070+X076075+X076137=1
X077070+X077078+X077137=1
X078062+X078077+X078079+X078081=1
X079078+X079080+X079082=1
X080079+X080081=1
X081078+X081080+X081094=1
X082079+X082083=1
X083082+X083084+X083086=1
X084083+X084085=1
X085084+X085086=1
X086083+X086085+X086087=1
X087086+X087088+X087090=1
X088087+X088089=1
X089088+X089090=1
X090087+X090089+X090091=1
X091090+X091093=1
X093091+X093094=1
X094068+X094081+X094093+X094095=1
X095094+X095096+X095098=1
X096095+X096097=1
X097096+X097098=1
X098095+X098097+X098136=1
X099068+X099100+X099113+X099136=1
X100099+X100101+X100104=1
X101100+X101102=1
X102101+X102103+X102108=1
X103102+X103104+X103109=1

X104100+X104103+X104110=1
X105107+X105129=1
X107105+X107108=1
X108102+X108107+X108109=1
X109103+X109108+X109110=1
X110104+X110109+X110113=1
X113099+X113110+X113135=1
X114115+X114117+X114135=1
X115114+X115118=1
X117114+X117118+X117119=1
X118115+X118117+X118120=1
X119117+X119120=1
X120118+X120119+X120121=1
X121120+X121122+X121124=1
X122121+X122123=1
X123122+X123124=1
X124001+X124121+X124123=1
X125012+X125126=1
X126125+X126127=1
X127012+X127013+X127126=1
X128047+X128064+X128129=1
X129046+X129105+X129128=1
X130052+X130054+X130055=1
X131052+X131055+X131056=1
X133033+X133034+X133035=1
X134034+X134035+X134036=1
X135113+X135114+X135136=1
X136098+X136099+X136135=1
X137076+X137077=1
X002001+X124001=1
X001002+X003002+X005002=1
X002003+X004003=1
X003004+X005004=1
X002005+X004005+X007005=1
X005007+X009007=1
X009008+X010008=1
X007009+X008009+X011009=1
X008010+X011010=1
X009011+X010011+X012011=1
X011012+X013012+X125012+X127012=1
X012013+X052013+X056013+X127013=1
X015014+X030014+X056014=1
X014015+X016015+X029015=1
X015016+X017016=1
X016017+X018017+X027017=1
X017018+X020018+X026018=1
X018020+X021020+X024020=1
X020021+X023021=1
X021023+X024023=1
X020024+X023024+X026024=1
X018026+X024026+X027026=1

X017027+X026027+X029027=1
X015029+X027029+X030029=1
X014030+X029030+X031030=1
X030031+X035031+X036031=1
X033032+X035032=1
X032033+X133033=1
X133034+X134034=1
X031035+X032035+X133035+X134035=1
X031036+X037036+X134036=1
X036037+X038037+X045037=1
X037038+X039038+X044038=1
X038039+X040039+X042039=1
X039040+X041040=1
X040041+X042041=1
X039042+X041042+X043042=1
X042043+X044043=1
X038044+X043044+X045044=1
X037045+X044045+X046045=1
X045046+X047046+X129046=1
X046047+X048047+X128047=1
X047048+X049048=1
X048049+X050049+X065049=1
X049050+X051050=1
X050051+X057051+X060051=1
X013052+X053052+X130052+X131052=1
X052053+X054053=1
X053054+X130054=1
X130055+X131055=1
X013056+X014056+X131056=1
X051057+X058057=1
X057058+X060058=1
X051060+X058060+X063060=1
X067062+X068062+X070062+X078062=1
X060063+X066063=1
X065064+X128064=1
X049065+X064065+X066065=1
X063066+X065066=1
X062067+X068067=1
X062068+X067068+X094068+X099068=1
X062070+X071070+X076070+X077070=1
X070071+X072071+X075071=1
X071072+X073072=1
X072073+X074073=1
X073074+X075074=1
X071075+X074075+X076075=1
X070076+X075076+X137076=1
X070077+X078077+X137077=1
X062078+X077078+X079078+X081078=1
X078079+X080079+X082079=1
X079080+X081080=1
X078081+X080081+X094081=1

X079082+X083082=1
 X082083+X084083+X086083=1
 X083084+X085084=1
 X084085+X086085=1
 X083086+X085086+X087086=1
 X086087+X088087+X090087=1
 X087088+X089088=1
 X088089+X090089=1
 X087090+X089090+X091090=1
 X090091+X093091=1
 X091093+X094093=1
 X068094+X081094+X093094+X095094=1
 X094095+X096095+X098095=1
 X095096+X097096=1
 X096097+X098097=1
 X095098+X097098+X136098=1
 X068099+X100099+X113099+X136099=1
 X099100+X101100+X104100=1
 X100101+X102101=1
 X101102+X103102+X108102=1
 X102103+X104103+X109103=1
 X100104+X103104+X110104=1
 X107105+X129105=1
 X105107+X108107=1
 X102108+X107108+X109108=1
 X103109+X108109+X110109=1
 X104110+X109110+X113110=1
 X099113+X110113+X135113=1
 X115114+X117114+X135114=1
 X114115+X118115=1
 X114117+X118117+X119117=1
 X115118+X117118+X120118=1
 X117119+X120119=1
 X118120+X119120+X121120=1
 X120121+X122121+X124121=1
 X121122+X123122=1
 X122123+X124123=1
 X001124+X121124+X123124=1
 X012125+X126125=1
 X125126+X127126=1
 X012127+X013127+X126127=1
 X047128+X064128+X129128=1
 X046129+X105129+X128129=1
 X052130+X054130+X055130=1
 X052131+X055131+X056131=1
 X033133+X034133+X035133=1
 X034134+X035134+X036134=1
 X113135+X114135+X136135=1
 X098136+X099136+X135136=1
 X076137+X077137=1
 X001002+X002001<=1

X001124+X124001<=1
X002003+X003002<=1
X002005+X005002<=1
X003004+X004003<=1
X004005+X005004<=1
X005007+X007005<=1
X007009+X009007<=1
X008009+X009008<=1
X008010+X010008<=1
X009011+X011009<=1
X010011+X011010<=1
X011012+X012011<=1
X012013+X013012<=1
X012125+X125012<=1
X012127+X127012<=1
X013052+X052013<=1
X013056+X056013<=1
X013127+X127013<=1
X014015+X015014<=1
X014030+X030014<=1
X014056+X056014<=1
X015016+X016015<=1
X015029+X029015<=1
X016017+X017016<=1
X017018+X018017<=1
X017027+X027017<=1
X018020+X020018<=1
X018026+X026018<=1
X020021+X021020<=1
X020024+X024020<=1
X021023+X023021<=1
X023024+X024023<=1
X024026+X026024<=1
X026027+X027026<=1
X027029+X029027<=1
X029030+X030029<=1
X030031+X031030<=1
X031035+X035031<=1
X031036+X036031<=1
X032033+X033032<=1
X032035+X035032<=1
X033133+X133033<=1
X034133+X133034<=1
X034134+X134034<=1
X035133+X133035<=1
X035134+X134035<=1
X036037+X037036<=1
X036134+X134036<=1
X037038+X038037<=1
X037045+X045037<=1
X038039+X039038<=1



X038044+X044038<=1
X039040+X040039<=1
X039042+X042039<=1
X040041+X041040<=1
X041042+X042041<=1
X042043+X043042<=1
X043044+X044043<=1
X044045+X045044<=1
X045046+X046045<=1
X046047+X047046<=1
X046129+X129046<=1
X047048+X048047<=1
X047128+X128047<=1
X048049+X049048<=1
X049050+X050049<=1
X049065+X065049<=1
X050051+X051050<=1
X051057+X057051<=1
X051060+X060051<=1
X052053+X053052<=1
X052130+X130052<=1
X052131+X131052<=1
X053054+X054053<=1
X054130+X130054<=1
X055130+X130055<=1
X055131+X131055<=1
X056131+X131056<=1
X057058+X058057<=1
X058060+X060058<=1
X060063+X063060<=1
X062067+X067062<=1
X062068+X068062<=1
X062070+X070062<=1
X062078+X078062<=1
X063066+X066063<=1
X064065+X065064<=1
X064128+X128064<=1
X065066+X066065<=1
X067068+X068067<=1
X068094+X094068<=1
X068099+X099068<=1
X070071+X071070<=1
X070076+X076070<=1
X070077+X077070<=1
X071072+X072071<=1
X071075+X075071<=1
X072073+X073072<=1
X073074+X074073<=1
X074075+X075074<=1
X075076+X076075<=1
X076137+X137076<=1



X077078+X078077<=1
X077137+X137077<=1
X078079+X079078<=1
X078081+X081078<=1
X079080+X080079<=1
X079082+X082079<=1
X080081+X081080<=1
X081094+X094081<=1
X082083+X083082<=1
X083084+X084083<=1
X083086+X086083<=1
X084085+X085084<=1
X085086+X086085<=1
X086087+X087086<=1
X087088+X088087<=1
X087090+X090087<=1
X088089+X089088<=1
X089090+X090089<=1
X090091+X091090<=1
X091093+X093091<=1
X093094+X094093<=1
X094095+X095094<=1
X095096+X096095<=1
X095098+X098095<=1
X096097+X097096<=1
X097098+X098097<=1
X098136+X136098<=1
X099100+X100099<=1
X099113+X113099<=1
X099136+X136099<=1
X100101+X101100<=1
X100104+X104100<=1
X101102+X102101<=1
X102103+X103102<=1
X102108+X108102<=1
X103104+X104103<=1
X103109+X109103<=1
X104110+X110104<=1
X105107+X107105<=1
X105129+X129105<=1
X107108+X108107<=1
X108109+X109108<=1
X109110+X110109<=1
X110113+X113110<=1
X113135+X135113<=1
X114115+X115114<=1
X114117+X117114<=1
X114135+X135114<=1
X115118+X118115<=1
X117118+X118117<=1
X117119+X119117<=1



X118120+X120118<=1
X119120+X120119<=1
X120121+X121120<=1
X121122+X122121<=1
X121124+X124121<=1
X122123+X123122<=1
X123124+X124123<=1
X125126+X126125<=1
X126127+X127126<=1
X128129+X129128<=1
X135136+X136135<=1
X013052=1
X131056=1
X014015=1
X029030=1
X031035=1
X134036=1
X037038=1
X044045=1
X046047=1
X128129=1
X109103=1
X113099=1
X070071=1
X075076=1
X136135=1
X099068=1
X098136=1
X094095=1
END



ZONA 07

MIN

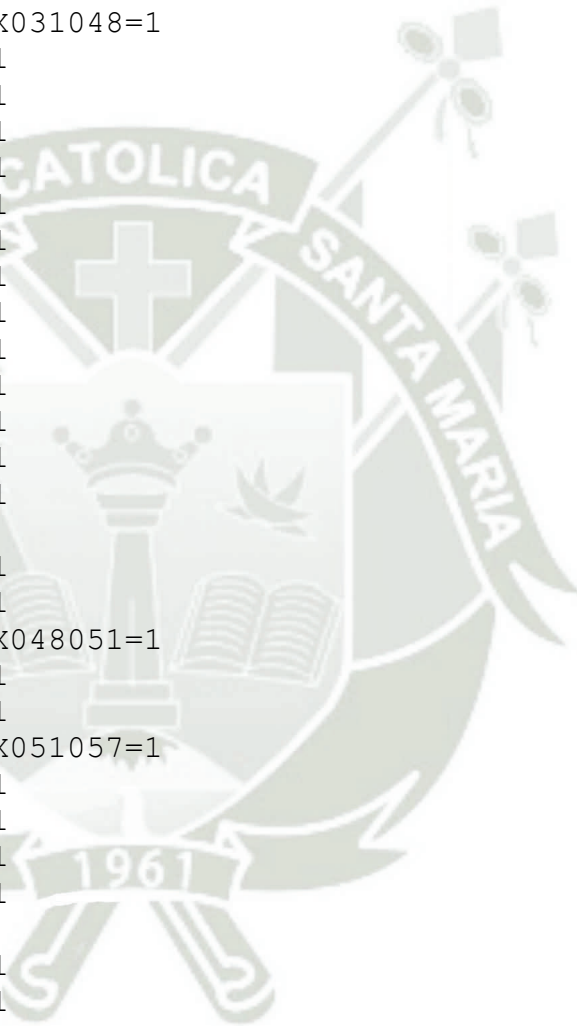
37X001002+210X001003+37X002001+140X002004+110X002006+210X003001+43X003005+200X003013+140X004002+75X004005+71X004007+43X005003+75X005004+56X005008+210X005014+110X006002+140X006007+95X006009+71X007004+140X007006+77X007008+95X007010+56X008005+77X008007+96X008011+74X008012+95X009006+150X009010+350X009143+95X010007+150X010009+76X010011+96X011008+76X011010+71X011017+74X012008+64X012015+170X012018+200X013003+38X013014+120X013023+210X014005+38X014013+54X014016+120X014024+64X015012+68X015016+170X015020+54X016014+68X016015+100X016021+60X016022+71X017011+54X017018+41X017019+170X018012+54X018017+73X018020+41X019017+170X019029+170X020015+73X020018+71X020028+100X021016+61X021026+65X021028+60X022016+60X022025+100X022026+120X023013+41X023024+130X023033+120X024014+41X024023+50X024025+120X024035+60X025022+50X025024+100X025027+97X025036+61X026021+100X026022+60X026027+100X026031+100X027025+60X027026+100X027032+67X027037+71X028020+65X028021+42X028030+170X029019+63X029030+68X029047+42X030028+63X030029+60X030031+100X031026+60X031030+59X031032+55X031048+100X032027+59X032031+48X032049+130X033023+9X033034+110X033038+9X034033+25X034035+240X034043+120X035024+25X035034+64X035036+97X036025+64X036035+120X036037+67X037027+120X037036+12X037042+110X038033+43X038039+19X038060+43X039038+70X039040+81X039061+70X040039+47X040041+99X040062+47X041040+52X041046+100X041063+12X042037+35X042043+30X042045+240X043034+35X043042+34X043044+34X044043+65X044045+21X044046+30X045042+65X045044+52X046041+21X046044+66X046053+68X047029+120X047048+55X047050+55X048031+120X048047+59X048049+55X048051+48X049032+59X049048+54X049052+55X050047+120X050051+56X050056+55X051048+120X051050+59X051052+56X051057+54X052049+59X052051+94X052055+66X053046+100X053054+100X053065+100X054053+15X054055+160X054102+94X055052+15X055054+66X055058+56X056050+120X056057+56X057051+120X057056+130X057059+66X058055+28X058059+63X058119+130X059057+82X059058+120X059122+19X060038+100X060061+81X061039+100X061060+69X061062+100X061067+99X062040+69X062061+46X062064+110X062068+100X063041+12X063064+77X063066+46X064062+12X064063+110X064069+100X065053+55X065066+75X065102+77X066063+55X066065+57X066070+100X067061+68X067068+130X067072+110X068062+68X068067+45X068069+140X068073+110X069064+45X069068+48X069071+57X070066+54X070071+77X070098+48X071069+54X071070+54X071076+130X072067+71X072073+88X072075+140X073068+71X073072+13X073074+13X074073+49X074077+70X074078+88X075072+62X075078+160X075080+54X076071+110X076077+76X076096+49X077074+110X077076+58X077079+75X077087+70X078074+62X078075+42X078079+58X079077+42X079078+57X079082+160X080075+75X080081+75X081080+74X081082+75X081083+57X082079+74X082081+72X082084+75X083081+53X083084+62X083089+72X084082+53X084083+50X084085+75X084090+50X085084+49X085086+83X085092+49X086085+16X086087+110X086093+75X087077+16X087086+15X087088+15X088087+56X088095+95X088096+62X089083+51X089090+75X090084+51X090089+53X090092+61X091124+88X091125+36X091127+83X092085+53X092090+50X092093+110X093086+50X093092+39X093094+39X094093

+66X094095+130X094100+130X094105+56X095088+66X095094+130X09509
9+76X096076+95X096088+77X098070+88X098101+130X099095+57X099100
+130X100094+57X100099+63X100104+47X100105+88X101098+22X101102+
160X102054+75X102065+22X102101+63X104100+64X104106+56X104107+1
30X105094+47X105100+60X105106+64X106104+60X106105+56X107104+46
X107110+100X109111+130X109113+46X110107+13X110111+100X111109+1
3X111110+30X111112+30X112111+180X112113+73X112117+130X113109+1
80X113112+110X113114+110X114113+85X114115+89X114123+85X115114+
100X115116+59X115121+100X116115+34X116117+60X116120+73X117112+
34X117116+63X119058+41X119120+60X120116+41X120119+110X120121+5
9X121115+110X121120+63X121122+150X121123+120X122059+63X122121+
54X122128+170X122129+89X123114+150X123121+6X123124+61X124091+6
X124123+110X124125+88X125091+110X125124+19X125126+19X126125+10
0X126135+36X127091+64X127128+200X127134+54X128122+64X128127+15
0X128131+170X129122+56X129130+47X129131+56X130129+77X130132+15
0X131128+47X131129+81X131133+77X132130+100X132133+66X132137+81
X133131+100X133132+55X133134+59X133136+200X134127+55X134133+17
0X134135+130X134153+100X135126+170X135134+120X135158+59X136133
+100X136137+66X136152+66X137132+100X137136+71X137140+60X139140
+11X139141+71X140137+60X140139+73X140147+110X140152+11X141139+
40X141142+170X141145+40X142141+120X142143+170X142144+350X14300
9+120X143142+54X143146+170X144142+40X144145+170X145141+40X1451
44+54X146143+110X146147+56X146148+73X147140+110X147146+52X1471
49+56X148146+110X148149+51X148150+52X149147+110X149148+50X1491
51+51X150148+120X150151+56X150154+50X151149+120X151150+76X1511
52+66X152136+110X152140+76X152151+55X152153+130X153134+55X1531
52+190X153154+100X153157+56X154150+190X154153+130X154155+130X1
55154+100X155156+170X155160+100X156155+110X156157+140X156159+1
00X157153+110X157156+120X157158+120X158135+120X158157+120X1581
59+140X159156+120X159158+130X159160+170X160155+130X160159

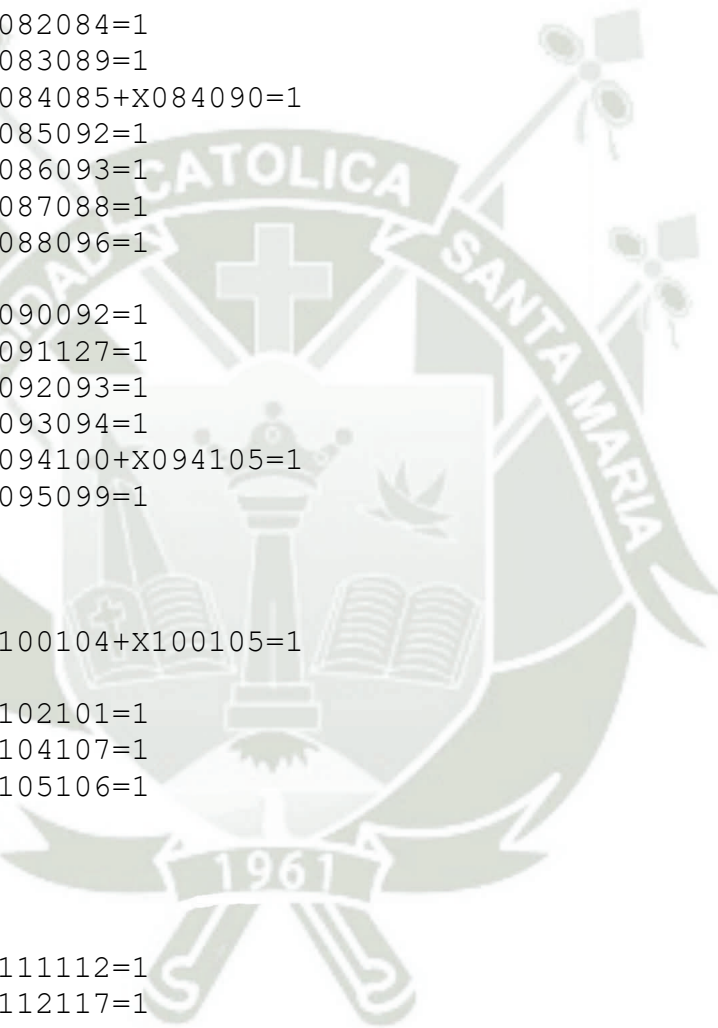
ST

X001002+X001003=1
X002001+X002004+X002006=1
X003001+X003005+X003013=1
X004002+X004005+X004007=1
X005003+X005004+X005008+X005014=1
X006002+X006007+X006009=1
X007004+X007006+X007008+X007010=1
X008005+X008007+X008011+X008012=1
X009006+X009010+X009143=1
X010007+X010009+X010011=1
X011008+X011010+X011017=1
X012008+X012015+X012018=1
X013003+X013014+X013023=1
X014005+X014013+X014016+X014024=1
X015012+X015016+X015020=1
X016014+X016015+X016021+X016022=1
X017011+X017018+X017019=1
X018012+X018017+X018020=1
X019017+X019029=1
X020015+X020018+X020028=1

X021016+X021026+X021028=1
X022016+X022025+X022026=1
X023013+X023024+X023033=1
X024014+X024023+X024025+X024035=1
X025022+X025024+X025027+X025036=1
X026021+X026022+X026027+X026031=1
X027025+X027026+X027032+X027037=1
X028020+X028021+X028030=1
X029019+X029030+X029047=1
X030028+X030029+X030031=1
X031026+X031030+X031032+X031048=1
X032027+X032031+X032049=1
X033023+X033034+X033038=1
X034033+X034035+X034043=1
X035024+X035034+X035036=1
X036025+X036035+X036037=1
X037027+X037036+X037042=1
X038033+X038039+X038060=1
X039038+X039040+X039061=1
X040039+X040041+X040062=1
X041040+X041046+X041063=1
X042037+X042043+X042045=1
X043034+X043042+X043044=1
X044043+X044045+X044046=1
X045042+X045044=1
X046041+X046044+X046053=1
X047029+X047048+X047050=1
X048031+X048047+X048049+X048051=1
X049032+X049048+X049052=1
X050047+X050051+X050056=1
X051048+X051050+X051052+X051057=1
X052049+X052051+X052055=1
X053046+X053054+X053065=1
X054053+X054055+X054102=1
X055052+X055054+X055058=1
X056050+X056057=1
X057051+X057056+X057059=1
X058055+X058059+X058119=1
X059057+X059058+X059122=1
X060038+X060061=1
X061039+X061060+X061062+X061067=1
X062040+X062061+X062064+X062068=1
X063041+X063064+X063066=1
X064062+X064063+X064069=1
X065053+X065066+X065102=1
X066063+X066065+X066070=1
X067061+X067068+X067072=1
X068062+X068067+X068069+X068073=1
X069064+X069068+X069071=1
X070066+X070071+X070098=1
X071069+X071070+X071076=1



X072067+X072073+X072075=1
X073068+X073072+X073074=1
X074073+X074077+X074078=1
X075072+X075078+X075080=1
X076071+X076077+X076096=1
X077074+X077076+X077079+X077087=1
X078074+X078075+X078079=1
X079077+X079078+X079082=1
X080075+X080081=1
X081080+X081082+X081083=1
X082079+X082081+X082084=1
X083081+X083084+X083089=1
X084082+X084083+X084085+X084090=1
X085084+X085086+X085092=1
X086085+X086087+X086093=1
X087077+X087086+X087088=1
X088087+X088095+X088096=1
X089083+X089090=1
X090084+X090089+X090092=1
X091124+X091125+X091127=1
X092085+X092090+X092093=1
X093086+X093092+X093094=1
X094093+X094095+X094100+X094105=1
X095088+X095094+X095099=1
X096076+X096088=1
X098070+X098101=1
X099095+X099100=1
X100094+X100099+X100104+X100105=1
X101098+X101102=1
X102054+X102065+X102101=1
X104100+X104106+X104107=1
X105094+X105100+X105106=1
X106104+X106105=1
X107104+X107110=1
X109111+X109113=1
X110107+X110111=1
X111109+X111110+X111112=1
X112111+X112113+X112117=1
X113109+X113112+X113114=1
X114113+X114115+X114123=1
X115114+X115116+X115121=1
X116115+X116117+X116120=1
X117112+X117116=1
X119058+X119120=1
X120116+X120119+X120121=1
X121115+X121120+X121122+X121123=1
X122059+X122121+X122128+X122129=1
X123114+X123121+X123124=1
X124091+X124123+X124125=1
X125091+X125124+X125126=1
X126125+X126135=1

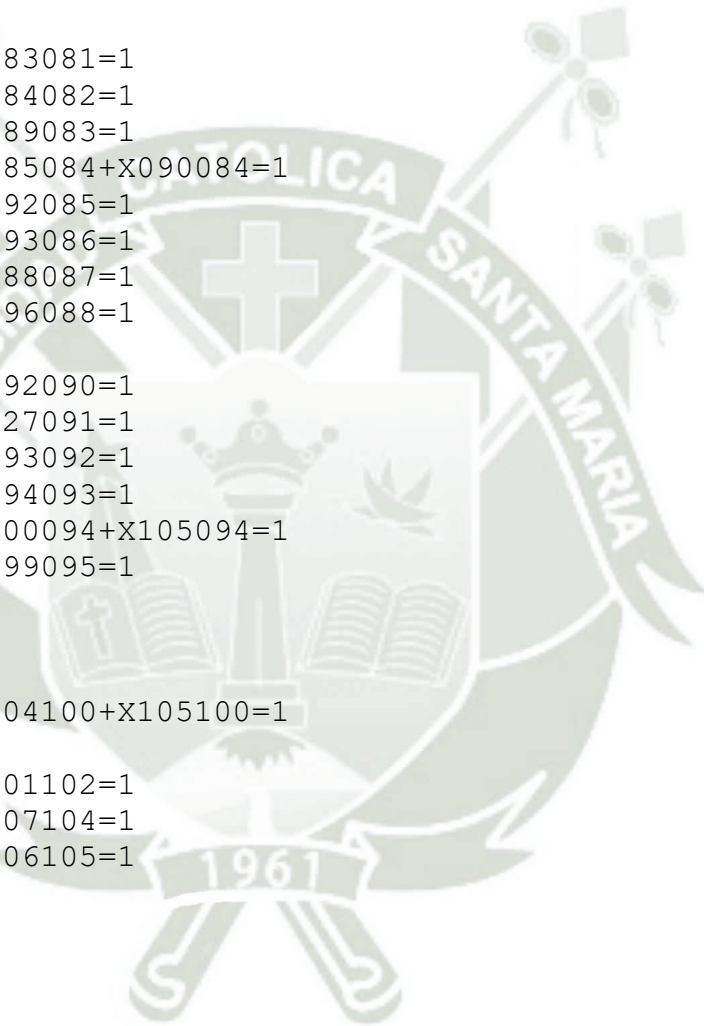


X127091+X127128+X127134=1
 X128122+X128127+X128131=1
 X129122+X129130+X129131=1
 X130129+X130132=1
 X131128+X131129+X131133=1
 X132130+X132133+X132137=1
 X133131+X133132+X133134+X133136=1
 X134127+X134133+X134135+X134153=1
 X135126+X135134+X135158=1
 X136133+X136137+X136152=1
 X137132+X137136+X137140=1
 X139140+X139141=1
 X140137+X140139+X140147+X140152=1
 X141139+X141142+X141145=1
 X142141+X142143+X142144=1
 X143009+X143142+X143146=1
 X144142+X144145=1
 X145141+X145144=1
 X146143+X146147+X146148=1
 X147140+X147146+X147149=1
 X148146+X148149+X148150=1
 X149147+X149148+X149151=1
 X150148+X150151+X150154=1
 X151149+X151150+X151152=1
 X152136+X152140+X152151+X152153=1
 X153134+X153152+X153154+X153157=1
 X154150+X154153+X154155=1
 X155154+X155156+X155160=1
 X156155+X156157+X156159=1
 X157153+X157156+X157158=1
 X158135+X158157+X158159=1
 X159156+X159158+X159160=1
 X160155+X160159=1
 X002001+X003001=1
 X001002+X004002+X006002=1
 X001003+X005003+X013003=1
 X002004+X005004+X007004=1
 X003005+X004005+X008005+X014005=1
 X002006+X007006+X009006=1
 X004007+X006007+X008007+X010007=1
 X005008+X007008+X011008+X012008=1
 X006009+X010009+X143009=1
 X007010+X009010+X011010=1
 X008011+X010011+X017011=1
 X008012+X015012+X018012=1
 X003013+X014013+X023013=1
 X005014+X013014+X016014+X024014=1
 X012015+X016015+X020015=1
 X014016+X015016+X021016+X022016=1
 X011017+X018017+X019017=1
 X012018+X017018+X020018=1

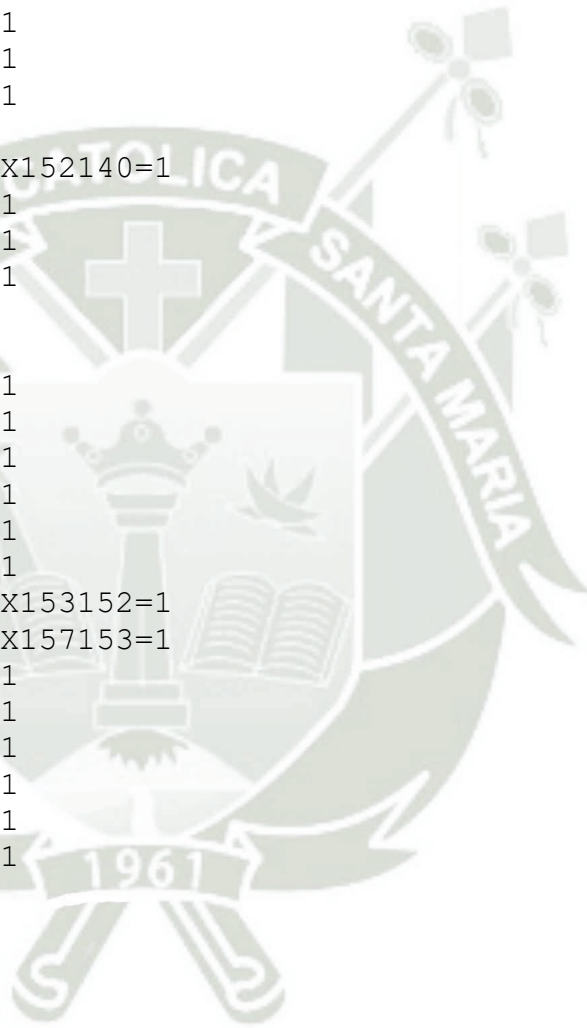
X017019+X029019=1
X015020+X018020+X028020=1
X016021+X026021+X028021=1
X016022+X025022+X026022=1
X013023+X024023+X033023=1
X014024+X023024+X025024+X035024=1
X022025+X024025+X027025+X036025=1
X021026+X022026+X027026+X031026=1
X025027+X026027+X032027+X037027=1
X020028+X021028+X030028=1
X019029+X030029+X047029=1
X028030+X029030+X031030=1
X026031+X030031+X032031+X048031=1
X027032+X031032+X049032=1
X023033+X034033+X038033=1
X033034+X035034+X043034=1
X024035+X034035+X036035=1
X025036+X035036+X037036=1
X027037+X036037+X042037=1
X033038+X039038+X060038=1
X038039+X040039+X061039=1
X039040+X041040+X062040=1
X040041+X046041+X063041=1
X037042+X043042+X045042=1
X034043+X042043+X044043=1
X043044+X045044+X046044=1
X042045+X044045=1
X041046+X044046+X053046=1
X029047+X048047+X050047=1
X031048+X047048+X049048+X051048=1
X032049+X048049+X052049=1
X047050+X051050+X056050=1
X048051+X050051+X052051+X057051=1
X049052+X051052+X055052=1
X046053+X054053+X065053=1
X053054+X055054+X102054=1
X052055+X054055+X058055=1
X050056+X057056=1
X051057+X056057+X059057=1
X055058+X059058+X119058=1
X057059+X058059+X122059=1
X038060+X061060=1
X039061+X060061+X062061+X067061=1
X040062+X061062+X064062+X068062=1
X041063+X064063+X066063=1
X062064+X063064+X069064=1
X053065+X066065+X102065=1
X063066+X065066+X070066=1
X061067+X068067+X072067=1
X062068+X067068+X069068+X073068=1
X064069+X068069+X071069=1



X066070+X071070+X098070=1
X069071+X070071+X076071=1
X067072+X073072+X075072=1
X068073+X072073+X074073=1
X073074+X077074+X078074=1
X072075+X078075+X080075=1
X071076+X077076+X096076=1
X074077+X076077+X079077+X087077=1
X074078+X075078+X079078=1
X077079+X078079+X082079=1
X075080+X081080=1
X080081+X082081+X083081=1
X079082+X081082+X084082=1
X081083+X084083+X089083=1
X082084+X083084+X085084+X090084=1
X084085+X086085+X092085=1
X085086+X087086+X093086=1
X077087+X086087+X088087=1
X087088+X095088+X096088=1
X083089+X090089=1
X084090+X089090+X092090=1
X124091+X125091+X127091=1
X085092+X090092+X093092=1
X086093+X092093+X094093=1
X093094+X095094+X100094+X105094=1
X088095+X094095+X099095=1
X076096+X088096=1
X070098+X101098=1
X095099+X100099=1
X094100+X099100+X104100+X105100=1
X098101+X102101=1
X054102+X065102+X101102=1
X100104+X106104+X107104=1
X094105+X100105+X106105=1
X104106+X105106=1
X104107+X110107=1
X111109+X113109=1
X107110+X111110=1
X109111+X110111+X112111=1
X111112+X113112+X117112=1
X109113+X112113+X114113=1
X113114+X115114+X123114=1
X114115+X116115+X121115=1
X115116+X117116+X120116=1
X112117+X116117=1
X058119+X120119=1
X116120+X119120+X121120=1
X115121+X120121+X122121+X123121=1
X059122+X121122+X128122+X129122=1
X114123+X121123+X124123=1
X091124+X123124+X125124=1



X091125+X124125+X126125=1
 X125126+X135126=1
 X091127+X128127+X134127=1
 X122128+X127128+X131128=1
 X122129+X130129+X131129=1
 X129130+X132130=1
 X128131+X129131+X133131=1
 X130132+X133132+X137132=1
 X131133+X132133+X134133+X136133=1
 X127134+X133134+X135134+X153134=1
 X126135+X134135+X158135=1
 X133136+X137136+X152136=1
 X132137+X136137+X140137=1
 X140139+X141139=1
 X137140+X139140+X147140+X152140=1
 X139141+X142141+X145141=1
 X141142+X143142+X144142=1
 X009143+X142143+X146143=1
 X142144+X145144=1
 X141145+X144145=1
 X143146+X147146+X148146=1
 X140147+X146147+X149147=1
 X146148+X149148+X150148=1
 X147149+X148149+X151149=1
 X148150+X151150+X154150=1
 X149151+X150151+X152151=1
 X136152+X140152+X151152+X153152=1
 X134153+X152153+X154153+X157153=1
 X150154+X153154+X155154=1
 X154155+X156155+X160155=1
 X155156+X157156+X159156=1
 X153157+X156157+X158157=1
 X135158+X157158+X159158=1
 X156159+X158159+X160159=1
 X155160+X159160=1
 X001002+X002001<=1
 X001003+X003001<=1
 X002004+X004002<=1
 X002006+X006002<=1
 X003005+X005003<=1
 X003013+X013003<=1
 X004005+X005004<=1
 X004007+X007004<=1
 X005008+X008005<=1
 X005014+X014005<=1
 X006007+X007006<=1
 X006009+X009006<=1
 X007008+X008007<=1
 X007010+X010007<=1
 X008011+X011008<=1
 X008012+X012008<=1



X009010+X010009<=1
X009143+X143009<=1
X010011+X011010<=1
X011017+X017011<=1
X012015+X015012<=1
X012018+X018012<=1
X013014+X014013<=1
X013023+X023013<=1
X014016+X016014<=1
X014024+X024014<=1
X015016+X016015<=1
X015020+X020015<=1
X016021+X021016<=1
X016022+X022016<=1
X017018+X018017<=1
X017019+X019017<=1
X018020+X020018<=1
X019029+X029019<=1
X020028+X028020<=1
X021026+X026021<=1
X021028+X028021<=1
X022025+X025022<=1
X022026+X026022<=1
X023024+X024023<=1
X023033+X033023<=1
X024025+X025024<=1
X024035+X035024<=1
X025027+X027025<=1
X025036+X036025<=1
X026027+X027026<=1
X026031+X031026<=1
X027032+X032027<=1
X027037+X037027<=1
X028030+X030028<=1
X029030+X030029<=1
X029047+X047029<=1
X030031+X031030<=1
X031032+X032031<=1
X031048+X048031<=1
X032049+X049032<=1
X033034+X034033<=1
X033038+X038033<=1
X034035+X035034<=1
X034043+X043034<=1
X035036+X036035<=1
X036037+X037036<=1
X037042+X042037<=1
X038039+X039038<=1
X038060+X060038<=1
X039040+X040039<=1
X039061+X061039<=1



X040041+X041040<=1
X040062+X062040<=1
X041046+X046041<=1
X041063+X063041<=1
X042043+X043042<=1
X042045+X045042<=1
X043044+X044043<=1
X044045+X045044<=1
X044046+X046044<=1
X046053+X053046<=1
X047048+X048047<=1
X047050+X050047<=1
X048049+X049048<=1
X048051+X051048<=1
X049052+X052049<=1
X050051+X051050<=1
X050056+X056050<=1
X051052+X052051<=1
X051057+X057051<=1
X052055+X055052<=1
X053054+X054053<=1
X053065+X065053<=1
X054055+X055054<=1
X054102+X102054<=1
X055058+X058055<=1
X056057+X057056<=1
X057059+X059057<=1
X058059+X059058<=1
X058119+X119058<=1
X059122+X122059<=1
X060061+X061060<=1
X061062+X062061<=1
X061067+X067061<=1
X062064+X064062<=1
X062068+X068062<=1
X063064+X064063<=1
X063066+X066063<=1
X064069+X069064<=1
X065066+X066065<=1
X065102+X102065<=1
X066070+X070066<=1
X067068+X068067<=1
X067072+X072067<=1
X068069+X069068<=1
X068073+X073068<=1
X069071+X071069<=1
X070071+X071070<=1
X070098+X098070<=1
X071076+X076071<=1
X072073+X073072<=1
X072075+X075072<=1



X073074+X074073<=1
X074077+X077074<=1
X074078+X078074<=1
X075078+X078075<=1
X075080+X080075<=1
X076077+X077076<=1
X076096+X096076<=1
X077079+X079077<=1
X077087+X087077<=1
X078079+X079078<=1
X079082+X082079<=1
X080081+X081080<=1
X081082+X082081<=1
X081083+X083081<=1
X082084+X084082<=1
X083084+X084083<=1
X083089+X089083<=1
X084085+X085084<=1
X084090+X090084<=1
X085086+X086085<=1
X085092+X092085<=1
X086087+X087086<=1
X086093+X093086<=1
X087088+X088087<=1
X088095+X095088<=1
X088096+X096088<=1
X089090+X090089<=1
X090092+X092090<=1
X091124+X124091<=1
X091125+X125091<=1
X091127+X127091<=1
X092093+X093092<=1
X093094+X094093<=1
X094095+X095094<=1
X094100+X100094<=1
X094105+X105094<=1
X095099+X099095<=1
X098101+X101098<=1
X099100+X100099<=1
X100104+X104100<=1
X100105+X105100<=1
X101102+X102101<=1
X104106+X106104<=1
X104107+X107104<=1
X105106+X106105<=1
X107110+X110107<=1
X109111+X111109<=1
X109113+X113109<=1
X110111+X111110<=1
X111112+X112111<=1
X112113+X113112<=1



X112117+X117112<=1
X113114+X114113<=1
X114115+X115114<=1
X114123+X123114<=1
X115116+X116115<=1
X115121+X121115<=1
X116117+X117116<=1
X116120+X120116<=1
X119120+X120119<=1
X120121+X121120<=1
X121122+X122121<=1
X121123+X123121<=1
X122128+X128122<=1
X122129+X129122<=1
X123124+X124123<=1
X124125+X125124<=1
X125126+X126125<=1
X126135+X135126<=1
X127128+X128127<=1
X127134+X134127<=1
X128131+X131128<=1
X129130+X130129<=1
X129131+X131129<=1
X130132+X132130<=1
X131133+X133131<=1
X132133+X133132<=1
X132137+X137132<=1
X133134+X134133<=1
X133136+X136133<=1
X134135+X135134<=1
X134153+X153134<=1
X135158+X158135<=1
X136137+X137136<=1
X136152+X152136<=1
X137140+X140137<=1
X139140+X140139<=1
X139141+X141139<=1
X140147+X147140<=1
X140152+X152140<=1
X141142+X142141<=1
X141145+X145141<=1
X142143+X143142<=1
X142144+X144142<=1
X143146+X146143<=1
X144145+X145144<=1
X146147+X147146<=1
X146148+X148146<=1
X147149+X149147<=1
X148149+X149148<=1
X148150+X150148<=1
X149151+X151149<=1



X150151+X151150<=1
X150154+X154150<=1
X151152+X152151<=1
X152153+X153152<=1
X153154+X154153<=1
X153157+X157153<=1
X154155+X155154<=1
X155156+X156155<=1
X155160+X160155<=1
X156157+X157156<=1
X156159+X159156<=1
X157158+X158157<=1
X158159+X159158<=1
X159160+X160159<=1
X004002=1
X006007=1
X008012=1
X025036=1
X034043=1
X074078=1
X079077=1
X116115=1
X121120=1
X134127=1
END



ZONA 08

MIN

43X001002+160X001007+43X002001+56X002003+150X002008+56X003002+
27X003004+130X003047+27X004003+92X004005+69X004006+92X005004+6
6X005006+58X005011+69X006004+66X006005+37X006009+160X007001+40
X007008+100X007014+150X008002+40X008007+60X008009+37X009006+60
X009008+12X009010+12X010009+80X010011+51X010013+58X011005+80X0
11010+49X011012+49X012011+84X012013+51X012018+51X013010+84X013
012+100X014007+120X014025+89X017018+51X017020+51X018012+89X018
017+49X018019+49X019018+94X019020+50X019021+51X020017+94X02001
9+50X020022+50X021019+98X021022+49X021026+50X022020+98X022021+
10X022023+10X023022+66X023024+66X024023+45X024025+150X024031+1
20X025014+45X025024+160X025030+49X026021+51X026028+51X028026+1
10X028029+15X028034+110X029028+51X029033+160X030025+43X030031+
140X030060+150X031024+43X031030+13X031032+13X032031+55X032033+
150X032059+51X033029+55X033032+100X033035+52X033036+15X034028+
34X034035+110X034044+100X035033+34X035034+54X035038+52X036033+
51X036037+100X036058+51X037036+55X037038+160X037057+54X038035+
55X038037+23X038039+23X039038+48X039040+20X039041+48X040039+46
X040041+8X040042+20X041039+46X041040+98X041055+8X042040+42X042
043+100X042054+42X043042+51X043053+110X044034+40X044045+40X045
044+100X045046+41X045051+100X046045+300X046047+24X046048+130X0
47003+300X047046+24X048046+100X048049+50X048050+100X049048+52X
049050+18X049052+50X050048+52X050049+44X050051+41X051045+44X05
1050+42X051052+18X052049+42X052051+51X053043+52X053054+100X054
042+52X054053+59X054055+98X055041+59X055054+17X055056+17X05605
5+58X056057+100X056065+160X057037+58X057056+51X057063+130X0570
69+100X058036+55X058059+59X058063+150X059032+55X059058+51X0590
60+110X059062+140X060030+51X060059+110X060061+110X061060+52X06
1062+56X061073+110X062059+52X062061+53X062064+51X063057+59X063
058+47X063064+53X064062+47X064063+63X064070+100X065056+24X0650
66+87X065067+24X066065+48X066068+57X066069+87X067065+58X067068
+120X067078+300X067091+48X068066+58X068067+130X069057+57X06906
6+71X069071+100X069076+63X070064+19X070071+53X070072+51X071069
+19X071070+100X071075+53X072070+52X072073+120X072074+56X073061
+52X073072+130X073087+120X074072+52X074075+45X074085+54X074087
+100X075071+52X075074+48X075076+100X076069+48X076075+120X07806
7+50X078079+54X078080+50X079078+54X079081+54X080078+65X080081+
58X080088+160X080095+54X081079+65X081080+52X081089+45X085074+5
1X085086+51X086085+45X086087+34X086109+130X087073+54X087074+45
X087086+62X087109+58X088080+83X088089+40X088090+52X089081+83X0
89088+48X089096+40X090088+48X090092+97X090096+300X091067+25X09
1095+170X091138+48X092090+51X092093+100X092097+51X093092+50X09
3094+100X093098+50X094093+100X094099+55X094106+48X094138+160X0
95080+25X095091+48X096089+97X096090+51X096097+100X097092+51X09
7096+50X097098+47X097100+100X098093+50X098097+51X098099+100X09
9094+51X099098+50X099101+47X100097+100X100101+54X100107+50X101
099+100X101100+28X101102+53X101103+28X102101+61X102103+42X1021
08+53X103101+61X103102+31X103105+31X105103+55X105121+140X10512
7+55X106094+200X106139+54X107100+63X107108+42X108102+63X108107

+85X108111+34X109086+62X109087+22X109112+85X111108+39X111118+2
2X112109+130X112114+130X114112+50X114115+50X115114+43X115116+4
3X116115+130X116117+130X117116+56X117119+51X117120+130X117122+
39X118111+100X118119+56X119117+100X119118+130X119121+51X120117
+140X120123+55X121105+130X121119+56X121122+140X121126+140X1211
31+130X122117+56X122121+51X122123+150X122125+140X123120+51X123
122+150X123124+150X124123+46X124125+130X124135+47X124136+150X1
25122+46X125124+56X125131+130X125134+140X126121+50X126127+140X
126132+140X127105+50X127126+52X129130+58X129139+52X130129+52X1
30132+140X131121+56X131125+130X131133+140X132126+52X132130+130
X133131+55X133134+130X134125+55X134133+46X134135+130X135124+46
X135134+49X135137+47X136124+120X136137+49X137135+120X137136+17
0X138091+48X138094+200X139106+58X139129

ST

X001002+X001007=1
X002001+X002003+X002008=1
X003002+X003004+X003047=1
X004003+X004005+X004006=1
X005004+X005006+X005011=1
X006004+X006005+X006009=1
X007001+X007008+X007014=1
X008002+X008007+X008009=1
X009006+X009008+X009010=1
X010009+X010011+X010013=1
X011005+X011010+X011012=1
X012011+X012013+X012018=1
X013010+X013012=1
X014007+X014025=1
X017018+X017020=1
X018012+X018017+X018019=1
X019018+X019020+X019021=1
X020017+X020019+X020022=1
X021019+X021022+X021026=1
X022020+X022021+X022023=1
X023022+X023024=1
X024023+X024025+X024031=1
X025014+X025024+X025030=1
X026021+X026028=1
X028026+X028029+X028034=1
X029028+X029033=1
X030025+X030031+X030060=1
X031024+X031030+X031032=1
X032031+X032033+X032059=1
X033029+X033032+X033035+X033036=1
X034028+X034035+X034044=1
X035033+X035034+X035038=1
X036033+X036037+X036058=1
X037036+X037038+X037057=1
X038035+X038037+X038039=1
X039038+X039040+X039041=1
X040039+X040041+X040042=1

X041039+X041040+X041055=1
X042040+X042043+X042054=1
X043042+X043053=1
X044034+X044045=1
X045044+X045046+X045051=1
X046045+X046047+X046048=1
X047003+X047046=1
X048046+X048049+X048050=1
X049048+X049050+X049052=1
X050048+X050049+X050051=1
X051045+X051050+X051052=1
X052049+X052051=1
X053043+X053054=1
X054042+X054053+X054055=1
X055041+X055054+X055056=1
X056055+X056057+X056065=1
X057037+X057056+X057063+X057069=1
X058036+X058059+X058063=1
X059032+X059058+X059060+X059062=1
X060030+X060059+X060061=1
X061060+X061062+X061073=1
X062059+X062061+X062064=1
X063057+X063058+X063064=1
X064062+X064063+X064070=1
X065056+X065066+X065067=1
X066065+X066068+X066069=1
X067065+X067068+X067078+X067091=1
X068066+X068067=1
X069057+X069066+X069071+X069076=1
X070064+X070071+X070072=1
X071069+X071070+X071075=1
X072070+X072073+X072074=1
X073061+X073072+X073087=1
X074072+X074075+X074085+X074087=1
X075071+X075074+X075076=1
X076069+X076075=1
X078067+X078079+X078080=1
X079078+X079081=1
X080078+X080081+X080088+X080095=1
X081079+X081080+X081089=1
X085074+X085086=1
X086085+X086087+X086109=1
X087073+X087074+X087086+X087109=1
X088080+X088089+X088090=1
X089081+X089088+X089096=1
X090088+X090092+X090096=1
X091067+X091095+X091138=1
X092090+X092093+X092097=1
X093092+X093094+X093098=1
X094093+X094099+X094106+X094138=1
X095080+X095091=1

X096089+X096090+X096097=1
 X097092+X097096+X097098+X097100=1
 X098093+X098097+X098099=1
 X099094+X099098+X099101=1
 X100097+X100101+X100107=1
 X101099+X101100+X101102+X101103=1
 X102101+X102103+X102108=1
 X103101+X103102+X103105=1
 X105103+X105121+X105127=1
 X106094+X106139=1
 X107100+X107108=1
 X108102+X108107+X108111=1
 X109086+X109087+X109112=1
 X111108+X111118=1
 X112109+X112114=1
 X114112+X114115=1
 X115114+X115116=1
 X116115+X116117=1
 X117116+X117119+X117120+X117122=1
 X118111+X118119=1
 X119117+X119118+X119121=1
 X120117+X120123=1
 X121105+X121119+X121122+X121126+X121131=1
 X122117+X122121+X122123+X122125=1
 X123120+X123122+X123124=1
 X124123+X124125+X124135+X124136=1
 X125122+X125124+X125131+X125134=1
 X126121+X126127+X126132=1
 X127105+X127126=1
 X129130+X129139=1
 X130129+X130132=1
 X131121+X131125+X131133=1
 X132126+X132130=1
 X133131+X133134=1
 X134125+X134133+X134135=1
 X135124+X135134+X135137=1
 X136124+X136137=1
 X137135+X137136=1
 X138091+X138094=1
 X139106+X139129=1
 X002001+X007001=1
 X001002+X003002+X008002=1
 X002003+X004003+X047003=1
 X003004+X005004+X006004=1
 X004005+X006005+X011005=1
 X004006+X005006+X009006=1
 X001007+X008007+X014007=1
 X002008+X007008+X009008=1
 X006009+X008009+X010009=1
 X009010+X011010+X013010=1
 X005011+X010011+X012011=1



X011012+X013012+X018012=1
X010013+X012013=1
X007014+X025014=1
X018017+X020017=1
X012018+X017018+X019018=1
X018019+X020019+X021019=1
X017020+X019020+X022020=1
X019021+X022021+X026021=1
X020022+X021022+X023022=1
X022023+X024023=1
X023024+X025024+X031024=1
X014025+X024025+X030025=1
X021026+X028026=1
X026028+X029028+X034028=1
X028029+X033029=1
X025030+X031030+X060030=1
X024031+X030031+X032031=1
X031032+X033032+X059032=1
X029033+X032033+X035033+X036033=1
X028034+X035034+X044034=1
X033035+X034035+X038035=1
X033036+X037036+X058036=1
X036037+X038037+X057037=1
X035038+X037038+X039038=1
X038039+X040039+X041039=1
X039040+X041040+X042040=1
X039041+X040041+X055041=1
X040042+X043042+X054042=1
X042043+X053043=1
X034044+X045044=1
X044045+X046045+X051045=1
X045046+X047046+X048046=1
X003047+X046047=1
X046048+X049048+X050048=1
X048049+X050049+X052049=1
X048050+X049050+X051050=1
X045051+X050051+X052051=1
X049052+X051052=1
X043053+X054053=1
X042054+X053054+X055054=1
X041055+X054055+X056055=1
X055056+X057056+X065056=1
X037057+X056057+X063057+X069057=1
X036058+X059058+X063058=1
X032059+X058059+X060059+X062059=1
X030060+X059060+X061060=1
X060061+X062061+X073061=1
X059062+X061062+X064062=1
X057063+X058063+X064063=1
X062064+X063064+X070064=1
X056065+X066065+X067065=1

X065066+X068066+X069066=1
X065067+X068067+X078067+X091067=1
X066068+X067068=1
X057069+X066069+X071069+X076069=1
X064070+X071070+X072070=1
X069071+X070071+X075071=1
X070072+X073072+X074072=1
X061073+X072073+X087073=1
X072074+X075074+X085074+X087074=1
X071075+X074075+X076075=1
X069076+X075076=1
X067078+X079078+X080078=1
X078079+X081079=1
X078080+X081080+X088080+X095080=1
X079081+X080081+X089081=1
X074085+X086085=1
X085086+X087086+X109086=1
X073087+X074087+X086087+X109087=1
X080088+X089088+X090088=1
X081089+X088089+X096089=1
X088090+X092090+X096090=1
X067091+X095091+X138091=1
X090092+X093092+X097092=1
X092093+X094093+X098093=1
X093094+X099094+X106094+X138094=1
X080095+X091095=1
X089096+X090096+X097096=1
X092097+X096097+X098097+X100097=1
X093098+X097098+X099098=1
X094099+X098099+X101099=1
X097100+X101100+X107100=1
X099101+X100101+X102101+X103101=1
X101102+X103102+X108102=1
X101103+X102103+X105103=1
X103105+X121105+X127105=1
X094106+X139106=1
X100107+X108107=1
X102108+X107108+X111108=1
X086109+X087109+X112109=1
X108111+X118111=1
X109112+X114112=1
X112114+X115114=1
X114115+X116115=1
X115116+X117116=1
X116117+X119117+X120117+X122117=1
X111118+X119118=1
X117119+X118119+X121119=1
X117120+X123120=1
X105121+X119121+X122121+X126121+X131121=1
X117122+X121122+X123122+X125122=1
X120123+X122123+X124123=1

X123124+X125124+X135124+X136124=1
 X122125+X124125+X131125+X134125=1
 X121126+X127126+X132126=1
 X105127+X126127=1
 X130129+X139129=1
 X129130+X132130=1
 X121131+X125131+X133131=1
 X126132+X130132=1
 X131133+X134133=1
 X125134+X133134+X135134=1
 X124135+X134135+X137135=1
 X124136+X137136=1
 X135137+X136137=1
 X091138+X094138=1
 X106139+X129139=1
 X001002+X002001<=1
 X001007+X007001<=1
 X002003+X003002<=1
 X002008+X008002<=1
 X003004+X004003<=1
 X003047+X047003<=1
 X004005+X005004<=1
 X004006+X006004<=1
 X005006+X006005<=1
 X005011+X011005<=1
 X006009+X009006<=1
 X007008+X008007<=1
 X007014+X014007<=1
 X008009+X009008<=1
 X009010+X010009<=1
 X010011+X011010<=1
 X010013+X013010<=1
 X011012+X012011<=1
 X012013+X013012<=1
 X012018+X018012<=1
 X014025+X025014<=1
 X017018+X018017<=1
 X017020+X020017<=1
 X018019+X019018<=1
 X019020+X020019<=1
 X019021+X021019<=1
 X020022+X022020<=1
 X021022+X022021<=1
 X021026+X026021<=1
 X022023+X023022<=1
 X023024+X024023<=1
 X024025+X025024<=1
 X024031+X031024<=1
 X025030+X030025<=1
 X026028+X028026<=1
 X028029+X029028<=1



X028034+X034028<=1
X029033+X033029<=1
X030031+X031030<=1
X030060+X060030<=1
X031032+X032031<=1
X032033+X033032<=1
X032059+X059032<=1
X033035+X035033<=1
X033036+X036033<=1
X034035+X035034<=1
X034044+X044034<=1
X035038+X038035<=1
X036037+X037036<=1
X036058+X058036<=1
X037038+X038037<=1
X037057+X057037<=1
X038039+X039038<=1
X039040+X040039<=1
X039041+X041039<=1
X040041+X041040<=1
X040042+X042040<=1
X041055+X055041<=1
X042043+X043042<=1
X042054+X054042<=1
X043053+X053043<=1
X044045+X045044<=1
X045046+X046045<=1
X045051+X051045<=1
X046047+X047046<=1
X046048+X048046<=1
X048049+X049048<=1
X048050+X050048<=1
X049050+X050049<=1
X049052+X052049<=1
X050051+X051050<=1
X051052+X052051<=1
X053054+X054053<=1
X054055+X055054<=1
X055056+X056055<=1
X056057+X057056<=1
X056065+X065056<=1
X057063+X063057<=1
X057069+X069057<=1
X058059+X059058<=1
X058063+X063058<=1
X059060+X060059<=1
X059062+X062059<=1
X060061+X061060<=1
X061062+X062061<=1
X061073+X073061<=1
X062064+X064062<=1



X063064+X064063<=1
X064070+X070064<=1
X065066+X066065<=1
X065067+X067065<=1
X066068+X068066<=1
X066069+X069066<=1
X067068+X068067<=1
X067078+X078067<=1
X067091+X091067<=1
X069071+X071069<=1
X069076+X076069<=1
X070071+X071070<=1
X070072+X072070<=1
X071075+X075071<=1
X072073+X073072<=1
X072074+X074072<=1
X073087+X087073<=1
X074075+X075074<=1
X074085+X085074<=1
X074087+X087074<=1
X075076+X076075<=1
X078079+X079078<=1
X078080+X080078<=1
X079081+X081079<=1
X080081+X081080<=1
X080088+X088080<=1
X080095+X095080<=1
X081089+X089081<=1
X085086+X086085<=1
X086087+X087086<=1
X086109+X109086<=1
X087109+X109087<=1
X088089+X089088<=1
X088090+X090088<=1
X089096+X096089<=1
X090092+X092090<=1
X090096+X096090<=1
X091095+X095091<=1
X091138+X138091<=1
X092093+X093092<=1
X092097+X097092<=1
X093094+X094093<=1
X093098+X098093<=1
X094099+X099094<=1
X094106+X106094<=1
X094138+X138094<=1
X096097+X097096<=1
X097098+X098097<=1
X097100+X100097<=1
X098099+X099098<=1
X099101+X101099<=1



X100101+X101100<=1
X100107+X107100<=1
X101102+X102101<=1
X101103+X103101<=1
X102103+X103102<=1
X102108+X108102<=1
X103105+X105103<=1
X105121+X121105<=1
X105127+X127105<=1
X106139+X139106<=1
X107108+X108107<=1
X108111+X111108<=1
X109112+X112109<=1
X111118+X118111<=1
X112114+X114112<=1
X114115+X115114<=1
X115116+X116115<=1
X116117+X117116<=1
X117119+X119117<=1
X117120+X120117<=1
X117122+X122117<=1
X118119+X119118<=1
X119121+X121119<=1
X120123+X123120<=1
X121122+X122121<=1
X121126+X126121<=1
X121131+X131121<=1
X122123+X123122<=1
X122125+X125122<=1
X123124+X124123<=1
X124125+X125124<=1
X124135+X135124<=1
X124136+X136124<=1
X125131+X131125<=1
X125134+X134125<=1
X126127+X127126<=1
X126132+X132126<=1
X129130+X130129<=1
X129139+X139129<=1
X130132+X132130<=1
X131133+X133131<=1
X133134+X134133<=1
X134135+X135134<=1
X135137+X137135<=1
X136137+X137136<=1
X090096=1
X097092=1
X123124=1
X125122=1
END



ANEXO 10. SOLUCIÓN DE MODELOS MATEMATICOS EN LINGO

ZONA 01

Global optimal solution found.

Objective value: 11528.00

Infeasibilities: 0.000000

Total solver iterations: 150

Elapsed runtime seconds: 0.12

Model Class: LP

Total variables: 362

Nonlinear variables: 0

Integer variables: 0

Total constraints: 443

Nonlinear constraints: 0

Total nonzeros: 1427

Nonlinear nonzeros: 0

Variable	Value	Reduced Cost
X001002	1.000000	0.000000
X001008	0.000000	0.000000
X008001	1.000000	0.000000
X002003	1.000000	0.000000
X002009	0.000000	0.000000
X009002	0.000000	0.000000
X003004	1.000000	0.000000
X004005	1.000000	0.000000
X005006	1.000000	0.000000
X006007	1.000000	0.000000
X006018	0.000000	0.000000
X007034	1.000000	0.000000
X008020	0.000000	0.000000
X009008	1.000000	0.000000
X009021	0.000000	0.000000
X010011	0.000000	0.000000
X010022	1.000000	0.000000
X011010	1.000000	0.000000
X011012	0.000000	0.000000
X012011	1.000000	0.000000
X012013	0.000000	0.000000
X012024	0.000000	108.0000
X013012	1.000000	0.000000
X013014	0.000000	0.000000
X013025	0.000000	0.000000
X014013	1.000000	0.000000

X014015	0.000000	0.000000
X014026	0.000000	0.000000
X015014	1.000000	0.000000
X015016	0.000000	0.000000
X016015	1.000000	0.000000
X016017	0.000000	0.000000
X016028	0.000000	0.000000
X017016	0.000000	0.000000
X017018	0.000000	0.000000
X017029	1.000000	0.000000
X018006	0.000000	0.000000
X018017	1.000000	0.000000
X018019	0.000000	0.000000
X019018	1.000000	0.000000
X019032	0.000000	0.000000
X020008	0.000000	0.000000
X020021	1.000000	0.000000
X020035	0.000000	0.000000
X021009	1.000000	0.000000
X021020	0.000000	0.000000
X021022	0.000000	232.0000
X021036	0.000000	0.000000
X022010	0.000000	0.000000
X022021	0.000000	144.0000
X022023	1.000000	0.000000
X023022	0.000000	0.000000
X023024	1.000000	0.000000
X024012	0.000000	108.0000
X024023	0.000000	0.000000
X024025	1.000000	0.000000
X024038	0.000000	0.000000
X025013	0.000000	0.000000
X025024	0.000000	0.000000
X025026	1.000000	0.000000
X026014	0.000000	0.000000
X026025	0.000000	0.000000
X026039	1.000000	0.000000
X028016	1.000000	0.000000
X028029	0.000000	0.000000
X029017	0.000000	0.000000
X029028	1.000000	0.000000
X029030	0.000000	0.000000
X030029	0.000000	0.000000
X030033	1.000000	0.000000
X030056	0.000000	0.000000
X032019	1.000000	0.000000
X032033	0.000000	0.000000
X033030	0.000000	0.000000
X033032	1.000000	0.000000
X033034	0.000000	44.00000
X034007	0.000000	117.0000

X034033	0.000000	0.000000
X034058	1.000000	0.000000
X035020	1.000000	0.000000
X035036	0.000000	0.000000
X035041	0.000000	0.000000
X036021	0.000000	0.000000
X036035	1.000000	0.000000
X036042	0.000000	0.000000
X038024	0.000000	0.000000
X038039	0.000000	0.000000
X038043	1.000000	0.000000
X039026	0.000000	0.000000
X039038	1.000000	0.000000
X039044	0.000000	0.000000
X041035	0.000000	0.000000
X041042	1.000000	0.000000
X041045	0.000000	0.000000
X042036	1.000000	0.000000
X042041	0.000000	0.000000
X042046	0.000000	88.00000
X043038	0.000000	0.000000
X043044	1.000000	0.000000
X043050	0.000000	0.000000
X044039	0.000000	0.000000
X044043	0.000000	0.000000
X044053	1.000000	0.000000
X045041	1.000000	0.000000
X045046	0.000000	88.00000
X045059	0.000000	6.000000
X046042	0.000000	0.000000
X046045	0.000000	0.000000
X046047	0.000000	0.000000
X046060	1.000000	0.000000
X047046	1.000000	0.000000
X047048	0.000000	0.000000
X047062	0.000000	0.000000
X048047	1.000000	0.000000
X048049	0.000000	0.000000
X048063	0.000000	0.000000
X049048	1.000000	0.000000
X049050	0.000000	0.000000
X049064	0.000000	0.000000
X050043	0.000000	0.000000
X050049	1.000000	0.000000
X050051	0.000000	0.000000
X050065	0.000000	23.00000
X051050	1.000000	0.000000
X051052	0.000000	0.000000
X051066	0.000000	0.000000
X052051	0.000000	0.000000
X052053	0.000000	0.000000

X052067	1.000000	0.000000
X053044	0.000000	0.000000
X053052	1.000000	0.000000
X053068	0.000000	42.00000
X056030	1.000000	0.000000
X056071	0.000000	0.000000
X058034	0.000000	0.000000
X058074	1.000000	0.000000
X059045	1.000000	0.000000
X059060	0.000000	82.00000
X059075	0.000000	9.000000
X060046	0.000000	0.000000
X060059	0.000000	0.000000
X060061	1.000000	0.000000
X061060	0.000000	0.000000
X061062	0.000000	0.000000
X061076	1.000000	0.000000
X062047	0.000000	0.000000
X062061	0.000000	0.000000
X062063	1.000000	0.000000
X062079	0.000000	0.000000
X063048	0.000000	0.000000
X063062	0.000000	0.000000
X063064	0.000000	35.00000
X063081	1.000000	0.000000
X064049	0.000000	0.000000
X064063	0.000000	35.00000
X064065	1.000000	0.000000
X064082	0.000000	0.000000
X065050	0.000000	23.00000
X065064	0.000000	0.000000
X065066	0.000000	0.000000
X065091	1.000000	0.000000
X066051	1.000000	0.000000
X066065	0.000000	0.000000
X066067	0.000000	0.000000
X066092	0.000000	44.00000
X067052	0.000000	0.000000
X067066	1.000000	0.000000
X067068	0.000000	0.000000
X067093	0.000000	0.000000
X068053	0.000000	42.00000
X068067	0.000000	0.000000
X068069	1.000000	0.000000
X068094	0.000000	0.000000
X069068	0.000000	0.000000
X069095	1.000000	0.000000
X070071	1.000000	0.000000
X070083	0.000000	0.000000
X071056	1.000000	0.000000
X071070	0.000000	0.000000

X071072	0.000000	89.50000
X072071	0.000000	89.50000
X072073	0.000000	0.000000
X072084	1.000000	0.000000
X073072	1.000000	0.000000
X073074	0.000000	44.00000
X073085	0.000000	0.000000
X074058	0.000000	0.000000
X074073	0.000000	0.000000
X074086	1.000000	0.000000
X075059	1.000000	0.000000
X075076	0.000000	73.00000
X075077	0.000000	24.00000
X076061	0.000000	0.000000
X076075	0.000000	0.000000
X076078	1.000000	0.000000
X077075	1.000000	0.000000
X077078	0.000000	75.00000
X077087	0.000000	0.000000
X078076	0.000000	0.000000
X078077	0.000000	26.00000
X078079	1.000000	0.000000
X079062	1.000000	0.000000
X079078	0.000000	0.000000
X079080	0.000000	0.000000
X080079	0.000000	0.000000
X080081	0.000000	0.000000
X080088	1.000000	0.000000
X081063	0.000000	0.000000
X081080	1.000000	0.000000
X081082	0.000000	0.000000
X082064	1.000000	0.000000
X082081	0.000000	0.000000
X082089	0.000000	0.000000
X083070	1.000000	0.000000
X083084	0.000000	0.000000
X083097	0.000000	0.000000
X084072	0.000000	0.000000
X084083	1.000000	0.000000
X084085	0.000000	44.00000
X085073	1.000000	0.000000
X085084	0.000000	44.00000
X085086	0.000000	5.000000
X086074	0.000000	39.00000
X086085	1.000000	0.000000
X086099	0.000000	0.000000
X087077	1.000000	0.000000
X087088	0.000000	115.0000
X087100	0.000000	0.000000
X088080	0.000000	13.00000
X088087	0.000000	79.00000

X088089	0.000000	13.00000
X088101	1.000000	0.000000
X089082	1.000000	0.000000
X089088	0.000000	0.000000
X089090	0.000000	0.000000
X090089	1.000000	0.000000
X090091	0.000000	0.000000
X090102	0.000000	62.00000
X091065	0.000000	0.000000
X091090	0.000000	0.000000
X091092	1.000000	0.000000
X092066	0.000000	44.00000
X092091	0.000000	0.000000
X092093	1.000000	0.000000
X093067	0.000000	0.000000
X093092	0.000000	0.000000
X093094	1.000000	0.000000
X094068	1.000000	0.000000
X094093	0.000000	0.000000
X094095	0.000000	0.000000
X095069	0.000000	0.000000
X095094	0.000000	0.000000
X095096	1.000000	0.000000
X096095	0.000000	0.000000
X096097	1.000000	0.000000
X097083	0.000000	0.000000
X097096	0.000000	0.000000
X097098	1.000000	0.000000
X098097	0.000000	31.00000
X098099	1.000000	0.000000
X098105	0.000000	0.000000
X099086	0.000000	36.00000
X099098	0.000000	0.000000
X099105	1.000000	0.000000
X100087	1.000000	0.000000
X100106	0.000000	0.000000
X101088	0.000000	39.00000
X101102	0.000000	114.0000
X101103	1.000000	0.000000
X102090	1.000000	0.000000
X102096	0.000000	0.000000
X102101	0.000000	0.000000
X103100	0.000000	172.0000
X103101	0.000000	39.00000
X103108	1.000000	0.000000
X104102	1.000000	0.000000
X104103	0.000000	0.000000
X105098	0.000000	109.0000
X105099	0.000000	109.0000
X105122	1.000000	0.000000
X106100	1.000000	0.000000

X106111	0.000000	0.000000
X108103	0.000000	0.000000
X108109	1.000000	0.000000
X109110	1.000000	0.000000
X109114	0.000000	0.000000
X110104	1.000000	0.000000
X111106	1.000000	0.000000
X111112	0.000000	0.000000
X111123	0.000000	60.00000
X112111	1.000000	0.000000
X112113	0.000000	13.00000
X112115	0.000000	125.0000
X113112	1.000000	0.000000
X113114	0.000000	0.000000
X113116	0.000000	68.00000
X114109	0.000000	0.000000
X114113	1.000000	0.000000
X114118	0.000000	0.000000
X115112	0.000000	65.00000
X115116	1.000000	0.000000
X115124	0.000000	0.000000
X116113	0.000000	52.00000
X116115	0.000000	31.00000
X116117	1.000000	0.000000
X117116	0.000000	0.000000
X117118	0.000000	17.00000
X117125	1.000000	0.000000
X118114	1.000000	0.000000
X118117	0.000000	33.00000
X118119	0.000000	0.000000
X119110	0.000000	0.000000
X119118	1.000000	0.000000
X120119	1.000000	0.000000
X120126	0.000000	0.000000
X121120	0.000000	0.000000
X121134	1.000000	0.000000
X122105	0.000000	297.0000
X122121	1.000000	0.000000
X122128	0.000000	0.000000
X123111	0.000000	0.000000
X123124	1.000000	0.000000
X123129	0.000000	0.000000
X124115	1.000000	0.000000
X124123	0.000000	0.000000
X124125	0.000000	0.000000
X125117	0.000000	0.000000
X125124	0.000000	31.00000
X125126	0.000000	0.000000
X125132	1.000000	0.000000
X126120	1.000000	0.000000
X126125	0.000000	0.000000

X126133	0.000000	0.000000
X127122	0.000000	0.000000
X127128	1.000000	0.000000
X128127	0.000000	0.000000
X128137	1.000000	0.000000
X129123	1.000000	0.000000
X129139	0.000000	0.000000
X132125	0.000000	0.000000
X132133	1.000000	0.000000
X133126	1.000000	0.000000
X133132	0.000000	0.000000
X133134	0.000000	0.000000
X134121	0.000000	0.000000
X134133	0.000000	178.0000
X134135	1.000000	0.000000
X134143	0.000000	0.000000
X135127	1.000000	0.000000
X135134	0.000000	0.000000
X137138	1.000000	0.000000
X138148	1.000000	0.000000
X139129	1.000000	0.000000
X139149	0.000000	0.000000
X140139	1.000000	0.000000
X142140	1.000000	0.000000
X143134	0.000000	0.000000
X143142	1.000000	0.000000
X144135	0.000000	176.0000
X144143	1.000000	0.000000
X145146	1.000000	0.000000
X145147	0.000000	0.000000
X146145	0.000000	50.00000
X146147	0.000000	50.00000
X146155	1.000000	0.000000
X147145	1.000000	0.000000
X147146	0.000000	0.000000
X147148	0.000000	0.000000
X148147	1.000000	0.000000
X148157	0.000000	0.000000
X149139	0.000000	0.000000
X149152	1.000000	0.000000
X149158	0.000000	218.0000
X152149	0.000000	0.000000
X152153	1.000000	0.000000
X153152	0.000000	0.000000
X153154	1.000000	0.000000
X154144	1.000000	0.000000
X154155	0.000000	0.000000
X155146	0.000000	55.00000
X155154	0.000000	14.00000
X155156	1.000000	0.000000
X155161	0.000000	0.000000

X156155	0.000000	0.000000
X156157	1.000000	0.000000
X157156	0.000000	0.000000
X157160	1.000000	0.000000
X158149	1.000000	0.000000
X158153	0.000000	0.000000
X160163	1.000000	0.000000
X161155	0.000000	0.000000
X161158	1.000000	0.000000
X161162	0.000000	0.000000
X162161	1.000000	0.000000
X162163	0.000000	0.000000
X163162	1.000000	0.000000



ZONA 02

Global optimal solution found.

Objective value:	12111.00
Infeasibilities:	0.000000
Total solver iterations:	2440
Elapsed runtime seconds:	0.41

Model Class: LP

Total variables:	499
Nonlinear variables:	0
Integer variables:	0

Total constraints:	581
Nonlinear constraints:	0

Total nonzeros:	1993
Nonlinear nonzeros:	0

Variable	Value	Reduced Cost
X001002	0.000000	500.0000
X001054	1.000000	166.0000
X002001	1.000000	590.0000
X002003	0.000000	21.00000
X002043	0.000000	2.000000
X002047	0.000000	58.00000
X003002	1.000000	71.00000
X003004	0.000000	209.0000
X004003	1.000000	140.0000
X004005	0.000000	41.00000
X004040	0.000000	21.00000
X005004	1.000000	130.0000
X005006	0.000000	27.00000
X005039	0.000000	66.00000
X006005	1.000000	46.00000
X006007	0.000000	3.000000
X006038	0.000000	139.0000
X007006	1.000000	28.00000
X007008	0.000000	125.0000
X007034	0.000000	44.00000
X008007	0.000000	38.00000
X008009	0.000000	65.00000
X008032	1.000000	60.00000
X009008	1.000000	90.00000
X009010	0.000000	268.0000
X010009	1.000000	210.0000
X010011	0.000000	94.00000
X010023	0.000000	26.00000

X011010	1.000000	152.0000
X011012	0.000000	90.00000
X011016	0.000000	35.00000
X012011	0.000000	90.00000
X012013	0.000000	69.00000
X012014	1.000000	5.000000
X013012	1.000000	58.00000
X013181	0.000000	12.00000
X014012	0.000000	70.00000
X014015	1.000000	59.00000
X014016	0.000000	13.00000
X015014	0.000000	6.000000
X015017	1.000000	23.00000
X015181	0.000000	115.0000
X016011	1.000000	43.00000
X016014	0.000000	0.000000
X016017	0.000000	0.000000
X016019	0.000000	0.000000
X017015	0.000000	101.0000
X017016	1.000000	0.000000
X017018	0.000000	0.000000
X018017	0.000000	13.00000
X018020	1.000000	0.000000
X018022	0.000000	13.00000
X019016	0.000000	0.000000
X019022	1.000000	0.000000
X019024	0.000000	110.0000
X020018	0.000000	0.000000
X020181	1.000000	0.000000
X022018	1.000000	0.000000
X022019	0.000000	0.000000
X022162	0.000000	126.0000
X023010	0.000000	0.000000
X023024	1.000000	0.000000
X023025	0.000000	0.000000
X024019	1.000000	0.000000
X024023	0.000000	0.000000
X024026	0.000000	8.000000
X025023	1.000000	0.000000
X025026	0.000000	8.000000
X026024	0.000000	0.000000
X026025	1.000000	0.000000
X026028	0.000000	0.000000
X028026	1.000000	0.000000
X028030	0.000000	0.000000
X030028	1.000000	0.000000
X030035	0.000000	0.000000
X031162	1.000000	0.000000
X031180	0.000000	0.000000
X032008	0.000000	0.000000
X032033	1.000000	0.000000

X032035	0.000000	0.000000
X033032	0.000000	7.000000
X033034	1.000000	0.000000
X033036	0.000000	47.000000
X034007	1.000000	0.000000
X034033	0.000000	96.000000
X034037	0.000000	64.000000
X035030	1.000000	0.000000
X035032	0.000000	45.000000
X035036	0.000000	0.000000
X036033	0.000000	85.000000
X036035	1.000000	0.000000
X036037	0.000000	6.000000
X036172	0.000000	63.000000
X037034	0.000000	0.000000
X037036	1.000000	0.000000
X037038	0.000000	0.000000
X037144	0.000000	56.000000
X038006	0.000000	0.000000
X038037	1.000000	0.000000
X038039	0.000000	0.000000
X038143	0.000000	58.000000
X039005	0.000000	0.000000
X039038	1.000000	0.000000
X039041	0.000000	2.000000
X039142	0.000000	0.000000
X040004	0.000000	0.000000
X040041	1.000000	0.000000
X040042	0.000000	0.000000
X041039	0.000000	0.000000
X041040	0.000000	0.000000
X041137	1.000000	0.000000
X042040	1.000000	0.000000
X042043	0.000000	0.000000
X043002	0.000000	0.000000
X043042	1.000000	0.000000
X043045	0.000000	0.000000
X045043	1.000000	0.000000
X045046	0.000000	0.000000
X046045	1.000000	0.000000
X046047	0.000000	0.000000
X046066	0.000000	0.000000
X046135	0.000000	0.000000
X047002	0.000000	60.000000
X047046	1.000000	0.000000
X047048	0.000000	0.000000
X047063	0.000000	0.000000
X048047	0.000000	0.000000
X048049	1.000000	0.000000
X048050	0.000000	5.000000
X049048	0.000000	0.000000

X049050	0.000000	5.000000
X049061	1.000000	0.000000
X050048	1.000000	0.000000
X050049	0.000000	0.000000
X050051	0.000000	0.000000
X051050	1.000000	0.000000
X051052	0.000000	176.0000
X051060	0.000000	0.000000
X052051	1.000000	0.000000
X052053	0.000000	77.00000
X052057	0.000000	0.000000
X053052	1.000000	0.000000
X053054	0.000000	0.000000
X053056	0.000000	0.000000
X054001	0.000000	0.000000
X054053	1.000000	0.000000
X054055	0.000000	0.000000
X055054	0.000000	258.0000
X055056	0.000000	0.000000
X055077	1.000000	0.000000
X056053	0.000000	258.0000
X056055	1.000000	0.000000
X056062	0.000000	0.000000
X057052	0.000000	181.0000
X057058	0.000000	0.000000
X057062	1.000000	0.000000
X058057	1.000000	0.000000
X058059	0.000000	0.000000
X058060	0.000000	28.00000
X059058	1.000000	0.000000
X059060	0.000000	0.000000
X060051	0.000000	5.000000
X060058	0.000000	28.00000
X060059	1.000000	0.000000
X060061	0.000000	0.000000
X061049	0.000000	0.000000
X061060	1.000000	0.000000
X061072	0.000000	0.000000
X062056	1.000000	0.000000
X062057	0.000000	0.000000
X063047	1.000000	0.000000
X063064	0.000000	14.00000
X063066	0.000000	0.000000
X064063	0.000000	14.00000
X064065	1.000000	0.000000
X064072	0.000000	0.000000
X065064	0.000000	0.000000
X065066	0.000000	40.00000
X065070	1.000000	0.000000
X066046	0.000000	0.000000
X066063	1.000000	0.000000

X066065	0.000000	40.00000
X066067	0.000000	0.000000
X067066	1.000000	0.000000
X067069	0.000000	0.000000
X069067	1.000000	0.000000
X069070	0.000000	0.000000
X069130	0.000000	0.000000
X070065	0.000000	0.000000
X070069	0.000000	0.000000
X070071	1.000000	0.000000
X071070	0.000000	0.000000
X071074	0.000000	0.000000
X071130	1.000000	0.000000
X072061	0.000000	0.000000
X072064	1.000000	0.000000
X072074	0.000000	0.000000
X074071	0.000000	0.000000
X074072	1.000000	0.000000
X074076	0.000000	0.000000
X076074	1.000000	0.000000
X076086	0.000000	0.000000
X077055	0.000000	0.000000
X077078	1.000000	0.000000
X077084	0.000000	28.00000
X078077	0.000000	0.000000
X078079	0.000000	0.000000
X078080	1.000000	0.000000
X079078	0.000000	0.000000
X079081	0.000000	0.000000
X079082	1.000000	0.000000
X080078	0.000000	0.000000
X080081	1.000000	0.000000
X080086	0.000000	0.000000
X081079	1.000000	0.000000
X081080	0.000000	0.000000
X081083	0.000000	0.000000
X082079	0.000000	0.000000
X082083	1.000000	0.000000
X082085	0.000000	31.00000
X083081	0.000000	0.000000
X083082	0.000000	0.000000
X083085	1.000000	0.000000
X084077	0.000000	28.00000
X084085	0.000000	0.000000
X084092	1.000000	0.000000
X085082	0.000000	31.00000
X085083	0.000000	0.000000
X085084	1.000000	0.000000
X085088	0.000000	0.000000
X086076	1.000000	0.000000
X086080	0.000000	0.000000

X086087	0.000000	0.000000
X087086	1.000000	0.000000
X087088	0.000000	0.000000
X087089	0.000000	0.000000
X087131	0.000000	193.0000
X088085	0.000000	0.000000
X088087	0.000000	0.000000
X088090	1.000000	0.000000
X088093	0.000000	0.000000
X089087	1.000000	0.000000
X089090	0.000000	0.000000
X089102	0.000000	0.000000
X090088	0.000000	0.000000
X090089	0.000000	0.000000
X090091	1.000000	0.000000
X091090	0.000000	0.000000
X091099	1.000000	0.000000
X092084	0.000000	0.000000
X092093	0.000000	32.000000
X092094	1.000000	0.000000
X093088	1.000000	0.000000
X093092	0.000000	32.000000
X093094	0.000000	0.000000
X094092	0.000000	0.000000
X094093	1.000000	0.000000
X094095	0.000000	7.000000
X095094	0.000000	23.000000
X095096	1.000000	0.000000
X095097	0.000000	0.000000
X096095	0.000000	0.000000
X096106	1.000000	0.000000
X097095	1.000000	0.000000
X097104	0.000000	0.000000
X099091	0.000000	0.000000
X099101	1.000000	0.000000
X101099	0.000000	0.000000
X101102	0.000000	0.000000
X101105	1.000000	0.000000
X102089	1.000000	0.000000
X102101	0.000000	0.000000
X102103	0.000000	0.000000
X103102	1.000000	0.000000
X103110	0.000000	38.000000
X103118	0.000000	39.000000
X104097	1.000000	0.000000
X104105	0.000000	0.000000
X104106	0.000000	4.000000
X105101	0.000000	16.000000
X105104	1.000000	0.000000
X105108	0.000000	0.000000
X106096	0.000000	0.000000

X106104	0.000000	4.000000
X106107	1.000000	0.000000
X107106	0.000000	0.000000
X107108	1.000000	0.000000
X107112	0.000000	16.00000
X108105	0.000000	0.000000
X108107	0.000000	0.000000
X108109	1.000000	0.000000
X108110	0.000000	54.00000
X109108	0.000000	0.000000
X109111	1.000000	0.000000
X109113	0.000000	16.00000
X110103	1.000000	0.000000
X110108	0.000000	0.000000
X111109	0.000000	0.000000
X111110	1.000000	0.000000
X112107	0.000000	0.000000
X112113	0.000000	0.000000
X112114	1.000000	0.000000
X113109	0.000000	0.000000
X113112	1.000000	0.000000
X113115	0.000000	0.000000
X114112	0.000000	0.000000
X114115	0.000000	0.000000
X114119	1.000000	0.000000
X115113	1.000000	0.000000
X115114	0.000000	0.000000
X115116	0.000000	0.000000
X116115	1.000000	0.000000
X116117	0.000000	0.000000
X116120	0.000000	137.0000
X117111	0.000000	0.000000
X117116	1.000000	0.000000
X117118	0.000000	0.000000
X118117	1.000000	0.000000
X118131	0.000000	0.000000
X119114	0.000000	0.000000
X119120	1.000000	0.000000
X120116	0.000000	137.0000
X120119	0.000000	0.000000
X120125	1.000000	0.000000
X120129	0.000000	33.00000
X125120	0.000000	0.000000
X125126	1.000000	0.000000
X126125	0.000000	0.000000
X126127	1.000000	0.000000
X127126	0.000000	0.000000
X127134	0.000000	14.00000
X127149	1.000000	0.000000
X129120	0.000000	33.00000
X129151	0.000000	0.000000

X129153	1.000000	0.000000
X130069	1.000000	0.000000
X130071	0.000000	0.000000
X130131	0.000000	0.000000
X131087	0.000000	193.0000
X131118	1.000000	0.000000
X131130	0.000000	0.000000
X131132	0.000000	0.000000
X132131	1.000000	0.000000
X132133	0.000000	0.000000
X133132	1.000000	0.000000
X133134	0.000000	0.000000
X134127	0.000000	14.00000
X134133	1.000000	0.000000
X134135	0.000000	0.000000
X134140	0.000000	0.000000
X135046	0.000000	0.000000
X135134	1.000000	0.000000
X135138	0.000000	0.000000
X137041	0.000000	0.000000
X137139	1.000000	0.000000
X138135	1.000000	0.000000
X138139	0.000000	0.000000
X139137	0.000000	0.000000
X139138	1.000000	0.000000
X139141	0.000000	35.00000
X139142	0.000000	63.00000
X140134	0.000000	0.000000
X140141	1.000000	0.000000
X140147	0.000000	0.000000
X141139	0.000000	35.00000
X141140	0.000000	0.000000
X141146	1.000000	0.000000
X142039	1.000000	0.000000
X142139	0.000000	65.00000
X142143	0.000000	0.000000
X142145	0.000000	10.00000
X143038	0.000000	58.00000
X143142	1.000000	0.000000
X143144	0.000000	2.000000
X143168	0.000000	55.00000
X144037	0.000000	54.00000
X144143	1.000000	0.000000
X144169	0.000000	0.000000
X144172	0.000000	0.000000
X145142	0.000000	8.000000
X145146	0.000000	0.000000
X145168	1.000000	0.000000
X146141	0.000000	0.000000
X146145	1.000000	0.000000
X146148	0.000000	0.000000

X147140	1.000000	0.000000
X147148	0.000000	0.000000
X147149	0.000000	0.000000
X148146	0.000000	0.000000
X148147	1.000000	0.000000
X148150	0.000000	0.000000
X148166	0.000000	72.00000
X149127	0.000000	0.000000
X149147	0.000000	0.000000
X149150	0.000000	122.0000
X149151	1.000000	0.000000
X150148	1.000000	0.000000
X150149	0.000000	122.0000
X150152	0.000000	0.000000
X150165	0.000000	52.00000
X151129	1.000000	0.000000
X151149	0.000000	0.000000
X151152	0.000000	75.00000
X152150	1.000000	0.000000
X152151	0.000000	75.00000
X152159	0.000000	0.000000
X152164	0.000000	11.00000
X153129	0.000000	0.000000
X153154	1.000000	0.000000
X153159	0.000000	51.00000
X154153	0.000000	0.000000
X154155	1.000000	0.000000
X154160	0.000000	46.00000
X155154	0.000000	0.000000
X155156	1.000000	0.000000
X155158	0.000000	51.00000
X156155	0.000000	0.000000
X156157	1.000000	0.000000
X157156	0.000000	0.000000
X157158	1.000000	0.000000
X158155	0.000000	51.00000
X158157	0.000000	0.000000
X158161	1.000000	0.000000
X159152	1.000000	0.000000
X159153	0.000000	51.00000
X159160	0.000000	0.000000
X159163	0.000000	90.00000
X160154	0.000000	46.00000
X160159	1.000000	0.000000
X160161	0.000000	0.000000
X161158	0.000000	0.000000
X161160	1.000000	0.000000
X161163	0.000000	91.00000
X162022	0.000000	0.000000
X162031	0.000000	0.000000
X162179	1.000000	0.000000

X163159	0.000000	90.00000
X163161	0.000000	91.00000
X163164	0.000000	0.000000
X163167	1.000000	0.000000
X164152	0.000000	11.00000
X164163	1.000000	0.000000
X164165	0.000000	0.000000
X165150	0.000000	52.00000
X165164	1.000000	0.000000
X165166	0.000000	0.000000
X166148	0.000000	72.00000
X166165	1.000000	0.000000
X166169	0.000000	0.000000
X166170	0.000000	0.000000
X167163	0.000000	0.000000
X167170	1.000000	0.000000
X167171	0.000000	0.000000
X168143	0.000000	53.00000
X168145	0.000000	0.000000
X168169	1.000000	0.000000
X169144	0.000000	0.000000
X169166	1.000000	0.000000
X169168	0.000000	0.000000
X170166	0.000000	0.000000
X170167	0.000000	0.000000
X170172	0.000000	22.00000
X170173	1.000000	0.000000
X171167	0.000000	0.000000
X171173	0.000000	0.000000
X171175	1.000000	0.000000
X172036	0.000000	55.00000
X172144	1.000000	0.000000
X172170	0.000000	22.00000
X172174	0.000000	0.000000
X173170	0.000000	0.000000
X173171	1.000000	0.000000
X173174	0.000000	97.00000
X173175	0.000000	0.000000
X174172	1.000000	0.000000
X174173	0.000000	97.00000
X174178	0.000000	0.000000
X175171	0.000000	0.000000
X175173	0.000000	0.000000
X175176	1.000000	0.000000
X175177	0.000000	0.000000
X176175	0.000000	0.000000
X176177	1.000000	0.000000
X176178	0.000000	19.00000
X177175	0.000000	0.000000
X177176	0.000000	0.000000
X177179	0.000000	76.00000

X177180	1.000000	0.000000
X178174	1.000000	0.000000
X178176	0.000000	19.00000
X178179	0.000000	0.000000
X179162	0.000000	0.000000
X179177	0.000000	76.00000
X179178	1.000000	0.000000
X180031	1.000000	0.000000
X180177	0.000000	0.000000
X181013	1.000000	0.000000
X181015	0.000000	0.000000
X181020	0.000000	24.00000



ZONA 03

Global optimal solution found.

Objective value:	12433.00
Infeasibilities:	0.000000
Total solver iterations:	358
Elapsed runtime seconds:	0.13

Model Class: LP

Total variables:	512
Nonlinear variables:	0
Integer variables:	0

Total constraints:	581
Nonlinear constraints:	0

Total nonzeros:	2048
Nonlinear nonzeros:	0

Variable	Value	Reduced Cost
X001002	0.000000	0.000000
X001003	1.000000	0.000000
X002001	1.000000	0.000000
X002005	0.000000	28.00000
X002006	0.000000	0.000000
X003001	0.000000	0.000000
X003004	0.000000	0.000000
X003007	1.000000	0.000000
X004003	0.000000	0.000000
X004005	1.000000	0.000000
X004008	0.000000	0.000000
X005002	0.000000	28.00000
X005004	0.000000	0.000000
X005006	0.000000	0.000000
X005009	1.000000	0.000000
X006002	1.000000	0.000000
X006005	0.000000	0.000000
X006012	0.000000	0.000000
X007003	0.000000	0.000000
X007008	0.000000	0.000000
X007020	1.000000	0.000000
X008004	1.000000	0.000000
X008007	0.000000	0.000000
X008009	0.000000	68.00000
X008021	0.000000	0.000000
X009005	0.000000	0.000000
X009008	0.000000	68.00000
X009022	1.000000	0.000000

X012006	1.000000	0.000000
X012173	0.000000	0.000000
X013014	0.000000	0.000000
X013173	1.000000	0.000000
X014013	1.000000	0.000000
X014015	0.000000	0.000000
X014024	0.000000	0.000000
X015014	1.000000	0.000000
X015017	0.000000	0.000000
X015173	0.000000	0.000000
X017015	1.000000	0.000000
X017018	0.000000	0.000000
X018017	1.000000	0.000000
X018019	0.000000	0.000000
X018025	0.000000	0.000000
X019018	1.000000	0.000000
X019026	0.000000	0.000000
X020007	0.000000	0.000000
X020021	0.000000	60.00000
X020030	0.000000	0.000000
X020175	1.000000	0.000000
X021008	1.000000	0.000000
X021020	0.000000	60.00000
X021022	0.000000	0.000000
X021031	0.000000	0.000000
X022009	0.000000	0.000000
X022021	0.000000	0.000000
X022023	0.000000	47.00000
X022032	1.000000	0.000000
X023022	0.000000	47.00000
X023024	1.000000	0.000000
X023033	0.000000	0.000000
X024014	0.000000	0.000000
X024023	0.000000	0.000000
X024025	1.000000	0.000000
X025018	0.000000	0.000000
X025024	0.000000	0.000000
X025026	0.000000	47.00000
X025034	1.000000	0.000000
X026019	1.000000	0.000000
X026025	0.000000	47.00000
X026035	0.000000	20.00000
X027028	1.000000	0.000000
X027042	0.000000	0.000000
X027175	0.000000	0.000000
X028027	0.000000	0.000000
X028029	1.000000	0.000000
X028048	0.000000	0.000000
X029028	0.000000	0.000000
X029043	1.000000	0.000000
X029047	0.000000	61.50000

X029175	0.000000	33.00000
X030020	0.000000	0.000000
X030031	1.000000	0.000000
X030042	0.000000	0.000000
X031021	1.000000	0.000000
X031030	0.000000	0.000000
X031032	0.000000	53.00000
X031041	0.000000	0.000000
X032022	0.000000	0.000000
X032031	0.000000	53.00000
X032033	0.000000	0.000000
X032040	1.000000	0.000000
X033023	1.000000	0.000000
X033032	0.000000	0.000000
X033034	0.000000	142.5000
X033039	0.000000	0.000000
X034025	0.000000	0.000000
X034033	0.000000	142.5000
X034035	0.000000	20.00000
X034038	1.000000	0.000000
X035026	1.000000	0.000000
X035034	0.000000	0.000000
X035036	0.000000	0.000000
X036035	1.000000	0.000000
X036037	0.000000	0.000000
X037036	1.000000	0.000000
X037038	0.000000	42.00000
X037056	0.000000	0.000000
X038034	0.000000	0.000000
X038037	0.000000	62.00000
X038039	0.000000	102.5000
X038054	1.000000	0.000000
X039033	1.000000	0.000000
X039038	0.000000	102.5000
X039040	0.000000	54.00000
X039053	0.000000	0.000000
X040032	0.000000	0.000000
X040039	0.000000	54.00000
X040041	0.000000	0.000000
X040052	1.000000	0.000000
X041031	0.000000	0.000000
X041040	0.000000	0.000000
X041042	1.000000	0.000000
X041051	0.000000	0.000000
X042027	0.000000	0.000000
X042030	1.000000	0.000000
X042041	0.000000	0.000000
X042050	0.000000	0.000000
X043029	0.000000	0.000000
X043044	1.000000	0.000000
X043046	0.000000	0.000000

X044043	0.000000	0.000000
X044045	0.000000	0.000000
X044083	1.000000	0.000000
X045044	0.000000	0.000000
X045046	1.000000	0.000000
X045079	0.000000	0.000000
X045081	0.000000	23.00000
X046043	0.000000	0.000000
X046045	0.000000	0.000000
X046047	1.000000	0.000000
X047029	0.000000	61.50000
X047046	0.000000	0.000000
X047049	1.000000	0.000000
X047077	0.000000	120.0000
X048028	0.000000	0.000000
X048049	0.000000	0.000000
X048050	1.000000	0.000000
X049047	0.000000	0.000000
X049048	1.000000	0.000000
X049062	0.000000	0.000000
X049076	0.000000	29.50000
X050042	0.000000	0.000000
X050048	0.000000	0.000000
X050051	0.000000	0.000000
X050062	1.000000	0.000000
X051041	1.000000	0.000000
X051050	0.000000	0.000000
X051052	0.000000	14.00000
X051061	0.000000	0.000000
X052040	0.000000	0.000000
X052051	0.000000	14.00000
X052053	0.000000	0.000000
X052060	1.000000	0.000000
X053039	1.000000	0.000000
X053052	0.000000	0.000000
X053054	0.000000	122.5000
X053059	0.000000	0.000000
X054038	0.000000	0.000000
X054053	0.000000	122.5000
X054055	0.000000	55.00000
X054058	1.000000	0.000000
X055054	0.000000	55.00000
X055056	1.000000	0.000000
X055057	0.000000	0.000000
X056037	1.000000	0.000000
X056055	0.000000	0.000000
X057055	1.000000	0.000000
X057058	0.000000	43.00000
X057068	0.000000	0.000000
X058054	0.000000	0.000000
X058057	0.000000	43.00000

X058059	0.000000	115.5000
X058067	1.000000	0.000000
X059053	1.000000	0.000000
X059058	0.000000	115.5000
X059060	0.000000	55.50000
X059066	0.000000	0.000000
X060052	0.000000	0.000000
X060059	0.000000	55.50000
X060061	0.000000	49.50000
X060065	1.000000	0.000000
X061051	1.000000	0.000000
X061060	0.000000	49.50000
X061062	0.000000	57.00000
X061064	0.000000	0.000000
X062049	0.000000	0.000000
X062050	0.000000	0.000000
X062061	0.000000	57.00000
X062063	1.000000	0.000000
X063062	0.000000	0.000000
X063064	0.000000	12.50000
X063074	1.000000	0.000000
X064061	1.000000	0.000000
X064063	0.000000	12.50000
X064065	0.000000	0.000000
X064073	0.000000	0.000000
X065060	0.000000	0.000000
X065064	0.000000	0.000000
X065066	1.000000	0.000000
X066059	1.000000	0.000000
X066065	0.000000	0.000000
X066067	0.000000	108.0000
X066071	0.000000	6.000000
X067058	0.000000	0.000000
X067066	0.000000	108.0000
X067069	0.000000	0.000000
X067070	1.000000	0.000000
X068057	1.000000	0.000000
X068069	0.000000	0.000000
X069067	0.000000	0.000000
X069068	1.000000	0.000000
X069116	0.000000	0.000000
X070067	0.000000	0.000000
X070071	0.000000	110.0000
X070116	1.000000	0.000000
X071066	0.000000	6.000000
X071070	0.000000	110.0000
X071072	1.000000	0.000000
X071114	0.000000	0.000000
X072071	0.000000	0.000000
X072073	1.000000	0.000000
X073064	1.000000	0.000000

X073072	0.000000	0.000000
X073074	0.000000	26.00000
X074063	0.000000	0.000000
X074073	0.000000	26.00000
X074075	1.000000	0.000000
X075074	0.000000	0.000000
X075076	1.000000	0.000000
X075105	0.000000	0.000000
X076049	0.000000	29.50000
X076075	0.000000	0.000000
X076077	1.000000	0.000000
X077047	0.000000	120.0000
X077076	0.000000	0.000000
X077078	0.000000	0.000000
X077104	1.000000	0.000000
X078077	0.000000	0.000000
X078079	1.000000	0.000000
X078107	0.000000	0.000000
X079045	1.000000	0.000000
X079078	0.000000	0.000000
X079080	0.000000	0.000000
X079103	0.000000	93.00000
X080079	0.000000	0.000000
X080082	0.000000	0.000000
X080091	1.000000	0.000000
X080102	0.000000	69.00000
X081045	0.000000	23.00000
X081082	1.000000	0.000000
X081083	0.000000	0.000000
X081084	0.000000	0.000000
X082080	1.000000	0.000000
X082081	0.000000	0.000000
X082085	0.000000	0.000000
X083044	0.000000	0.000000
X083081	0.000000	0.000000
X083084	1.000000	0.000000
X084081	1.000000	0.000000
X084083	0.000000	0.000000
X084085	0.000000	0.000000
X085082	0.000000	0.000000
X085084	0.000000	0.000000
X085086	1.000000	0.000000
X085091	0.000000	0.000000
X086085	0.000000	0.000000
X086087	1.000000	0.000000
X087086	0.000000	0.000000
X087088	0.000000	22.00000
X087089	1.000000	0.000000
X088087	0.000000	22.00000
X088089	0.000000	0.000000
X088092	1.000000	0.000000

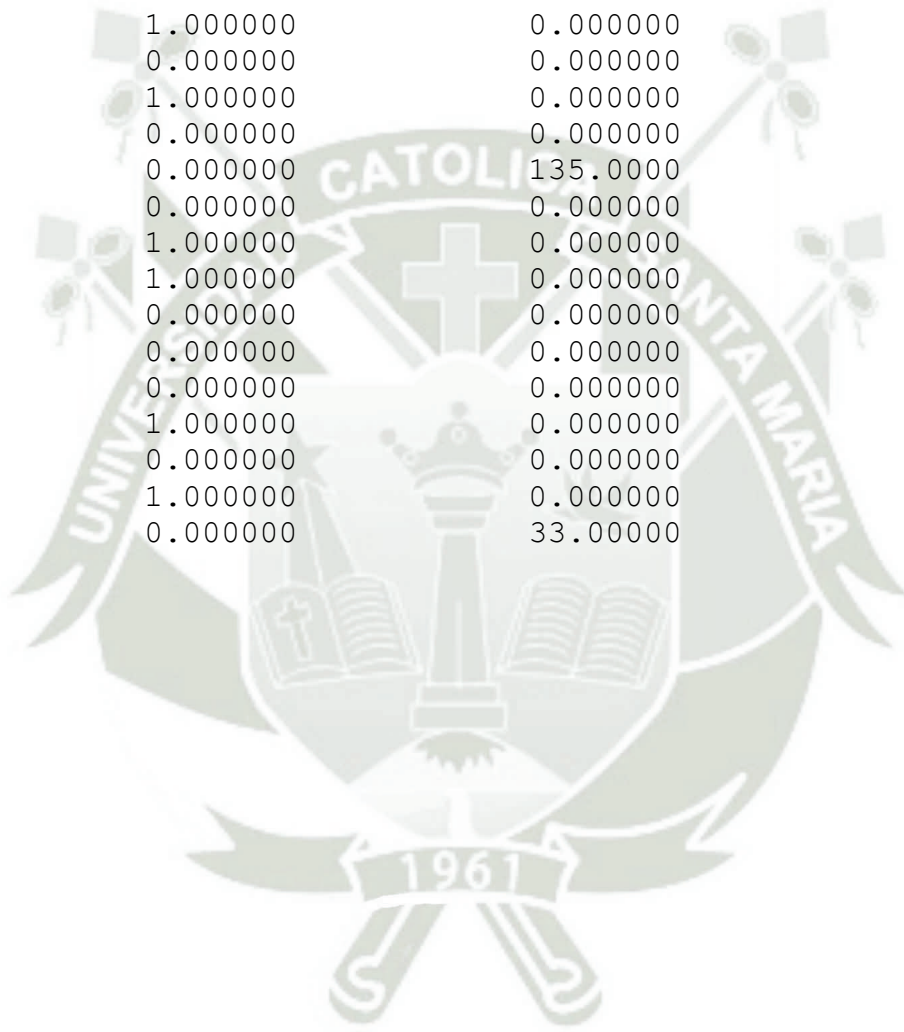
X088095	0.000000	2.000000
X089087	0.000000	0.000000
X089088	1.000000	0.000000
X089099	0.000000	15.00000
X091080	0.000000	0.000000
X091085	1.000000	0.000000
X091101	0.000000	0.000000
X092088	0.000000	0.000000
X092093	1.000000	0.000000
X092094	0.000000	0.000000
X093092	0.000000	0.000000
X093094	1.000000	0.000000
X093096	0.000000	0.000000
X094092	0.000000	0.000000
X094093	0.000000	0.000000
X094095	1.000000	0.000000
X095088	0.000000	2.000000
X095094	0.000000	0.000000
X095098	1.000000	0.000000
X096093	0.000000	0.000000
X096097	0.000000	0.000000
X096147	1.000000	0.000000
X097096	1.000000	0.000000
X097098	0.000000	0.000000
X097146	0.000000	0.000000
X098095	0.000000	0.000000
X098097	0.000000	0.000000
X098099	1.000000	0.000000
X098145	0.000000	86.00000
X099089	0.000000	15.00000
X099098	0.000000	0.000000
X099100	1.000000	0.000000
X100099	0.000000	0.000000
X100101	1.000000	0.000000
X101091	0.000000	0.000000
X101100	0.000000	0.000000
X101102	0.000000	40.00000
X101138	1.000000	0.000000
X102080	0.000000	69.00000
X102101	0.000000	40.00000
X102103	1.000000	0.000000
X102137	0.000000	0.000000
X103079	0.000000	93.00000
X103102	0.000000	0.000000
X103108	1.000000	0.000000
X103136	0.000000	52.00000
X104077	0.000000	0.000000
X104105	1.000000	0.000000
X104110	0.000000	0.000000
X105075	0.000000	0.000000
X105104	0.000000	0.000000

X105111	1.000000	0.000000
X107078	1.000000	0.000000
X107108	0.000000	0.000000
X107110	0.000000	0.000000
X108103	0.000000	0.000000
X108107	0.000000	0.000000
X108109	1.000000	0.000000
X109108	0.000000	0.000000
X109110	1.000000	0.000000
X110104	0.000000	0.000000
X110107	1.000000	0.000000
X110109	0.000000	0.000000
X110111	0.000000	13.00000
X111105	0.000000	0.000000
X111110	0.000000	13.00000
X111112	0.000000	0.000000
X111135	1.000000	0.000000
X112111	0.000000	0.000000
X112122	1.000000	0.000000
X112126	0.000000	0.000000
X114071	1.000000	0.000000
X114121	0.000000	0.000000
X116069	1.000000	0.000000
X116070	0.000000	0.000000
X118119	1.000000	0.000000
X118128	0.000000	0.000000
X119118	0.000000	0.000000
X119120	1.000000	0.000000
X119130	0.000000	68.00000
X120119	0.000000	0.000000
X120121	0.000000	20.00000
X120123	1.000000	0.000000
X121114	1.000000	0.000000
X121120	0.000000	20.00000
X121122	0.000000	0.000000
X122112	0.000000	0.000000
X122121	1.000000	0.000000
X122124	0.000000	0.000000
X123120	0.000000	0.000000
X123125	1.000000	0.000000
X124122	0.000000	0.000000
X124125	0.000000	0.000000
X124126	1.000000	0.000000
X125123	0.000000	0.000000
X125124	1.000000	0.000000
X126112	1.000000	0.000000
X126124	0.000000	0.000000
X128118	1.000000	0.000000
X128129	0.000000	0.000000
X129128	1.000000	0.000000
X129130	0.000000	0.000000

X129170	0.000000	177.0000
X130119	0.000000	68.00000
X130129	1.000000	0.000000
X130166	0.000000	0.000000
X133134	0.000000	0.000000
X133158	1.000000	0.000000
X134133	1.000000	0.000000
X134135	0.000000	0.000000
X134139	0.000000	0.000000
X134156	0.000000	11.00000
X135111	0.000000	0.000000
X135134	0.000000	0.000000
X135136	1.000000	0.000000
X136103	0.000000	52.00000
X136135	0.000000	0.000000
X136137	0.000000	54.00000
X136140	1.000000	0.000000
X137102	1.000000	0.000000
X137136	0.000000	54.00000
X137138	0.000000	0.000000
X137141	0.000000	0.000000
X138101	0.000000	0.000000
X138137	1.000000	0.000000
X139134	1.000000	0.000000
X139140	0.000000	0.000000
X139153	0.000000	0.000000
X140136	0.000000	0.000000
X140139	0.000000	0.000000
X140141	1.000000	0.000000
X140152	0.000000	0.000000
X141137	0.000000	0.000000
X141140	0.000000	0.000000
X141142	1.000000	0.000000
X142141	0.000000	0.000000
X142144	1.000000	0.000000
X142151	0.000000	0.000000
X144142	0.000000	0.000000
X144145	1.000000	0.000000
X144151	0.000000	60.00000
X145098	0.000000	86.00000
X145144	0.000000	0.000000
X145146	1.000000	0.000000
X145149	0.000000	0.000000
X146097	1.000000	0.000000
X146145	0.000000	0.000000
X146147	0.000000	71.00000
X147096	0.000000	0.000000
X147146	0.000000	71.00000
X147148	1.000000	0.000000
X148147	0.000000	0.000000
X148149	1.000000	0.000000

X149145	0.000000	0.000000
X149148	0.000000	0.000000
X149150	1.000000	0.000000
X150149	0.000000	0.000000
X150151	1.000000	0.000000
X150154	0.000000	0.000000
X151142	0.000000	0.000000
X151144	0.000000	60.00000
X151150	0.000000	0.000000
X151152	1.000000	0.000000
X152140	0.000000	0.000000
X152151	0.000000	0.000000
X152153	1.000000	0.000000
X153139	1.000000	0.000000
X153152	0.000000	0.000000
X153156	0.000000	0.000000
X154150	0.000000	0.000000
X154155	0.000000	0.000000
X154160	1.000000	0.000000
X155154	1.000000	0.000000
X155156	0.000000	0.000000
X155157	0.000000	0.000000
X156134	0.000000	11.00000
X156153	0.000000	0.000000
X156155	1.000000	0.000000
X156157	0.000000	0.000000
X157155	0.000000	0.000000
X157156	1.000000	0.000000
X157158	0.000000	0.000000
X158133	0.000000	0.000000
X158157	1.000000	0.000000
X158159	0.000000	0.000000
X159158	0.000000	0.000000
X159162	0.000000	0.000000
X159165	1.000000	0.000000
X160154	0.000000	0.000000
X160174	1.000000	0.000000
X162159	1.000000	0.000000
X162164	0.000000	0.000000
X162167	0.000000	96.00000
X163164	1.000000	0.000000
X163174	0.000000	0.000000
X164162	1.000000	0.000000
X164163	0.000000	0.000000
X164172	0.000000	135.0000
X165159	0.000000	0.000000
X165166	0.000000	0.000000
X165167	1.000000	0.000000
X166130	1.000000	0.000000
X166165	0.000000	0.000000
X166169	0.000000	0.000000

X167162	0.000000	96.00000
X167165	0.000000	0.000000
X167168	1.000000	0.000000
X168167	0.000000	0.000000
X168169	0.000000	0.000000
X168172	1.000000	0.000000
X169166	1.000000	0.000000
X169168	0.000000	0.000000
X169170	0.000000	0.000000
X170129	0.000000	177.0000
X170169	1.000000	0.000000
X170171	0.000000	0.000000
X171170	1.000000	0.000000
X171172	0.000000	0.000000
X172164	0.000000	135.0000
X172168	0.000000	0.000000
X172171	1.000000	0.000000
X173012	1.000000	0.000000
X173013	0.000000	0.000000
X173015	0.000000	0.000000
X174160	0.000000	0.000000
X174163	1.000000	0.000000
X175020	0.000000	0.000000
X175027	1.000000	0.000000
X175029	0.000000	33.00000



ZONA 04

Global optimal solution found.

Objective value:	11748.00
Infeasibilities:	0.000000
Total solver iterations:	289
Elapsed runtime seconds:	0.10

Model Class: LP

Total variables:	464
Nonlinear variables:	0
Integer variables:	0

Total constraints:	533
Nonlinear constraints:	0

Total nonzeros:	1856
Nonlinear nonzeros:	0

Variable	Value	Reduced Cost
X001002	0.000000	0.000000
X001043	1.000000	0.000000
X002001	1.000000	0.000000
X002003	0.000000	0.000000
X002040	0.000000	10.00000
X003002	1.000000	0.000000
X003004	0.000000	0.000000
X003039	0.000000	34.00000
X004003	1.000000	0.000000
X004005	0.000000	0.000000
X005004	1.000000	0.000000
X005006	0.000000	0.000000
X005038	0.000000	65.00000
X006005	1.000000	0.000000
X006007	0.000000	0.000000
X007006	1.000000	0.000000
X007008	0.000000	0.000000
X007037	0.000000	110.5000
X008007	1.000000	0.000000
X008009	0.000000	6.000000
X008035	0.000000	46.50000
X009008	1.000000	0.000000
X009010	0.000000	0.000000
X009033	0.000000	103.5000
X010009	1.000000	0.000000
X010011	0.000000	0.000000
X010031	0.000000	93.50000
X011010	1.000000	0.000000

X011012	0.000000	50.00000
X011028	0.000000	0.000000
X012011	0.000000	50.00000
X012013	0.000000	4.000000
X012025	1.000000	0.000000
X013012	1.000000	0.000000
X013014	0.000000	0.000000
X013077	0.000000	218.5000
X014013	1.000000	0.000000
X014015	0.000000	0.000000
X015014	1.000000	0.000000
X015016	0.000000	0.000000
X016015	1.000000	0.000000
X016017	0.000000	0.000000
X017016	1.000000	0.000000
X017018	0.000000	0.000000
X017020	0.000000	0.000000
X018017	1.000000	0.000000
X018021	0.000000	0.000000
X019020	1.000000	0.000000
X019080	0.000000	0.000000
X020017	0.000000	0.000000
X020019	0.000000	0.000000
X020021	1.000000	0.000000
X021018	1.000000	0.000000
X021020	0.000000	0.000000
X021022	0.000000	0.000000
X022021	0.000000	0.000000
X022024	0.000000	0.000000
X022080	1.000000	0.000000
X024022	1.000000	0.000000
X024077	0.000000	0.000000
X024078	0.000000	139.0000
X025012	0.000000	0.000000
X025026	1.000000	0.000000
X025028	0.000000	39.00000
X026025	0.000000	0.000000
X026027	0.000000	27.50000
X026029	1.000000	0.000000
X027026	0.000000	23.50000
X027030	0.000000	0.000000
X027066	1.000000	0.000000
X027077	0.000000	0.000000
X028011	1.000000	0.000000
X028025	0.000000	39.00000
X028029	0.000000	0.000000
X029026	0.000000	0.000000
X029028	1.000000	0.000000
X029030	0.000000	46.50000
X030027	1.000000	0.000000
X030029	0.000000	42.50000

X030031	0.000000	0.000000
X030062	0.000000	0.000000
X031010	0.000000	89.50000
X031030	1.000000	0.000000
X031032	0.000000	0.000000
X031153	0.000000	0.000000
X032031	1.000000	0.000000
X032034	0.000000	0.000000
X032057	0.000000	0.000000
X033009	0.000000	99.50000
X033034	1.000000	0.000000
X033035	0.000000	0.000000
X034032	1.000000	0.000000
X034033	0.000000	0.000000
X034036	0.000000	0.000000
X035008	0.000000	36.50000
X035033	1.000000	0.000000
X035036	0.000000	0.000000
X036034	0.000000	0.000000
X036035	1.000000	0.000000
X036037	0.000000	0.000000
X036055	0.000000	91.00000
X037007	0.000000	100.5000
X037036	1.000000	0.000000
X037038	0.000000	0.000000
X037053	0.000000	134.5000
X038005	0.000000	55.00000
X038037	1.000000	0.000000
X038039	0.000000	0.000000
X039003	0.000000	24.00000
X039038	1.000000	0.000000
X039040	0.000000	0.000000
X039041	0.000000	0.000000
X040002	0.000000	0.000000
X040039	1.000000	0.000000
X040042	0.000000	0.000000
X041039	0.000000	0.000000
X041042	1.000000	0.000000
X041047	0.000000	0.000000
X042040	1.000000	0.000000
X042041	0.000000	0.000000
X043001	0.000000	0.000000
X043044	1.000000	0.000000
X044043	0.000000	0.000000
X044045	1.000000	0.000000
X045044	0.000000	0.000000
X045048	1.000000	0.000000
X047041	1.000000	0.000000
X047048	0.000000	0.000000
X047049	0.000000	0.000000
X048045	0.000000	0.000000

X048047	0.000000	10.00000
X048121	1.000000	0.000000
X049047	1.000000	0.000000
X049051	0.000000	0.000000
X051049	1.000000	0.000000
X051052	0.000000	0.000000
X051053	0.000000	0.000000
X052051	1.000000	0.000000
X052115	0.000000	0.000000
X053037	0.000000	134.5000
X053051	0.000000	0.000000
X053054	1.000000	0.000000
X053055	0.000000	0.000000
X054053	0.000000	0.000000
X054056	1.000000	0.000000
X054113	0.000000	89.00000
X055036	0.000000	91.00000
X055053	1.000000	0.000000
X055058	0.000000	0.000000
X056054	0.000000	0.000000
X056060	1.000000	0.000000
X056111	0.000000	22.50000
X057032	0.000000	0.000000
X057058	1.000000	0.000000
X057153	0.000000	0.000000
X058055	1.000000	0.000000
X058057	0.000000	0.000000
X058059	0.000000	0.000000
X058063	0.000000	151.0000
X059058	0.000000	0.000000
X059060	0.000000	0.000000
X059064	1.000000	0.000000
X060056	0.000000	0.000000
X060059	1.000000	0.000000
X060061	0.000000	0.000000
X061060	0.000000	0.000000
X061065	0.000000	0.000000
X061107	1.000000	0.000000
X062030	0.000000	0.000000
X062063	0.000000	0.000000
X062153	1.000000	0.000000
X063058	0.000000	151.0000
X063062	1.000000	0.000000
X063064	0.000000	10.00000
X063068	0.000000	0.000000
X064059	0.000000	0.000000
X064063	0.000000	10.00000
X064065	0.000000	0.000000
X064069	1.000000	0.000000
X065061	1.000000	0.000000
X065064	0.000000	0.000000

X065070	0.000000	0.000000
X066027	0.000000	0.000000
X066067	1.000000	0.000000
X066068	0.000000	0.000000
X067066	0.000000	0.000000
X067071	1.000000	0.000000
X067076	0.000000	0.000000
X068063	1.000000	0.000000
X068066	0.000000	0.000000
X068069	0.000000	2.000000
X068071	0.000000	0.000000
X069064	0.000000	0.000000
X069068	0.000000	2.000000
X069072	1.000000	0.000000
X069073	0.000000	5.500000
X070065	1.000000	0.000000
X070073	0.000000	0.000000
X070099	0.000000	37.000000
X071067	0.000000	0.000000
X071068	1.000000	0.000000
X071072	0.000000	0.000000
X072069	0.000000	0.000000
X072071	0.000000	0.000000
X072075	1.000000	0.000000
X073069	0.000000	5.500000
X073070	1.000000	0.000000
X073074	0.000000	0.000000
X074073	1.000000	0.000000
X074075	0.000000	70.500000
X074154	0.000000	0.000000
X075072	0.000000	0.000000
X075074	0.000000	70.500000
X075076	0.000000	60.000000
X075084	1.000000	0.000000
X076067	0.000000	0.000000
X076075	0.000000	60.000000
X076077	1.000000	0.000000
X076078	0.000000	0.000000
X077013	0.000000	218.500000
X077024	1.000000	0.000000
X077027	0.000000	0.000000
X077076	0.000000	0.000000
X078024	0.000000	139.000000
X078076	1.000000	0.000000
X078079	0.000000	0.000000
X079078	1.000000	0.000000
X079080	0.000000	0.000000
X079081	0.000000	0.000000
X080019	1.000000	0.000000
X080022	0.000000	0.000000
X080079	0.000000	0.000000

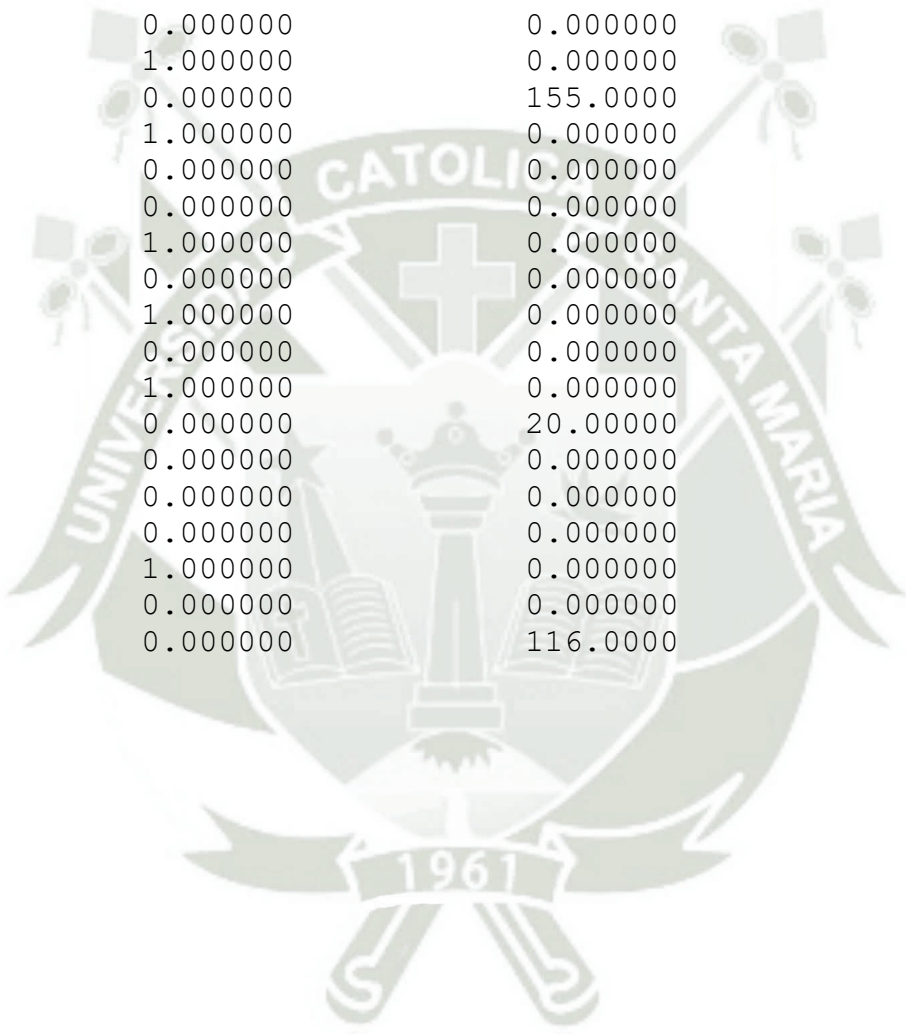
X081079	1.000000	0.000000
X081082	0.000000	0.000000
X081084	0.000000	0.000000
X082081	1.000000	0.000000
X082083	0.000000	0.000000
X083082	1.000000	0.000000
X083084	0.000000	0.000000
X083086	0.000000	0.000000
X084075	0.000000	0.000000
X084081	0.000000	0.000000
X084083	1.000000	0.000000
X084154	0.000000	20.00000
X085086	0.000000	0.000000
X085088	0.000000	276.0000
X085154	1.000000	0.000000
X086083	0.000000	0.000000
X086085	1.000000	0.000000
X086087	0.000000	0.000000
X087086	1.000000	0.000000
X087088	0.000000	0.000000
X087090	0.000000	0.000000
X088085	0.000000	276.0000
X088087	0.000000	0.000000
X088089	0.000000	0.000000
X088091	1.000000	0.000000
X089088	1.000000	0.000000
X089092	0.000000	0.000000
X089154	0.000000	0.000000
X090087	1.000000	0.000000
X090091	0.000000	0.000000
X090151	0.000000	145.0000
X091088	0.000000	0.000000
X091090	1.000000	0.000000
X091092	0.000000	0.000000
X091148	0.000000	3.000000
X092089	1.000000	0.000000
X092091	0.000000	0.000000
X092094	0.000000	113.0000
X092097	0.000000	0.000000
X092146	0.000000	232.0000
X093094	1.000000	0.000000
X093095	0.000000	0.000000
X093154	0.000000	0.000000
X094092	0.000000	113.0000
X094093	0.000000	0.000000
X094096	1.000000	0.000000
X095093	1.000000	0.000000
X095096	0.000000	105.0000
X095099	0.000000	0.000000
X096094	0.000000	0.000000
X096095	0.000000	105.0000

X096098	0.000000	50.00000
X096101	1.000000	0.000000
X097092	1.000000	0.000000
X097098	0.000000	0.000000
X097145	0.000000	0.000000
X098096	0.000000	50.00000
X098097	1.000000	0.000000
X098102	0.000000	0.000000
X098142	0.000000	83.00000
X099070	0.000000	37.00000
X099095	1.000000	0.000000
X099100	0.000000	32.00000
X099103	0.000000	0.000000
X100099	0.000000	32.00000
X100101	0.000000	0.000000
X100104	1.000000	0.000000
X101096	0.000000	0.000000
X101100	1.000000	0.000000
X101102	0.000000	9.000000
X102098	1.000000	0.000000
X102101	0.000000	9.000000
X102106	0.000000	0.000000
X102140	0.000000	103.0000
X103099	1.000000	0.000000
X103104	0.000000	26.00000
X103107	0.000000	0.000000
X104100	0.000000	0.000000
X104103	0.000000	26.00000
X104105	1.000000	0.000000
X105104	0.000000	0.000000
X105106	0.000000	0.000000
X105109	1.000000	0.000000
X106102	1.000000	0.000000
X106105	0.000000	0.000000
X106110	0.000000	0.000000
X106138	0.000000	76.00000
X107061	0.000000	0.000000
X107103	1.000000	0.000000
X107108	0.000000	0.000000
X108107	0.000000	0.000000
X108109	0.000000	0.000000
X108111	1.000000	0.000000
X109105	0.000000	0.000000
X109108	1.000000	0.000000
X109110	0.000000	17.00000
X110106	1.000000	0.000000
X110109	0.000000	17.00000
X110112	0.000000	0.000000
X110136	0.000000	101.0000
X111056	0.000000	22.50000
X111108	0.000000	0.000000

X111113	1.000000	0.000000
X112110	1.000000	0.000000
X112134	0.000000	124.0000
X112155	0.000000	0.000000
X113054	0.000000	89.00000
X113111	0.000000	0.000000
X113114	0.000000	72.00000
X113117	1.000000	0.000000
X114113	0.000000	72.00000
X114128	0.000000	0.000000
X114155	1.000000	0.000000
X115052	1.000000	0.000000
X115117	0.000000	0.000000
X117113	0.000000	0.000000
X117115	1.000000	0.000000
X117119	0.000000	12.00000
X119117	0.000000	22.00000
X119120	1.000000	0.000000
X119122	0.000000	0.000000
X120119	0.000000	0.000000
X120123	1.000000	0.000000
X121048	0.000000	0.000000
X121122	1.000000	0.000000
X122119	1.000000	0.000000
X122121	0.000000	0.000000
X122123	0.000000	125.0000
X123120	0.000000	0.000000
X123122	0.000000	125.0000
X123124	1.000000	0.000000
X123127	0.000000	33.00000
X124123	0.000000	0.000000
X124125	1.000000	0.000000
X125124	0.000000	0.000000
X125126	1.000000	0.000000
X126125	0.000000	0.000000
X126127	1.000000	0.000000
X127123	0.000000	33.00000
X127126	0.000000	0.000000
X127129	1.000000	0.000000
X128114	1.000000	0.000000
X128129	0.000000	0.000000
X128132	0.000000	0.000000
X129127	0.000000	0.000000
X129128	0.000000	10.00000
X129152	1.000000	0.000000
X130131	0.000000	34.00000
X130135	1.000000	0.000000
X130152	0.000000	0.000000
X131130	0.000000	24.00000
X131132	1.000000	0.000000
X131133	0.000000	0.000000

X132128	1.000000	0.000000
X132131	0.000000	0.000000
X133131	1.000000	0.000000
X133134	0.000000	0.000000
X133155	0.000000	126.0000
X134112	0.000000	134.0000
X134133	1.000000	0.000000
X134135	0.000000	85.00000
X134136	0.000000	0.000000
X135130	0.000000	0.000000
X135134	0.000000	85.00000
X135137	1.000000	0.000000
X136110	0.000000	111.0000
X136134	1.000000	0.000000
X136137	0.000000	60.00000
X136138	0.000000	0.000000
X137135	0.000000	0.000000
X137136	0.000000	60.00000
X137139	1.000000	0.000000
X138106	0.000000	86.00000
X138136	1.000000	0.000000
X138139	0.000000	0.000000
X138140	0.000000	0.000000
X139137	0.000000	0.000000
X139138	0.000000	0.000000
X139141	1.000000	0.000000
X140102	0.000000	113.0000
X140138	1.000000	0.000000
X140141	0.000000	37.00000
X140142	0.000000	0.000000
X141139	0.000000	0.000000
X141140	0.000000	37.00000
X141143	1.000000	0.000000
X142098	0.000000	93.00000
X142140	1.000000	0.000000
X142143	0.000000	33.00000
X142145	0.000000	0.000000
X143141	0.000000	0.000000
X143142	0.000000	33.00000
X143144	1.000000	0.000000
X144143	0.000000	0.000000
X144145	0.000000	74.00000
X144147	1.000000	0.000000
X145097	0.000000	10.00000
X145142	1.000000	0.000000
X145144	0.000000	74.00000
X145146	0.000000	0.000000
X146092	0.000000	242.0000
X146145	1.000000	0.000000
X146147	0.000000	62.00000
X146148	0.000000	0.000000

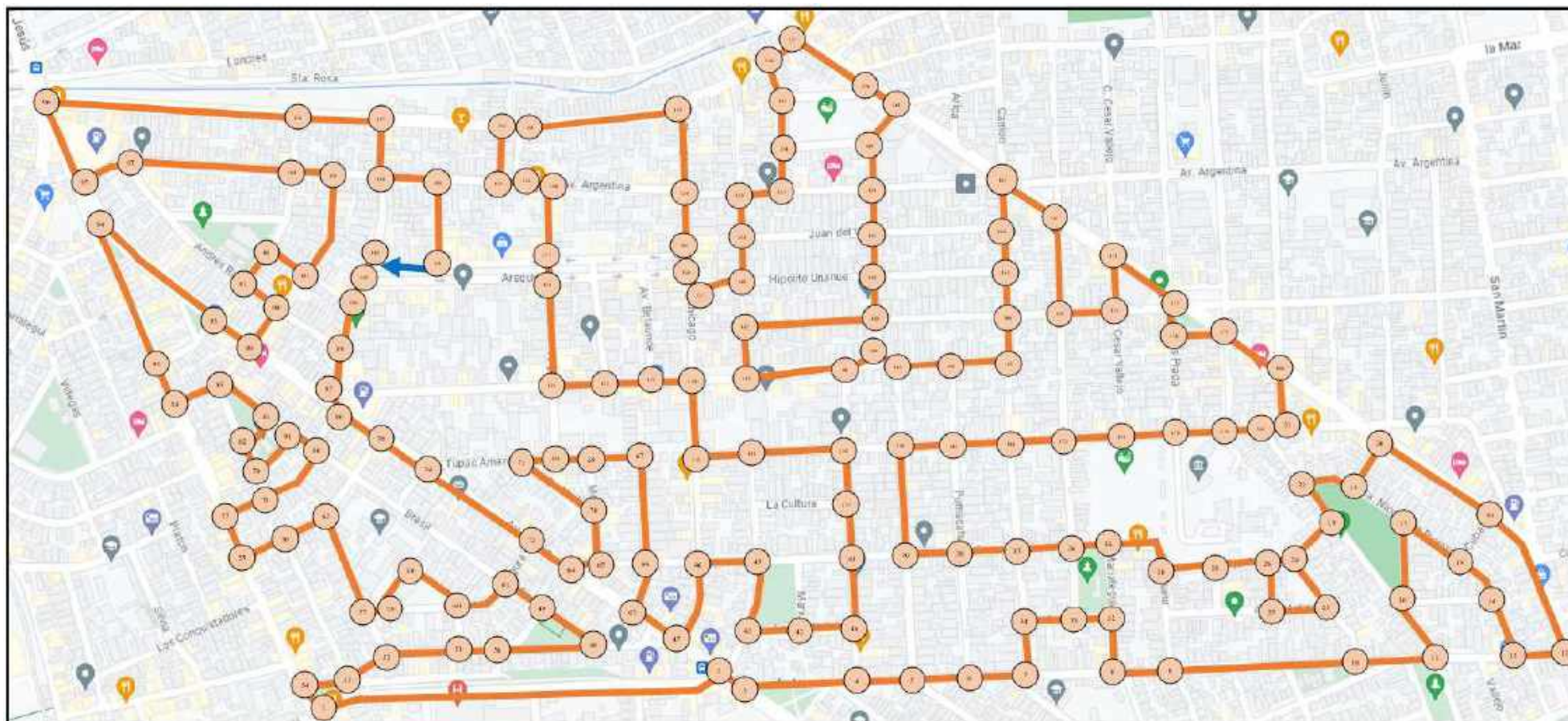
X147144	0.000000	0.000000
X147146	0.000000	62.00000
X147149	1.000000	0.000000
X148091	0.000000	13.00000
X148146	1.000000	0.000000
X148149	0.000000	74.00000
X148151	0.000000	0.000000
X149147	0.000000	0.000000
X149148	0.000000	74.00000
X149150	1.000000	0.000000
X150149	0.000000	0.000000
X150151	1.000000	0.000000
X151090	0.000000	155.0000
X151148	1.000000	0.000000
X151150	0.000000	0.000000
X152129	0.000000	0.000000
X152130	1.000000	0.000000
X153031	0.000000	0.000000
X153057	1.000000	0.000000
X153062	0.000000	0.000000
X154074	1.000000	0.000000
X154084	0.000000	20.00000
X154085	0.000000	0.000000
X154089	0.000000	0.000000
X154093	0.000000	0.000000
X155112	1.000000	0.000000
X155114	0.000000	0.000000
X155133	0.000000	116.0000



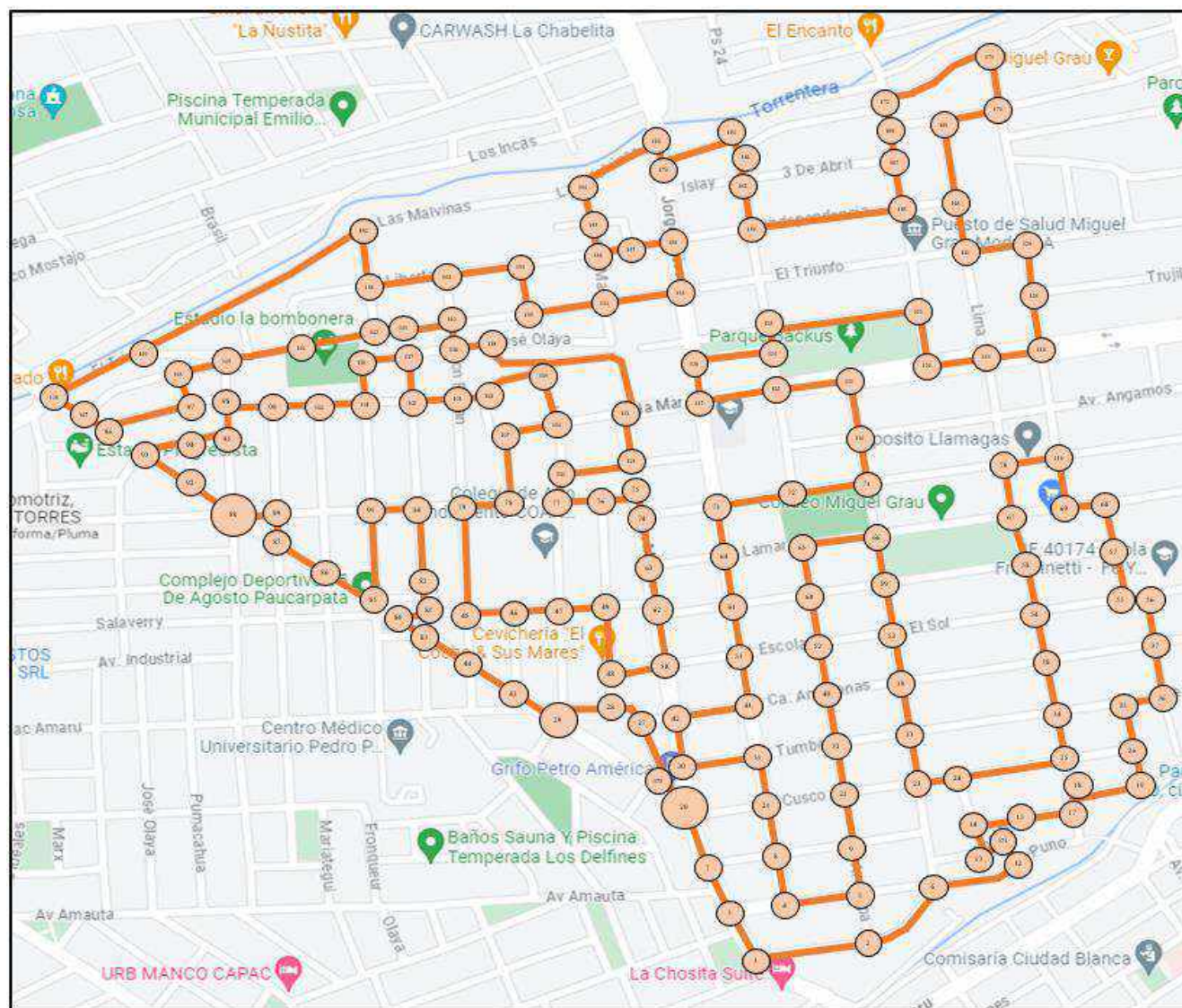
ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 01 PROPUESTA



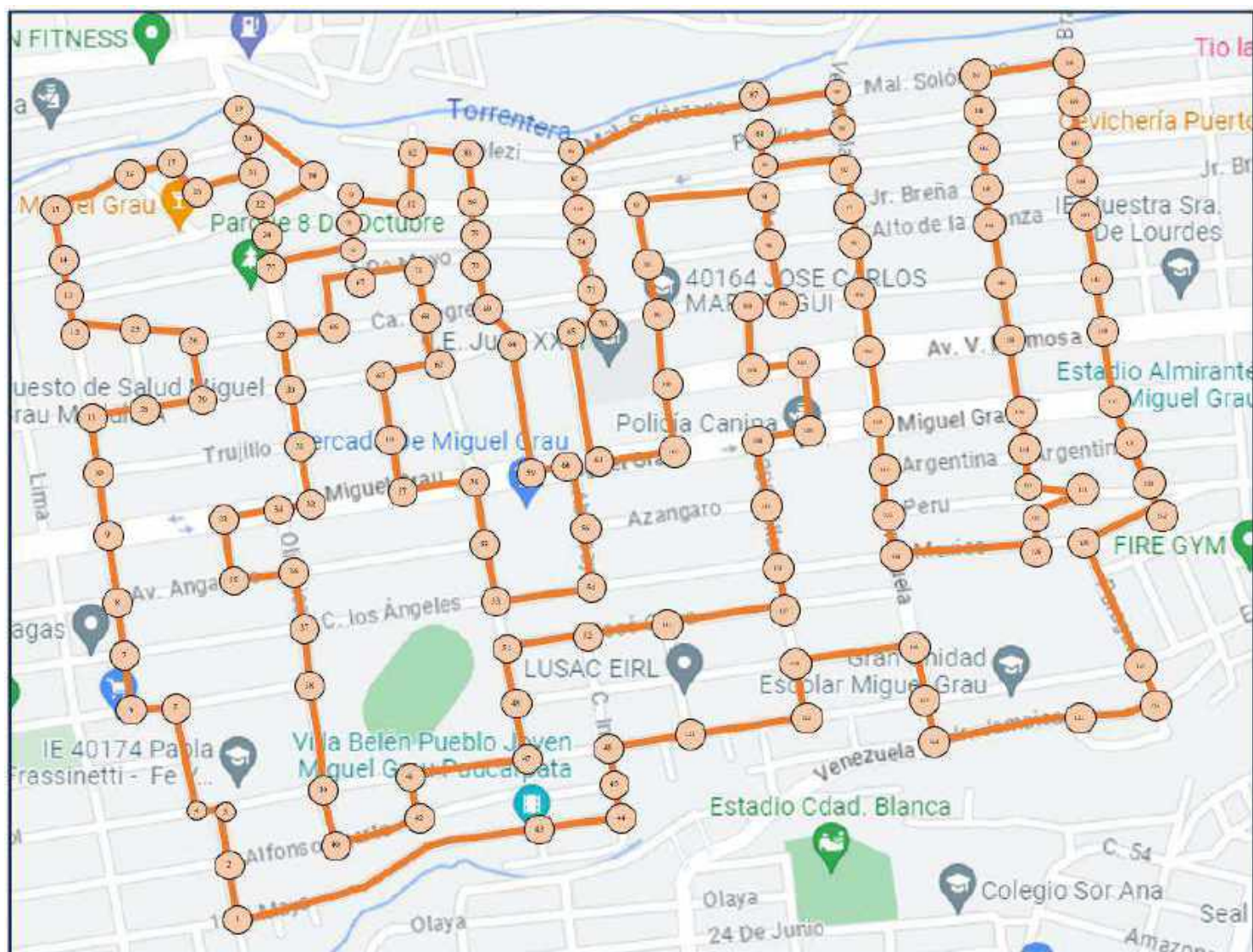
ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 02 PROPUESTA



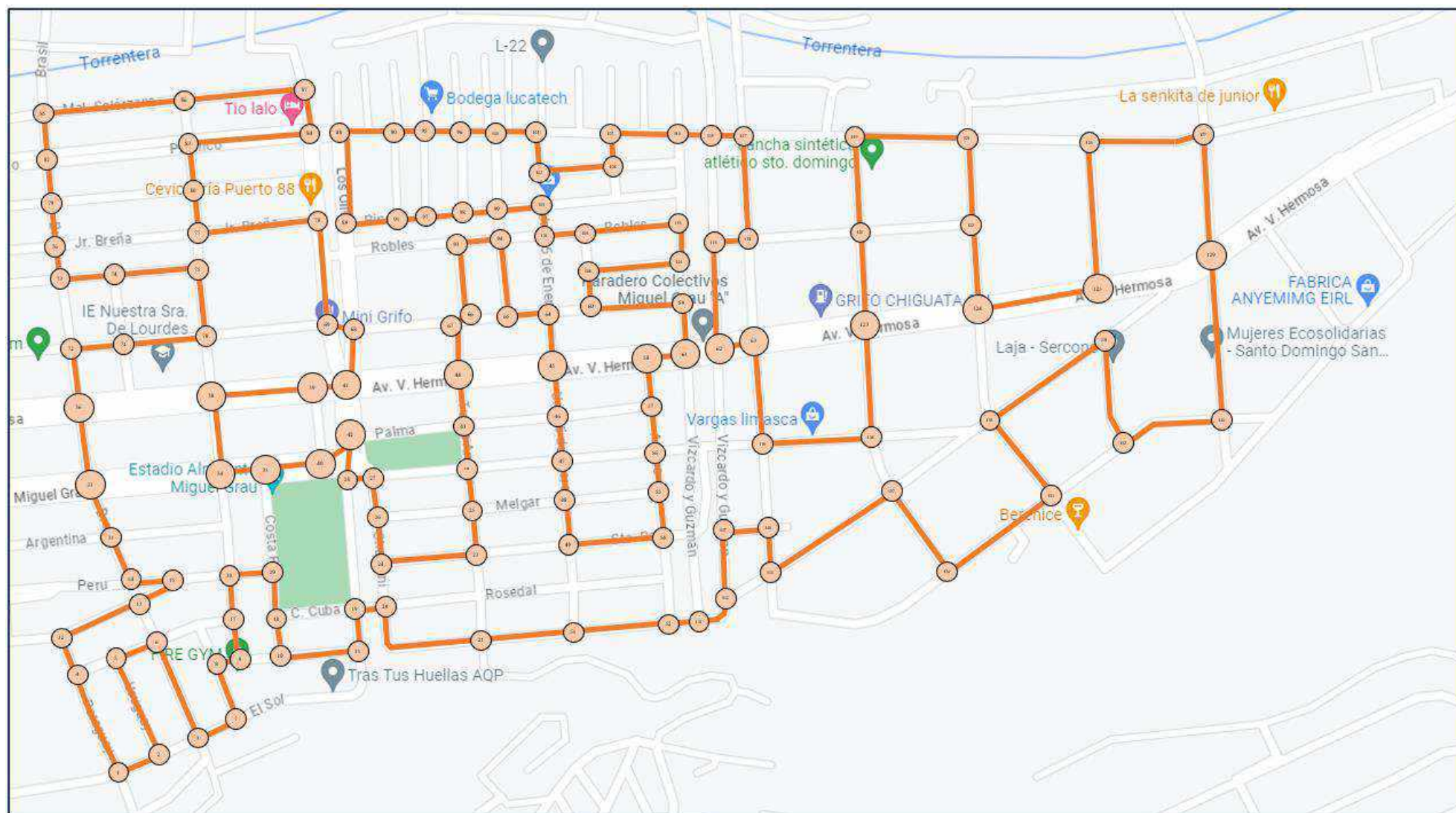
ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 03 PROPUESTA



ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 04 PROPUESTA



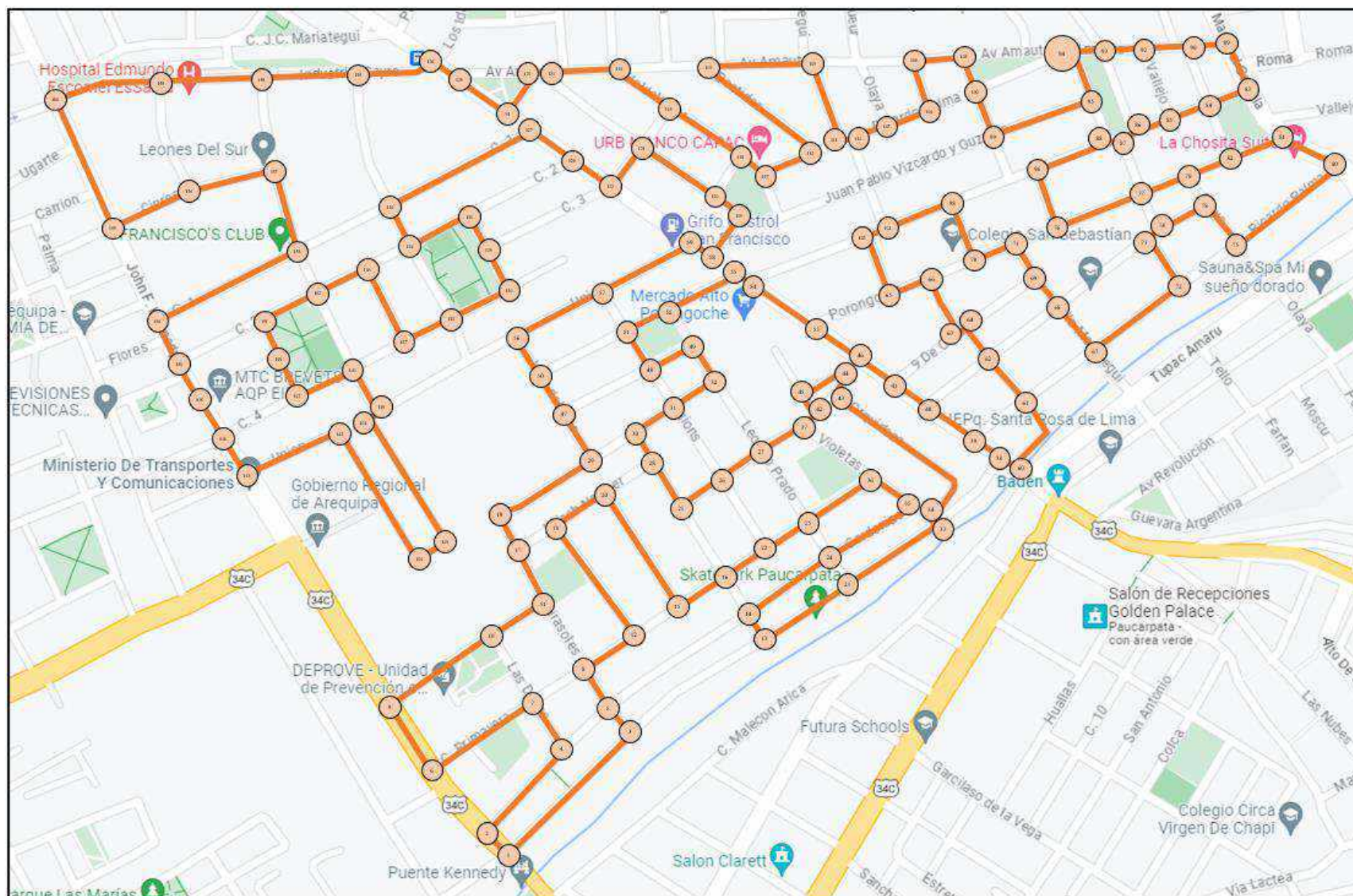
ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 05 PROPUESTA



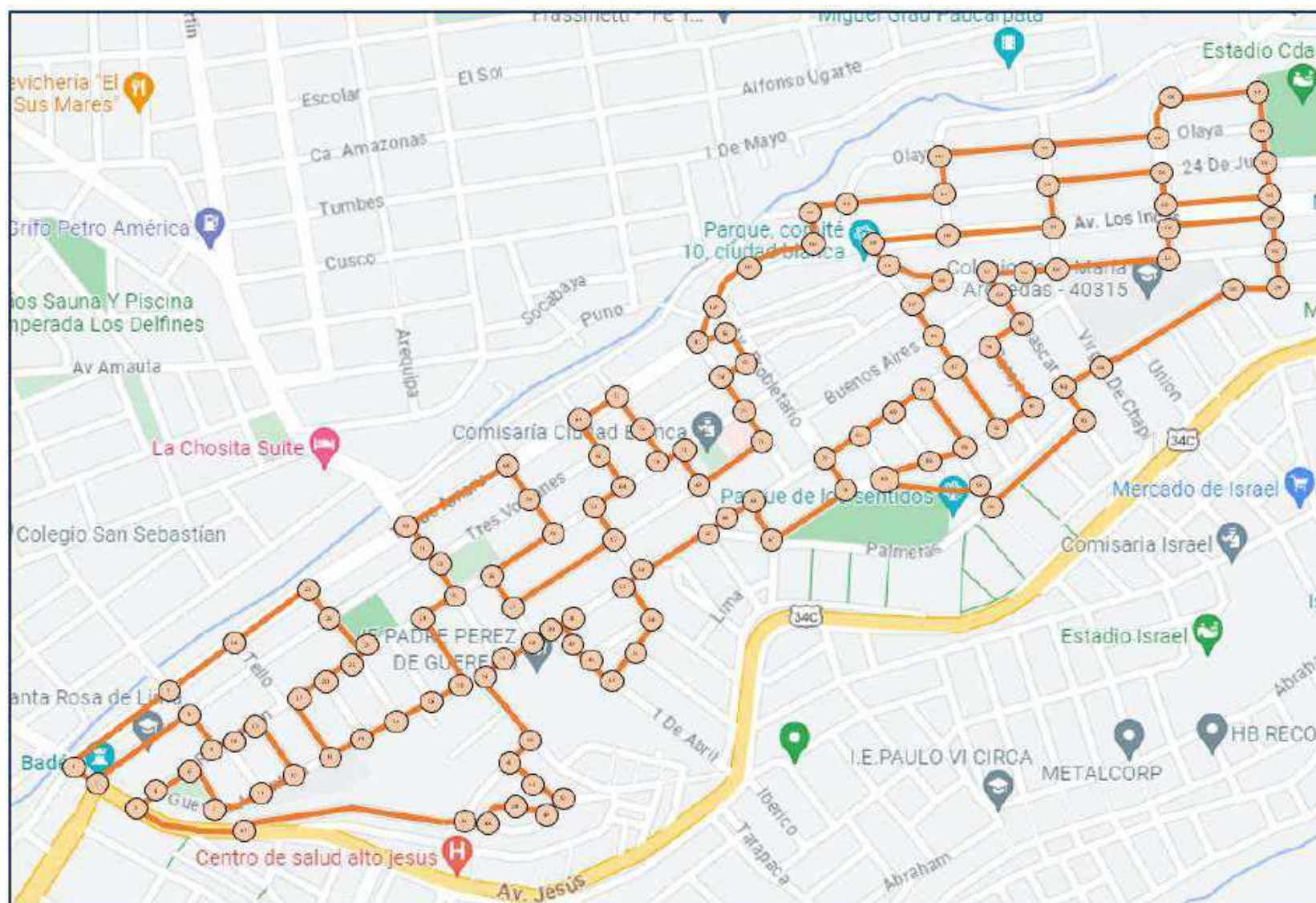
ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 06 PROPUESTA



ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 07 PROPUESTA



ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 08 PROPUESTA



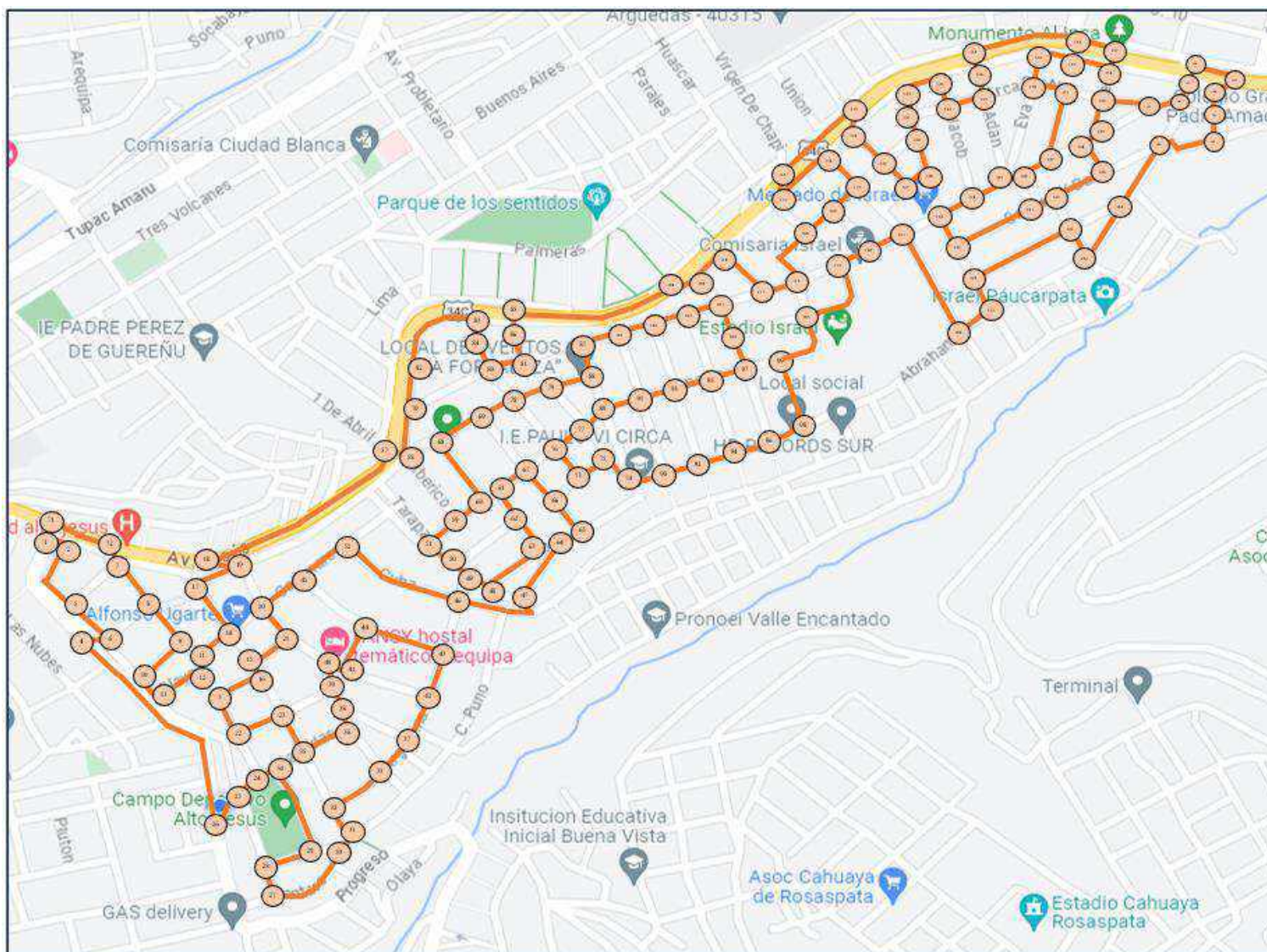
ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 09 PROPUESTA



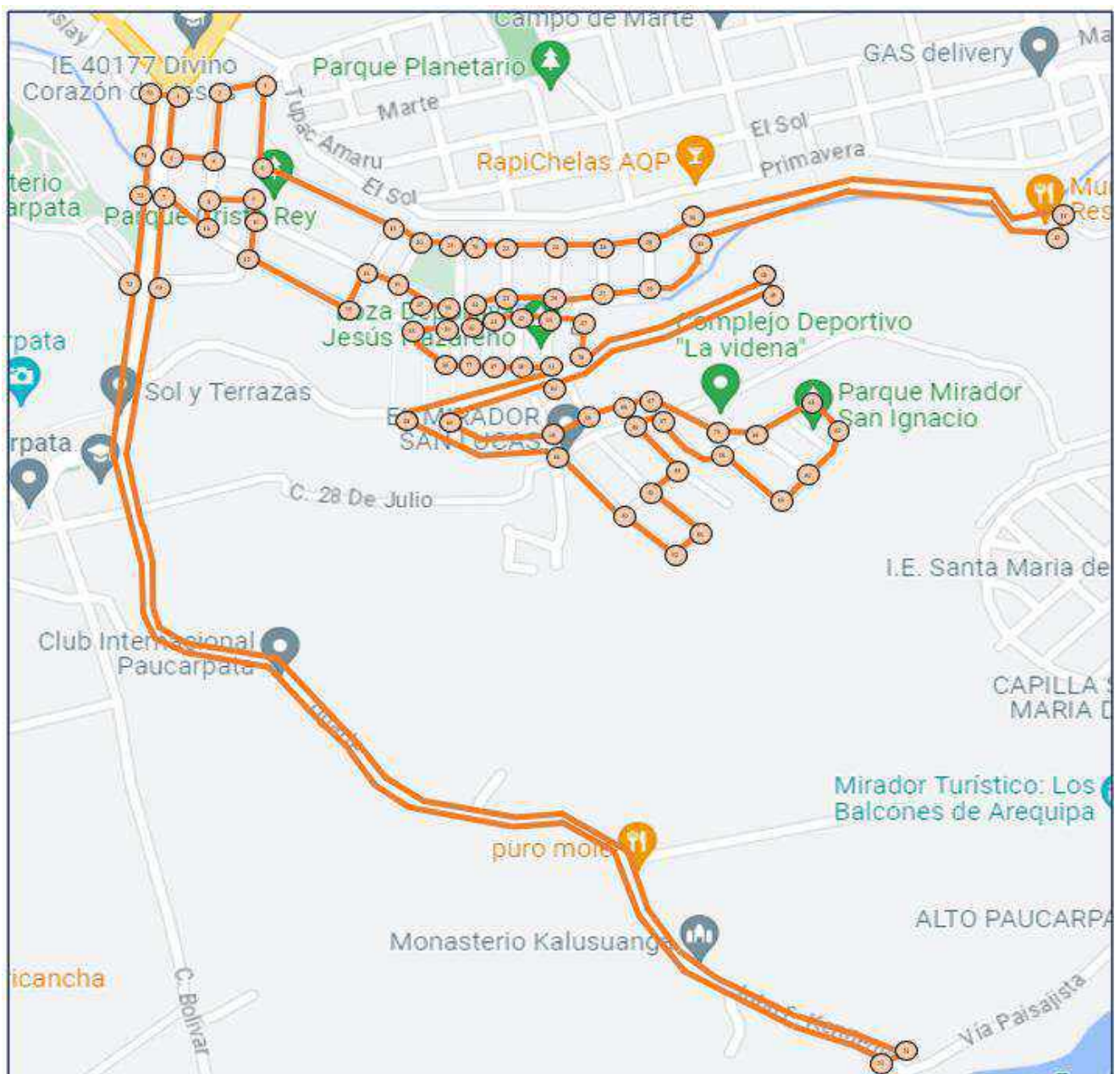
ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 10 PROPUESTA



ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 11 PROPUESTA



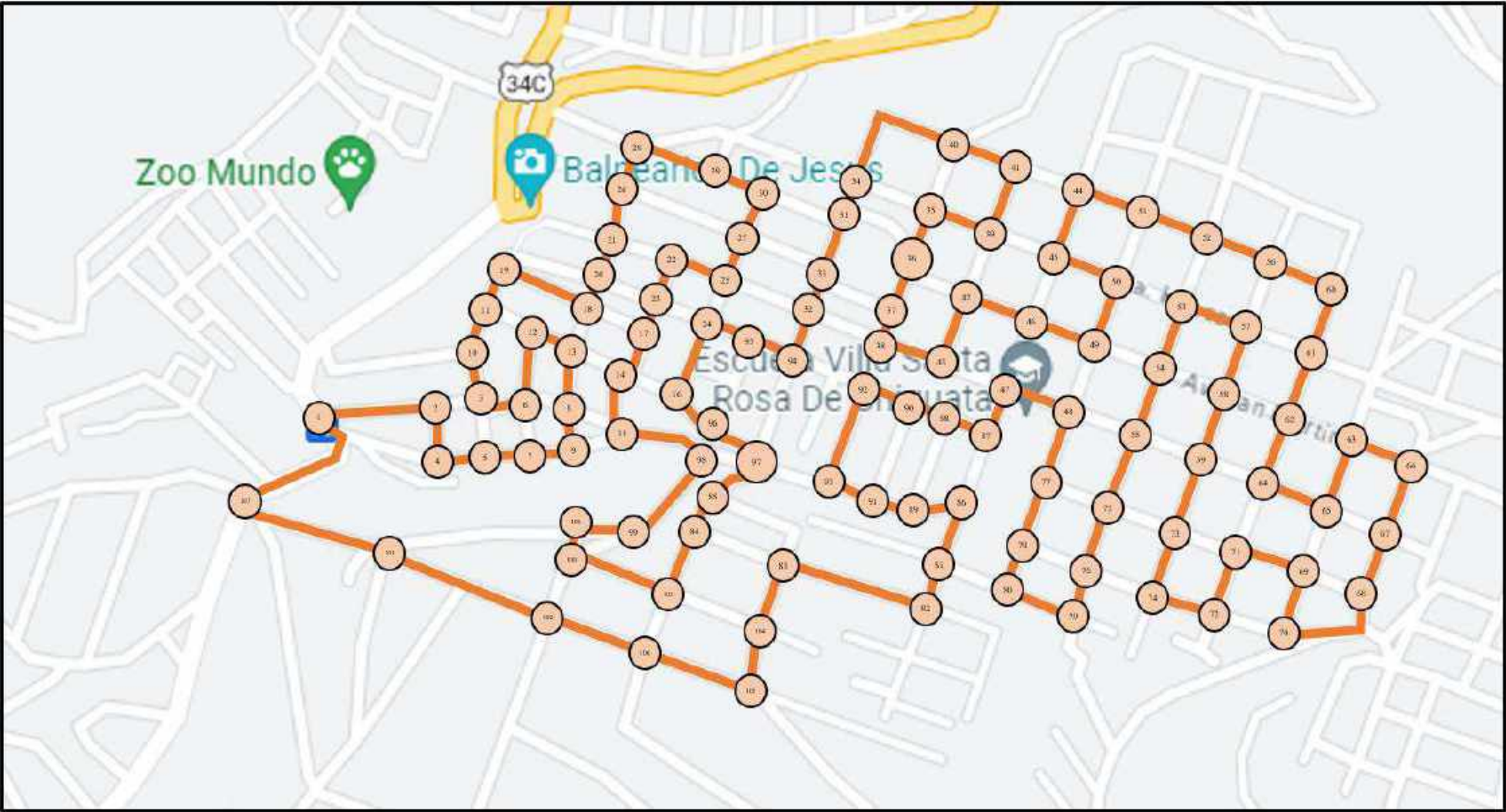
ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 12 PROPUESTA



ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 13 PROPUESTA

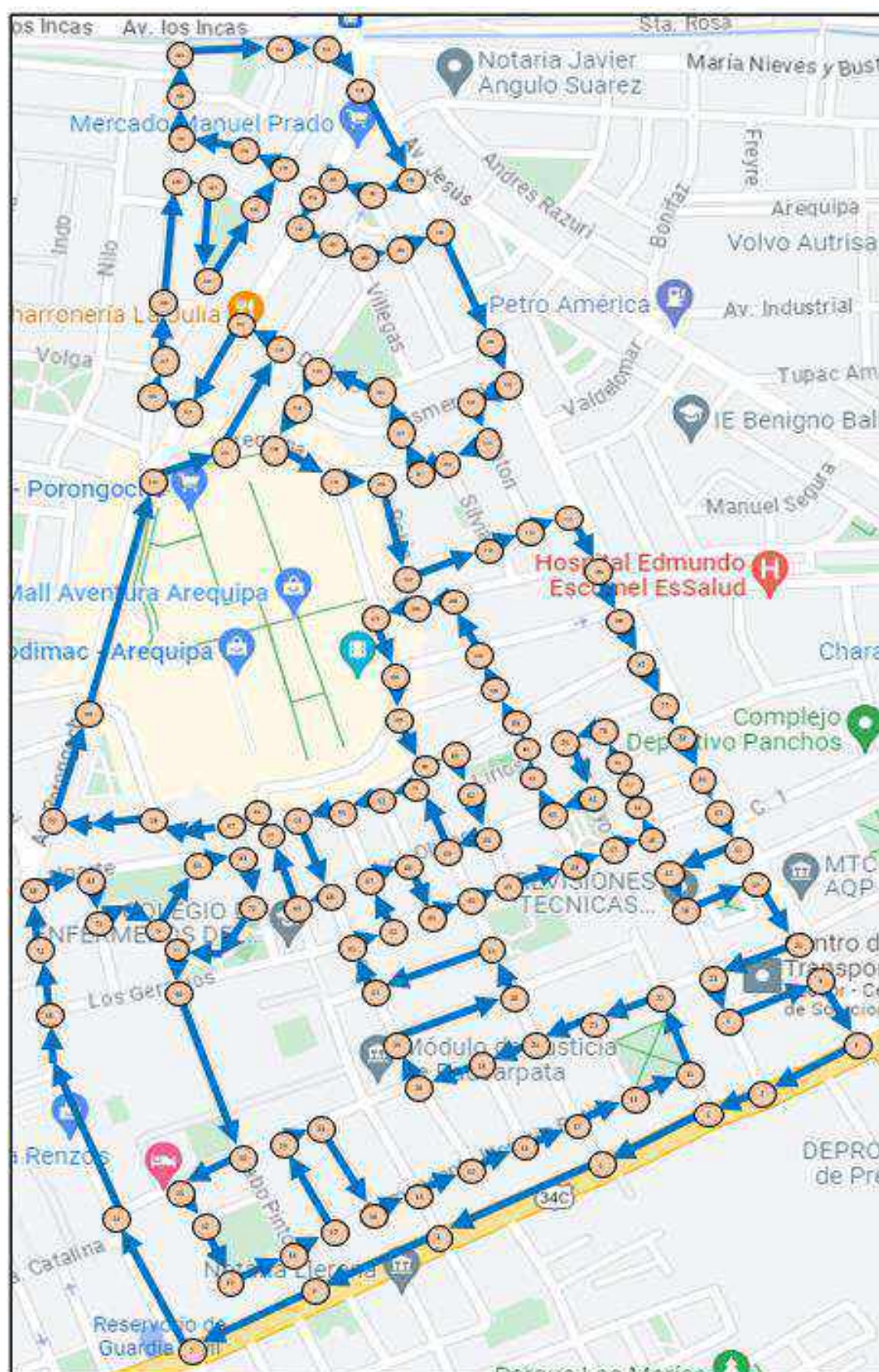


ARCOS Y NODOS DE LA RUTA 14 PROPUESTA

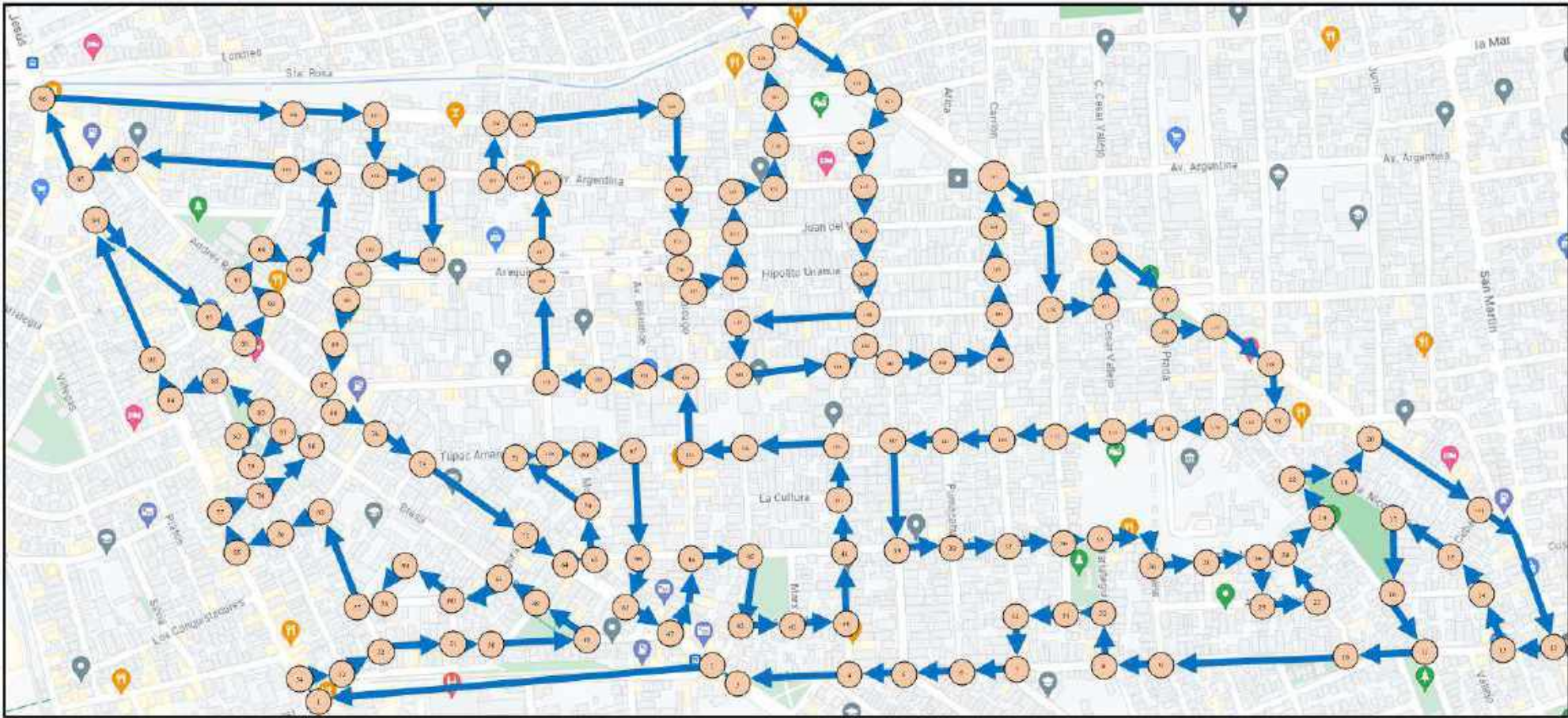


ANEXO 12. SENTIDO DE LAS RUTAS PROPUESTAS

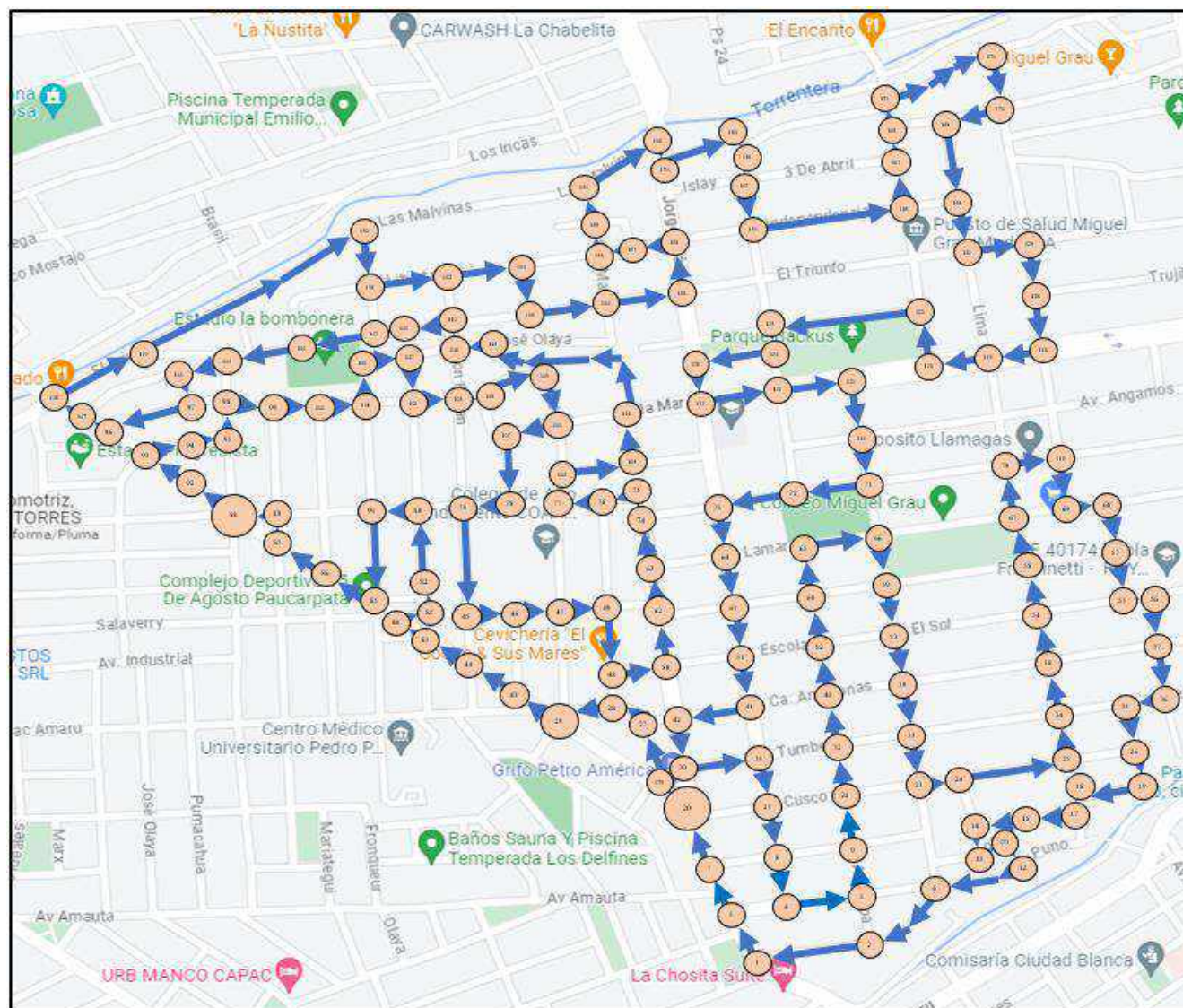
SENTIDO DE LA RUTA 01 PROPUESTA



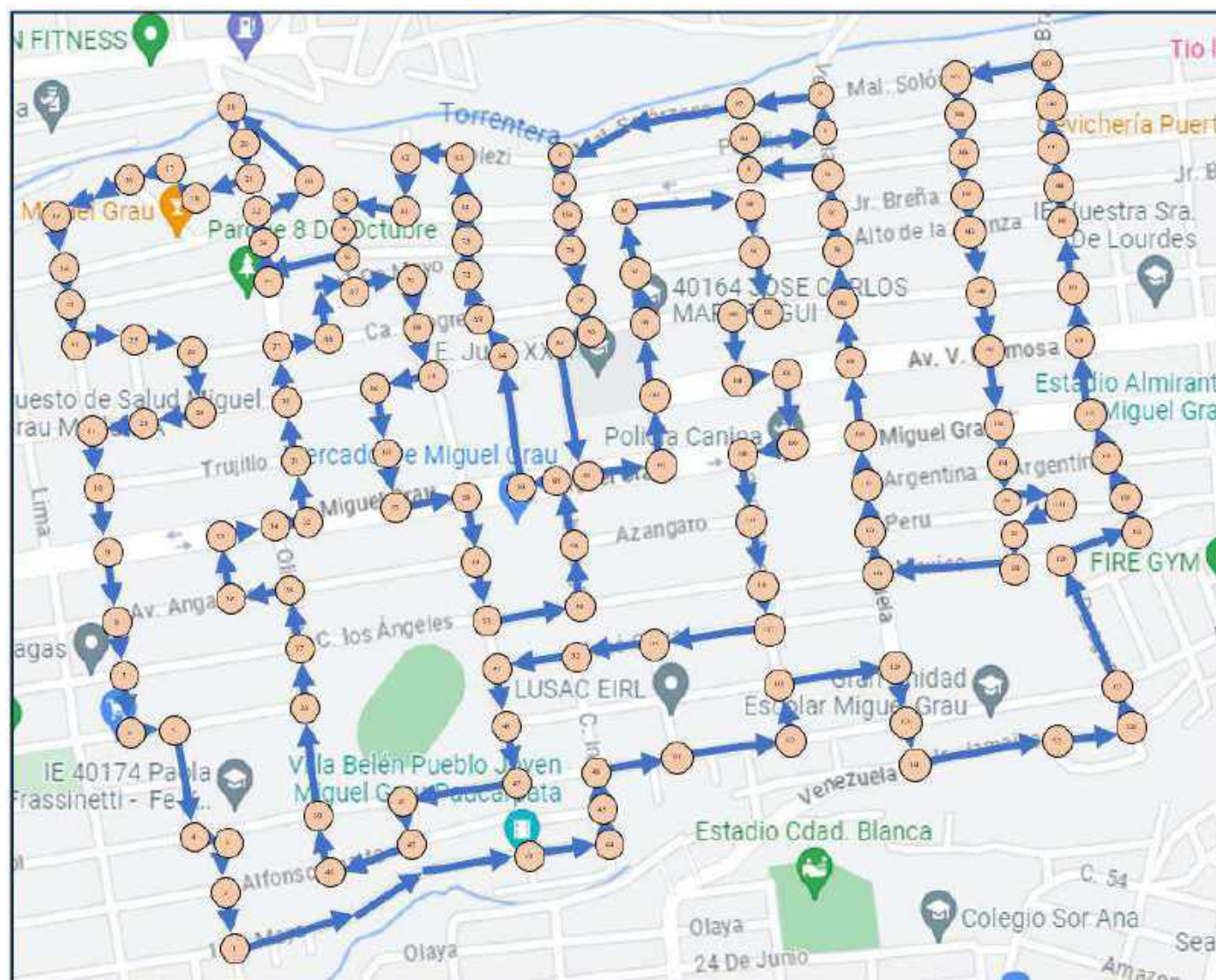
SENTIDO DE LA RUTA 02 PROPUESTA



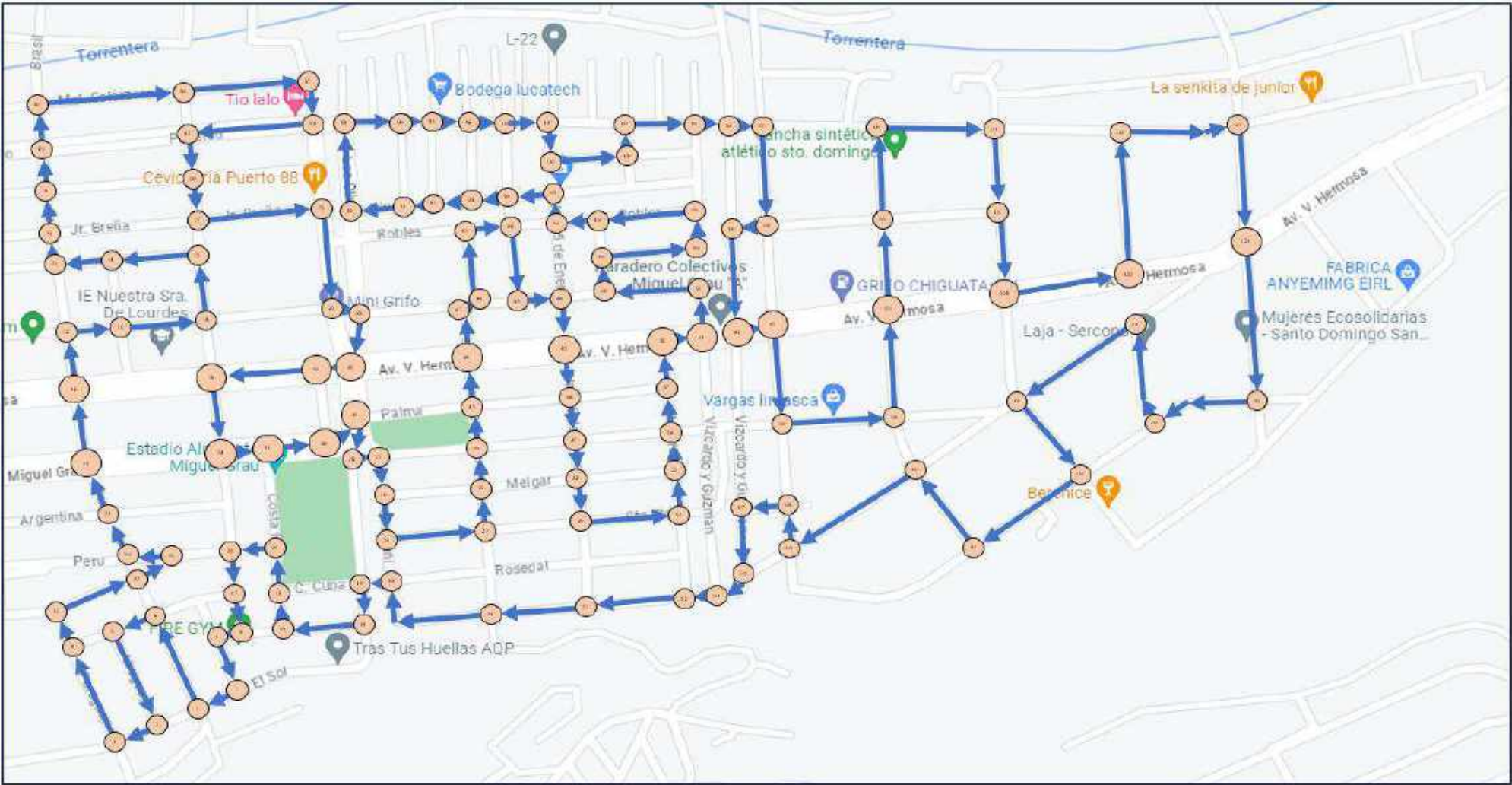
SENTIDO DE LA RUTA 03 PROPUESTA



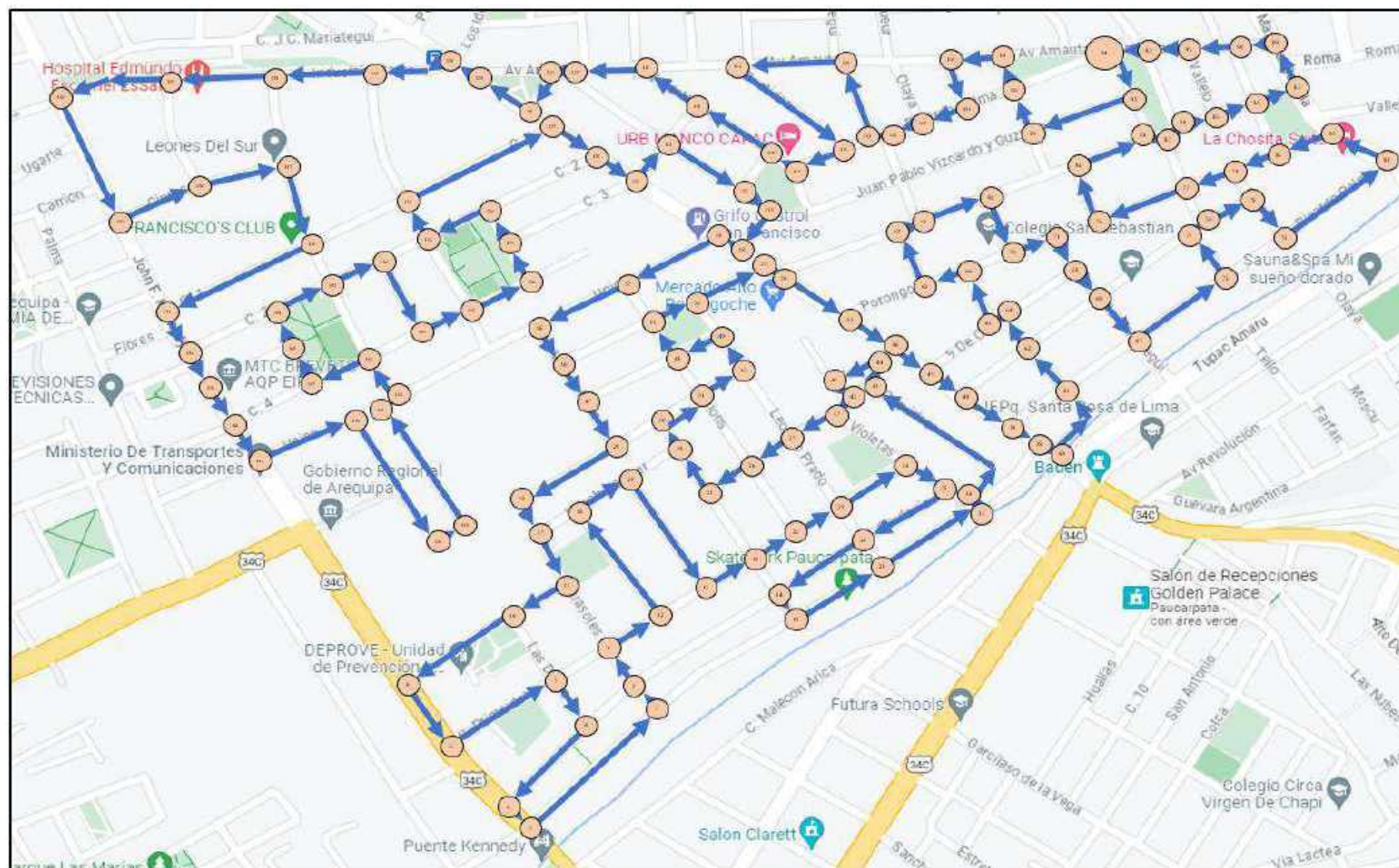
SENTIDO DE LA RUTA 04 PROPUESTA



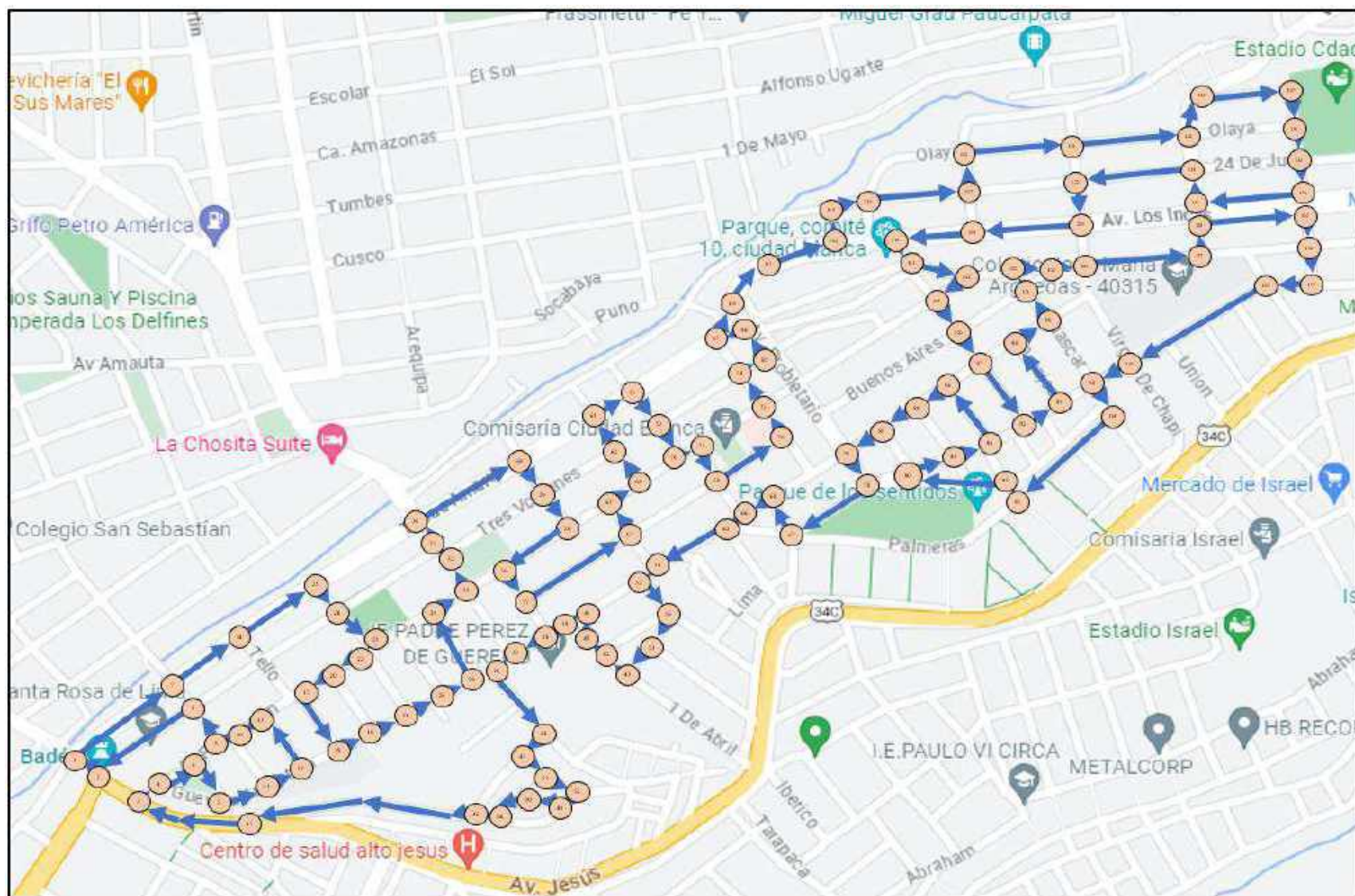
SENTIDO DE LA RUTA 05 PROPUESTA



SENTIDO DE LA RUTA 07 PROPUESTA



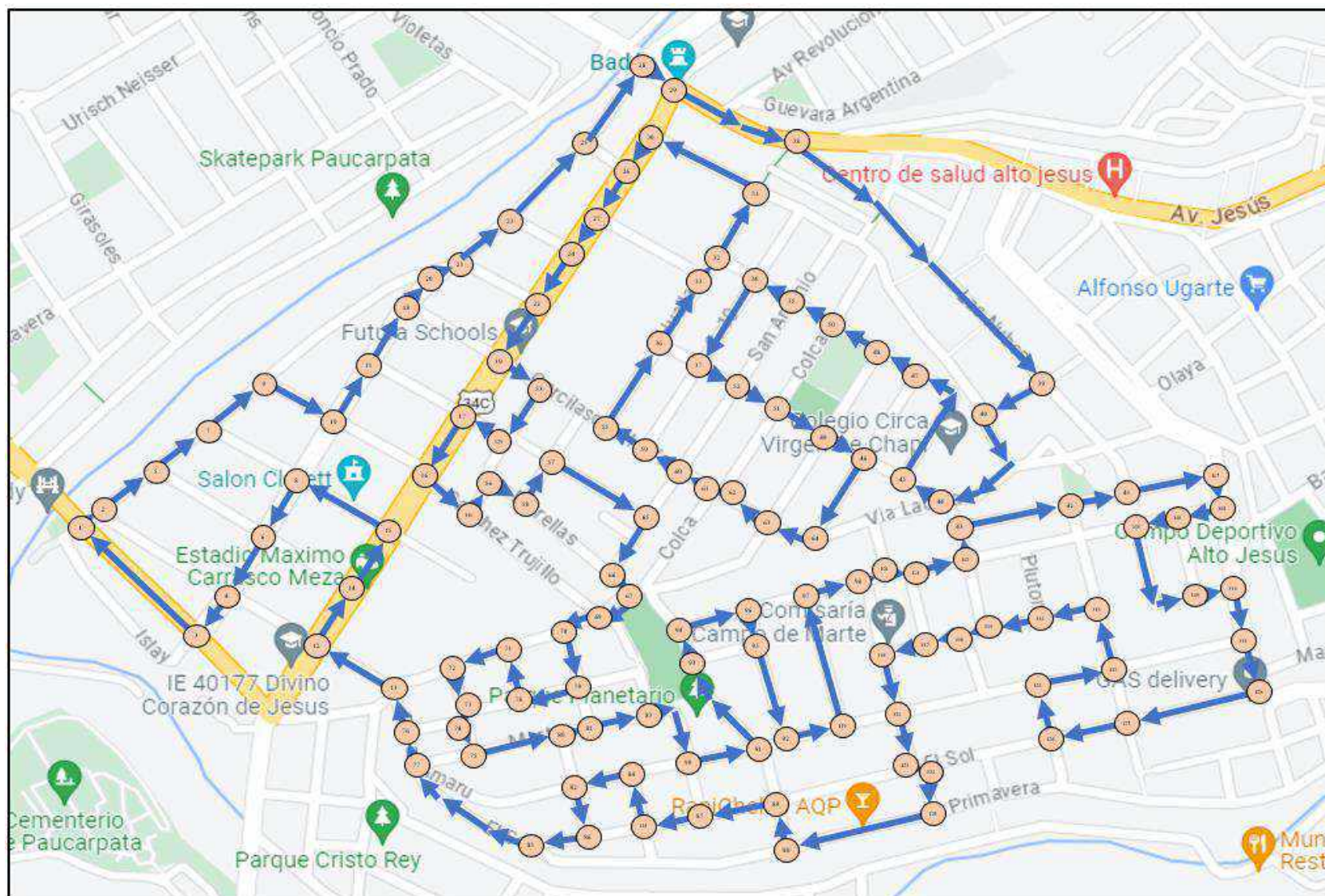
SENTIDO DE LA RUTA 08 PROPUESTA



SENTIDO DE LA RUTA 09 PROPUESTA



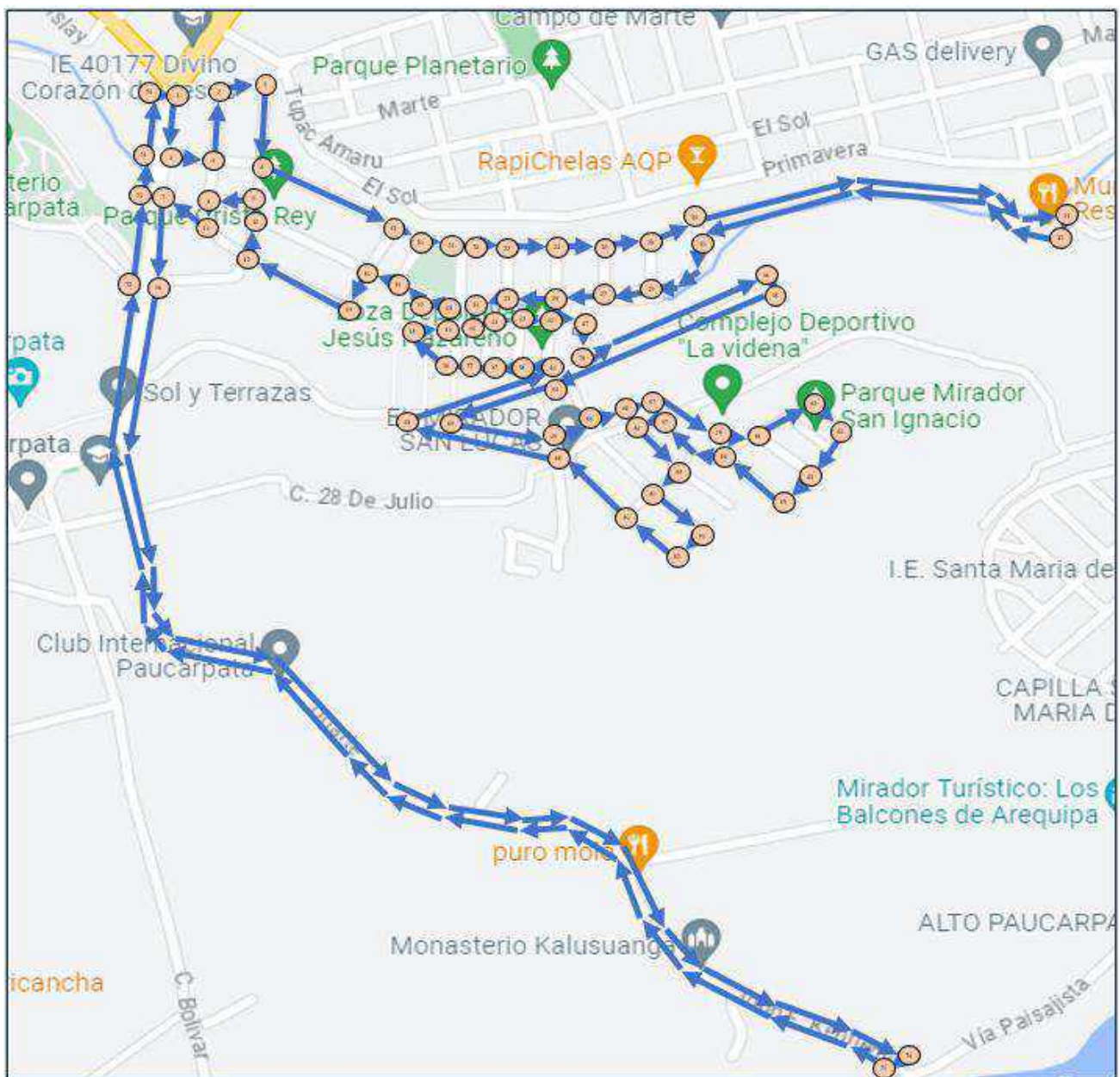
SENTIDO DE LA RUTA 10 PROPUESTA



SENTIDO DE LA RUTA 11 PROPUESTA



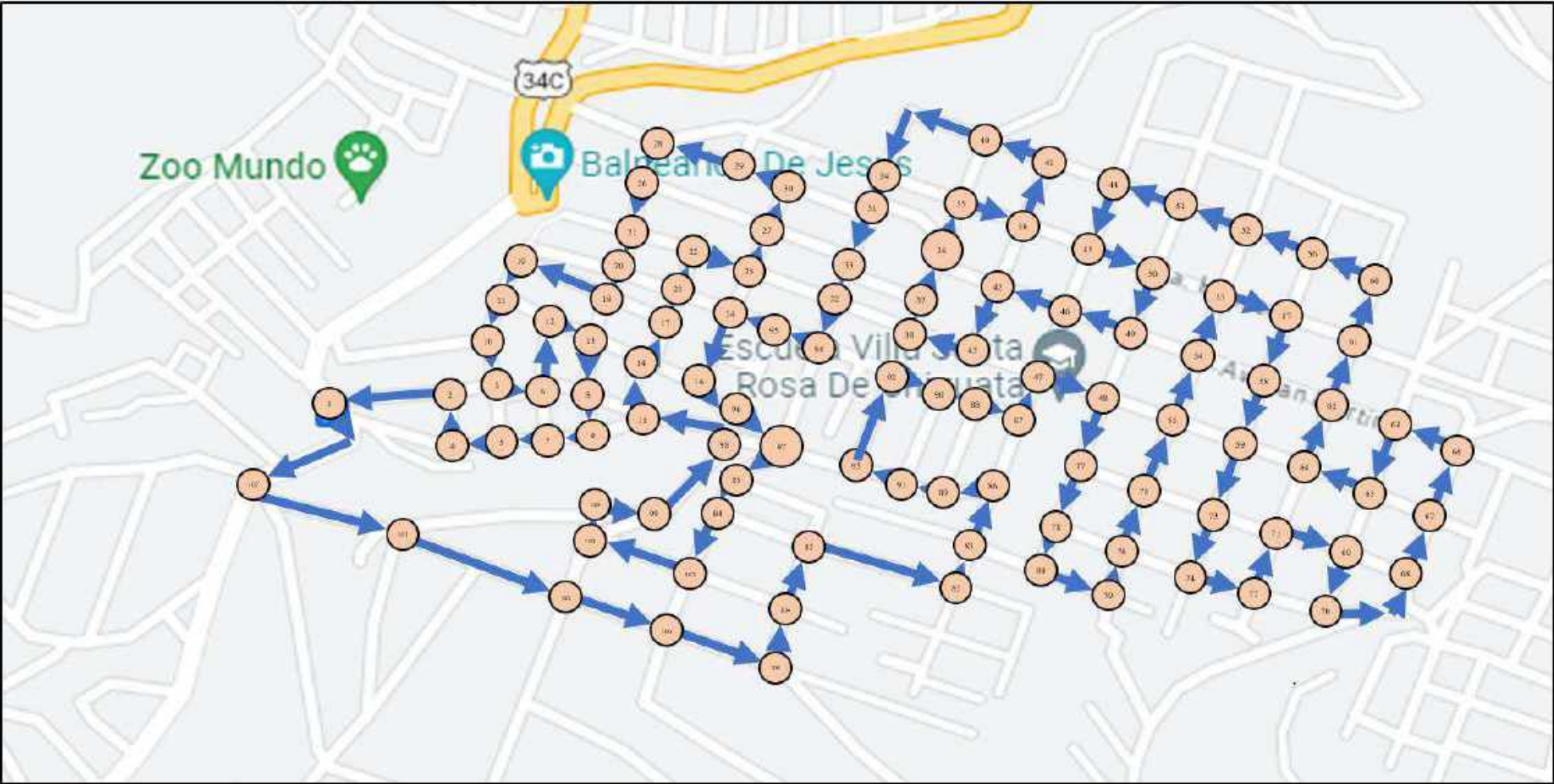
SENTIDO DE LA RUTA 12 PROPUESTA



SENTIDO DE LA RUTA 13 PROPUESTA



SENTIDO DE LA RUTA 14 PROPUESTA



ANEXO 13. INVERSIÓN DEL PROYECTO

INVERSIÓN DEL PROYECTO		
COSTO DE RECURSOS UTILIZADOS		
Materiales y Herramientas		
4 cartuchos de tinta negra EPSON	S/	179.60
1 millar de Hojas Bond A4 75 Gr.	S/	48.90
10 Lapiceros 2B	S/	33.00
5 Plumones, 1 tijera, 8 resaltadores	S/	66.00
10 lapices de grafito	S/	12.50
10 lapices técnicos HB para planos	S/	26.50
Software LINGO 17.0 x64	S/	10.00
Software Office 2019	S/	15.00
3 Porta Hojas	S/	54.00
4 Folders	S/	36.00
1 Portaplanos	S/	32.00
Papel Bond A3 75 g Paquete x 500 Hojas	S/	36.50
Costo de Materiales y Herramientas	S/	550.00
Servicios		
Red WIFI	S/	410.00
Tarifa eléctrica	S/	325.00
Almacenamiento en Nube	S/	59.00
Impresión de rutas	S/	18.00
Impresiones	S/	58.00
Costo de Servicios	S/	870.00
Transporte		
Transporte (54 usos de servicio de taxi "Taxitel, InDrive y Alo45")	S/	1,265.00
Transporte (Compactadoras)	S/	-
Transporte (27 uso de Servicio de Transporte Publico)	S/	81.00
Transporte de verificación y comprobación	S/	654.00
Costo de Transportes	S/	2,000.00
Costo total de recursos	S/	3,420.00
COSTO DEL INVESTIGADOR		
Costo mensual del investigador	S/	1,960.00
Refrigerios	S/	798.00
Almuerzos	S/	755.00
Bebidas energizantes	S/	407.00
Meses de asignación	S/	5.00
Costo total del investigador	S/	9,800.00
COSTO PRUEBA DE ADAPTACIÓN		
Costo de prueba	S/	15,236
Costo 14 rutas (7 veces por semana)	S/	882
Costo recursos humanos (7 veces por semana)	S/	9,487
Imprevistos	S/	4,867
COSTO PUBLICIDAD Y PLAN DE COMUNICACIÓN		
Costo de publicidad	S/	9,850.00
Publicidad vía Facebook	S/	1,175.00
Publicidad vía Paneles publicitarios	S/	2,875.00
Publicidad vía afiches	S/	2,500.00
Publicidad vía página web de la municipalidad de Paucarpata	S/	1,550.00
Publicidad vía página web de la municipalidad de Arequipa	S/	1,750.00
Costo del plan de comunicación	S/	5,600.00
COSTO DE CAPACITACIÓN		
Costo total de capacitación	S/	7,500.00
COSTO DE REPOSICIÓN DE COMPACTADORAS		
Costo de la compactadora	S/	316,000.00
Cantidad a reponer	S/	2.00
Costo total de reposición	S/	632,000.00
IMPREVISTOS	S/	5,500.00
COSTO TOTAL	S/	688,905.77

