

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y
FORMALES
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL



OPTIMIZACIÓN DE RUTAS EN UNA ASOCIACIÓN DE RECOJO
DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES EN EL DISTRITO DE
PAUCARPATA

Tesis presentada por el Bachiller:

PAREDES MEDINA JOSÉ
ALEJANDRO

Para obtener el Título Profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AREQUIPA – PERÚ

2015



A mi adorada hija, Isabella, quien me prestó el tiempo que le pertenecía y me motivó siempre con su sonrisa.

A mi esposa, Francesca, quien me brindó su amor, cariño, estímulo y apoyo constante.

A mis padres, Gloria y Luis, quienes me enseñaron desde pequeño a luchar para alcanzar mis metas. Mi triunfo es el de ustedes.

A mis hermanos, Ana y Luis, por ser parte importante en mi existencia y brindarme su apoyo durante el tiempo de estudio.



A la ONG, CECYCAP, por abrir las puertas de su organización y darme la oportunidad de trabajar con ellos brindándome todo su apoyo.

A mi asesor, Ing. Efraín Murillo, por la orientación y ayuda que me brindó para la realización de esta tesis.

A todos mis profesores del Programa de Ingeniería Industrial que me enseñaron tanto de la profesión como de la vida, impulsándome siempre a seguir adelante.



**“Para ser exitoso no tienes que hacer cosas extraordinarias.
Haz cosas ordinarias, extraordinariamente bien.”**

Anónimo

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene como objetivo implementar el método más adecuado de optimización de rutas para una asociación de residuos sólidos reciclables con el fin de mejorar su productividad, debido a que, en general, dentro del sector de recolección de residuos, el tema de optimización lineal de rutas no ha sido explorado ni sustentado de manera contundente en el panorama nacional. Esto contrasta con el hecho de que la distribución de rutas es la operación de ingresos más significativos para las empresas de este sector.

En el marco teórico se analizan los métodos de optimización de rutas mediante teoremas y aplicaciones prácticas, mencionando los fundamentos, restricciones y algoritmos adecuados para el caso de la asociación en estudio. Se encuentra así que la solución propuesta combinará las variables como tiempo, distancia y carga; de esta manera se adecúa la solución como relevante para el problema de la asociación.

En la descripción y diagnóstico, primero se detallan las características principales de la asociación y sus distintas áreas, luego se analiza su estado actual con énfasis en la distribución de rutas. Así, se fundamenta la necesidad de aplicar el método de optimización de rutas, y se propone el enfoque a desarrollar en la solución.

La solución propuesta desarrolla la optimización de rutas en dos partes: la sectorización de rutas y el modelo de optimización. En la sectorización, se define el detalle del número de rutas necesarias para el distrito, ajustándolas a la cantidad de mujeres responsables del recojo de los residuos sólidos

reciclables. En el modelo de optimización, se propone una solución adecuada al modelo, mediante la teoría antes revisada y adaptándolo empíricamente a la práctica.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones del documento para tener una mejor visión del estudio realizado.

RESUMEN

La tesis se realiza en el distrito de Paucarpata y consiste en realizar rutas óptimas de recojo de residuos sólidos reciclables ya que estas rutas están diseñadas empíricamente por las trabajadoras responsables de esta actividad.

Para obtener las rutas óptimas primero hay que identificar las casas y sectores que apoyan a la asociación y dan los residuos sólidos reciclables de sus hogares. Plantear los nuevos sectores de las rutas de modo que se abastezca el mismo espacio del distrito, para luego separarlo en nuevos sectores y obtener las rutas. Para obtener las rutas nos apoyamos en el software LINDO basado en programación lineal, específicamente en el método TSP Agente Viajero.

El segundo eje estratégico, Mejora en la calidad de vida con ambiente sano, menciona: “La degradación y contaminación ambiental en el Perú afecta enormemente la salud y la productividad de la población del país que vive en situación de pobreza, y amenaza en particular el bienestar de las generaciones actuales y futuras. Los impactos de la degradación ambiental, estimados en un costo de alrededor de 8,500 millones de Nuevos Soles anuales, es decir, aproximadamente 4% del PBI, se debe sobre todo al aumento de la mortalidad

y la morbilidad, a la disminución de la productividad y a la degradación del suelo y de la infraestructura.” (Multisectorial, 2012)

Otro punto relevante es el mercado de comercialización de residuos sólidos, el cual se ha incrementado. Se comercializó productos como Cartón y Papel (9,316 Ton.), lo cual representó en precio FOB de USD 666; Plástico PET (35,937 Ton.) el cual tuvo precio FOB 19,941.80. (Sandoval Alvarado, 2010)

A la vez que la asociación se verá beneficiada, la sociedad se favorecerá por el mayor alcance que tendrá el proyecto, por ende, mayores viviendas pueden participar y los distritos podrán proyectar una mejor imagen al resto de la ciudad. Además, la presente investigación, servirá como base para la ejecución del mismo procedimiento en los demás distritos trabajados por la asociación, bajo características parecidas.

El estudio es una investigación descriptiva del proceso para medir propiedades o variables siendo a la vez experimental por alterar el proceso actual. Se utilizó la observación para la recolección de datos que luego fueron consolidados.

Las rutas resultantes fueron implementadas en la actividad y dado su significativo resultado son realizadas hasta el día de hoy. Se comprobó la optimización de las rutas con la disminución del valor de las variables.

ABSTRACT

The thesis is done in the district Paucarpata and involves making optimal routes pickup of recyclable solid waste as these routes are designed empirically by workers responsible for this activity.

For optimal routes must first identify the houses and industries that support the association and give recyclable solid waste from their homes. Sectors pose new routes so that the same area of the district is supplied, then separate it into new sectors and get the routes. For the routes we rely on the LINDO software based on linear programming, specifically in the TSP Traveling Salesman method.

The second strategic focus improved quality of life with healthy, states: " The environmental degradation and pollution in Peru greatly affects the health and productivity of the country's population living in poverty , and in particular threat being of current and future generations. The impacts of environmental degradation, estimated at a cost of around 8,500 million new soles per year, that is, about 4 % of GDP, was mainly due to increased mortality and morbidity, to lower productivity and land degradation and infrastructure. "

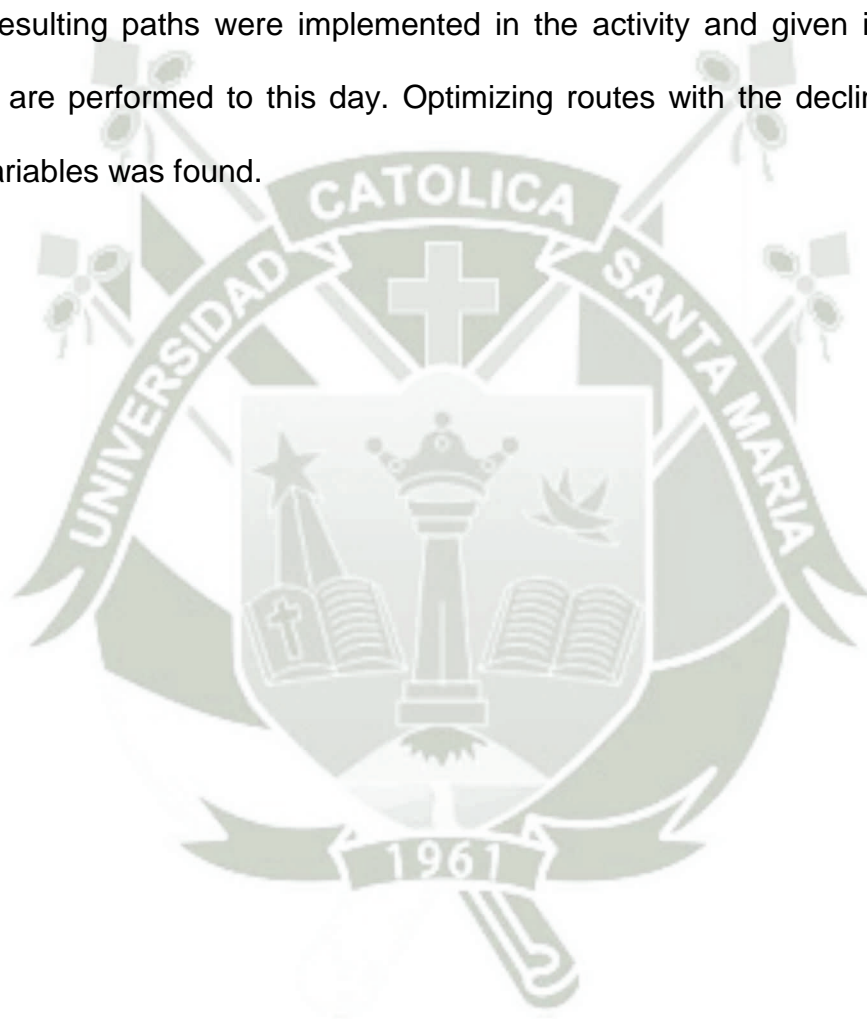
Another important point is the market for commercialization of solid waste, which has increased. Cardboard and paper products such as (9,316 tons) were sold, which represented in FOB price of USD 666; PET plastic (35.937 Ton) which was 19,941.80 FOB price.

While the partnership will benefit the society will be encouraged by the greater scope that the project will therefore older homes can participate and districts can project a better image to the rest of the city. In addition, this research will

serve as a basis for implementing the same procedure in the other districts by the association worked under similar characteristics.

The study is a descriptive study of the process for measuring properties or experimental variables being the time to alter the current process. Observation for data collection were used then consolidated.

The resulting paths were implemented in the activity and given its significant result are performed to this day. Optimizing routes with the declining value of the variables was found.



ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS	2
ÍNDICE DE FIGURAS	2
CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....	3
A. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	3
B. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	3
1. <i>Aspecto ambiental</i>	3
2. <i>Aspecto cultural</i>	3
3. <i>Aspecto económico</i>	4
4. <i>Aspecto social</i>	4
5. <i>Aspecto general</i>	5
C. OBJETIVOS.....	5
1. <i>Objetivo general</i>	5
2. <i>Objetivos específicos</i>	5
D. ALCANCE	6
E. SISTEMA DE HIPÓTESIS.....	6
1. <i>Hipótesis central o principal</i>	6
2. <i>Variables</i>	7
F. DISEÑO METODOLÓGICO.....	8
1. <i>Nivel de investigación</i>	8
2. <i>Diseño de investigación</i>	8
3. <i>Técnicas de recolección de información</i>	8
4. <i>Técnicas de análisis de datos</i>	8
G. CAMPO DE VERIFICACIÓN.....	8
H. ESTRATEGIA.....	9
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	10
A. MARCO TEÓRICO.....	10
1. <i>Investigación de operaciones</i>	10
2. <i>Algoritmos de Optimización de Rutas</i>	14
B. MARCO REFERENCIAL.....	17
1. <i>Aplicación a Modelo de Optimización de Transporte de Residuos Sólidos</i>	17
C. MARCO CONCEPTUAL	23
CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA	24
A. ASPECTOS GENERALES.....	24
B. OPERACIONES.....	32

C. RECURSOS HUMANOS.....	32
D. RUTAS	32
CAPÍTULO 4. SOLUCIÓN PROPUESTA.....	35
A. SECTORIZACIÓN DE RUTAS.....	35
B. MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS.....	41
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	51

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE TRABAJADORA POR RUTA	26
TABLA 2: DISTANCIA, TIEMPO Y CARGA POR RUTA	31
TABLA 3: DISTRIBUCIÓN DE KILOGRAMOS POR CASA POR RUTA.....	33
TABLA 4: CATEGORIZACIÓN DE CARGA POR TRABAJADORA (EN KILOGRAMOS)	36
TABLA 5: ASIGNACIÓN DE SECTORES SEGÚN CATEGORÍA	39
TABLA 6: DISTANCIA POR RUTA Y TIEMPO POR TRABAJADORA	45
TABLA 7: DIFERENCIA ENTRE DISTANCIA CALCULADA DEL MODELO Y DISTANCIA AJUSTADA.....	46
TABLA 8: VARIABLES DE RUTAS ACTUALES	47
TABLA 9: VARIABLES DE RUTAS PROPUESTAS.....	47
TABLA 10: DIFERENCIA ENTRE RUTAS ACTUALES Y RUTAS PROPUESTAS.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ORGANIGRAMA DE LA ASOCIACIÓN – PAUCARPATA	25
FIGURA 2: MAPA DE PAUCARPATA	28
FIGURA 3: MAPA DE PAUCARPATA DIVIDIDO EN SECTORES DE RECOJO - JUEVES.....	29
FIGURA 4: MAPA DE PAUCARPATA DIVIDIDO EN SECTORES DE RECOJO – VIERNES	30
FIGURA 5: MAPA DIVIDIDO EN SECTORES PROPUESTOS	38

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1.1 Identificación del problema

Las rutas de recojo de residuos sólidos reciclables están diseñadas empíricamente por trabajadoras que no cuentan con capacitación alguna; adicionando la falta de programación semanal de los recolectores y la ausencia de planos catastrales del sector distrital donde se realiza esta labor.

1.2 Descripción del problema

1.2.1 Aspecto ambiental

Hoy en día el tema medioambiental es, sino, el más importante cuando se habla de cualquier proyecto; donde absolutamente todos tenemos participación y nos vemos afectados. Las empresas y asociaciones, como ésta, cumplen un papel importante al encargarse del recojo de residuos sólidos y seleccionando aquellos desechos que pueden reciclarse o reutilizarse disminuyendo así las emisiones causadas y el volumen de desechos destinados a los rellenos sanitarios. En esta actividad, como en cualquier otra, también se tienen riesgos, siendo el principal el contacto con residuos peligrosos causantes de accidentes, enfermedades, alergias, etc.

1.2.2 Aspecto cultural

Se mencionó que las rutas de recojo de residuos sólidos reciclables están establecidas por el criterio de las mujeres encargadas de esta actividad, el problema es que estas mujeres no tienen el conocimiento adecuado para atribuirles esta función. La mayoría de ellas tienen una mínima formación académica, y en algunos casos ninguna. En consecuencia también es

complicado instruir las en algún tema específico y que se comprometían a realizarlo en su totalidad. Así mismo, las personas encargadas del control y seguimiento de esta asociación, que tienen una formación académica pero en otras especialidades, realizan su labor de una manera lógica y experimental, faltando el criterio técnico necesario para optimizar su operación.

1.2.3 Aspecto económico

En el particular caso de esta asociación, el aspecto económico es aún más importante debido a que las ganancias recibidas son en su totalidad distribuidas entre las mujeres encargadas del recojo de residuos sólidos reciclables; ya que ellas participan en el proceso completo. Las rutas, diseñadas empíricamente por las trabajadoras, son diferentes cada día, generando esfuerzos innecesarios y pérdida de tiempo; lo cual no permite analizar posibles mejoras en la determinación de rutas de recojo que incrementen de algún modo los ingresos de la asociación, por ende, el de las trabajadoras.

1.2.4 Aspecto social

Como se mencionó anteriormente, el tema del reciclaje y ayuda medioambiental nos afecta a todos, por lo tanto, es necesario que todos participen en esta actividad. El problema es que no todas las personas son conscientes de esto y se rehúsan a participar activamente de este tipo de proyectos. A su vez, este comportamiento minoriza el área de recojo de residuos sólidos reciclables, lo cual afecta el volumen de recolección.

1.2.5 Aspecto general

Al analizar conjuntamente los aspectos mencionados, podemos darnos cuenta de la magnitud y el potencial de resolución que tiene la problemática. Es importante, además, señalar que la municipalidad del distrito en mención colabora muy poco con esta asociación. Ésta, ayuda otorgando un vehículo de recojo de basura que solo va a los sectores al inicio, para dejar a cada trabajadora en el sector que le corresponde, y al final, para recoger todo lo acopiado; aunque es una ayuda importante, sigue siendo mínima respecto al tamaño del proyecto de la asociación.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Construir un modelo matemático de programación binaria que permita diseñar trayectorias óptimas del recojo de residuos sólidos reciclables.

1.3.2 Objetivos específicos

- Obtener la información necesaria sobre el alcance territorial de la asociación en Paucarpata y las restricciones que se tiene.
- Obtener beneficios cualitativos y cuantitativos, y amenazas relacionadas al proyecto.
- Conocer el marco teórico necesario sobre el tema de optimización de rutas.
- Desarrollar una fundamentación teórica sostenible sobre las rutas elegidas para el desarrollo del modelo.

- Utilizar los conocimientos adquiridos de Ingeniería Industrial para elaborar las propuestas y adecuarlas a la realidad.
- Cuantificar la implementación de la ruta propuesta, de tal manera que demuestren su necesidad a la asociación y la rentabilidad de esta, en el corto plazo.

1.4 Alcance

Esta investigación busca implementar nuevas rutas de recojo de residuos sólidos reciclables obtenidas de realizar un diagnóstico actual general de la empresa, seleccionar las zonas a trabajar dentro de los proyectos que maneja la asociación, representados por el distrito de Paucarpata; presentando un modelo teórico-metodológico para ser aplicado en los demás distritos.

Las trabajadoras de la asociación deben adquirir el compromiso de cumplir con las rutas propuestas, brindándoles la información necesaria para que sepan de su beneficio, al ser más eficientes que las anteriores rutas. También es necesario recalcar que esta investigación solo abordará los procesos de recolección y acopio de los residuos.

1.5 Sistema de hipótesis

1.5.1 Hipótesis central o principal

Las nuevas rutas propuestas optimizan el proceso de recojo de residuos sólidos reciclables.

1.5.2 Variables

Variable Independiente

Modelo matemático de implementación binaria.

Variables Dependientes

a) Tiempo

Definición Conceptual: Es una magnitud física con la que medimos la duración o separación de acontecimientos.

(Wikipedia, la enciclopedia libre. 29 Abril 2015)

Definición Operativa: Es la duración entre el inicio y fin del proceso de recolección y acopio de residuos sólidos reciclables.

b) Distancia

Definición Conceptual: Espacio o intervalo de lugar que media entre dos cosas. (Diccionario Real Academia Española)

Definición Operativa: Es la suma del recorrido realizado en la ruta de cada trabajadora.

c) Carga

Definición Conceptual: Cosa transportada a hombros, a lomo, o en cualquier vehículo. (Diccionario Real Academia Española)

Definición Operativa: Es el peso acumulado de los residuos sólidos reciclables desechados en una ruta en particular.

1.6 Diseño metodológico

1.6.1 Nivel de investigación

La presente investigación es de nivel descriptivo, ya que vamos a describir y medir propiedades, conceptos y variables formulados en base al particular conocimiento del área de estudio.

1.6.2 Diseño de investigación

Se trata de una investigación experimental dado que se alterará el proceso actual de recojo de residuos sólidos reciclables.

1.6.3 Técnicas de recolección de información

La técnica utilizada para recolectar la información necesaria es la observación, la cual nos permitirá identificar las rutas actuales de recojo de las trabajadoras, así como, el tiempo en que lo realizan y el volumen de residuos. El instrumento seleccionado será una guía de observación, que consistirá en un mapa de la zona y los datos de tiempo y carga.

1.6.4 Técnicas de análisis de datos

Se procesará la información obtenida de cada ruta, y se consolidará de manera que se determine la distancia recorrida, el tiempo invertido y la carga de cada ruta.

1.7 Campo de verificación

El campo de verificación, como lo evidencia el título de esta investigación, es el distrito de Paucarpata de la provincia de Arequipa, departamento de Arequipa (Perú).

1.8 Estrategia

Para el problema propuesto, primero se analizará el alcance a trabajar. A partir del alcance definido, se trabajarán con dos análisis, macroruteo y microruteo.

Con respecto al macroruteo, se designarán las áreas elegibles para la distribución donde ya se realizó una concientización. Como siguiente paso, se define la distribución mediante la sectorización de rutas con base en los volúmenes de residuos sólidos reciclables por zona y la asignación de trabajadoras.

Luego de seleccionados los sectores, para cada uno de ellos se efectuará el desarrollo del microruteo. Este consiste en realizar el modelo basado en el Método del Agente Viajero TSP, y luego en realizar un ajuste manual de acuerdo a las características específicas del modelo a optimizar. Finalmente, se encuentran las eficiencias cuantificadas en la solución propuesta.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Investigación de operaciones

La Investigación de Operaciones parte del estudio y despliegue de métodos científicos para usar eficazmente los recursos. Tales métodos comprenden modelos matemáticos y estadísticos, además de algoritmos para tomar decisiones en problemas relacionados con la planificación, coordinación y ejecución de operaciones en las organizaciones. Algunas aplicaciones de la investigación de operaciones sirven para problemas de asignación de recursos materiales y servicios y planificación de rutas.

2.1.1.1 Problema de Optimización

El problema de optimización consiste en determinar el valor óptimo (valor máximo o valor mínimo) que una función asume sobre los elementos de un conjunto dado.

De un modo preciso, dados un conjunto X y una función que asigna a cada x de X un valor numérico $f(x)$, se desea, para el caso de máximo, encontrar x_0 de X que cumpla la condición:

$$f(x) \leq f(x_0) \text{ para todo } x \text{ de } X$$

Y para el caso de mínimo, un x_1 de X que cumpla:

$$f(x_1) \leq f(x) \text{ para todo } x \text{ de } X$$

En forma abreviada se escribe $f(x_0) = \text{Max } f(x)$, $f(x_1) = \text{Min } f(x)$

Los elementos del conjunto X representan los recursos del problema y $f(x)$ puede ser considerado como el valor del recurso x , por ejemplo, es un costo, un tiempo, una cantidad de producción, etc. A la función $f(x)$ se le denomina función objetivo.

Frecuentemente, el conjunto X se especifica mediante restricciones, que determinan sus elementos, y algoritmos o reglas, que describen cómo obtener elementos de X .

Es posible que el problema no tenga soluciones, porque el conjunto X no tiene elementos o porque la función $f(x)$ no puede tomar un valor máximo y mínimo.

2.1.1.2 Programación Matemática

Los problemas de programación matemática constituyen una parte importante de los problemas de optimización. Un programa matemático tiene la forma:

Maximizar (o minimizar) $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$,

Sujeto a las condiciones o restricciones:

$$g_1(x_1, \dots, x_n) \{ \text{,=,} 0 \} b_1$$

$$g_2(x_1, \dots, x_n) \{ \text{,=,} 0 \} b_2$$

...

$$g_m(x_1, \dots, x_n) \{ \text{,=,} 0 \} b_m$$

donde $f(x_1, \dots, x_n)$, $g_1(x_1, \dots, x_n)$, ..., $g_n(x_1, \dots, x_n)$, son funciones con valores numéricos que dependen de n variables numéricas, x_1, x_2, \dots, x_n . b_1, \dots, b_m son

constantes y en cada restricción se emplea uno de los signos $>$, $=$, o $<$, lo que se indica mediante la notación $\{ >, =, < \}$.

El conjunto X de definición de problema está formado por todos los $x = (x_1, \dots, x_n)$ que satisfacen todas las restricciones. A tales x se les llama soluciones factibles del programa o del problema, y a X , se le denomina el conjunto de soluciones factibles o región de factibilidad.

Generalmente se asume que las variables x_1, \dots, x_n son números reales. No obstante, también se consideran programas matemáticos – llamados de programación entera – en los que las variables toman solo valores enteros.

2.1.1.3 Modelo de Programación Matemática

Como indica Maynard Kong en su libro “Investigación de Operaciones”, para resolver un problema de optimización primero se formula un modelo del problema mediante un problema matemático y luego se resuelve el programa matemático.

A partir de la definición y enunciado del problema, los pasos que usualmente se aplican para la formulación o propuestas del modelo son las siguientes:

- Se identifican la cantidad o variable de salida que se desea optimizar y las variables de decisión o de entrada x_1, x_2, \dots, x_n de las que depende y se expresa la primera como una función matemática de las últimas.
- Se determinan las condiciones, requisitos y limitaciones y se expresa mediante restricciones matemáticas que se imponen a las variables de decisión.

- Se incluyen condiciones adicionales que no aparecen de manera explícita pero que deben cumplirse en el problema real, por ejemplo, si algunas variables de decisión han de tomar valores iguales a cero, o si deben tener valores enteros.

Una vez obtenido el modelo del programa matemático se procede a resolverlo aplicando los métodos y técnicas de optimización; esto es, hallar el valor óptimo, si existe, y una solución óptima, o algunos valores en los cuales las variables de decisión proporcionan el valor óptimo.

2.1.1.4 Formulación del Problema de Programación Lineal

Se dice que una función numérica $f(x_1, \dots, x_n)$ que depende de variables numéricas x_1, x_2, \dots, x_n es lineal si se expresa como una suma de múltiplos de las variables:

$$f(x_1, \dots, x_n) = m_1x_1 + m_2x_2 + \dots + m_nx_n$$

Donde m_1, m_2, \dots, m_n son constantes.

Un problema de programación lineal (PPL) tiene la forma:

Maximizar (o Minimizar)

$$Z = C_1x_1 + C_2x_2 + \dots + C_nx_n$$

sujeto a las condiciones o restricciones

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \{ , =, \} b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \{ , =, \} b_2$$

...

$$a_{t1}x_1 + a_{t2}x_2 + \dots + a_{tn}x_n \{ , =, \} b_t$$

...

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{1m}x_m \{ , =, \} b_m$$

donde x_1, x_2, \dots, x_n son variables, c_1, c_2, \dots, c_n ; $a_{11}, a_{12}, \dots, a_{m1}, \dots, a_{mn}$ y b_1, b_2, \dots, b_m son constantes y en cada condición se asume uno de los signos $, =, .$

Así, tanto la función objetivo $z = z(x_1, \dots, x_n)$ como las funciones que definen los miembros izquierdos de las condiciones o restricciones son funciones lineales de las variables de decisión x_1, x_2, \dots, x_n .

En este caso a las constantes c_1, c_2, \dots, c_n de la función objetivo se les suele denominar costos o coeficientes de costos.

Se llama solución factible a cualquier colección de valores x_1, x_2, \dots, x_n que cumplan todas las restricciones. El problema consiste en determinar el mayor z_{max} (o menor z_{min}) de los valores de la función objetivo $z(x_1, x_2, \dots, x_n)$, evaluada sobre todas las soluciones factibles y, desde luego, indicar una solución óptima, esto es, una solución factible que produzca ese valor.

2.1.2 Algoritmos de Optimización de Rutas

Un problema de ruteo de vehículos consiste en determinar el conjunto de rutas de costo mínimo que inicien y terminen en los centros de carga y descarga de material (y viceversa), visitando todos los puntos relevantes para el

funcionamiento del sistema. Las características de clientes, depósitos y vehículos, así como otras restricciones operativas sobre las rutas generan distintas variantes del sistema e incrementan a la complejidad del mismo.

2.1.2.1 Clientes

Los clientes tienen una demanda que busca ser satisfecha por el servicio, esta es expresada físicamente en espacio dentro del vehículo de transporte, lo cual limita el transporte a más de un viaje, pues usualmente en un solo viaje no es posible cargar toda la demanda del cliente. Las restricciones más importantes respecto a clientes son: el número de veces que se visita al cliente, el horario en que se puede recoger el bien del cliente, en caso sea restrictivo, y la limitación de vehículos para la visita de los clientes. Este último, por ejemplo, se aplica en el caso de rutas con vehículos asignados a cada una, lo cual limita el transporte de vehículos a ciertos clientes únicamente.

2.1.2.2 Depósitos

Los depósitos son espacios donde al inicio y final del recorrido se ubican los vehículos y materiales a transportar, si es que hubiera. Los puntos de inicio y final suelen ser los mismos. Para los casos con múltiples depósitos, la diferencia entre ellos es la ubicación y la capacidad máxima de producción. Algunas veces se considera el tiempo de limpieza previo al inicio de la ruta y el tiempo de carga de material en el depósito.

2.1.2.3 Vehículos

Los vehículos se manejan en base a su capacidad máxima de almacenamiento. Pueden ser clasificados por peso y volumen. En general,

cada vehículo tiene asociado un costo fijo en el que se incurre al utilizarlo y un costo variable proporcional a la distancia que recorre.

En el caso de que los atributos sean los mismos para todos los vehículos se le llama flota homogénea, mientras que cuando hay diferencias, se llama flota heterogénea. La cantidad de vehículos disponibles podría ser una variable de entrada o una variable de decisión. El objetivo más usual suele ser utilizar la cantidad mínima de vehículos y minimizar la distancia recorrida suele encontrarse en segundo lugar.

En general se asume que cada vehículo recorre una sola ruta en el periodo de planificación.

2.1.1.4 Formulación Matemática

Existen distintos métodos de optimización de rutas, los cuales buscan minimizar la distancia de recorrido y por ende, los costos incurridos y costos asociados. En esta parte, se formulan algunos problemas clásicos que sirven como base para los algoritmos específicos utilizados para la resolución de casos como el de este estudio.

La red de transporte por la que circulan los vehículos es modelada mediante un grafo ponderado $G = (V, E, C)$, comprendido por nodos representados por V , arcos representados por E y costos ponderados para los arcos representados por C . Los nodos del grafo representan a los clientes y depósitos. Los depósitos suelen escribirse como 0 el inicial y $n + 1$ el final, mientras que los clientes tienen la nomenclatura $1, \dots, n$.

2.2 Marco Referencial

2.2.1 Aplicación a Modelo de Optimización de Transporte de Residuos

Sólidos

En el transporte de residuos sólidos, no es común encontrar métodos de optimización de rutas, sin embargo, es importante teniendo en cuenta los altos costos del servicio para la recolección, manejo y transporte de residuos sólidos (Pérez, 2006). Usualmente, las rutas son generadas por criterio del Supervisor General de Operaciones en conjunto con los choferes, lo cual brinda deficiencias en el modelo propuesto: numerosas repeticiones de recorrido en las calles del mapa para poder abarcar todo el camino, y selección de caminos muy largos debido a no haber un criterio de minimización de recorrido. Una deficiente propuesta de ruta y una selección de camiones con capacidades no adecuadas, derivarán en deficiente operación y funcionamiento del equipo, desperdicio de personal, reducción de las coberturas del servicio de limpieza y la proliferación de tiraderos clandestinos a cielo abierto. (SEDESOL, 1999) Entre las razones por las que no se realizan los métodos de optimización de rutas se encuentran los costos de implementación de los sistemas y la falta de conocimiento de parte de los Jefes de Operaciones en implementación de proyectos relacionados al tema.

Según Cerrón en su documento “Diseño de Rutas Óptimas de Recolección de Residuos Sólidos Domésticos mediante el Software Mars”, tradicionalmente hay tres partes importantes de resolución del problema: macroruta, distribución y balance de la ruta y microruta. La macroruta se refiere a dividir la ciudad en zonas y subzonas a grandes rasgos, para uniformizar las características de

todas las zonas. La distribución se refiere a dividir y balancear las rutas, determina los días de trabajo y divide las áreas de recolección dentro de las rutas balanceadas para que todas las cuadrillas tengan igual carga de trabajo. Por último, la etapa de Microruteo se refiere a dividir cada subzona en sectores, para resolver un conjunto de problemas aislados.

A continuación se presentan investigaciones sobre optimizaciones de rutas realizadas en distintas partes del mundo. El objetivo es encontrar los métodos que generen mayor solidez al ejecutarse juntos y que mejor se adapten al escenario de una asociación de recojo de residuos sólidos reciclables peruana, con operaciones en Arequipa.

2.2.1.1 Optimización de Rutas en México

En el 2006, Jesús Racero y Edgar Pérez propusieron una solución al tema de recolección, manejo y transporte de residuos sólidos domiciliarios para Ciudad Victoria en México conscientes de las diferentes características adaptadas de la realidad, y ajustando su modelo a ellas. La finalidad fue obtener un diseño óptimo de recolección, establecer la cantidad y tipo de unidades y el horario ideal para el ruteo, y así evitar inconvenientes a la población.

El termino desarrollado en la propuesta fueron las macrorutas, el cual se refiere a la división de la ciudad en sectores operativos y luego la determinación del número de camiones necesarios en cada una y la asignación de un área del sector a cada vehículo recolector. Para ellos se inicia con la sectorización, que divide la ciudad en sectores, en caso fuera factible debido a su dimensión y teniendo en cuenta las características geográficas. Luego la zonificación, la

cual consiste en dividir cada sector en zonas que serán cubiertas por un vehículo recolector durante la semana.

Con respecto a la población, el documento estimo la vida de un proyecto de recolección de entre 5 y 8 años, por lo que calcula necesario estimar la población durante 10 años. Con respecto a la frecuencia de recolección, el documento habla de una recolección mínima de 2 veces por semana y se trata de minimizar debido a los costos de este servicio. Debe considerarse sin embargo, el efecto de costumbre y conformidad en la población, lo cual no haría posible esto en el modelo peruano.

Un término relevante para la diferenciación de la optimización de rutas de residuos sólidos es la distancia productiva, que es aquella en donde se cargan residuos sólidos. La no productiva, se llaman distancia muerta. Se tiene entonces la siguiente formula de distancia cubierta en la recolección, donde km denota a dicha distancia:

$$k = \frac{P}{d} = \frac{axT}{60r}$$

donde:

P = población de la zona que atenderá un vehículo en cada turno.

d = densidad de población en hab/km.

a = proporción de la distancia productiva en relación al a distancia total.

T = tiempo disponible para la recolección en minutos.

r = velocidad de avance del vehículo durante la recolección, en km/hrs.

El objetivo de esta fórmula es que exista una igualdad, es decir que los km recorridos sean iguales a los proyectados. Si la distancia proyectada fuera mucho mayor que la real, significaría que el tiempo disponible no alcanzaría para hacer la tarea. Y si en cambio, la distancia real ejecutada fuera mucho mayor a la proyectada, sobraría tiempo y habría gastos innecesarios.

El diseño de la ruta busca aumentar el valor de a , lo que significa que las distancias productivas sean máximas, usualmente se encuentra entre 0.9 y 0.6.

El número de vehículos necesarios, denotado por N_v , se calcula de la siguiente manera:

$$N_v = \frac{G \times P \times 7 \times F \times K}{N \times C \times dh}$$

donde:

G = producción de residuos sólidos en Kg/hab/día

Fr = Factor de reserva

K = Factor de cobertura

N = Número de viajes por turno

C = Capacidad del vehículo en Kilogramos

dh = días hábiles

El tamaño de la cuadrilla de recolección ideal, denotado por N_r , se calcula por:

$$N = \frac{N \times C}{R \times H}$$

donde:

R = Rendimiento en kg/Hombre/h

H = Duración de la Jornada en horas

Luego de efectuar la zonificación, se diseñan las rutas en detalle, para lo que se toma en cuenta la traza urbana y topografía de la localidad, el ancho y tipo de calles, el método de recolección, el equipo de recolección, la densidad de población y la generación de residuos sólidos.

Después de todo el proceso anterior, se designa el microruteo. Este hace referencia al recorrido específico que deben realizar diariamente los vehículos recolectores de residuos sólidos. Las variables relevantes para tomar en cuenta son el plano del lugar, el método de recolección. El equipo de recolección, la densidad de población y la generación de residuos sólidos.

Los métodos más recomendables para el microruteo son los determinísticos. En el documento, Racero y Pérez señalan dos como los más importantes; el algoritmo de Little para resolver el problema del agente viajero, enfocado en una demanda discreta, para tiempos de parada fija o en esquinas; y el algoritmo del cartero chino, para una demanda continua, de recolección tipo acera, intradomiciliaria o similar.

Para el caso más ajustado a la realidad de recolección de residuos, el algoritmo del cartero chino es una aplicación de la solución de redes de flujo con arcos dirigidos. Se utiliza el circuito Euler, que hace referencia a toda ruta continua que cubra cada arco de la red al menos una vez. Si los arcos tienen más de

una dirección, se pueden utilizar reglas muy sencillas para saber si hay solución de ruta Euler, la cual debe ser impar. En este problema la ruta buscada es la que reduce la distancia viajando a lo largo de las calles (arcos) un sentido único de regreso a su central de correos.

Como conclusión, los autores expresan que es importante conocer las limitaciones de los algoritmos de los modelos. También que un sistema de rutas bien diseñado trae como consecuencia que el servicio de recolección y transporte de residuos sea eficiente, basándose en la reducción de costos de operación y mantenimiento, reducción de las distancias muertas, aprovechamiento de la capacidad de los vehículos recolectores y mayor colaboración del personal al darse cuenta que los nuevos recorridos le permiten ahorrar trabajo improductivo. Es importante también acotar que el documento comenta la importancia de informar adecuadamente al público en general, mediante fundamentación lógica pues es necesaria su aprobación.

2.2.1.2 Uso e Implementación de Método Meta Heurístico Tipo Tabu

Reyes y Sandoya (Reyes & Sandoya) proponen la utilización del método Tabú, conocido como metaheurístico debido a que se los utiliza para resolver problemas de la complejidad determinada. Este documento trabaja el tema de recolección de residuos sólidos como un problema NP-Hard, debido a la complejidad que el modelo a resolver representa.

En el problema de rutas de vehículos (VRP) bajo restricciones de capacidad y distancia que envuelven el diseño de mínimo costo de las rutas que los vehículos recorren, iniciando y terminando en una terminal la cual brinda en

servicio a los clientes. Cada cliente y ruta es cubierto exactamente por una ruta del vehículo. La demanda de cada vehículo no debe exceder la capacidad del vehículo. La propuesta fue ejercer primero este modelo y luego, ejecutar el método Tabú para complementar el modelo y encontrar los óptimos.

Como resultados, el documento cita un ejemplo de una reducción de rutas de 10 a 9 respecto al modelo actual, y la solución objetivo se redujo de 2,495.5 a 1,308.1 unidades monetarias, y para el segundo caso, si bien aumentaron 3 rutas, se redujo la solución objetivo de 3,172.0 a 2,136.1 unidades monetarias. Ambos montos calculados con base en el costo del recorrido. Se define entonces el método como satisfactorio. Se destaca en el documento el carácter agresivo de la búsqueda, y su adaptabilidad para tomar soluciones de otros algoritmos y a partir de ahí obtener una mejor solución.

2.3 Marco Conceptual

Tiempo: Duración entre el inicio y fin del proceso de recolección y acopio de residuos sólidos reciclables.

Distancia: Es la suma del recorrido realizado en la ruta de cada trabajadora.

Carga: Es el peso acumulado de los residuos sólidos reciclables desechados en una ruta en particular.

Residuos Sólidos Reciclables: Se define como cualquier objeto o material de desecho que se produce tras la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo y que se abandona después de ser utilizado que son susceptibles de aprovechamiento o transformación para darle otra utilidad o uso directo.

CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

3.1 Aspectos Generales

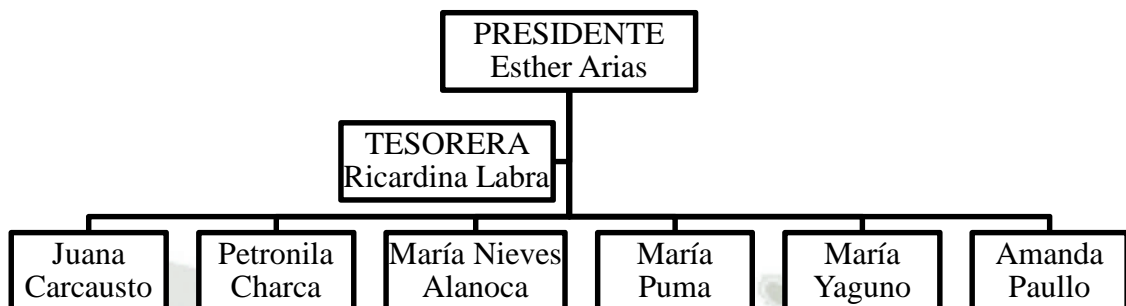
La Asociación de Mujeres Ecosolidarias se dedica a la recolección y selección de residuos sólidos reciclables, a nivel de recolección domiciliaria y de comercio, en seis distritos de Arequipa (Paucarpata, Mariano Melgar, Miraflores, Hunter, Sachaca, Cayma). Cada uno de estos distritos tiene su respectivo Centro de Selección, excepto los de Paucarpata y Mariano Melgar que comparten dicho Centro en Mariano Melgar; la parte administrativa es llevada por la ONG CECYCAP, ubicada en Quinta Luisa D-107 Residencial Campo Verde en Cerro Colorado. Luego de seleccionar los residuos sólidos reciclables, las trabajadoras los venden a clientes seleccionados.

El distrito de Paucarpata cuenta con 8 mujeres trabajadoras (Ver ANEXO 1).

Existen 13 trabajadores involucrados en la asociación, de los cuales 8 son las mujeres ya mencionadas, y los demás pertenecen a la parte Administrativa y de Control. En la asociación, cada grupo de personas responsable de cada distrito es liderado por una trabajadora designada como Presidente y una diferente designada como Tesorera, siguiendo la estructura de la Figura 1; es importante recalcar que estos cargos son rotativos. La ONG encargada de la Administración de esta asociación cumple un organigrama (Ver ANEXO 2).

Figura 1: Organigrama de la asociación – Paucarpata

Fuente: Elaboración Propia



La gestión de transporte de residuos sólidos reciclables no existe. Como se mencionó, las rutas de recojo de residuos sólidos reciclables están diseñadas por el criterio personal de las mujeres responsables de esta actividad, lo cual no es ideal debido a la importancia que tiene esta designación en la operación de la asociación.

El recojo de residuos sólidos reciclables se realiza únicamente en la mañana, variando los días en lo que se realiza la operación según la necesidad. La distribución actual de las mujeres trabajadoras para Paucarpata se encuentra definida en la Tabla 1.

Cada distrito tiene rutas definidas, las cuales son asignadas por las mismas trabajadoras de los sectores. Estas rutas se basan en la distribución urbana – geográfica del distrito, sin embargo no se sigue ningún método de optimización de rutas. En la Figura 2 se observa la delimitación del distrito de Paucarpata y en la Figura 3 y 4 la división de sectores que maneja la asociación por día, respectivamente.

Por cada sector pasa una trabajadora, la mala designación de las rutas ocasiona que en algunos casos, estas se crucen. El detalle de las 26 rutas actuales de Paucarpata se encuentra en el ANEXO 3.

Tabla 1: Distribución actual de trabajadora por ruta

Fuente: Elaboración Propia

TRABAJADORA	SECTOR	ruta	DIA
María Nieves Alanoca de Ayamamani	César Vallejo Viña del Mar	1	Jueves
Esther Arias Paullo	Ulrich Neisser	2	
	Manco Capac Villa Porongoche	3	
Juana Carcausto Ccanaza	César Vallejo	4	
	César Vallejo Establo Los Pinos	5	
Petronila Charca de Torres	Francisco Mostajo 15 de Enero Manual Prado	6	
Ricardina Labra Ccoa	Jesús María Villa María del Triunfo	7	
	Manuel Prado 15 de Enero Jesús María	8	
Amanda Paullo Moverli	Ulrich Neisser	9	
	C.O.N.A.A.	10	
María Puma Tito	Jesús María Villa María del Triunfo	11	
	Villa María del Triunfo	12	
María Yaguno de Kaira	Leoncio Prado Ulrich Neisser	13	
	Leoncio Prado Ulrich Neisser C.O.N.A.A.	14	

TRABAJADORA	SECTOR	ruta	DIA
María Nieves Alanoca de Ayamamani	Cooperativa 19 Coviseal Guardia Civil II	15	Viernes
Esther Arias Paullo	Clisa Cooperativa 19 Sor Ana de los Ángeles	16	
Juana Carcausto Ccanaza	San Salvador Los Zafiros Trab. Unsa	17	
Petronila Charca de Torres	Guardia Civil II	18	
	Guardia Civil I Colonial I	19	
	Las Cucardas Guardia Civil IV Colonial II y III	20	
Ricardina Labra Ccoa	Guardia Civil I Guardia Civil II	21	
	Guardia Civil III	22	
Amanda Paullo Moverli	Las Marías	23	
	Colonial II Colonial III Las Mercedes	24	
	Cooperativa 19 Coviseal Sor Ana de los Ángeles	25	
María Yaguno de Kaira	Las Terrazas Los Álamos Colonial I	26	

Figura 2: Mapa de Paucarpata

Fuente: CECYCAP

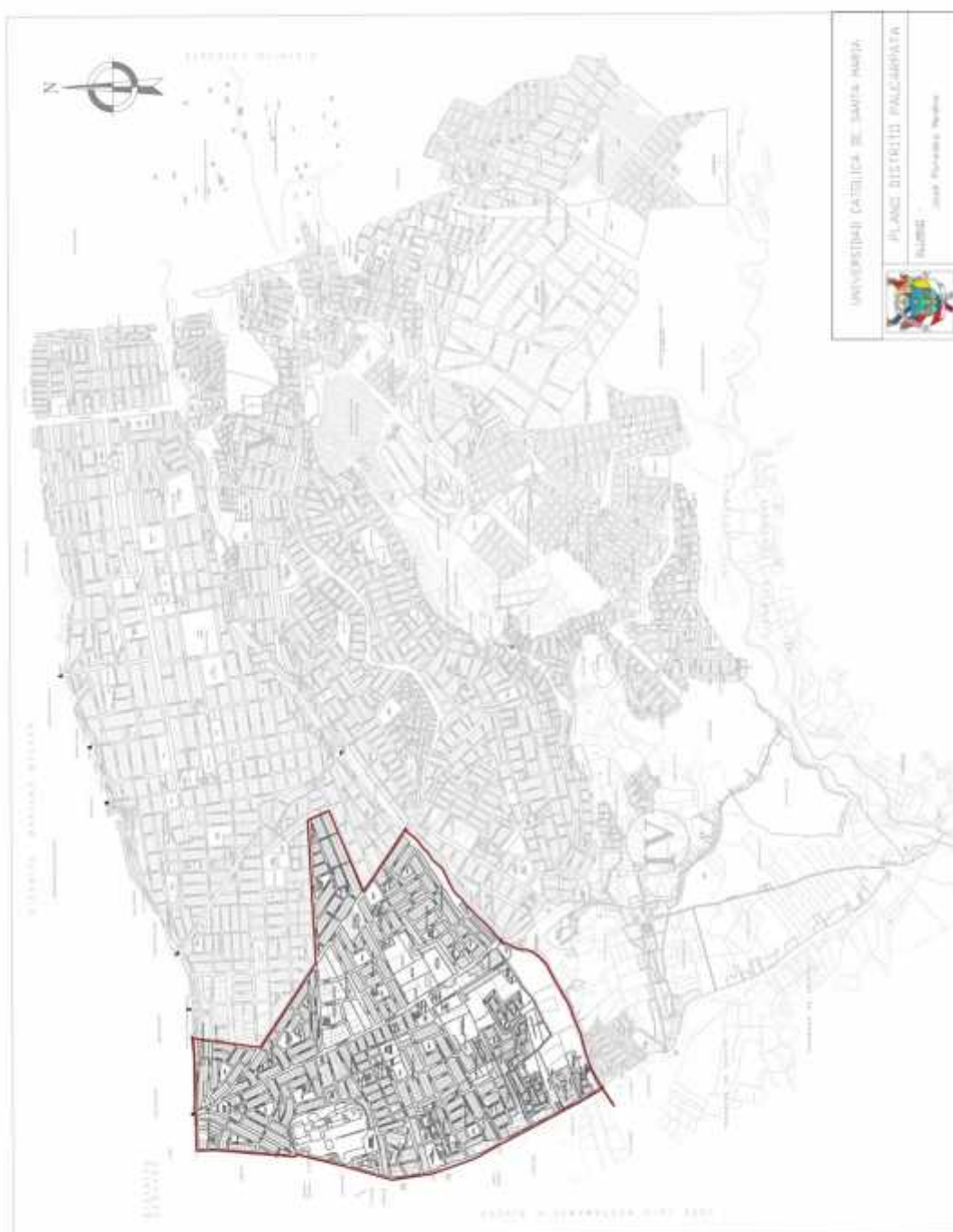
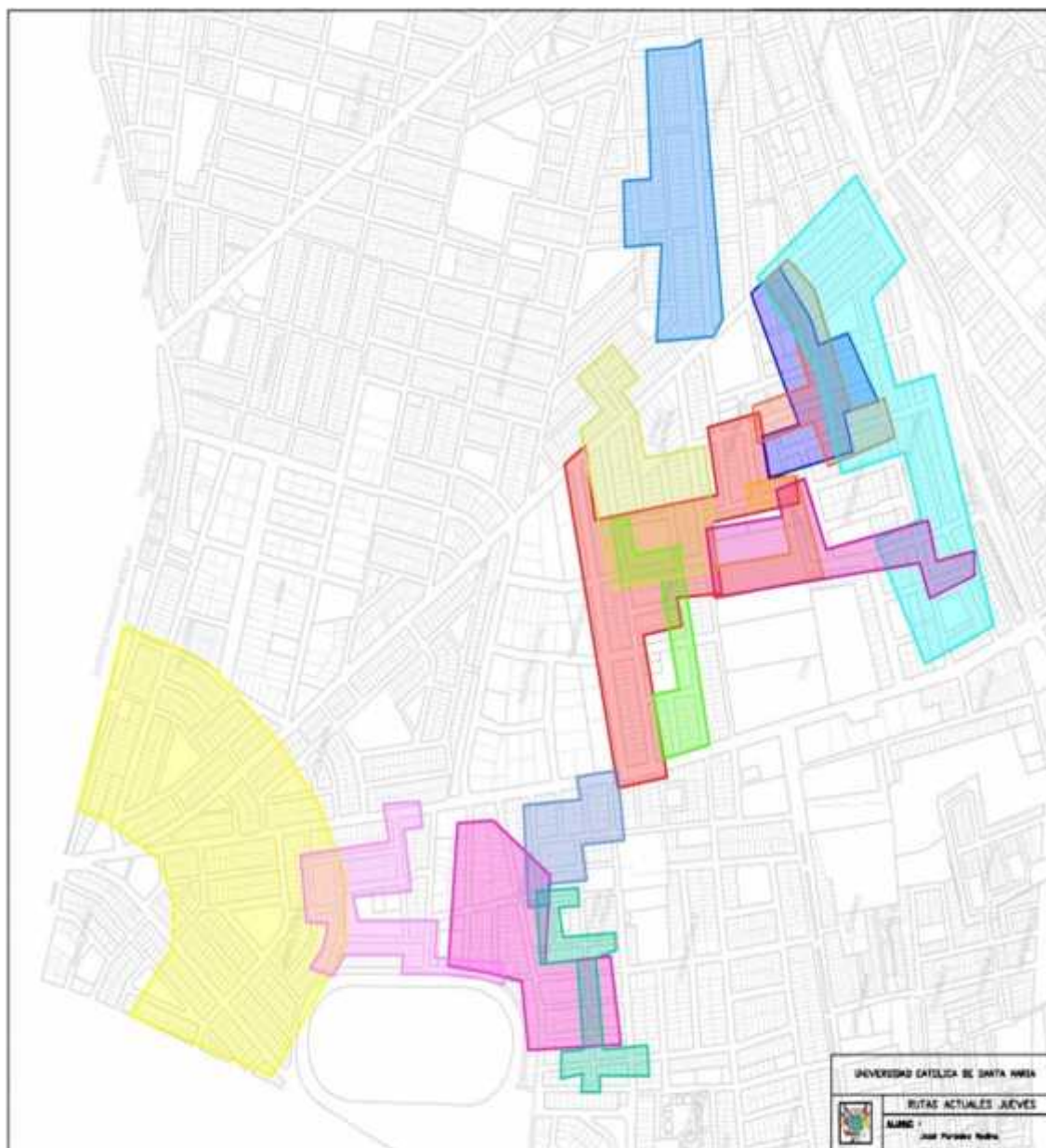


Figura 3: Mapa de Paucarpata dividido en sectores de recojo - Jueves



Fuente: Elaboración Propia

Figura 4: Mapa de Paucarpata dividido en sectores de recojo – Viernes



Fuente: Elaboración Propia

Las rutas mencionadas tienen distintos tiempos de recorrido, distancia recorrida y carga. En la Tabla 2, se puede hallar el detalle de cada una de ellas, calculadas a partir de un seguimiento de los recorridos de las trabajadoras.

Tabla 2: Distancia, tiempo y carga por ruta

RUTA	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	CARGA (kg)
1	2562.51	180	45.88
2	964.35	77	39.63
3	1981.07	121	98.30
4	644.78	50	29.72
5	2099.84	155	185.42
6	3603.61	250	134.44
7	1447.28	100	73.18
8	1388.16	80	26.07
9	814.32	88	25.68
10	547.31	45	12.35
11	1038.40	98	70.29
12	1000.18	62	54.30
13	1757.99	88	29.83
14	1223.19	50	50.98
15	1977.62	193	185.30
16	2226.23	157	114.52
17	1607.08	270	227.11
18	654.86	69	73.11
19	1149.65	174	48.64
20	1335.20	51	47.16
21	1508.47	91	19.74
22	1158.98	89	21.05
23	937.16	126	49.44
24	679.74	44	19.23
25	1939.24	205	90.97
26	1433.42	146	72.40
	TOTAL	3059	1844.74

Fuente: Elaboración Propia

Actualmente, no existen indicadores dentro de la asociación ni de la ONG o reportes que permitan cuantificar estos indicadores, lo cual no permite apreciar el logro cuantificable de los puntos importantes de la asociación, y por ende no se tiene claro el tema de cumplimiento de objetivos.

3.2 Operaciones

La ONG se encarga del control y seguimiento de las trabajadoras en ciertos periodos de tiempo. La compensación es igual para todas las trabajadoras de un grupo o distrito. Sin embargo, sí existen recorridos de notoriamente mayor duración y distancia que otros.

Una vez que se realiza la ruta, con ayuda de un camión proporcionado por la municipalidad, se llevan los residuos al Centro de Selección, donde se procede con la descarga del camión y luego, otros días, se realiza la selección. Existen también los llamados recicladores informales que aprovechan cuando las trabajadoras no se encuentran vigilando sus respectivos puntos de acopio para sustraer las bolsas de residuos. Existen además ciertos materiales que no pueden ser utilizados para reciclaje, en este caso la asociación lo vende como chatarra.

3.3 Recursos Humanos

La asociación es la encargada de la selección de trabajadoras en caso hayan personas que deseen participar de la asociación. La ONG maneja las planillas de las trabajadoras. No existen, sin embargo, indicadores que permitan medir la eficiencia y esfuerzo de cada trabajadora. La ONG solo cuenta con información histórica de sus trabajadoras, mas no en reportes.

3.4 Rutas

Las 26 rutas fueron analizadas para un día promedio. En la Tabla 3 se detalla la distribución de kilogramos por casa.

Tabla 3: Distribución de Kilogramos por casa por Ruta

RUTA	CARGA	NÚMERO DE CASAS	CARGA POR CASA
1	45.88	56	0.8
2	39.63	27	1.5
3	98.30	34	2.9
4	29.72	16	1.9
5	185.42	38	4.9
6	134.44	48	2.8
7	73.18	23	3.2
8	26.07	24	1.1
9	25.68	22	1.2
10	12.35	18	0.7
11	70.29	21	3.3
12	54.30	11	4.9
13	29.83	40	0.7
14	50.98	34	1.5
15	185.30	32	5.8
16	114.52	50	2.3
17	227.11	74	3.1
18	73.11	15	4.9
19	48.64	18	2.7
20	47.16	23	2.1
21	19.74	17	1.2
22	21.05	15	1.4
23	49.44	43	1.1
24	19.23	10	1.9
25	90.97	30	3.0
26	72.40	41	1.8

Fuente: Elaboración Propia

Teniendo en cuenta la edad que tiene cada trabajadora, se observa en la Tabla 3 que la distribución de la carga promedio por casa no es uniforme; mientras existen casos de poco valor como la ruta 10, existen otros de mucho valor como la ruta 15. Nos encontramos, entonces, ante un caso de mala distribución de rutas, donde algunas finalizan la ruta con menos carga y otras finalizan con más carga, independientemente de la distancia que recorren y, como ya se dijo, de su edad.

Además, el hecho de que no existan rutas fundamentadas mediante un modelo de programación dificulta la programación, debido a que no existen rutas estimadas con tiempos que permitan informar con seguridad sobre tiempos de recojo de basura y generar un hábito en los vecinos y trabajadoras que reduzca el tiempo de espera para realizar la actividad.



CAPÍTULO 4. SOLUCIÓN PROPUESTA

La solución propuesta se basa en el proceso de la actividad. Por este motivo, se inicia con una descripción de las actividades previas. Luego se procede a ejecutar el modelo propuesto. Por último, el resumen de la optimización de la actividad.

4.1 Sectorización de Rutas

Se eligió el distrito de Paucarpata como base para proponer el modelo de optimización de rutas, debido a su considerable área concientizada y trabajada por la asociación, el tiempo de trabajo en el distrito y la variedad de sectores que presenta el distrito: existen tanto zonas comerciales como urbanas e industriales. Con respecto a la complejidad del recorrido, se pueden encontrar zonas de recojo ubicadas en avenidas, jirones, pasajes y calles pequeñas. Para ejecutar la propuesta, primero se analizó la distribución actual de rutas y la asignación de las trabajadoras por ruta.

Al analizar las rutas actuales se identifican 26, que según tablas presentadas anteriormente, dan como resultado cargas no asignadas correctamente y distancias no correspondientes a dicha carga. Lo que se hizo fue hacer un cálculo simple, si existen 8 trabajadoras en la asociación y los días de recojo son dos, jueves y viernes, debería haber 16 rutas, es decir, 2 rutas por trabajadora.

Se supone que esta cantidad de rutas es la mínima y necesaria para satisfacer la demanda. Actualmente hay 26 rutas. Existe una posible reducción de 10

rutas, la cual se verá reflejada en la distancia recorrida, dentro del análisis de resultados.

Se propone realizar una nueva sectorización, de 16 sectores, donde cada sector tenga como máximo dos rutas siendo lo óptimo solo una. Entonces para esta nueva asignación, los sectores tendrán que tener una carga total proporcional a la edad de las trabajadoras, a las que se les dio una categoría de carga, siendo 1 la carga menor y 5 la carga mayor; el detalle de esta categorización se presenta en la Tabla 4.

Tabla 4: Categorización de carga por trabajadora (en kilogramos)

N°	EDAD	TRABAJADORA	CATEGORÍA	CARGA	CARGA	CARGA
				MIN	PROMEDIO	MÁX
1	70	Amanda Paullo Moverli	1	53.35	70.13	86.91
2	63	María Yaguno de Kaira	1	53.35	70.13	86.91
3	60	María Puma Tito	2	86.91	103.69	120.47
4	58	María Alanoca de Ayamamani	3	120.47	137.25	154.03
5	55	Petronila Charca de Torres	3	120.47	137.25	154.03
6	49	Juana Carcausto Ccanaza	4	154.03	170.81	187.59
7	48	Ricardina Labra Ccoa	4	154.03	170.81	187.59
8	44	Esther Arias Paullo	5	187.59	204.37	221.15

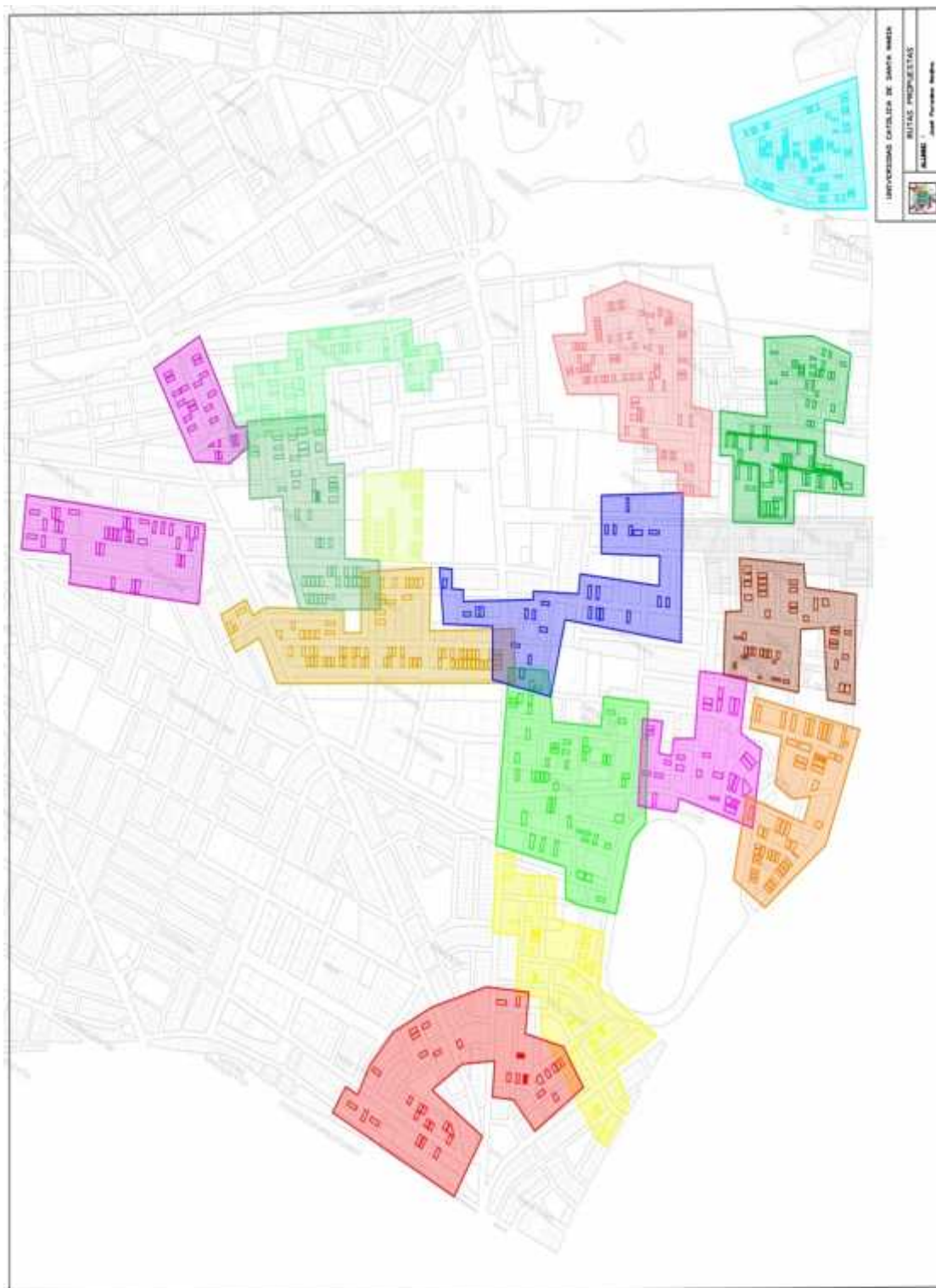
Fuente: Elaboración Propia

Las categorías se obtuvieron de separar en 5 grupos equitativos la diferencia entre la carga máxima total (de los 2 días) de las trabajadoras y la carga mínima total de las mismas. Este cálculo resulta en 5 rangos de carga correspondiente a la realidad de la actividad.

Ahora, los nuevos 16 sectores se presentan a gran escala en la Figura 5, su carga total fue categorizada para su posterior asignación, esto se presenta en la Tabla 5, el detalle de los sectores en la Tabla 6. Se puede observar en la Tabla 5 que la mayoría de las categorías de los sectores son 3 o menos, un buen indicador de la optimización propuesta.

En la Tabla 6 se muestra los cálculos realizados para obtener las cargas de los 16 nuevos sectores. Primero, se relacionan rutas antiguas que estén cercanas y se agregan casas con la respectiva carga promedio por casa por ruta; este valor se multiplica por el número de casas de la ruta respectiva y se suman en el caso que comprendan 2 o más rutas antiguas. Luego estas cargas de los nuevos 16 sectores se relaciona con la Tabla 4 (Categorización de carga por trabajadora) asignándole la categoría correspondiente. Por último, se determinan los nuevos sectores a cada trabajadora, procurando que la suma de las cargas de las 2 rutas no exceda el doble de la carga máxima de cada categoría.

Figura 5: Mapa dividido en sectores propuestos



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5: Asignación de sectores según categoría

CATEGORIA	TRABAJADORA	SECTOR	CARGA TOTAL (kg)
1	Amanda Paullo Moverli	4	58.1
1	Amanda Paullo Moverli	2	35.4
1	María Yaguno de Kaira	3	50.1
1	María Yaguno de Kaira	5	88.5
2	María Puma Tito	7	98.0
2	María Puma Tito	8	115.8
2	María Alanoca de Ayamamani	10	121.5
2	María Alanoca de Ayamamani	11	119.9
3	Petronila Charca de Torres	9	153.7
3	Petronila Charca de Torres	6	110.8
2	Juana Carcausto Ccanaza	1	58.1
3	Ricardina Labra Ccoa	12	135.6
3	Ricardina Labra Ccoa	14	160.9
4	Esther Arias Paullo	13	145.0
4	Esther Arias Paullo	15	166.0
5	Juana Carcausto Ccanaza	16	227.11

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6: Distribución de Kilogramos por casa por Ruta

SECTOR	NUMERO DE CASAS	RUTA ANTIGUA	PROMEDIO DE CARGA DE RUTA ANTIGUA	CARGA PARCIAL	CARGA TOTAL	CATEGORIA
1	13	6	2.8	36.4	58.1	1
	20	8	1.1	21.7		
2	15	22	1.4	21.1	35.4	1
	4	4	1.9	7.4		
	6	21	1.2	7.0		
3	14	10	0.7	9.6	50.1	1
	27	14	1.5	40.5		
4	7	14	1.5	10.5	58.1	1
	24	13	0.7	17.9		
	13	2	1.7	22.4		
	6	9	1.2	7.3		
5	9	7	3.2	28.6	88.5	2
	4	12	4.9	19.7		
	11	16	2.3	25.2		
	1	15	5.8	5.8		
	3	25	3.0	9.1		
6	8	18	4.9	39.0	110.8	2
	3	19	2.7	8.1		
	5	21	1.2	5.8		
	10	15	5.8	57.9		
7	35	6	2.8	98.0	98.0	2
8	43	23	1.1	49.4	115.8	2
	10	24	1.9	19.2		
	23	20	2.1	47.2		
9	4	8	1.1	4.3	153.7	3
	14	7	3.2	44.5		
	21	11	3.3	70.3		
	7	12	4.9	34.6		
10	34	3	2.9	98.3	121.5	3
	16	13	0.7	11.9		
	5	9	1.2	6.1		
	3	2	1.7	5.2		
11	41	26	1.8	72.4	119.9	2
	15	19	2.7	40.5		
	6	21	1.2	7.0		
12	49	1	0.8	40.1	135.6	3
	15	5	4.9	73.2		
	12	4	1.9	22.3		

Continúa

Continuación

SECTOR	NUMERO DE CASAS	RUTA ANTIGUA	PROMEDIO DE CARGA DE RUTA ANTIGUA	CARGA PARCIAL	CARGA TOTAL	CATEGORIA
13	10	9	1.2	12.2	145.0	3
	7	2	1.7	12.1		
	4	10	0.7	2.7		
	7	1	0.8	5.7		
	23	5	4.9	112.2		
14	9	25	3.0	27.3	160.9	4
	12	15	5.8	69.5		
	28	16	2.3	64.1		
15	11	16	2.3	25.2	166.0	4
	18	25	3.0	54.6		
	7	18	4.9	34.1		
	9	15	5.8	52.1		
16		17			227.11	5

Fuente: Elaboración Propia

El criterio para crear los nuevos sectores como se muestra en Tabla 6, es que las casas con las que se forman los nuevos sectores sean contiguas o cercanas y permitan un flujo cómodo para la creación de la ruta de cada trabajadora. A partir de esta propuesta se ejecutará el modelo de optimización de rutas para cada nuevo recorrido. Es importante aclarar que para el nuevo sector 16, se utiliza exactamente la misma ruta 17 de la distribución antigua; debido a que esta ruta es muy alejada del resto de rutas, la trabajadora es una de las más eficientes y los vecinos de dicho sector se encuentran muy bien concientizados.

4.2 Modelo de Optimización de rutas

Para construir la fórmula objetivo para el modelo de optimización, se tomará como base el Método del Agente Viajero. El modelo genera rutas óptimas y, dado que una trabajadora recorre, siendo óptimos, una ruta por día y recolectan dos días por semana, el número de rutas existentes será igual al

doble del número de trabajadoras. La fórmula objetivo necesita multiplicar las veces que se utiliza cada arco por una constante asociada al costo del arco. Esta constante se define en base al tipo de recorrido. En este caso, el recorrido se realiza a pie, por lo cual no existe un costo así que la constante será la distancia recorrida.

En las nuevas rutas propuestas, se ha determinado cada arco como una variable, compuesta de dos nodos, que son las esquinas de las calles y las casas. Los mapas con los nodos propuestos se encuentran en el ANEXO 4. En el ANEXO 5 se encuentran las tablas con todas las combinaciones de arco posibles, por ruta.

A partir de esta información, se realizó una función objetivo que minimice la distancia total recorrida. El camino obligatorio a recorrer se definió según la distribución de las casas del sector.

La única restricción posible que podría tener el modelo es que la suma de todas las distancias debe ser menor al equivalente en distancia del tiempo disponible para recorrer la ruta. Esta restricción sería correcta si en la asociación existiera un horario de trabajo determinado, la ONG encargada de su administración temporal actualmente está trabajando en este punto.

La formulación matemática teórica es la siguiente (Olivera, 2004):

$$\min \sum_{(i,j) \in E} c_{ij} x_{ij} \quad (1.1)$$

$$\text{s.a.} \sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in V \quad (1.2)$$

$$\sum_{i \in \Delta^-(j)} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in V \quad (1.3)$$

$$\sum_{i \in S, j \in \Delta^+(i) \setminus S} x_{ij} \geq 1 \quad \forall S \subset V \quad (1.4)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall (i, j) \in E$$

donde:

i, j = nodos existentes

E = conjunto de arcos disponibles

c = costo de cada arco (distancia en metros)

x = decisión de recorrer el arco

S = subconjunto de soluciones

Las variables binarias x_{ij} indican si el arco (i, j) es utilizado en la solución. La función objetivo (1.1) establece que el costo total (en este caso la distancia total) de la solución es la suma de los costos de los arcos utilizados. Las restricciones 1.2 y 1.3 indican que la ruta debe llegar y abandonar cada nodo exactamente una vez. Finalmente, las restricciones 1.4 son llamadas *restricciones de eliminación de sub-tours* e indican que todo subconjunto de nodos S debe ser abandonado al menos una vez. Notar que si no se

impusieran estas restricciones la solución podría constar de más de un ciclo. Para los modelos utilizados la restricción 1.4 no es utilizada porque las rutas constan también de casas, y aquí entra a tallar el criterio que tienen las trabajadoras y los ciudadanos al entregar sus residuos.

Luego de correr los modelos del ANEXO 6, se ejecutan en LINDO los archivos. Para cada ruta se hallaron arcos sugeridos a recorrer, detallados en el ANEXO 7. El detalle de la solución del LINDO se encuentra en el ANEXO 8. Respecto a los resultados, se encontró que los arcos que tienen valor 0, indican que no es necesario pasar por esos arcos y los que tienen 1 significan que son arcos por los que sí tiene que pasar el modelo. También existen datos cuyo valor está entre 0 y 1. Estos casos se tomaron como parte de la solución de la optimización, debido a que tienen un valor mínimo, lo cual implica necesidad de ser usados como parte de la solución objetivo para el funcionamiento correcto del sistema.

La solución obtenida de LINDO se analizó y en algunos casos se tuvieron pequeñas variaciones, justificadas por las trabajadoras debido a su conocimiento del distrito. Las rutas propuestas se detallan en el ANEXO 9.

Como se puede observar en los mapas, las rutas obedecen a distancias distintas a las de la solución del modelo, esto debido a los ajustes, sin embargo no guardan mucha diferencia entre ellas. Como resumen, la Tabla 7 muestra las distancias por ruta y el tiempo comprobado que toma a cada trabajadora realizar sus rutas. Aunque sean rutas de similar volumen de recojo de residuos sólidos, no todas tienen la misma complejidad en cuanto a la solución.

Tabla 7: Distancia por ruta y tiempo por trabajadora

RUTA	TRABAJADORA	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)
4	Amanda Paullo Moverli	1276.31	246
2	Amanda Paullo Moverli	15155	
3	María Yaguno de Kaira	1076.62	216
5	María Yaguno de Kaira	1210.41	
7	María Puma Tito	1820.89	278
8	María Puma Tito	1850.77	
10A	María Alanoca de Ayamamani	818.08	348
10B	María Alanoca de Ayamamani	1146.15	
11A	María Alanoca de Ayamamani	600.9	
11B	María Alanoca de Ayamamani	906.23	
9	Petronila Charca de Torres	2156.53	245
6	Petronila Charca de Torres	915.48	
1	Juana Carcausto Ccanaza	1708.5	190
16	Juana Carcausto Ccanaza	1465.59	
12	Ricardina Labra Ccoa	2006.32	353
14	Ricardina Labra Ccoa	1357.31	
13	Esther Arias Paullo	1417.49	241
15	Esther Arias Paullo	1388.23	

Fuente: Elaboración Propia

A partir de las distancias calculadas en el modelo y de las modificadas, ambas mostradas en la Tabla 8, se realiza un análisis del coeficiente de variación para conocer la dispersión de los datos.

Tabla 8: Diferencia entre distancia calculada del modelo y ajustada

RUTA	DISTANCIA CALCULADA (m)	DISTANCIA MODIFICADA (m)	Diferencia	CV
4	1651.76	1276.31	375.45	29.42%
2	2126.59	1515.5	611.09	40.32%
3	1076.62	1076.62	0	0.00%
5	1085.33	1210.41	125.08	10.33%
7	2311.18	1820.89	490.29	26.93%
8	1822.3	1850.77	28.47	1.54%
10A	814.8	818.08	3.28	0.40%
10B	1157.57	1146.15	11.42	1.00%
11A	519.6	600.9	81.3	13.53%
11B	798.16	906.23	108.07	11.93%
9	2127.44	2156.53	29.09	1.35%
6	972.66	915.48	57.18	6.25%
1	1825.25	1708.5	116.75	6.83%
16	1247.36	1465.59	218.23	14.89%
12	1856.93	2006.32	149.39	7.45%
14	1280.46	1357.31	76.85	5.66%
13	1391.41	1417.49	26.08	1.84%
15	1217.56	1388.23	170.67	12.29%
			PROMEDIO	10.66%

Fuente: Elaboración Propia

El coeficiente de variación promedio para las 16 rutas es de 10.66%. Según Esperanza García en el documento “Análisis descriptivo de variables cuantitativas”, un coeficiente menor al 10% es símbolo de poca dispersión de los datos y hasta 33% es aceptable. Esto confirma el hecho de que las nuevas rutas tienen variabilidad aceptable menor al 33% en la mayoría de casos y sirven como un ajuste que no modifica en demasía las rutas.

Si bien casi todas las rutas responden a un nivel a lo mucho aceptable, existe el caso de la ruta 2 que varían en mayor nivel. El modelo tenía una ruta con

muchos ciclos, y algunos eran insulsos, al momento de ajustar la ruta se eliminó unos ciclos y se cambió un poco la ruta principal a seguir.

A continuación se presenta la Tabla 9, donde se muestra el recorrido y tiempo empleado actualmente por trabajadora. En la Tabla 10, el recorrido y tiempo propuesto por trabajadora. Por último en la Tabla 11, un cuadro comparativo de distancias y tiempos totales en ambos escenarios y el beneficio de las nuevas rutas.

Tabla 9: Variables de rutas actuales

N°	EDAD	TRABAJADORA	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)
1	70	Amanda Paullo Moverli	2978.53	303
2	63	María Yaguno de Kaira	4414.60	284
3	60	María Puma Tito	3977.83	365
4	58	María Alanoca de Ayamamani	4540.12	373
5	55	Petronila Charca de Torres	6743.32	544
6	49	Juana Carcausto Ccanaza	4351.70	475
7	48	Ricardina Labra Ccoa	5502.89	360
8	44	Esther Arias Paullo	5171.65	355
TOTAL			37680.64	3059
			TOTAL HORAS	50.98

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Variables de rutas propuestas

N°	EDAD	TRABAJADORA	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)
1	70	Amanda Paullo Moverli	2791.81	246
2	63	María Yaguno de Kaira	2287.03	216
3	60	María Puma Tito	3671.66	278
4	58	María Alanoca de Ayamamani	3471.36	348
5	55	Petronila Charca de Torres	3072.01	245
6	49	Juana Carcausto Ccanaza	3174.09	190
7	48	Ricardina Labra Ccoa	3363.63	353
8	44	Esther Arias Paullo	2805.72	241
TOTAL			24637.31	2117
			TOTAL HORAS	35.28

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61: Diferencia entre rutas actuales y rutas propuestas

	DISTANCIA (m)	TIEMPO (hrs)
ACTUAL	37680.64	50.98
PROPUESTO	24637.31	35.28
AHORRO	34.62%	30.79%

Fuente: Elaboración Propia

De los datos obtenidos podemos deducir y aproximar que cada día cada trabajadora camina 1 km menos en 1 hora menos, siendo un ahorro significativo.

CONCLUSIONES

- La optimización de rutas para una empresa de recolección de residuos sólidos reciclables se basa en gran parte en un modelo teórico, pero es fundamental tomar en cuenta el factor empírico para ajustar a la realidad el modelo con mayor exactitud. Utilizando el conocimiento adquirido durante la labor de trabajo para ajustar las rutas obtenidas en el modelo teórico, también para distribuir las viviendas por sectores basados en que su “carga” total corresponda a los límites asignados.
- Las rutas propuestas optimizan las variables de distancia y tiempo de las rutas actuales, la distancia disminuye en 13043.33 metros y el tiempo en 15.7 horas en total, representando el 34.62% y 30.79% respectivamente. Como resumen se concluye que cada trabajadora camina 1 km menos en 1 hora menos aproximadamente, sin afectar la carga total de la semana de todas las trabajadoras.
- La programación y distribución de rutas evitan la incomodidad de algunas trabajadoras por la desigualdad de variables entre las rutas designadas, ahora, diseñadas para asignarse de acuerdo a la edad de la trabajadora.
- Las rutas propuestas fueron puestas a prueba una vez terminado este análisis, obteniendo los datos para la comparación, e implementadas en la Asociación dado sus beneficios.

RECOMENDACIONES

- Debido al ahorro en tiempo que otorga el modelo, se recomienda utilizar este tiempo para concientizar a más sectores del distrito y poco a poco ir abarcando mayor área de recolección.
- Se recomienda la fabricación de carretillas o depósitos para la simplicidad del recojo de residuos. Se fabricó uno como muestra que fue utilizado en el sector 16, que no fue variado en la distribución de casas, dando resultados positivos pero debió ser modificado en algunas características.
- Se recomienda el control sistemático a las trabajadoras por parte de la Asociación para poder implementar mejoras a posterior con mayor facilidad.
- Se mantiene como amenaza los recicladores informales, ahora en mayor medida, ya que las rutas tendrán un recorrido definido. Se propone eliminar esta amenaza con la fabricación de la carretilla mencionada puntos arriba.

BIBLIOGRAFÍA

- Balestrini, M. (2001). *Cómo se Elabora el Proyecto de Investigación*.
- Dominguez, L. (1999). *Optimización de las rutas de entrega para una empresa que distribuye productos farmacéuticos en la ciudad de Guatemala*.
- Espinoza, Daniel. (2006). *El problema del vendedor viajero (TSP) y programación entera (IP)*.
- Hernández, R., Fernández C. & Baptista L. (2003). *Metodología de la Investigación*.
- Lugo, J. J. (2012). *Optimización de rutas en la distribución de Productos de Belleza*.
- Multisectorial, C. (2012). *Ejes Estratégicos de la Gestión Ambiental*.
- Olivera, A. (2004). *Heurísticas para Problemas de Ruteo de Vehículos*.
- Pérez, R. (2006). *Optimización del sistema de rutas de recolección de residuos sólidos domiciliarios*.
- Reyes, & Sandoya. (s.f.). *Uso e implementación de métodos meta heurísticos de tipo Tabú para resolución de problemas de Optimización Duros*.
- Sandoval Alvarado, L. (2010). *Informe Anual de Residuos Sólidos Municipales y No Municipales en el Perú*.
- SEDESOL. (1999). *Manual de técnicas administrativas para el Servicio de Limpia Municipal*.
- Soret Los Santos, Ignacio. (2006). *Logística y marketing para la distribución comercial*.
- Taha, Hamdy. (2004). *Investigación de operaciones, 7ª edición*.
- Taquía, José. (2013). *Optimización de rutas en una empresa de recojo de residuos sólidos en el distrito de los Olivos*.
- Ingenieriaindustrialonline.com. *Programación Lineal en Lingo*. (Documentación en línea) disponible en: <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de->

operaciones/programaci%C3%B3n-lineal-en-lingo/ (Consulta: 2013, noviembre 11)

Profesores.fi-b.unam.mx (s/f) *Elaboración de la propuesta de Tesis*. Documento en línea) disponible en: [http://profesores.fi-](http://profesores.fi-b.unam.mx/jlfl/Seminario_IEE/Propuesta_tesis.pdf)

[b.unam.mx/jlfl/Seminario_IEE/Propuesta_tesis.pdf](http://profesores.fi-b.unam.mx/jlfl/Seminario_IEE/Propuesta_tesis.pdf) (Consulta: setiembre 2)

Slideshare.net. *Estudio de Tiempos y Movimientos*. (Documento en línea)

disponible en: [http://es.slideshare.net/GennAcosta/36419702-](http://es.slideshare.net/GennAcosta/36419702-estudiodetiemposymovimientos)

[estudiodetiemposymovimientos](http://es.slideshare.net/GennAcosta/36419702-estudiodetiemposymovimientos) (Consulta: 2013, Agosto 20)

Sauce.pntic.mec.es. *Programación Lineal*. (Documento en línea) disponible en:

<http://sauce.pntic.mec.es/~jpeo0002/Archivos/PDF/T08.pdf> (Consulta: 2014,

enero 21)

Vitutor.com. *Programación Lineal*. (Documentación en línea) disponible en:

http://www.vitutor.com/algebra/pl/a_1.html (Consulta: 2013, octubre 20)

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y
FORMALES
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL



**ANEXOS: OPTIMIZACIÓN DE RUTAS EN UNA ASOCIACIÓN DE
RECOJO DE RESIDUOS SÓLIDOS RECICLABLES EN EL
DISTRITO DE PAUCARPATA**

Tesis presentada por el Bachiller:

**PAREDES MEDINA JOSÉ
ALEJANDRO**

Para obtener el Título Profesional de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AREQUIPA – PERÚ

2015

INDICE DE ANEXOS

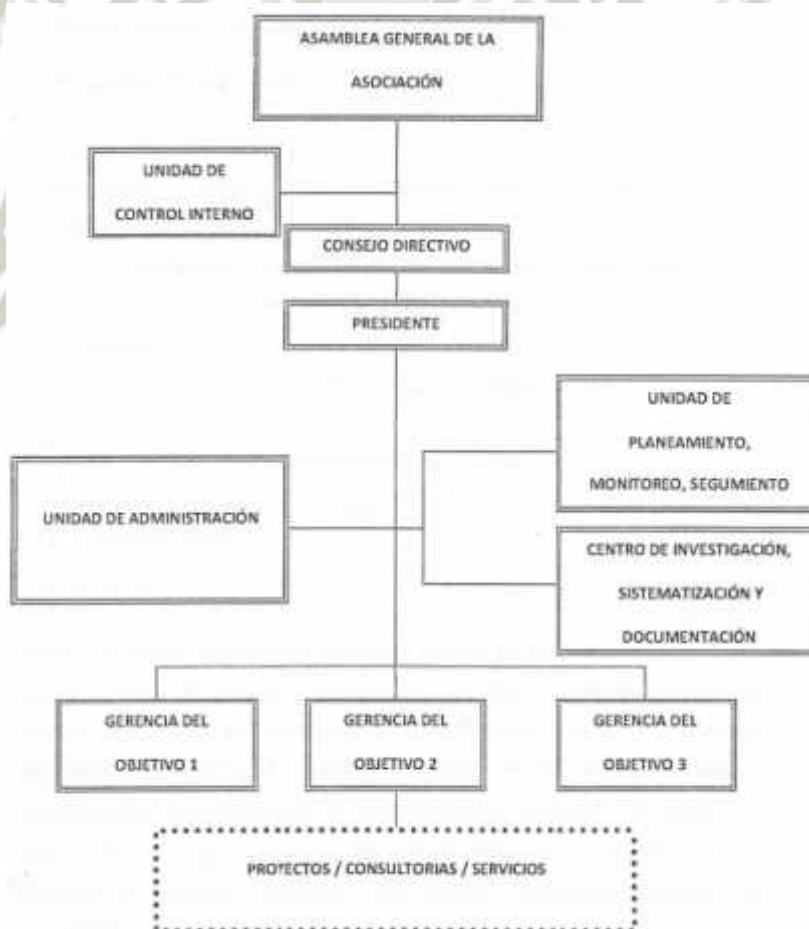
ANEXO 1: LISTA DE MUJERES ECOSOLIDARIAS - PAUCARPATA	3
ANEXO 2: ORGANIGRAMA DE LA ONG CECYCAP	3
ANEXO 3: RUTAS ACTUALES – PAUCARPATA	4
ANEXO 4: MAPAS CON NODOS PROPUESTOS	31
ANEXO 5: ARCOS POSIBLES DE CADA MAPA	48
ANEXO 6: FÓRMULAS PARA EL LINDO.....	48
ANEXO 7: CONJUNTO SOLUCIÓN DEL LINDO	131
ANEXO 8: SOLUCIÓN EN LINDO	134
ANEXO 9: RUTAS PROPUESTAS - PAUCARPATA.....	160



Anexo 1: Lista de mujeres ecosolidarias - Paucarpata

DISTRITO	N°	APELLIDOS	NOMBRES	EDAD	DNI	TELÉFONO
Paucarpata	1	Arias Paullo	Esther	44	29590585	958637157
	2	Labra Ccoa	Ricardina	48	29464532	
	3	Carcausto Ccanaza	Juana	49	29545057	
	4	Charca de Torres	Petronila	55	29430223	333185
	5	Alanoca de Ayamamani	María Nieves	58	29650708	
	6	Puma Tito	María	60	29439402	338542
	7	Yaguno de Kaira	María	63	29809080	
	8	Paullo Morveli	Amanda	70	29499159	

Anexo 2: Organigrama de la ONG CECYCAP



Anexo 3: Rutas Actuales – Paucarpata

LEYENDA	
	Punto de Inicio
	Punto de Acopio
	Punto de Fin
	Familia Participante









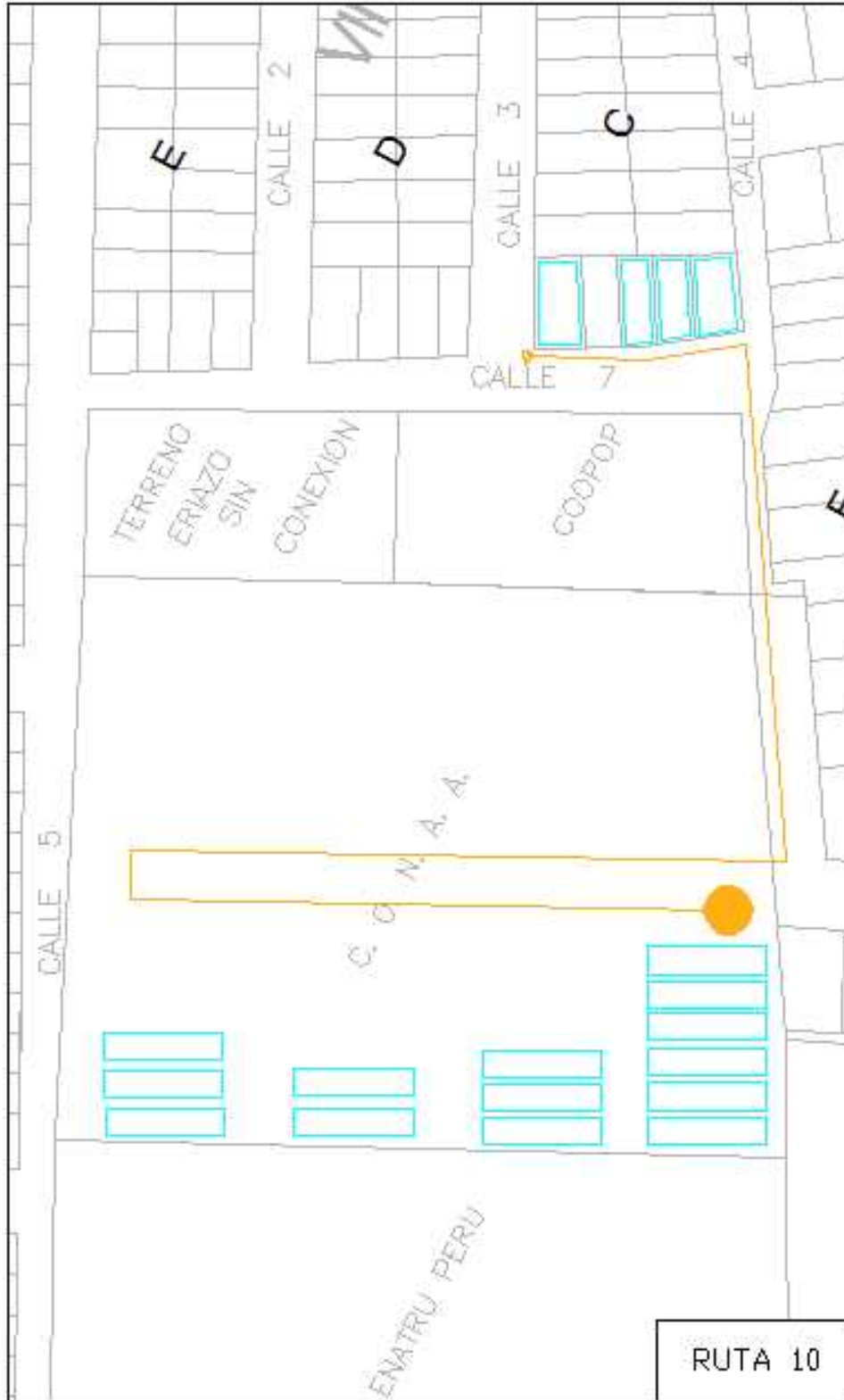




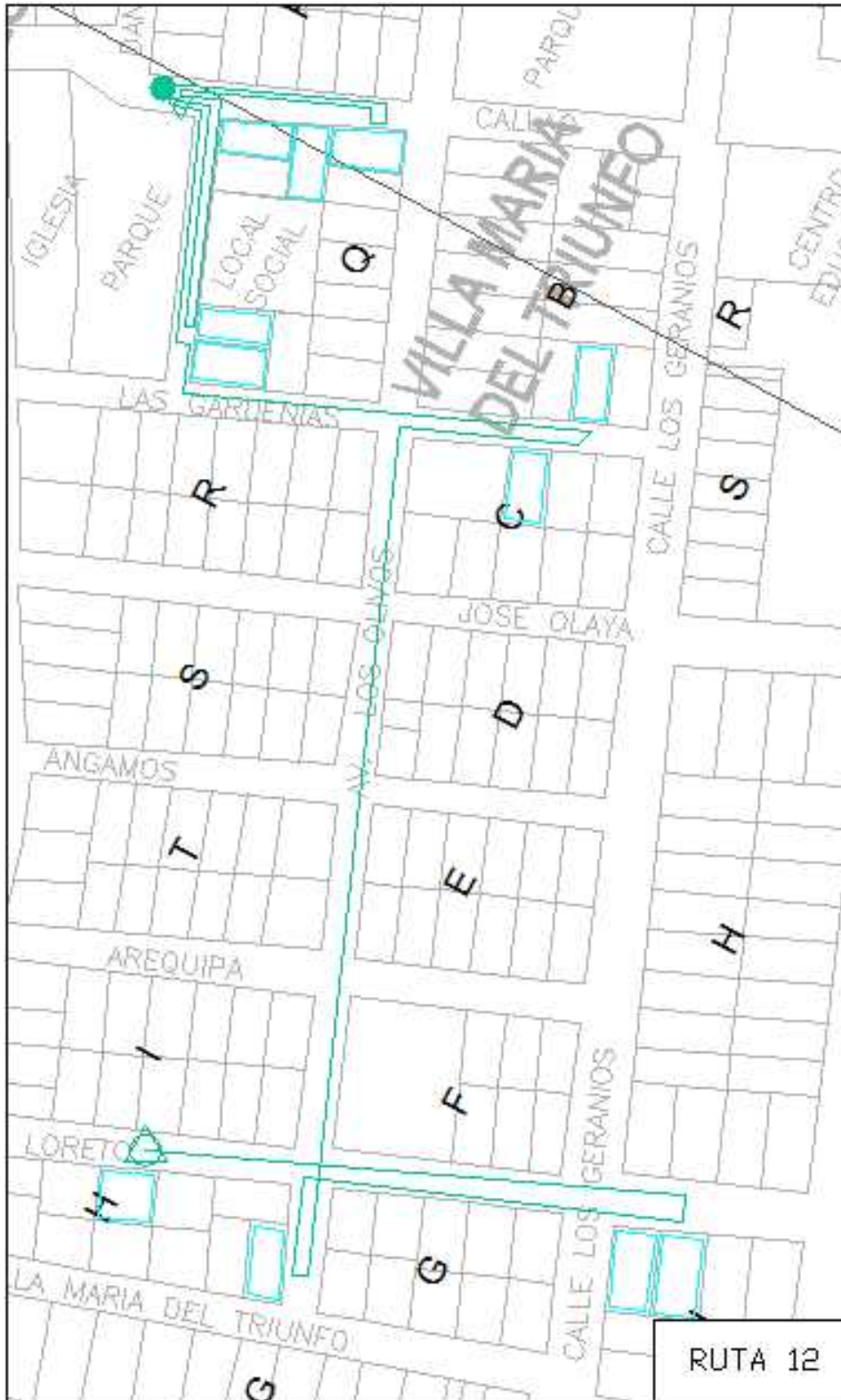


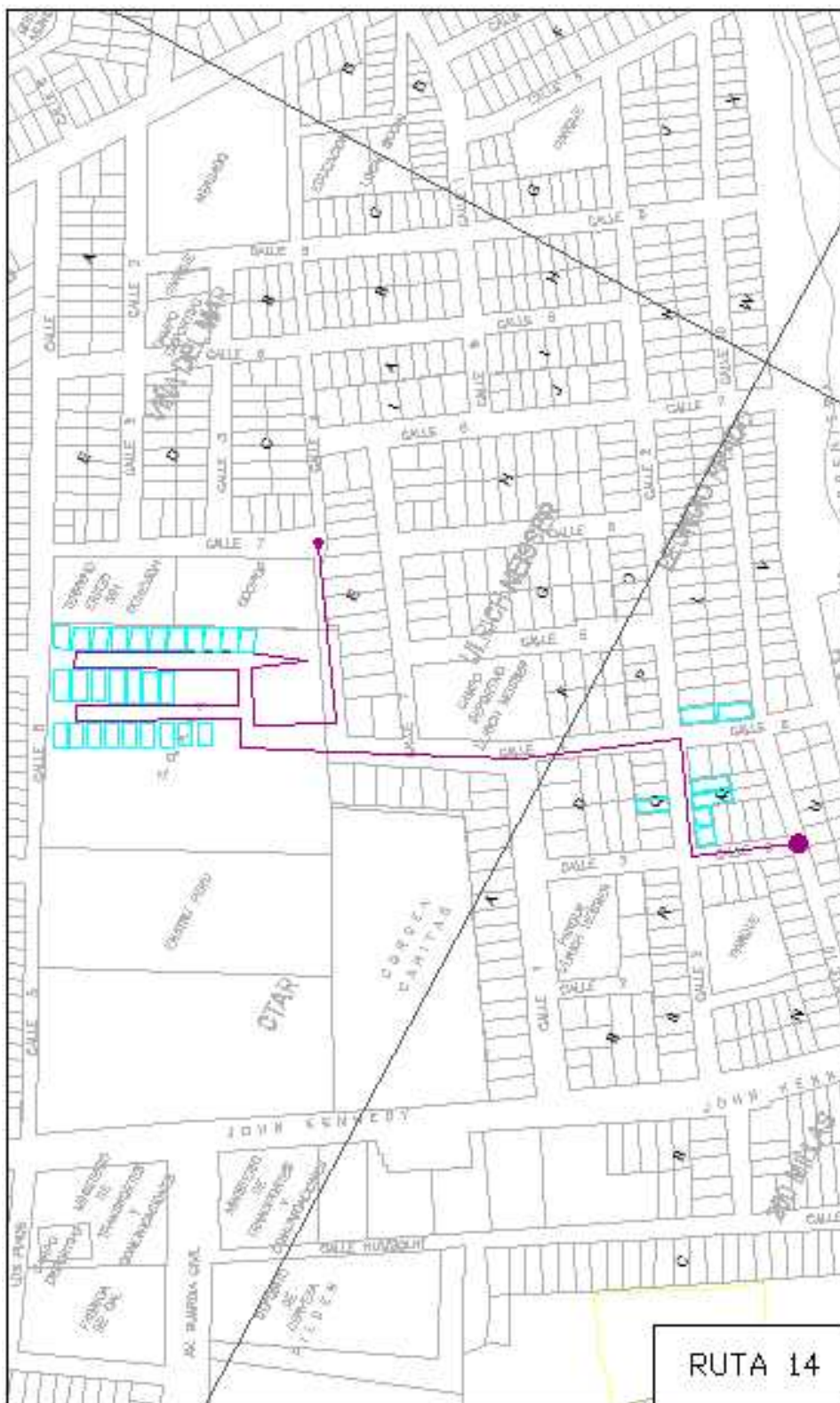




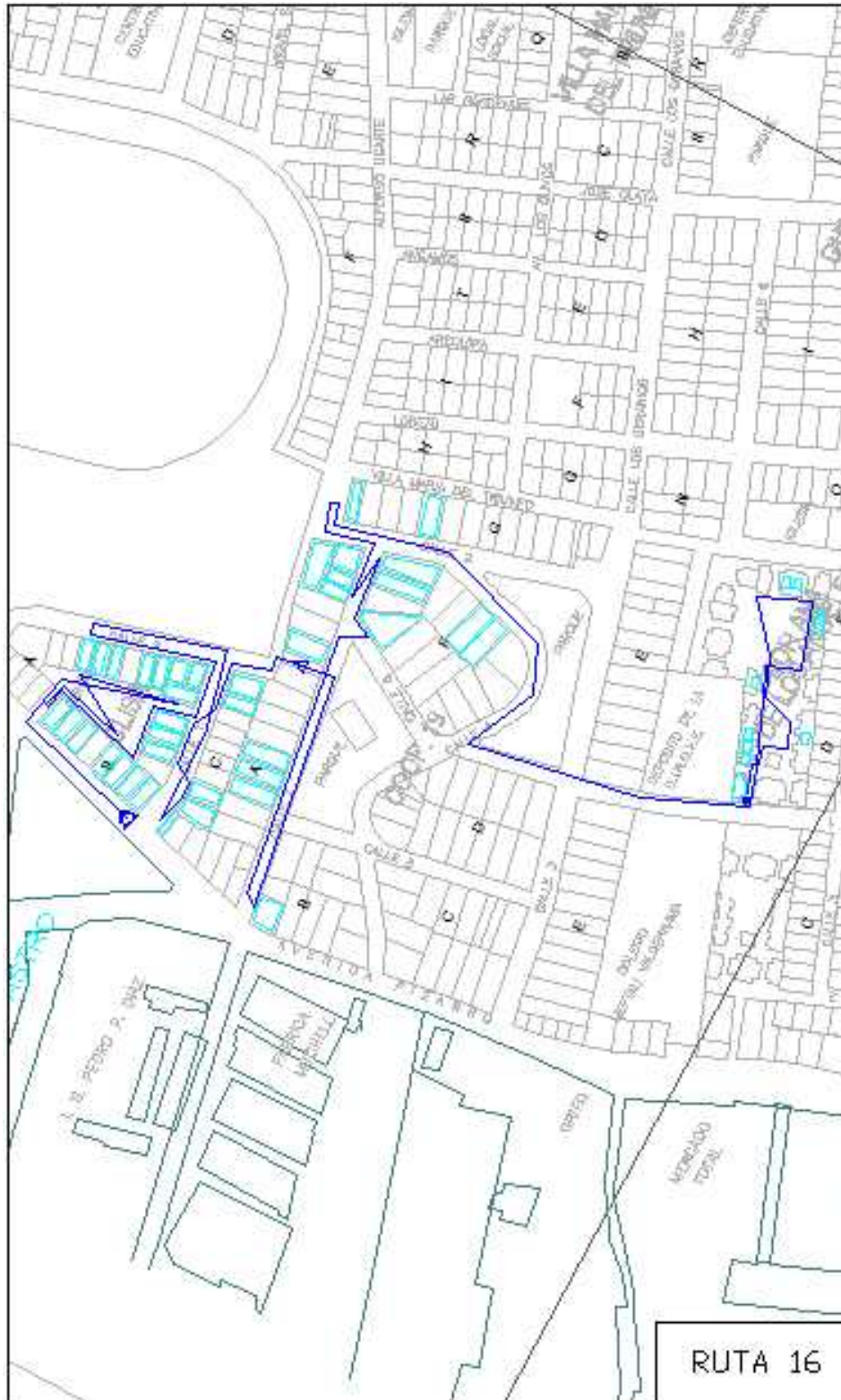


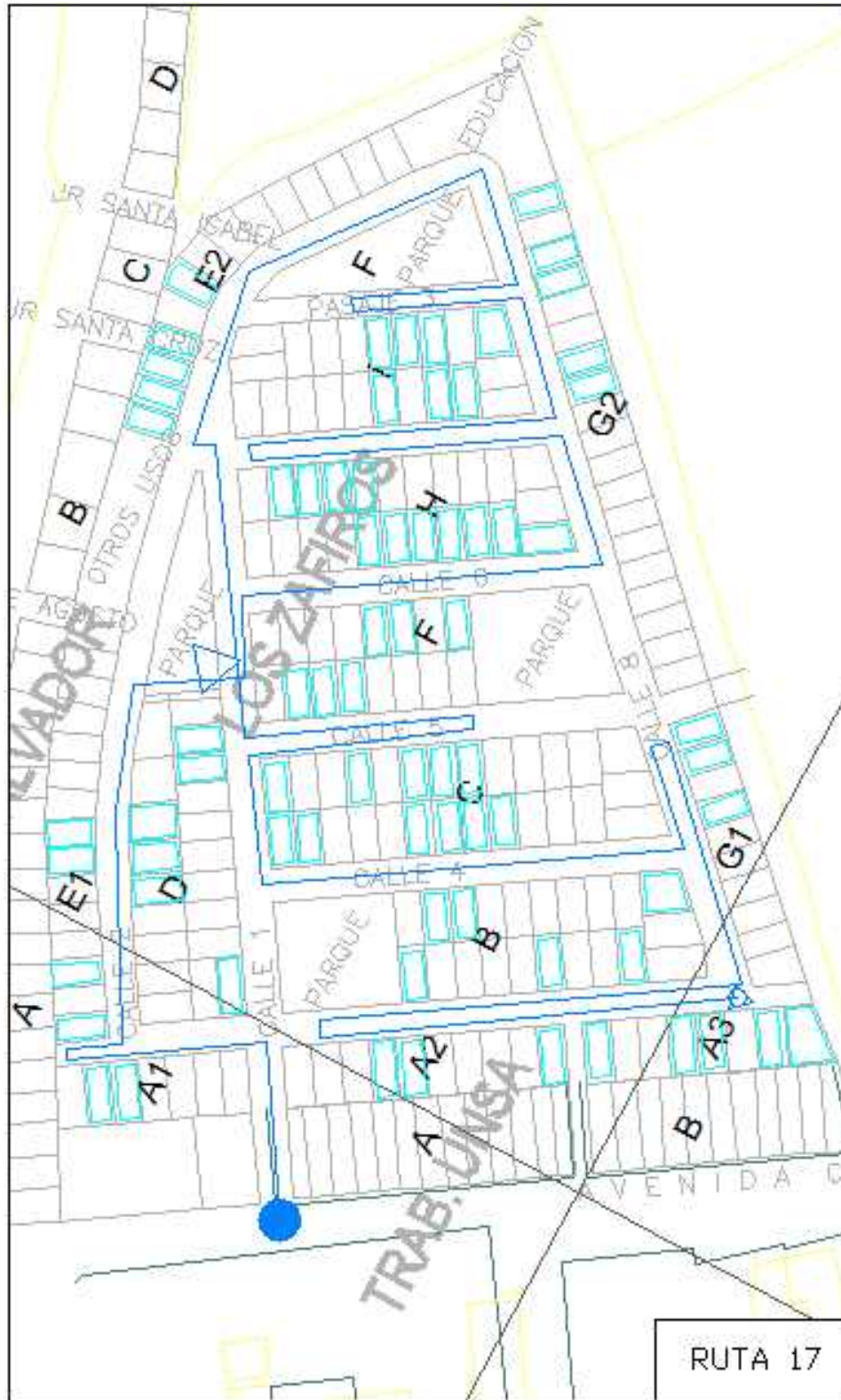


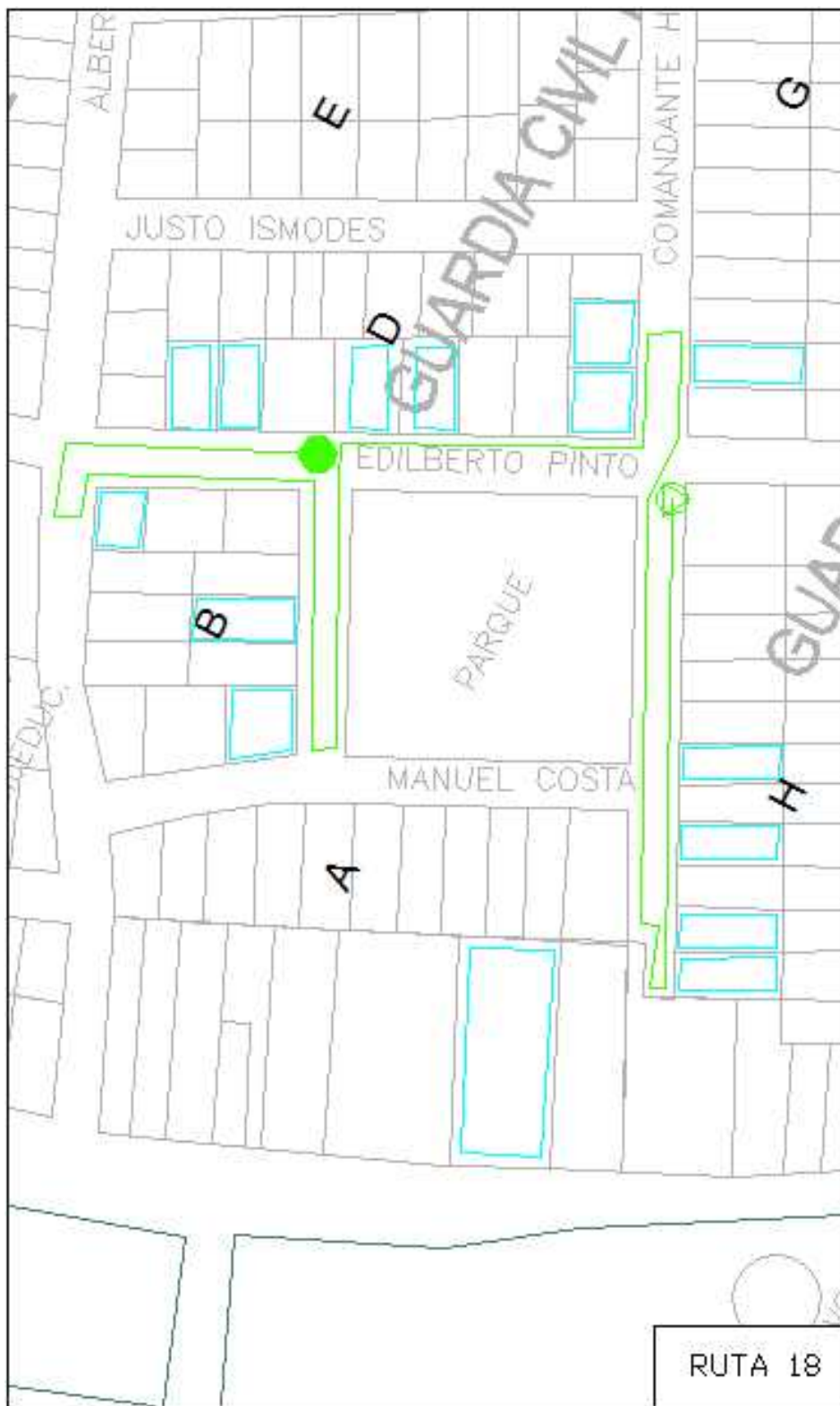












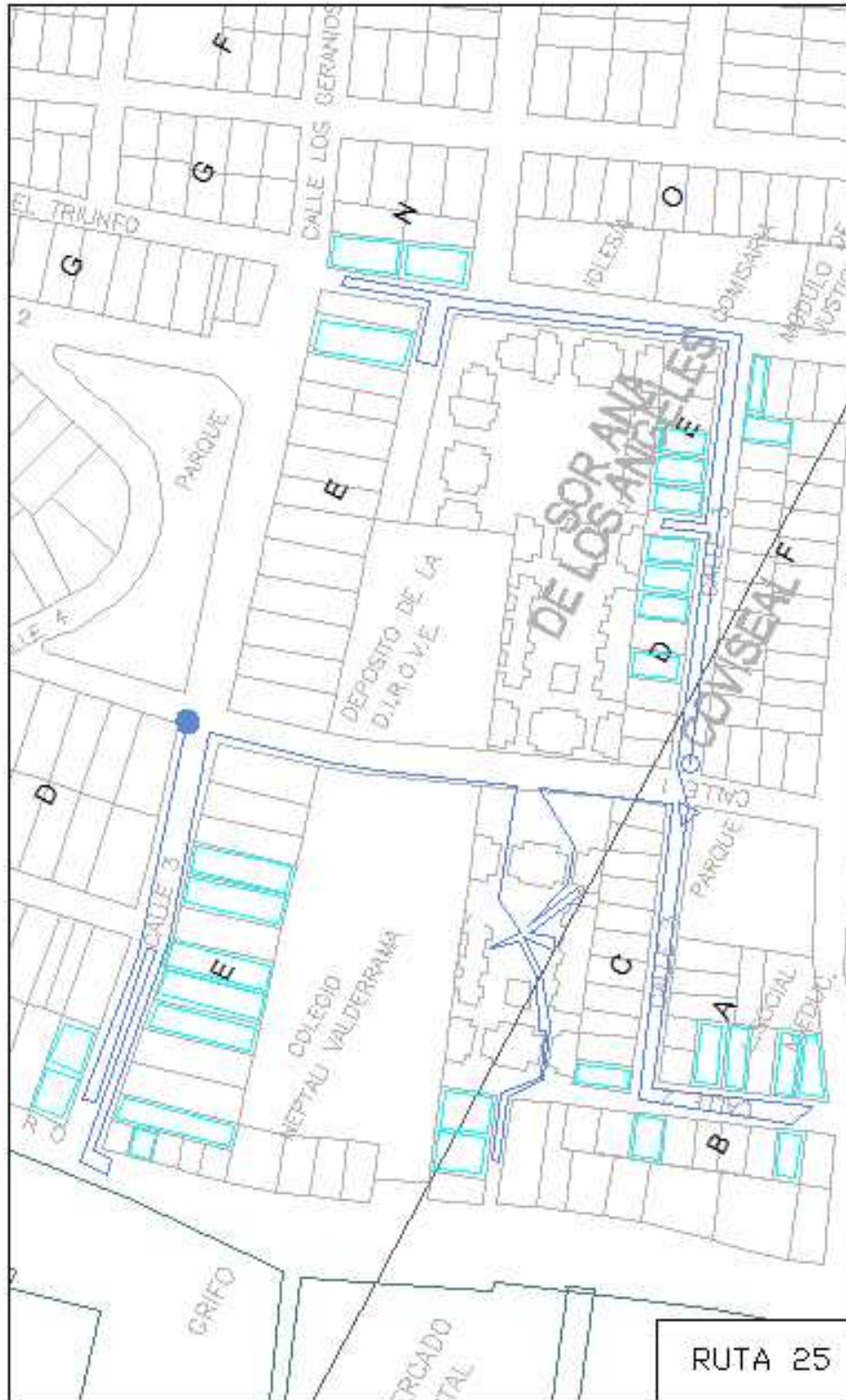






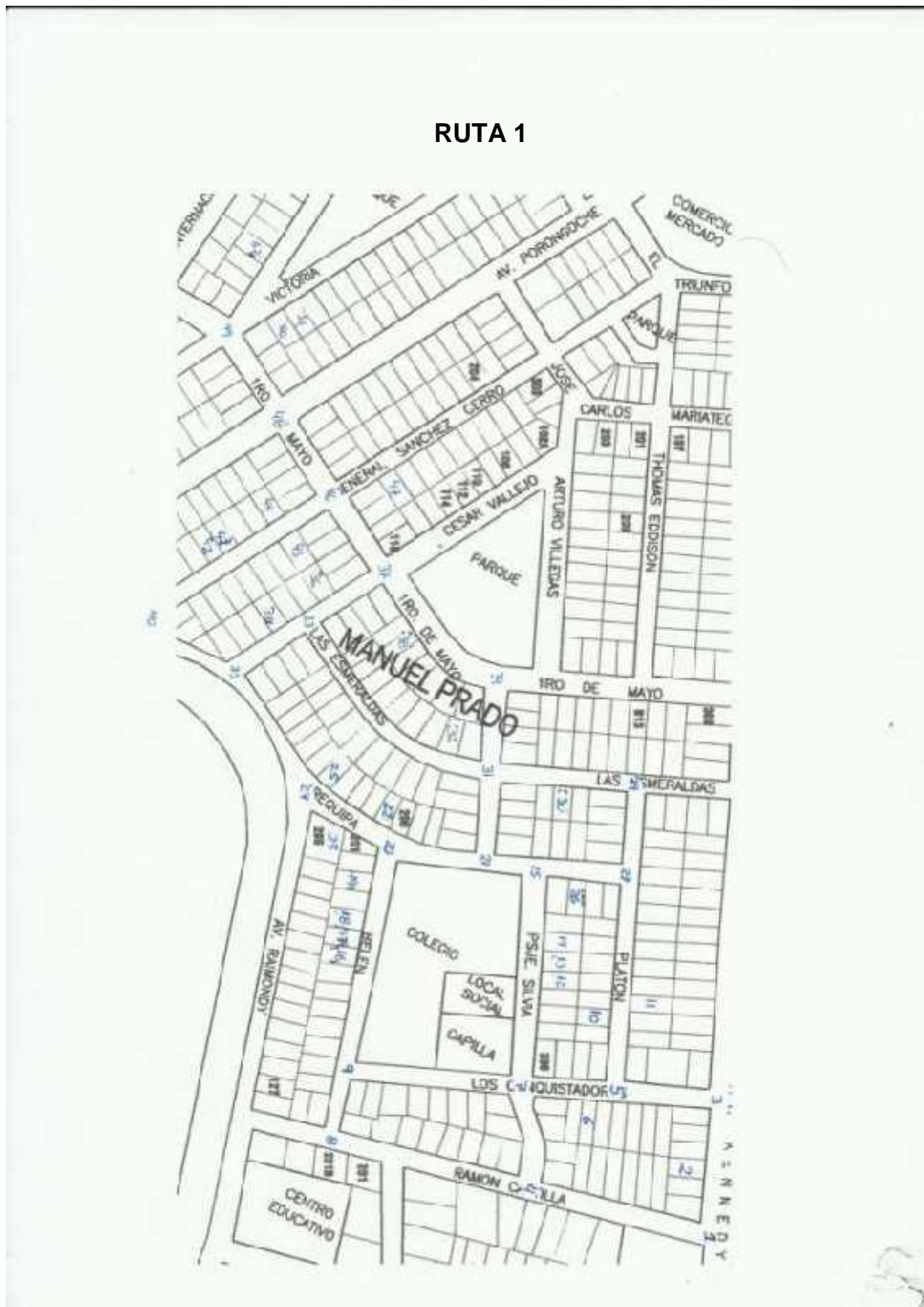








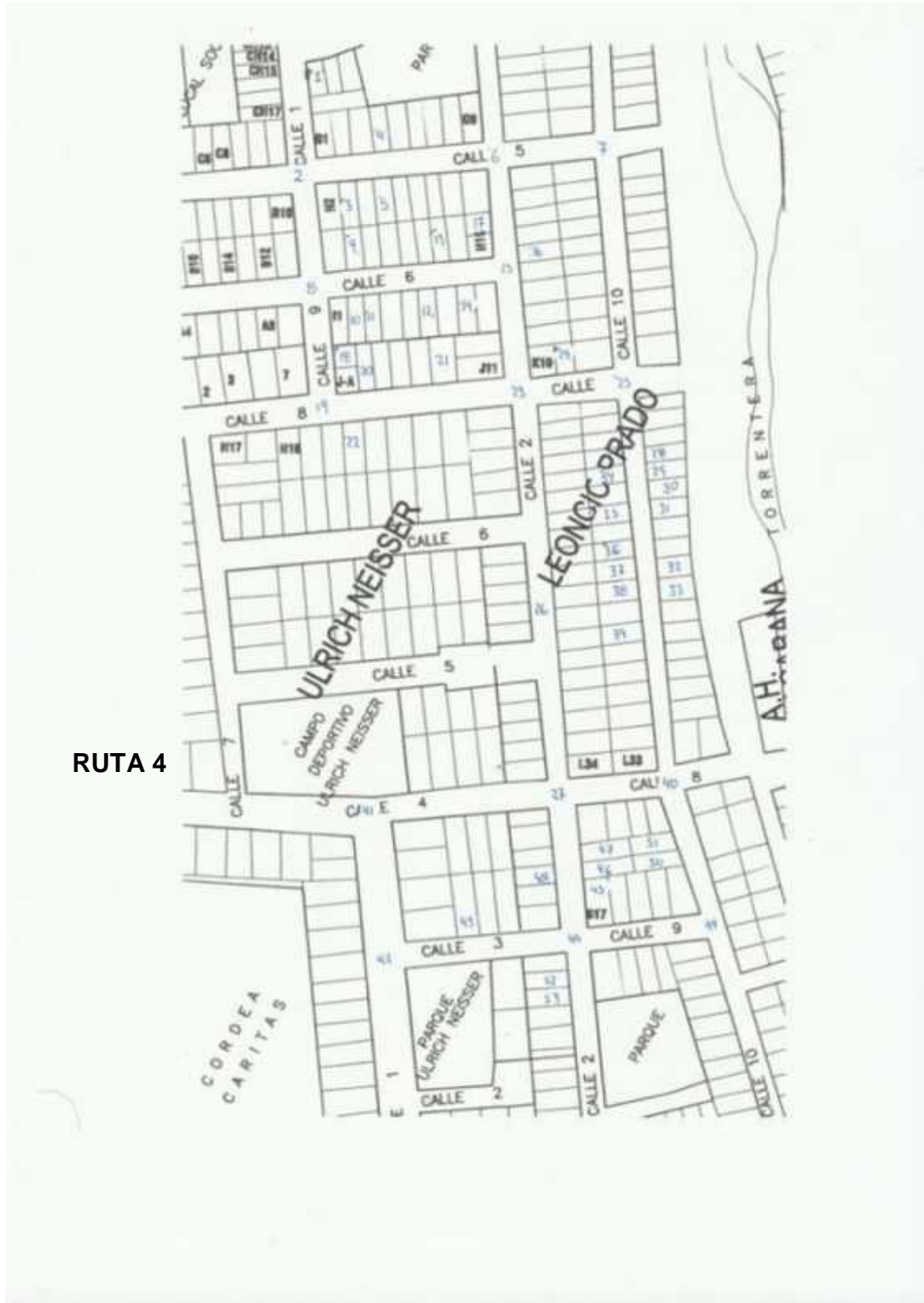
Anexo 4: Mapas con nodos propuestos



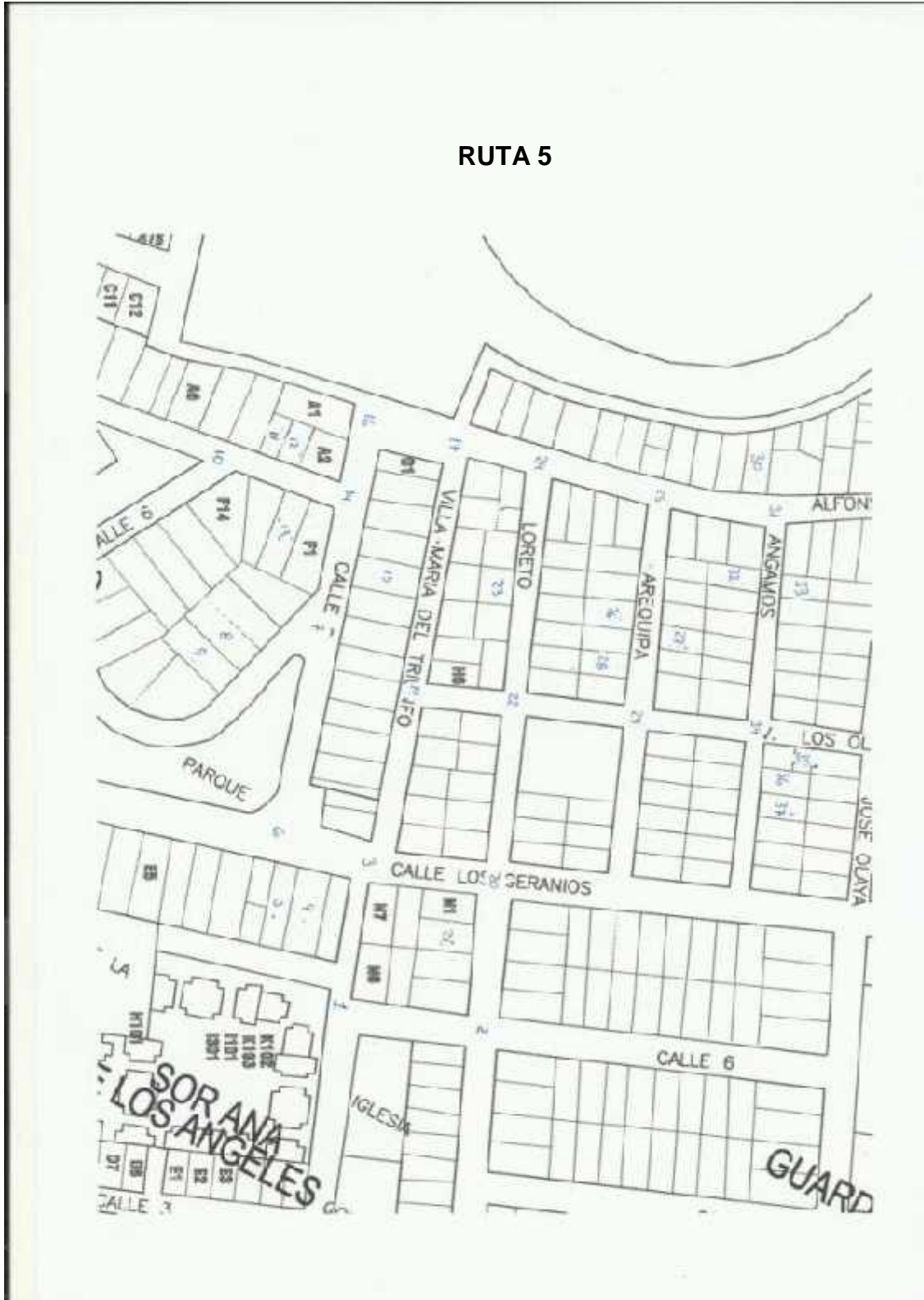


ruta 2

ruta 4

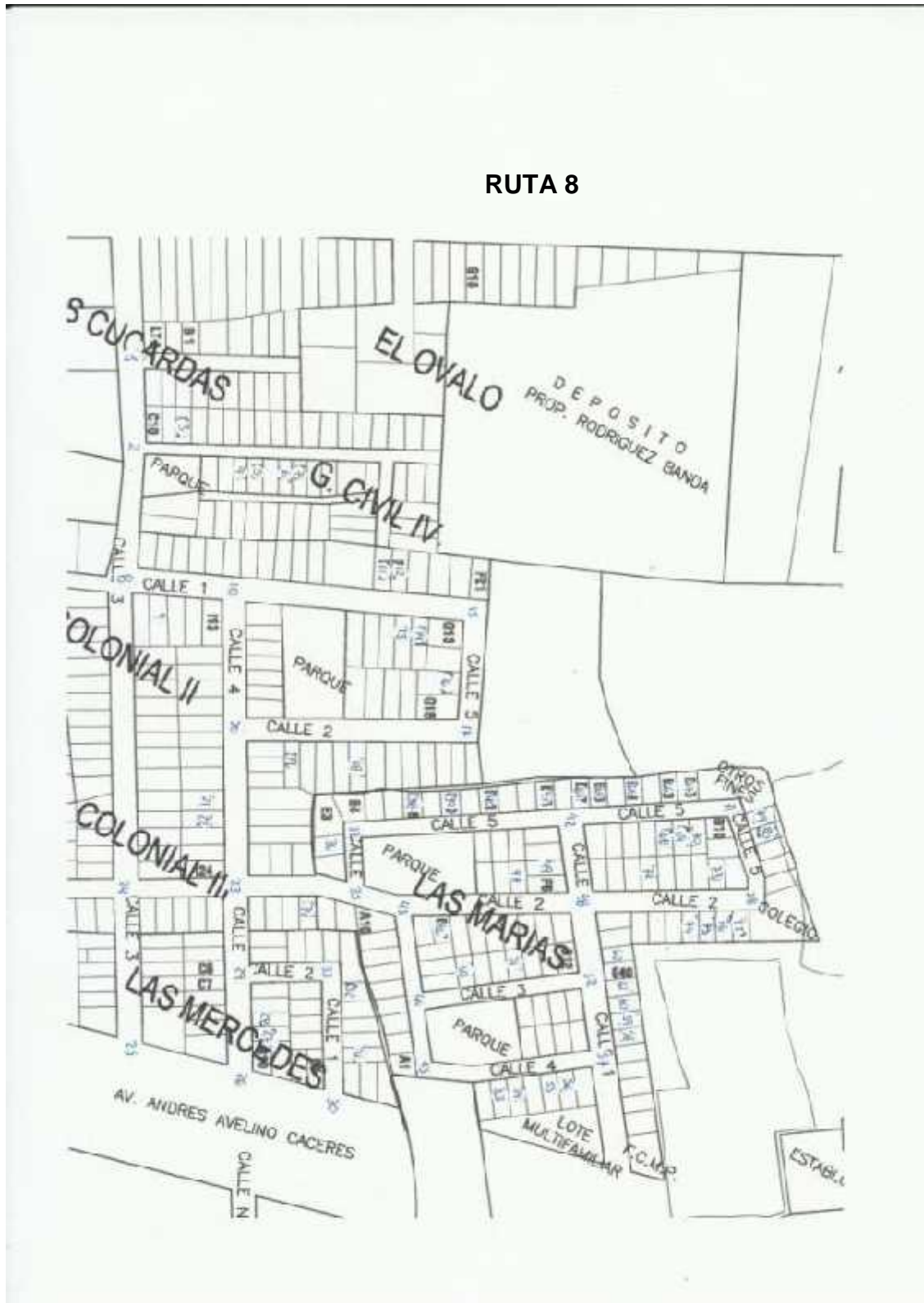


RUTA 5

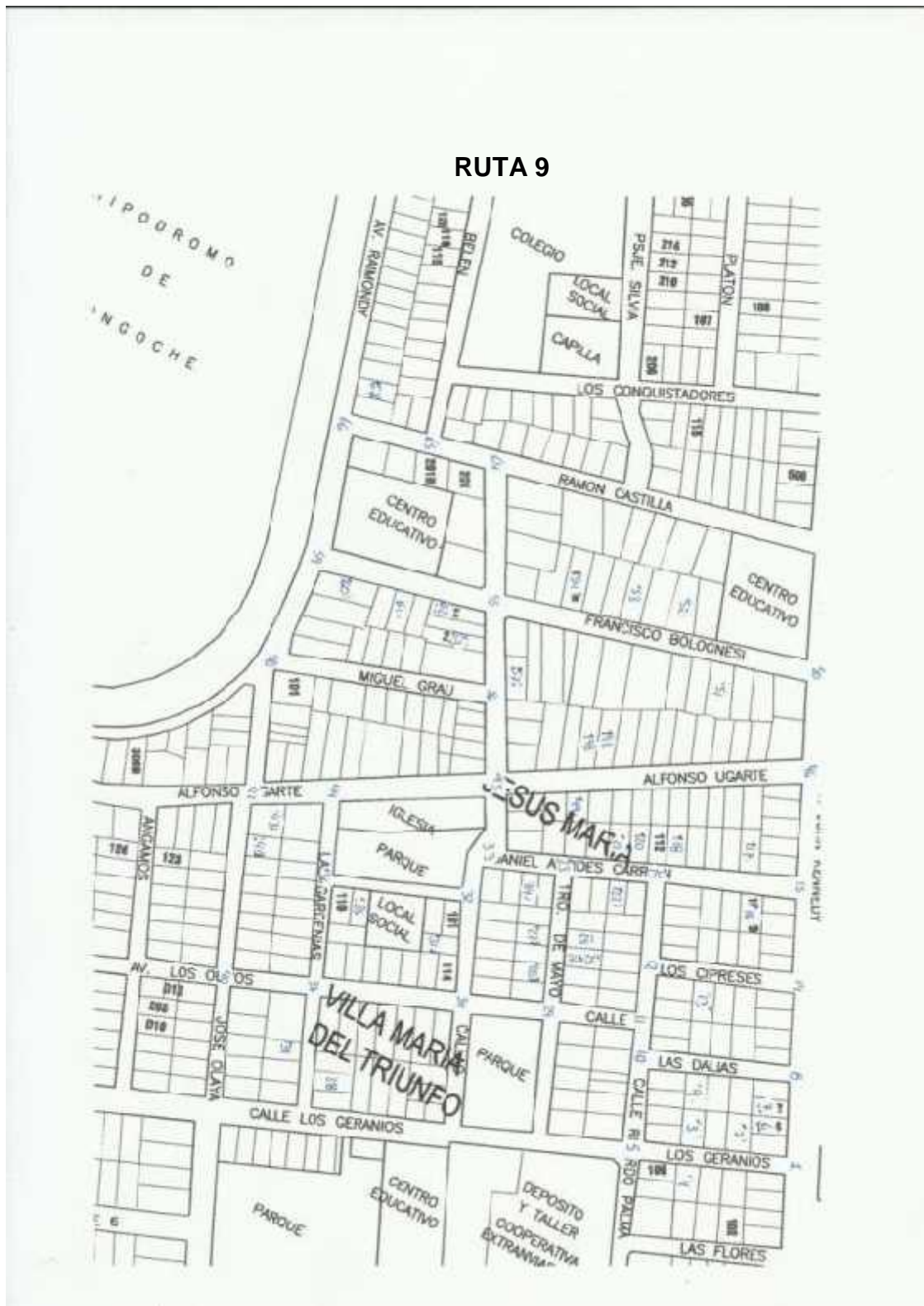




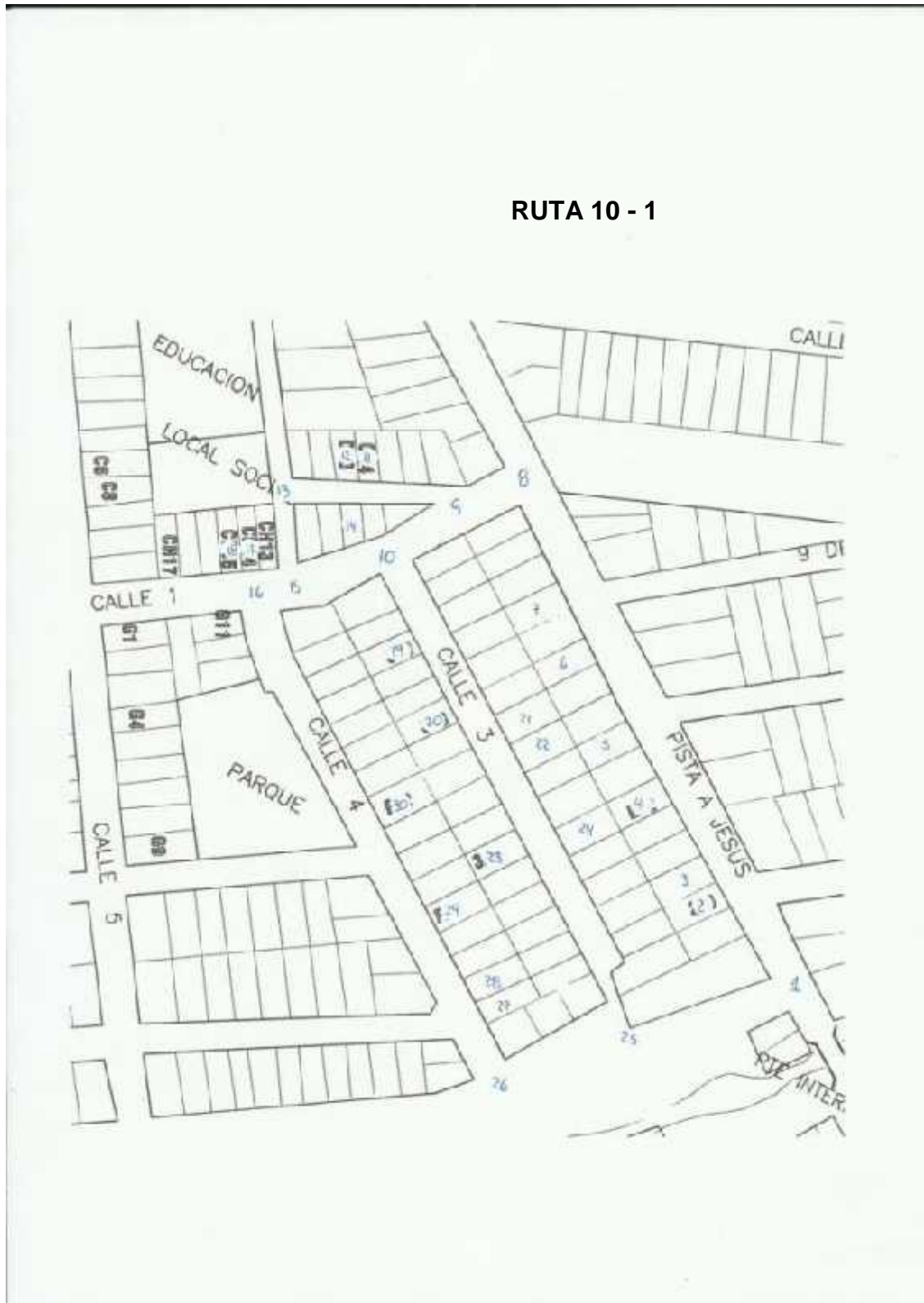
ruta 8

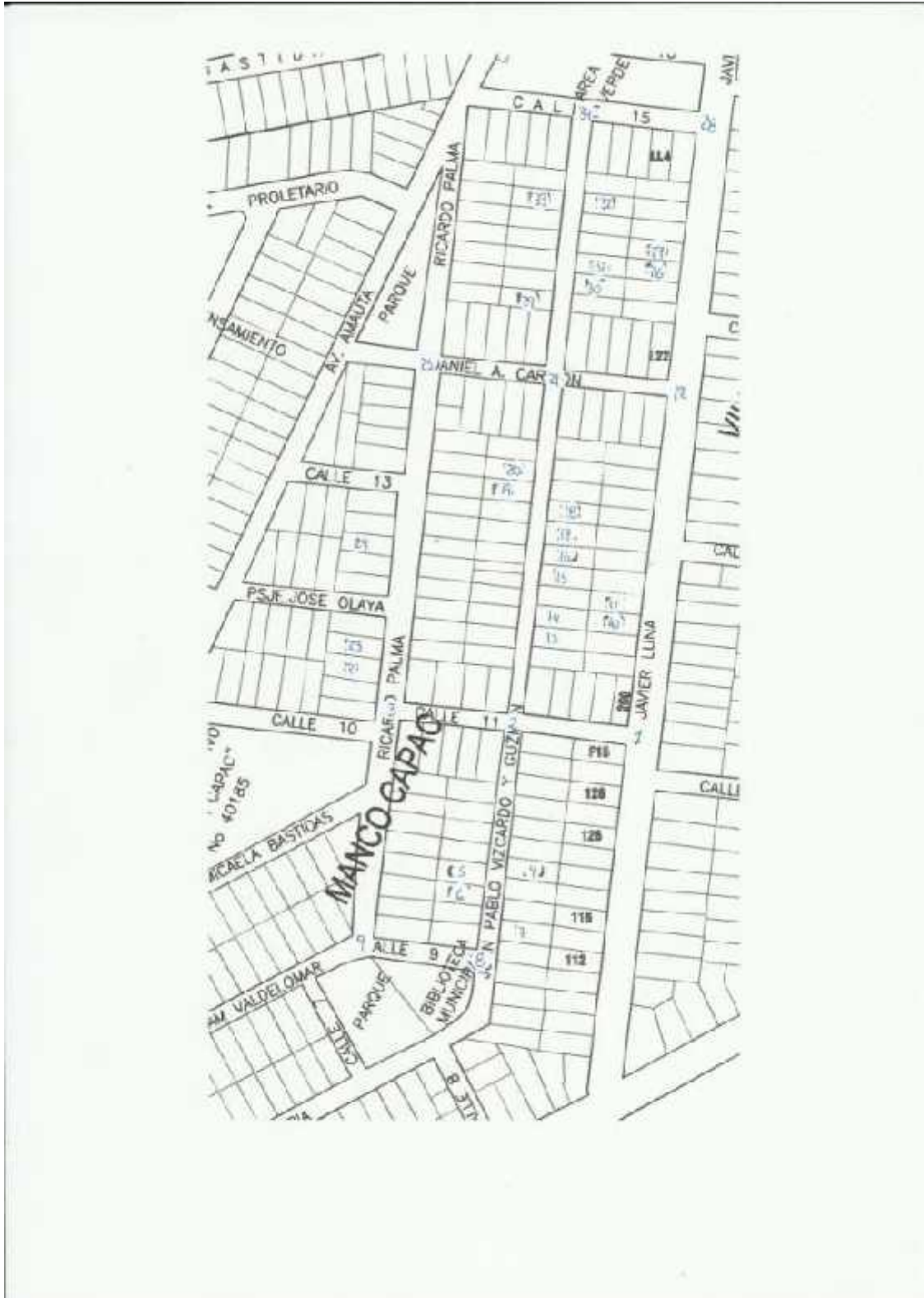


RUTA 9



ruta 10 - 1





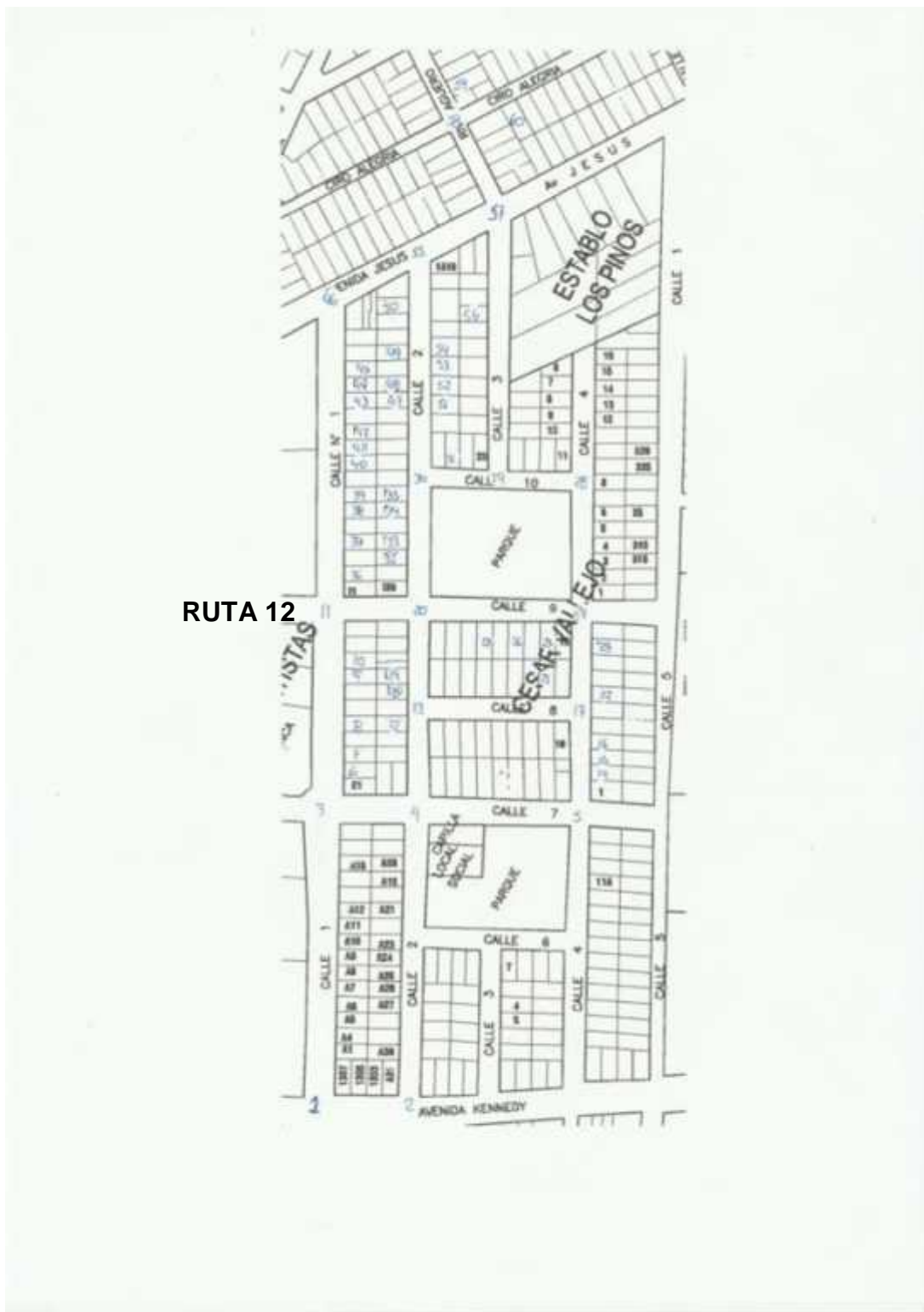
ruta 10 - 2

RUTA 11 - 1



RUTA 11 - 2

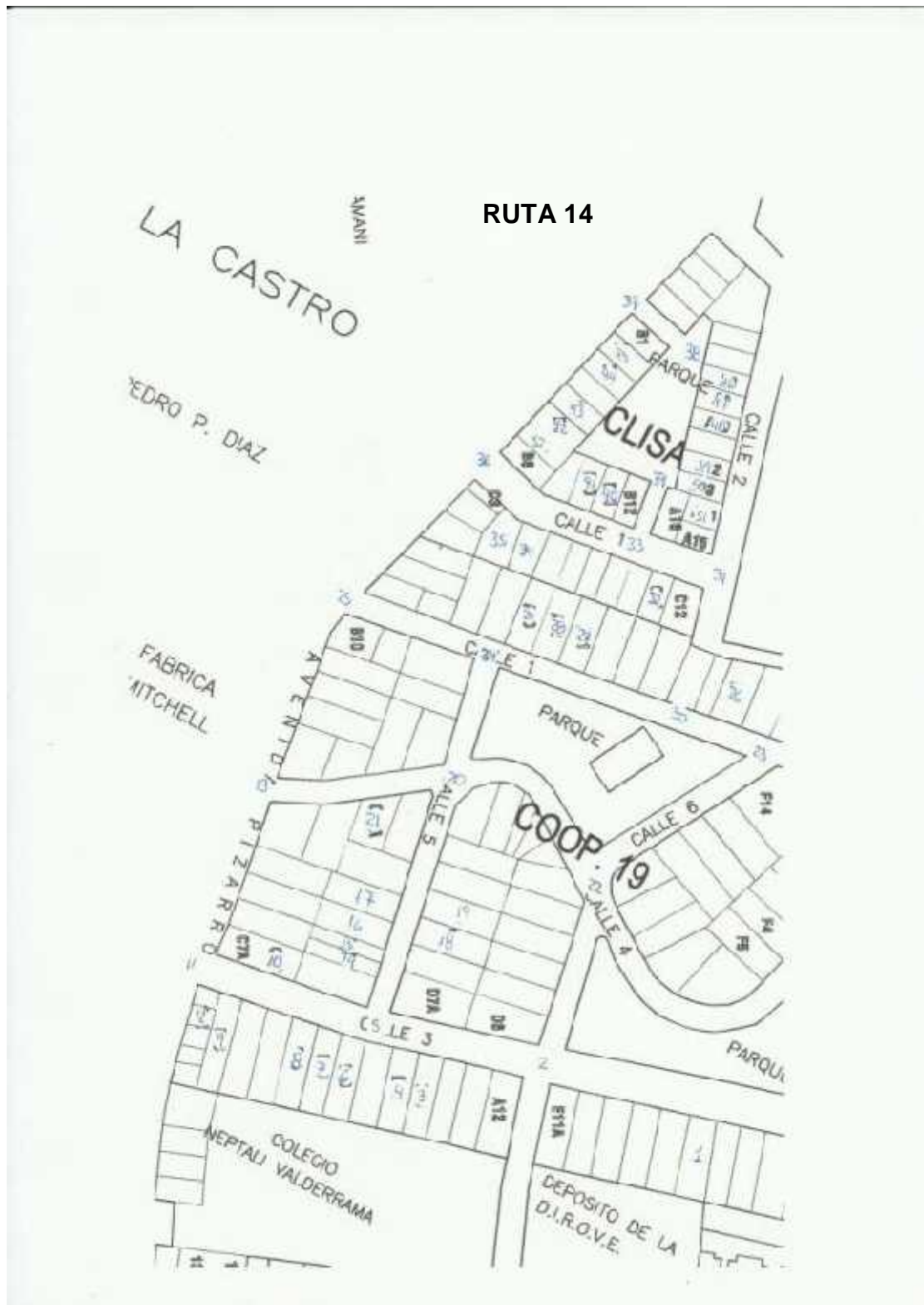




RUTA 12

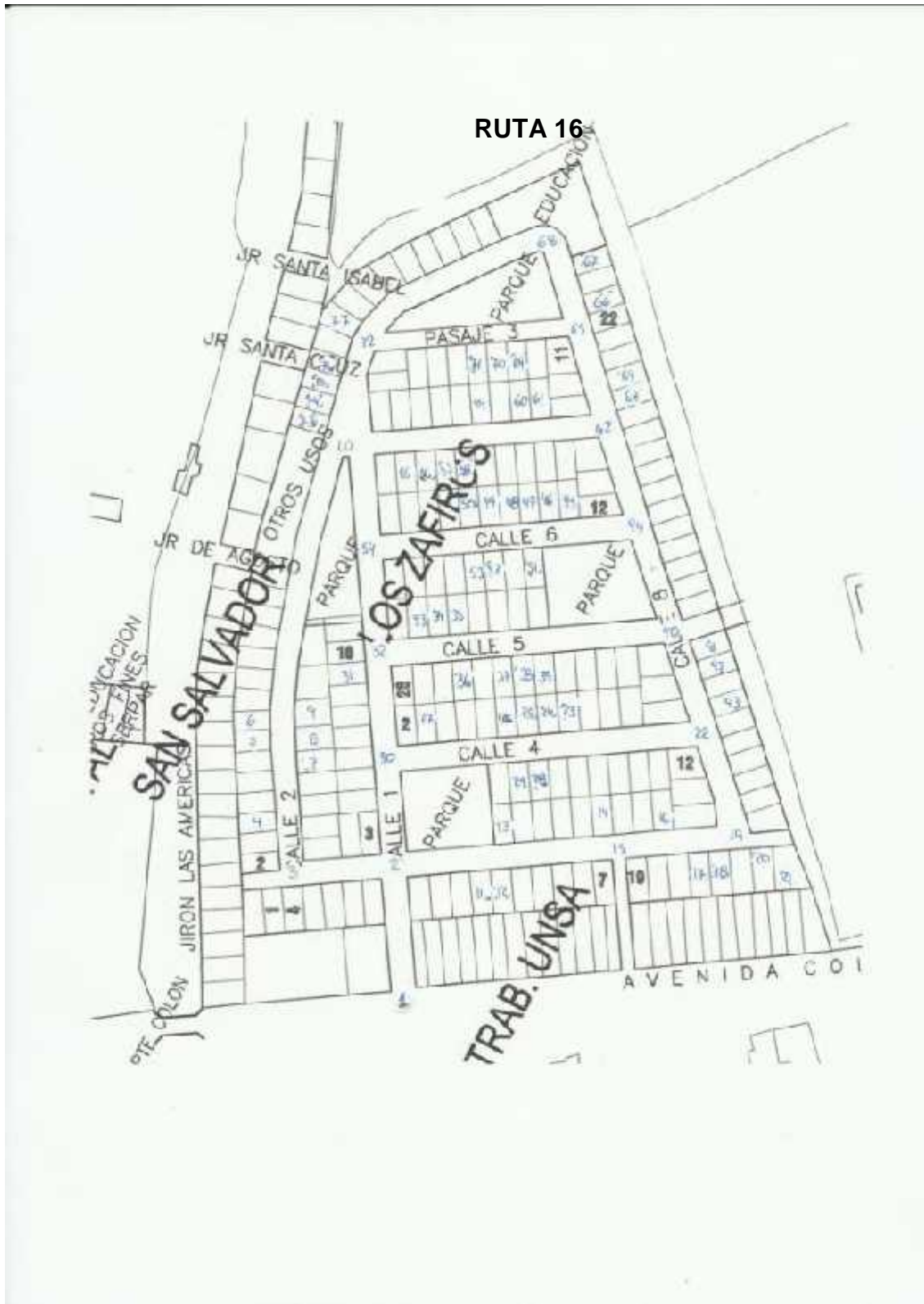
RUTA 13





RUTA 15





Anexo 5: Arcos posibles de cada mapa

SECTOR 1					SECTOR 1					SECTOR 1					SECTOR 1				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	39.54		26	10	27	79.54		52	21	31	43.67		78	37	46	44.87	
2	1	3	74.84		27	11	27	69.81		53	22	23	24.82		79	38	39	50.80	
3	1	4	104.23		28	12	13	10.12		54	22	24	46.82		80	40	42	62.49	
4	2	3	38.81		29	12	14	20.79		55	22	25	38.28		81	40	43	71.00	
5	3	5	56.29		30	12	15	58.98		56	23	24	26.98		82	40	44	100.85	
6	4	7	59.74		31	13	14	10.67		57	23	25	24.67		83	40	45	100.48	
7	4	8	110.86		32	13	15	48.92		58	24	25	11.77		84	40	46	131.39	
8	5	6	16.58		33	14	15	38.43		59	24	35	69.85		85	42	43	9.28	
9	5	7	52.37		34	15	21	29.67		60	26	27	28.37		86	42	44	39.28	
10	5	10	41.11		35	15	26	23.10		61	27	29	49.89		87	42	45	40.99	
11	5	11	49.77		36	15	27	51.23		62	29	30	41.02		88	42	46	70.71	
12	5	27	119.44		37	16	17	10.14		63	29	31	80.71		89	43	44	30.00	
13	6	7	38.44		38	16	18	20.19		64	30	31	38.66		90	43	45	32.37	
14	7	9	97.06		39	16	19	41.11		65	31	32	27.06		91	43	46	61.56	
15	7	12	59.98		40	16	20	63.40		66	31	33	135.98		92	44	45	12.24	
16	7	13	70.03		41	17	18	10.04		67	31	39	51.18		93	44	46	32.14	
17	7	14	80.68		42	17	19	30.97		68	32	33	108.92		94	45	46	31.16	
18	7	15	118.14		43	17	20	53.28		69	33	34	15.88		95	46	47	32.95	
19	8	9	39.47		44	18	19	20.92		70	33	35	51.97		96	46	48	57.34	
20	9	16	62.13		45	18	20	43.28		71	33	36	17.10		97	48	49	51.37	
21	9	17	72.23		46	19	20	22.60		72	33	37	49.72		98	49	50	28.39	
22	9	18	82.24		47	20	21	54.35		73	34	35	38.10		99	49	51	38.22	
23	9	19	103.12		48	20	22	12.16		74	35	40	58.84		100	49	52	47.76	
24	9	20	123.86		49	20	23	28.76		75	36	37	33.79		101	50	51	10.09	
25	10	11	15.37		50	20	24	63.91		76	37	38	40.71		102	50	52	32.71	
					51	20	25	47.69		77	37	39	87.50		103	51	52	29.39	

SECTOR 2				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	38.21	
2	2	3	51.24	
3	2	6	101.21	
4	3	4	37.39	
5	3	5	47.39	
6	3	7	97.81	
7	4	5	9.90	
8	4	7	60.67	
9	5	7	50.80	
10	6	7	52.34	
11	6	21	117.51	
12	7	8	41.81	
13	8	9	52.38	
14	8	17	26.02	
15	9	10	31.69	
16	9	11	46.52	
17	9	12	88.58	
18	10	11	19.72	
19	10	12	58.86	
20	11	12	41.62	
21	12	13	49.46	
22	13	14	26.88	
23	13	20	27.34	
24	13	21	87.40	
25	14	15	40.28	
26	14	17	38.80	
27	15	16	41.52	
28	15	18	29.63	
29	15	19	11.72	
30	16	17	36.04	

SECTOR 2				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
31	16	18	13.39	
32	16	19	30.98	
33	18	19	18.33	
34	20	21	60.84	
35	21	22	157.10	
36	21	23	67.46	
37	22	25	67.17	
38	23	24	104.36	
39	23	26	63.76	
40	23	27	21.93	
41	23	28	26.15	
42	23	29	40.50	
43	23	30	44.24	
44	23	31	53.37	
45	23	32	83.62	
46	24	25	56.87	
47	24	33	76.13	
48	25	44	134.45	
49	25	45	99.79	
50	25	46	61.74	
51	25	47	42.84	
52	25	48	94.32	
53	26	34	156.25	
54	27	28	17.19	
55	27	29	19.29	
56	27	30	28.66	
57	27	31	36.54	
58	27	32	63.62	
59	28	29	22.38	
60	28	30	18.58	

SECTOR 2				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
61	28	31	27.86	
62	28	32	59.86	
63	29	30	17.62	
64	29	31	51.58	
65	29	32	45.11	
66	30	31	9.28	
67	30	32	41.49	
68	31	32	32.11	
69	32	33	108.82	
70	32	35	32.65	
71	32	36	68.07	
72	33	41	65.65	
73	34	36	69.20	
74	35	36	37.57	
75	36	37	36.65	
76	36	38	56.53	
77	36	39	73.40	
78	36	41	108.01	
79	37	38	19.83	
80	37	39	35.76	
81	38	39	16.60	
82	39	40	113.63	
83	40	41	68.45	
84	41	42	38.42	
85	41	43	36.60	
86	41	44	55.00	
87	42	43	17.73	
88	42	44	19.25	
89	43	44	21.02	
90	44	45	36.28	

SECTOR 2				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
91	44	46	74.16	
92	44	47	93.21	
93	44	48	48.81	
94	45	46	38.13	
95	45	47	57.19	
96	45	48	28.62	
97	46	47	20.34	
98	46	48	40.78	
99	47	48	56.59	

SECTOR 4					SECTOR 4					SECTOR 4					SECTOR 4				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	46.75		31	9	14	56.87		61	21	23	38.34		91	28	32	58.42	
2	2	3	24.45		32	9	15	76.12		62	22	23	87.21		92	28	33	69.30	
3	2	4	43.56		33	10	11	8.50		63	23	24	25.36		93	28	34	15.13	
4	2	5	42.34		34	10	12	36.71		64	23	25	56.14		94	28	35	30.80	
5	2	6	101.23		35	10	13	48.19		65	23	26	112.93		95	28	36	48.09	
6	2	8	57.18		36	10	14	56.49		66	24	25	32.38		96	28	37	58.05	
7	3	4	24.60		37	10	15	78.01		67	25	28	39.26		97	28	38	69.08	
8	3	5	18.33		38	11	12	28.20		68	25	29	47.85		98	28	39	89.94	
9	3	6	78.31		39	11	13	40.12		69	25	30	57.15		99	28	40	171.91	
10	4	5	15.21		40	11	14	47.99		70	25	31	67.21		100	29	30	9.35	
11	4	6	58.74		41	11	15	69.56		71	25	32	97.51		101	29	31	19.43	
12	5	6	60.14		42	12	13	16.79		72	25	33	108.40		102	29	32	49.78	
13	6	7	55.53		43	12	14	19.78		73	25	34	47.95		103	29	33	60.67	
14	6	15	57.91		44	12	15	41.65		74	25	35	67.51		104	29	34	12.72	
15	6	16	52.57		45	13	14	19.63		75	25	36	85.68		105	29	35	23.25	
16	6	17	37.07		46	13	15	32.05		76	25	37	96.00		106	29	36	39.86	
17	7	25	120.00		47	14	15	22.67		77	25	38	107.20		107	29	37	49.67	
18	8	9	23.58		48	15	16	9.91		78	25	39	128.25		108	29	38	60.63	
19	8	10	22.59		49	15	17	23.22		79	25	40	210.72		109	29	39	81.41	
20	8	11	30.59		50	15	23	63.45		80	26	27	94.86		110	29	40	163.28	
21	8	12	58.16		51	16	17	21.91		81	27	40	51.84		111	30	31	10.08	
22	8	13	67.09		52	18	19	25.60		82	27	41	99.22		112	30	32	40.43	
23	8	14	77.81		53	19	20	23.20		83	27	44	74.24		113	30	33	51.32	
24	8	15	98.39		54	19	21	62.42		84	27	45	51.18		114	30	34	15.87	
25	8	18	38.76		55	19	22	16.65		85	27	46	40.61		115	30	35	16.17	
26	8	19	62.42		56	19	23	99.34		86	27	47	31.55		116	30	36	31.13	
27	9	10	15.62		57	20	21	39.77		87	27	48	41.18		117	30	37	40.64	
28	9	11	16.86		58	20	22	19.62		88	28	29	8.63		118	30	38	51.49	
29	9	12	38.12		59	20	23	77.23		89	28	30	17.98		119	30	39	72.17	
30	9	13	44.29		60	21	22	52.28		90	28	31	20.06		120	30	40	153.94	

SECTOR 4					SECTOR 4					SECTOR 4				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
121	31	32	30.35		151	35	36	18.24		181	45	47	19.85	
122	31	33	41.24		152	35	37	28.65		182	45	48	19.32	
123	31	34	23.44		153	35	38	39.87		183	46	47	9.21	
124	31	35	12.71		154	35	39	60.95		184	46	48	15.84	
125	31	36	22.39		155	35	40	143.73		185	47	48	18.34	
126	31	37	31.21		156	36	37	10.43		186	49	50	38.95	
127	31	38	41.80		157	36	38	23.63		187	49	51	48.10	
128	31	39	62.29		158	36	39	42.70		188	50	51	9.20	
129	31	40	143.88		159	36	40	125.52		189	52	53	9.02	
130	32	33	10.89		160	37	38	11.22						
131	32	34	51.66		161	37	39	32.29						
132	32	35	32.90		162	37	40	115.08						
133	32	36	17.74		163	38	39	21.07						
134	32	37	12.47		164	38	40	103.88						
135	32	38	15.73		165	39	40	82.85						
136	32	39	33.17		166	40	49	72.17						
137	32	40	113.58		167	40	50	34.45						
138	33	34	62.34		168	40	51	25.38						
139	33	35	43.23		169	41	42	73.65						
140	33	36	26.55		170	42	43	43.25						
141	33	37	17.84		171	42	44	94.36						
142	33	38	12.88		172	43	44	52.59						
143	33	39	23.68		173	44	45	25.55						
144	33	40	102.74		174	44	46	35.47						
145	34	35	19.74		175	44	47	44.40						
146	34	36	37.98		176	44	48	34.57						
147	34	37	48.40		177	44	49	73.08						
148	34	38	59.62		178	44	52	20.23						
149	34	39	80.69		179	44	53	29.10						
150	34	40	163.47		180	45	46	10.64						

SECTOR 5				SECTOR 5				SECTOR 5			
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)
1	1	2	59.01	31	13	14	22.29	61	31	34	89.28
2	1	3	64.29	32	14	15	29.27	62	32	33	10.52
3	2	20	59.58	33	14	16	31.76	63	32	34	60.74
4	2	21	39.18	34	16	17	34.48	64	33	34	59.18
5	3	4	18.19	35	17	19	108.38	65	34	35	20.73
6	3	5	28.64	36	17	24	34.48	66	34	36	20.87
7	3	6	36.62	37	19	22	42.25	67	34	37	30.62
8	3	19	73.27	38	20	21	21.65	68	36	37	9.90
9	3	20	54.12	39	20	22	76.42				
10	4	5	11.12	40	22	23	47.78				
11	4	6	26.14	41	22	24	100.35				
12	5	6	20.44	42	22	29	50.62				
13	6	7	76.64	43	23	24	53.18				
14	7	8	28.19	44	24	25	51.77				
15	7	9	39.08	45	25	26	50.91				
16	7	10	258.03	46	25	27	58.08				
17	7	14	54.81	47	25	28	71.44				
18	7	15	32.98	48	25	29	91.39				
19	8	9	11.64	49	25	30	38.37				
20	8	10	226.60	50	25	31	47.43				
21	9	10	215.00	51	26	27	14.96				
22	10	11	8.20	52	26	28	20.62				
23	10	12	14.71	53	26	29	41.42				
24	10	13	21.78	54	27	28	18.87				
25	10	14	42.67	55	27	29	34.31				
26	11	12	8.70	56	28	29	21.35				
27	11	13	21.42	57	29	34	48.39				
28	11	14	39.51	58	30	31	12.21				
29	12	13	15.70	59	31	32	28.76				
30	12	14	30.83	60	31	33	30.28				

SECTOR 6				SECTOR 6				SECTOR 6			
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)
1	1	2	18.86	31	12	13	39.91	61	22	23	10.02
2	1	3	66.03	32	12	14	70.25	62	24	25	24.09
3	1	4	102.03	33	12	15	84.51				
4	2	3	47.18	34	12	16	89.68				
5	2	4	83.97	35	12	17	113.86				
6	3	4	37.50	36	13	14	30.00				
7	4	5	61.02	37	13	15	45.37				
8	4	10	41.22	38	13	16	49.42				
9	4	11	51.35	39	13	17	73.63				
10	4	18	164.44	40	14	15	20.24				
11	5	6	46.14	41	14	16	19.48				
12	5	7	47.65	42	14	17	43.80				
13	5	8	52.30	43	15	16	13.52				
14	5	9	21.86	44	15	17	29.40				
15	5	12	50.86	45	16	17	24.35				
16	5	13	90.82	46	17	18	53.77				
17	5	14	120.78	47	17	20	67.32				
18	5	15	133.58	48	17	21	85.41				
19	5	16	140.09	49	17	22	105.46				
20	5	17	164.04	50	17	23	115.48				
21	6	7	13.29	51	18	19	26.97				
22	9	12	29.58	52	18	24	164.65				
23	9	13	69.83	53	18	25	188.74				
24	9	14	99.82	54	19	24	138.14				
25	9	15	113.62	55	19	25	162.13				
26	9	16	119.24	56	20	21	18.10				
27	9	17	143.39	57	20	22	38.15				
28	10	11	10.23	58	20	23	48.17				
29	10	18	123.72	59	21	22	20.05				
30	11	18	113.40	60	21	23	30.07				



SECTOR 7					SECTOR 7					SECTOR 7					SECTOR 7				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	19.97		31	10	12	10.33		61	18	22	130.67		91	31	35	49.70	
2	1	3	61.91		32	10	13	22.08		62	19	20	9.91		92	32	33	92.20	
3	1	4	52.45		33	10	14	53.29		63	19	21	39.13		93	32	37	52.41	
4	1	5	94.69		34	10	15	61.42		64	19	22	69.98		94	34	35	23.97	
5	2	3	42.55		35	10	16	101.55		65	20	21	29.21		95	35	36	35.82	
6	3	7	53.25		36	11	12	22.35		66	20	22	60.11		96	35	43	22.03	
7	4	5	42.98		37	11	13	10.17		67	21	22	31.26		97	36	37	122.73	
8	5	6	19.94		38	11	14	49.67		68	22	24	40.34		98	36	38	114.05	
9	5	8	58.69		39	11	15	64.29		69	23	24	48.38		99	36	39	64.43	
10	6	8	39.46		40	11	16	101.18		70	23	51	75.80		100	36	40	54.14	
11	7	8	51.82		41	12	13	19.55		71	24	25	47.64		101	36	41	44.02	
12	7	23	111.18		42	12	14	43.79		72	25	26	45.09		102	36	42	26.03	
13	7	51	40.67		43	12	15	51.09		73	25	46	17.91		103	37	38	111.99	
14	8	9	65.99		44	12	16	91.29		74	25	50	29.11		104	38	39	49.82	
15	8	10	95.30		45	13	14	39.50		75	26	28	163.87		105	38	40	60.08	
16	8	11	94.22		46	13	15	54.57		76	26	46	28.78		106	38	41	70.24	
17	8	12	105.51		47	13	16	91.03		77	26	47	27.78		107	38	42	88.77	
18	8	13	104.36		48	14	15	21.85		78	26	48	37.50		108	39	40	10.40	
19	8	14	143.83		49	14	16	51.73		79	26	49	32.02		109	39	41	20.68	
20	8	15	156.17		50	15	16	40.93		80	26	50	18.88		110	39	42	39.33	
21	8	16	194.99		51	16	17	73.89		81	26	52	104.62		111	40	41	10.28	
22	8	22	53.78		52	17	18	13.34		82	27	28	49.88		112	40	42	28.91	
23	9	10	29.86		53	17	19	72.45		83	27	29	74.05		113	41	42	18.65	
24	9	11	35.89		54	17	20	82.32		84	27	52	83.95		114	43	44	38.46	
25	9	12	40.19		55	17	21	111.47		85	28	30	26.29		115	43	45	140.32	
26	9	13	44.59		56	17	22	141.80		86	29	31	55.36		116	44	45	103.36	
27	9	14	81.85		57	17	25	123.37		87	30	32	58.15		117	46	50	17.77	
28	9	15	91.29		58	18	19	60.82		88	31	32	151.65		118	47	48	10.21	
29	9	16	131.26		59	18	20	70.74		89	31	33	59.95		119	47	49	14.25	
30	10	11	19.87		60	18	21	99.95		90	31	34	29.18		120	48	49	13.64	

SECTOR 8					SECTOR 8					SECTOR 8					SECTOR 8				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	38.86		31	11	15	45.92		61	26	29	47.07		91	40	42	38.59	
2	2	3	24.03		32	12	13	12.37		62	26	30	47.25		92	41	4	11.20	
3	2	4	51.37		33	12	14	17.19		63	27	28	7.31		93	42	48	41.63	
4	2	5	58.37		34	12	15	38.14		64	27	29	30.64		94	42	49	23.76	
5	2	6	72.42		35	13	14	7.96		65	28	29	23.50		95	42	63	8.42	
6	2	7	79.23		36	13	15	33.81		66	29	33	44.10		96	42	64	15.56	
7	2	8	62.57		37	14	15	25.90		67	30	31	21.78		97	42	65	31.81	
8	3	4	28.47		38	15	16	34.01		68	30	32	51.66		98	42	66	48.52	
9	3	5	35.34		39	15	17	55.65		69	30	33	60.59		99	42	67	57.71	
10	3	6	49.19		40	16	17	23.20		70	31	32	30.31		100	42	68	44.76	
11	3	7	55.97		41	17	18	52.46		71	31	33	40.01		101	42	69	52.78	
12	4	5	7.02		42	17	19	83.31		72	32	33	10.88		102	42	70	60.83	
13	4	6	21.05		43	17	20	109.57		73	34	35	22.31		103	42	71	77.42	
14	4	7	27.86		44	18	19	30.98		74	35	36	25.25		104	43	44	44.23	
15	5	6	14.07		45	18	20	57.76		75	35	37	31.21		105	43	46	18.50	
16	5	7	20.88		46	19	20	27.10		76	35	43	23.34		106	43	47	56.56	
17	6	7	6.81		47	20	21	34.58		77	36	37	8.56		107	43	48	84.48	
18	8	9	16.24		48	20	22	43.24		78	37	38	29.31		108	44	45	32.53	
19	8	10	50.76		49	20	23	75.73		79	37	39	47.24		109	44	50	26.30	
20	8	24	146.81		50	21	22	8.85		80	37	40	65.34		110	44	51	50.09	
21	9	10	35.24		51	21	23	42.42		81	37	41	92.02		111	44	52	81.60	
22	10	11	71.25		52	22	23	33.66		82	37	42	102.53		112	45	53	35.86	
23	10	12	79.16		53	23	24	52.83		83	38	39	18.12		113	45	54	43.58	
24	10	13	82.40		54	23	29	41.01		84	38	40	36.31		114	45	55	59.23	
25	10	14	90.35		55	23	34	34.27		85	38	41	63.04		115	45	56	67.12	
26	10	15	115.93		56	23	35	56.42		86	38	42	73.89		116	45	57	86.05	
27	10	20	66.45		57	24	25	77.74		87	39	40	18.19		117	46	47	39.84	
28	11	12	7.90		58	25	26	50.85		88	39	41	44.92		118	46	48	66.66	
29	11	13	16.60		59	26	27	19.78		89	39	42	55.84		119	47	48	29.21	
30	11	14	22.81		60	26	28	26.25		90	40	41	26.73		120	48	49	19.63	

SECTOR 8					SECTOR 8					SECTOR 8					SECTOR 8				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
121	48	52	35.25		151	57	60	26.50		181	66	68	10.52		211	74	77	23.89	
122	48	62	27.15		152	57	61	34.48		182	66	69	10.99		212	74	78	32.38	
123	48	72	34.38		153	58	59	8.17		183	66	70	16.15		213	75	76	8.13	
124	48	73	66.25		154	58	60	16.11		184	66	71	29.74		214	75	77	16.21	
125	48	74	52.81		155	58	61	24.24		185	67	68	16.38		215	75	78	24.06	
126	48	75	64.45		156	59	60	7.93		186	67	69	11.43		216	76	77	8.07	
127	48	76	68.57		157	59	61	16.28		187	67	70	11.06		217	76	78	17.03	
128	48	77	76.63		158	60	61	8.12		188	67	71	20.84		218	77	78	9.78	
129	48	78	84.48		159	63	64	8.40		189	68	69	8.03		219	78	79	38.18	
130	50	51	23.91		160	63	65	25.18		190	68	70	16.10		220	78	80	30.46	
131	50	52	55.73		161	63	66	42.03		191	68	71	33.14		221	79	80	7.90	
132	51	52	31.95		162	63	67	51.24		192	69	70	8.06						
133	52	57	40.61		163	63	68	39.68		193	69	71	25.23						
134	52	58	32.37		164	63	69	47.54		194	70	71	17.38						
135	52	59	24.78		165	63	70	55.47		195	71	78	45.41						
136	52	60	17.81		166	63	71	71.47		196	71	79	9.79						
137	52	61	12.17		167	64	65	16.77		197	71	80	17.05						
138	52	62	13.64		168	64	66	33.62		198	72	73	32.18						
139	53	54	8.04		169	64	67	42.84		199	72	74	22.09						
140	53	55	24.06		170	64	68	31.53		200	72	75	28.90						
141	53	56	32.07		171	64	69	39.30		201	72	76	36.52						
142	53	57	51.62		172	64	70	47.18		202	72	77	44.27						
143	54	55	16.02		173	64	71	63.08		203	72	78	51.09						
144	54	56	24.03		174	65	66	16.85		204	73	74	17.65						
145	54	57	43.60		175	65	67	26.06		205	73	75	12.86						
146	55	56	8.00		176	65	68	16.37		206	73	76	11.83						
147	55	57	27.63		177	65	69	23.42		207	73	77	15.69						
148	56	57	19.69		178	65	70	30.99		208	73	78	19.50						
149	57	58	11.44		179	65	71	46.37		209	74	75	7.67						
150	57	59	18.89		180	66	67	9.21		210	74	76	15.81						

SECTOR 9					SECTOR 9					SECTOR 9					SECTOR 9				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	31.58		31	15	17	32.04		61	24	27	10.60		91	40	41	71.72	
2	1	3	56.19		32	15	18	71.86		62	24	28	22.66		92	40	42	95.20	
3	1	4	56.81		33	15	19	80.41		63	24	29	38.63		93	41	42	24.44	
4	1	5	86.84		34	15	46	63.69		64	25	26	0.01		94	42	43	17.54	
5	1	6	21.15		35	16	17	14.01		65	25	27	14.65		95	42	44	48.49	
6	1	7	30.36		36	16	18	44.14		66	25	28	14.50		96	42	58	69.78	
7	1	8	50.16		37	16	19	53.00		67	25	29	28.55		97	43	44	31.57	
8	2	3	24.76		38	17	18	39.42		68	26	27	14.66		98	44	45	84.53	
9	2	4	27.87		39	17	19	49.70		69	26	28	14.51		99	45	46	173.15	
10	2	5	56.06		40	18	19	10.56		70	26	29	28.54		100	45	47	60.83	
11	3	4	12.07		41	19	20	13.81		71	27	28	19.82		101	45	48	51.18	
12	3	5	32.91		42	19	21	23.37		72	27	29	38.44		102	45	49	45.68	
13	4	5	30.83		43	19	22	19.78		73	28	29	19.00		103	45	56	49.80	
14	5	10	49.08		44	19	23	48.84		74	29	30	48.32		104	46	47	114.37	
15	6	7	9.43		45	20	21	11.26		75	30	31	28.72		105	46	48	124.11	
16	6	8	30.36		46	20	22	15.45		76	30	32	55.65		106	46	49	128.63	
17	7	8	21.19		47	20	23	38.65		77	30	37	75.68		107	46	50	52.25	
18	8	9	54.23		48	21	22	12.38		78	31	32	27.10		108	47	48	9.78	
19	8	10	84.48		49	21	23	27.73		79	32	33	25.27		109	47	49	20.36	
20	8	14	47.85		50	22	23	30.61		80	32	35	55.08		110	48	49	14.87	
21	9	10	31.10		51	23	24	40.81		81	32	36	73.38		111	50	51	51.78	
22	10	11	20.07		52	23	25	50.51		82	33	34	25.64		112	50	52	77.89	
23	1	12	26.74		53	23	26	50.52		83	33	45	35.70		113	50	53	104.74	
24	11	29	50.10		54	23	27	41.29		84	35	36	18.85		114	50	54	136.36	
25	12	13	30.15		55	23	28	60.27		85	36	37	58.16		115	50	55	179.27	
26	12	14	82.13		56	23	29	78.28		86	36	44	47.82		116	51	52	29.29	
27	12	19	49.40		57	23	33	41.32		87	37	38	49.04		117	51	53	54.69	
28	13	14	52.35		58	23	34	19.10		88	37	39	35.30		118	51	54	85.73	
29	14	15	50.95		59	24	25	10.22		89	37	40	51.30		119	51	55	127.93	
30	15	16	29.00		60	24	26	10.23		90	38	39	17.48		120	52	53	26.93	

SECTOR 9

Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)
121	52	54	58.63
122	52	55	102.04
123	53	54	31.70
124	53	55	75.23
125	54	55	43.78
126	55	56	49.80
127	55	57	40.39
128	55	59	95.43
129	55	60	77.69
130	55	61	44.60
131	55	62	22.31
132	55	63	22.46
133	55	64	74.80
134	56	57	13.95
135	56	58	120.12
136	56	63	27.87
137	57	63	21.45
138	58	59	60.04
139	59	60	20.20
140	59	61	51.59
141	59	62	73.82
142	59	66	73.89
143	60	61	32.09
144	60	62	55.38
145	61	62	22.45
146	64	65	33.91
147	65	66	52.60
148	66	67	21.78



SECTOR 10-1					SECTOR 10-1					SECTOR 10-1				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	46.93		31	9	10	31.41		61	19	23	80.90	
2	1	3	57.73		32	9	11	31.48		62	19	24	88.21	
3	1	4	88.93		33	9	12	39.24		63	19	25	149.63	
4	1	5	111.55		34	9	13	62.53		64	20	21	20.93	
5	1	6	145.04		35	10	14	12.94		65	20	22	29.37	
6	1	7	167.33		36	10	15	36.54		66	20	23	53.61	
7	1	8	204.57		37	10	19	31.70		67	20	24	61.36	
8	1	25	65.26		38	10	20	58.65		68	20	25	122.35	
9	2	3	10.98		39	10	21	74.21		69	21	22	10.71	
10	2	4	42.43		40	10	22	84.78		70	21	23	40.44	
11	2	5	65.07		41	10	23	112.07		71	21	24	44.68	
12	2	6	98.67		42	10	24	118.41		72	21	25	107.47	
13	2	7	121.03		43	10	25	180.68		73	22	23	30.24	
14	2	8	158.61		44	11	12	7.74		74	22	24	33.70	
15	3	4	31.45		45	11	13	32.01		75	22	25	96.76	
16	3	5	54.09		46	12	13	24.53		76	23	24	14.24	
17	3	6	87.69		47	13	15	30.27		77	23	25	68.73	
18	3	7	110.05		48	14	15	26.30		78	24	25	63.39	
19	3	8	147.64		49	15	16	10.46		79	25	26	48.13	
20	4	5	22.65		50	16	17	10.46		80	26	27	23.92	
21	4	6	56.24		51	16	18	10.56		81	26	28	33.25	
22	4	7	78.56		52	16	26	190.06		82	26	29	62.25	
23	4	8	116.21		53	16	27	166.81		83	26	30	104.58	
24	5	6	33.60		54	16	28	157.25		84	27	28	9.55	
25	5	7	55.96		55	16	29	127.96		85	27	29	38.84	
26	5	8	93.67		56	16	30	85.54		86	27	30	81.26	
27	6	7	22.35		57	17	18	6.79		87	28	29	29.28	
28	6	8	60.18		58	19	20	27.28		88	28	30	71.70	
29	7	8	37.98		59	19	21	45.08		89	29	30	42.41	
30	8	9	24.31		60	19	22	55.13						

SECTOR 10-2					SECTOR 10-2					SECTOR 10-2					SECTOR 10-2				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	59.70		31	5	8	42.05		61	15	19	39.47		91	24	25	89.32	
2	1	10	54.13		32	6	7	8.53		62	15	20	49.20		92	26	27	9.53	
3	1	11	63.75		33	6	8	32.07		63	15	21	94.58		93	26	28	72.31	
4	1	12	167.15		34	7	8	16.56		64	16	17	9.94		94	27	28	62.81	
5	2	3	57.81		35	8	9	58.72		65	16	18	21.10		95	28	34	62.07	
6	2	4	68.29		36	10	11	9.57		66	16	19	29.85		96	29	30	14.09	
7	2	5	73.91		37	10	12	114.36		67	16	20	39.42		97	29	31	22.14	
8	2	6	83.75		38	11	12	105.37		68	16	21	84.55		98	29	32	49.44	
9	2	7	98.24		39	12	21	61.92		69	17	18	11.15		99	29	33	48.03	
10	2	8	114.97		40	12	26	56.70		70	17	19	20.65		100	29	34	91.88	
11	2	13	42.63		41	12	27	66.08		71	17	20	29.87		101	30	31	10.04	
12	2	14	52.71		42	12	28	127.76		72	17	21	75.19		102	30	32	38.95	
13	2	15	72.42		43	13	14	10.09		73	18	19	11.87		103	30	33	39.98	
14	2	16	82.46		44	13	15	29.83		74	18	20	19.62		104	30	34	82.43	
15	2	17	92.37		45	13	16	39.84		75	18	21	63.22		105	31	32	28.91	
16	2	18	103.53		46	13	17	49.79		76	19	20	9.92		106	31	33	30.42	
17	2	19	111.00		47	13	18	60.95		77	19	21	56.40		107	31	34	72.41	
18	2	20	120.91		48	13	19	68.89		78	20	21	46.47		108	32	33	10.13	
19	2	21	166.88		49	13	20	78.74		79	21	25	59.90		109	32	34	43.58	
20	3	9	112.20		50	13	21	124.10		80	21	29	37.08		110	33	34	44.01	
21	3	22	21.68		51	14	15	19.73		81	21	30	46.35						
22	3	23	31.29		52	14	16	29.74		82	21	31	56.35						
23	3	24	79.95		53	14	17	39.69		83	21	32	85.17						
24	3	25	167.25		54	14	18	50.85		84	21	33	84.87						
25	4	5	11.53		55	14	19	58.91		85	21	34	128.38						
26	4	6	18.30		56	14	20	68.74		86	22	23	10.86						
27	4	7	29.63		57	14	21	114.26		87	22	24	59.86						
28	4	8	45.92		58	15	16	9.95		88	22	25	148.30						
29	5	6	9.85		59	15	17	19.96		89	23	24	48.99						
30	5	7	26.51		60	15	18	31.11		90	23	25	137.44						

SECTOR 11-1				SECTOR 11-1				SECTOR 11-1			
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)
1	1	2	38.96	31	11	13	19.82	61	25	26	10.91
2	2	3	8.95	32	11	14	33.39				
3	2	4	24.99	33	12	13	12.37				
4	2	5	9.38	34	12	14	24.15				
5	2	6	36.61	35	13	14	15.08				
6	3	4	16.18	36	14	18	39.59				
7	3	5	9.71	37	14	19	23.79				
8	4	5	21.15	38	14	20	23.42				
9	6	7	39.41	39	14	21	16.14				
10	7	8	39.41	40	14	25	62.75				
11	7	9	9.96	41	15	16	15.96				
12	7	10	18.25	42	15	17	16.08				
13	7	11	35.74	43	15	18	53.28				
14	7	12	45.24	44	16	17	10.11				
15	7	13	53.67	45	16	18	41.55				
16	7	14	68.21	46	17	18	37.20				
17	8	15	21.73	47	18	19	28.26				
18	8	16	33.96	48	18	20	29.78				
19	8	17	37.48	49	18	21	39.60				
20	8	18	74.44	50	18	22	31.78				
21	9	10	8.85	51	18	23	38.29				
22	9	11	23.71	52	18	24	63.05				
23	9	12	36.26	53	19	20	12.54				
24	9	13	45.49	54	19	21	15.62				
25	9	14	59.83	55	20	21	7.96				
26	10	11	17.85	56	22	23	7.75				
27	10	12	27.40	57	22	24	36.35				
28	10	13	36.88	58	23	24	28.69				
29	10	14	51.05	59	24	25	40.25				
30	11	12	9.55	60	24	27	8.02				

SECTOR 11-2					SECTOR 11-2					SECTOR 11-2				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	16.69		31	13	14	26.86		61	26	28	74.69	
2	1	3	39.46		32	13	15	33.25		62	26	29	82.68	
3	1	4	62.51		33	13	16	33.75		63	26	30	90.07	
4	2	3	27.15		34	14	15	8.35		64	27	28	8.95	
5	2	4	77.84		35	14	16	13.32		65	27	29	12.04	
6	3	4	24.64		36	15	16	8.68		66	27	30	16.20	
7	4	5	40.11		37	16	17	8.89		67	28	29	8.05	
8	4	6	48.52		38	16	18	13.86		68	28	30	16.62	
9	4	7	102.15		39	16	19	67.36		69	29	30	16.13	
10	4	13	30.68		40	16	20	65.83						
11	4	14	52.68		41	17	18	7.35						
12	4	15	59.97		42	17	19	42.11						
13	4	16	62.82		43	17	20	63.20						
14	4	30	55.92		44	18	19	35.29						
15	5	6	20.25		45	18	20	55.91						
16	5	7	63.46		46	19	20	26.54						
17	6	7	55.66		47	20	21	22.89						
18	7	8	22.70		48	20	22	31.81						
19	7	9	32.07		49	20	23	65.21						
20	7	10	42.26		50	20	25	63.34						
21	7	11	62.77		51	21	22	19.12						
22	8	9	9.28		52	21	23	46.13						
23	8	10	19.40		53	22	23	32.67						
24	8	11	50.28		54	23	24	23.64						
25	9	10	9.43		55	25	26	40.11						
26	9	11	9.43		56	25	27	114.75						
27	10	11	21.51		57	25	28	121.79						
28	11	12	38.80		58	25	29	121.92						
29	11	16	96.42		59	25	30	129.16						
30	12	16	61.87		60	26	27	74.90						

SECTOR 12					SECTOR 12					SECTOR 12					SECTOR 12				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	53.47		31	9	11	44.45		61	18	19	9.99		91	30	34	23.25	
2	1	3	192.11		32	10	11	34.86		62	18	20	55.95		92	30	35	14.83	
3	2	4	190.86		33	11	20	56.46		63	19	20	46.04		93	30	47	49.88	
4	3	4	57.55		34	11	36	25.35		64	20	24	107.97		94	30	48	59.80	
5	3	6	28.15		35	11	37	44.42		65	20	25	84.04		95	30	49	79.52	
6	3	7	37.48		36	11	38	63.98		66	20	26	64.15		96	30	50	109.31	
7	3	8	56.25		37	11	39	73.83		67	20	27	44.67		97	30	51	46.68	
8	3	9	85.83		38	11	40	93.56		68	20	30	81.54		98	30	52	58.50	
9	3	10	96.21		39	11	41	103.50		69	20	32	31.51		99	30	53	70.84	
10	3	11	127.68		40	11	42	113.64		70	20	33	41.01		100	30	54	82.78	
11	4	5	104.32		41	11	43	133.79		71	20	34	60.90		101	30	55	138.89	
12	4	12	55.21		42	11	44	143.55		72	20	35	70.77		102	32	33	9.73	
13	4	13	64.17		43	11	45	153.29		73	22	23	29.95		103	32	34	29.78	
14	5	14	26.17		44	11	46	193.71		74	22	24	51.74		104	32	35	39.75	
15	5	15	35.72		45	12	13	13.11		75	23	24	22.04		105	33	34	20.05	
16	5	16	45.68		46	13	17	98.38		76	24	25	25.46		106	33	35	30.02	
17	5	17	65.26		47	13	18	13.64		77	24	26	45.23		107	34	35	9.96	
18	6	7	10.02		48	13	19	22.20		78	24	27	64.92		108	36	37	20.19	
19	6	8	29.97		49	13	20	66.03		79	24	28	84.20		109	36	38	40.17	
20	6	9	59.92		50	13	21	80.58		80	25	26	20.04		110	36	39	50.13	
21	6	10	69.93		51	14	15	9.93		81	25	27	40.04		111	36	40	70.05	
22	6	11	103.04		52	14	16	19.57		82	26	27	19.90		112	36	41	80.04	
23	7	8	19.95		53	14	17	40.51		83	28	29	53.42		113	36	42	90.24	
24	7	9	49.90		54	15	16	9.80		84	29	30	49.67		114	36	43	110.45	
25	7	10	59.91		55	15	17	30.98		85	29	31	31.00		115	36	44	120.27	
26	7	11	93.57		56	16	17	21.71		86	29	31	105.83		116	36	45	130.03	
27	8	9	29.94		57	17	21	23.43		87	29	31	169.19		117	36	46	171.21	
28	8	10	39.96		58	17	22	12.47		88	30	31	20.11		118	37	38	19.97	
29	8	11	74.26		59	17	23	40.83		89	30	32	51.81		119	37	39	29.93	
30	9	10	10.01		60	17	24	61.88		90	30	33	42.27		120	37	40	49.83	

SECTOR 12				SECTOR 12				SECTOR 12			
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)
121	37	41	59.84	151	41	45	49.98	181	49	52	26.09
122	37	42	70.04	152	41	46	91.52	182	49	53	17.79
123	37	43	90.25	153	42	43	20.21	183	49	54	15.00
124	37	44	100.07	154	42	44	30.03	184	49	55	60.59
125	37	45	109.83	155	42	45	39.78	185	50	51	64.66
126	37	46	151.06	156	42	46	81.38	186	50	52	53.09
127	38	39	9.96	157	43	44	9.82	187	50	53	41.58
128	38	40	29.88	158	43	45	19.57	188	50	54	30.36
129	38	41	39.87	159	43	46	61.48	189	50	55	30.77
130	38	42	50.07	160	44	45	9.75	190	51	52	11.94
131	38	43	70.28	161	44	46	51.79	191	51	53	24.05
132	38	44	80.10	162	45	46	42.35	192	51	54	36.36
133	38	45	89.86	163	46	55	63.78	193	51	55	93.56
134	38	46	131.16	164	47	48	9.99	194	52	53	12.10
135	39	40	19.92	165	47	49	29.93	195	52	54	24.42
136	39	41	29.91	166	47	50	59.89	196	52	55	81.48
137	39	42	40.11	167	47	51	16.10	197	53	54	11.94
138	39	43	60.32	168	47	52	18.09	198	53	55	68.76
139	39	44	70.14	169	47	53	26.23	199	54	55	57.06
140	39	45	79.90	170	47	54	36.81	200	55	57	61.26
141	39	46	121.25	171	47	55	90.06	201	56	57	65.63
142	40	41	9.99	172	48	49	19.92	202	57	58	64.34
143	40	42	20.19	173	48	50	49.91	203	58	59	22.08
144	40	43	40.40	174	48	51	20.20	204	58	60	32.17
145	40	44	50.22	175	48	52	15.41				
146	40	45	59.98	176	48	53	18.86				
147	40	46	101.42	177	48	54	27.86				
148	41	42	10.20	178	48	55	80.09				
149	41	43	30.41	179	49	50	29.96				
150	41	44	40.23	180	49	51	36.43				

SECTOR 13					SECTOR 13					SECTOR 13				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	161.59		31	14	15	9.94		61	26	28	38.55	
2	2	3	52.48		32	14	16	25.36		62	26	29	55.82	
3	3	4	70.97		33	14	17	62.87		63	27	28	28.72	
4	4	5	22.91		34	15	16	18.70		64	27	29	44.04	
5	4	6	32.68		35	15	17	52.96		65	28	29	22.09	
6	4	7	113.09		36	16	17	44.57		66	29	35	57.62	
7	4	8	57.19		37	17	22	50.09		67	30	31	17.55	
8	5	6	10.17		38	17	23	34.26		68	30	32	29.08	
9	5	7	90.94		39	18	19	9.18		69	30	33	46.07	
10	6	7	81.59		40	18	20	30.23		70	30	34	41.04	
11	7	12	55.92		41	19	20	21.32		71	30	35	66.58	
12	8	9	27.88		42	20	21	61.27		72	31	32	17.73	
13	8	10	47.35		43	21	22	58.21		73	31	33	36.58	
14	8	11	57.42		44	21	25	40.38		74	31	34	38.24	
15	8	12	114.47		45	22	23	19.14		75	31	35	59.55	
16	8	13	56.85		46	22	24	58.18		76	32	33	18.84	
17	9	10	19.80		47	22	30	41.11		77	32	34	23.33	
18	9	11	29.90		48	22	31	47.90		78	32	35	41.91	
19	9	12	86.88		49	22	32	65.35		79	33	34	16.56	
20	10	11	10.10		50	22	33	84.09		80	33	35	22.79	
21	10	12	68.93		51	22	34	81.85		81	34	35	26.70	
22	11	12	59.66		52	22	35	106.29		82	35	38	51.15	
23	12	17	55.82		53	24	36	56.23		83	36	37	9.83	
24	13	14	54.44		54	24	37	66.14		84	36	38	49.73	
25	13	15	64.23		55	24	38	104.49		85	37	38	40.27	
26	13	16	73.47		56	25	26	13.46						
27	13	17	116.39		57	25	27	26.13						
28	13	18	34.41		58	25	28	48.82						
29	13	19	43.58		59	25	29	68.16						
30	13	20	64.04		60	26	27	12.20						

SECTOR 14					SECTOR 14					SECTOR 14					SECTOR 14				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	72.44		31	8	9	33.35		61	18	20	63.32		91	34	35	11.05	
2	2	3	46.72		32	8	10	26.84		62	19	20	51.35		92	34	36	40.70	
3	2	4	57.50		33	8	11	50.84		63	20	21	30.42		93	35	36	31.52	
4	2	5	72.38		34	9	10	21.84		64	20	22	70.04		94	36	37	91.51	
5	2	22	85.87		35	9	11	18.14		65	20	24	60.00		95	36	52	21.78	
6	3	4	10.86		36	10	11	32.84		66	22	23	88.74		96	37	38	36.53	
7	3	5	27.89		37	11	12	17.93		67	23	26	24.16		97	37	52	71.01	
8	4	5	16.74		38	11	13	81.65		68	23	30	34.10		98	38	39	53.51	
9	5	6	12.12		39	13	20	77.35		69	24	25	66.08		99	38	40	59.06	
10	5	7	20.10		40	13	21	47.48		70	24	27	35.18		100	38	41	61.94	
11	5	8	30.12		41	13	25	88.78		71	24	28	23.59		101	38	42	62.09	
12	5	9	62.12		42	14	15	6.44		72	24	29	12.23		102	38	43	52.15	
13	5	10	47.33		43	14	16	15.05		73	24	30	92.94		103	38	44	61.62	
14	5	11	78.30		44	14	17	27.24		74	25	36	84.68		104	38	45	22.49	
15	5	14	20.88		45	14	18	24.54		75	26	30	11.71		105	38	46	9.53	
16	5	15	27.23		46	14	19	35.20		76	27	28	11.90		106	38	47	17.71	
17	5	16	35.67		47	14	20	84.21		77	27	29	23.96		107	38	48	26.91	
18	5	17	47.62		48	15	16	8.63		78	27	30	58.37		108	38	49	45.03	
19	5	18	41.24		49	15	17	20.85		79	28	29	12.06		109	38	50	54.14	
20	5	19	53.09		50	15	18	19.96		80	28	30	70.27		110	39	40	21.70	
21	5	20	103.78		51	15	19	29.69		81	29	30	82.30		111	39	41	31.70	
22	6	7	10.00		52	15	20	77.93		82	30	31	63.66		112	39	42	42.11	
23	6	8	21.21		53	16	17	12.23		83	31	32	23.14		113	39	43	39.01	
24	6	9	54.52		54	16	18	15.10		84	31	33	36.55		114	39	44	41.41	
25	6	10	44.00		55	16	19	22.45		85	31	51	25.16		115	39	45	45.04	
26	6	11	44.00		56	16	20	69.37		86	32	33	16.60		116	39	46	46.26	
27	7	8	71.74		57	17	18	14.89		87	33	34	42.50		117	39	47	37.33	
28	7	9	44.56		58	17	19	14.31		88	33	35	53.16		118	39	48	27.78	
29	7	10	34.76		59	17	20	57.18		89	33	36	76.61		119	39	49	9.99	
30	7	11	61.92		60	18	19	11.99		90	33	39	32.08		120	39	50	4.81	

SECTOR 14			
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)
121	40	41	10.19
122	40	42	21.65
123	40	43	22.08
124	40	44	34.72
125	40	45	43.11
126	40	46	55.07
127	40	47	47.23
128	40	48	39.58
129	40	49	28.39
130	40	50	26.47
131	41	42	12.01
132	41	43	15.79
133	41	44	33.56
134	41	45	42.93
135	41	46	59.4
136	41	47	52.51
137	41	48	46.05
138	41	49	37.52
139	41	50	36.5
140	42	43	10.03
141	42	44	30.74
142	42	45	40.94
143	42	46	61.39
144	42	47	55.92
145	42	48	51.16
146	42	49	46.35
147	42	50	46.91
148	43	44	20.71
149	43	45	30.93
150	43	46	51.82

SECTOR 14			
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)
151	43	47	46.89
152	43	48	43.04
153	43	49	41.19
154	43	50	43.6
155	44	45	10.22
156	44	46	33.51
157	44	47	31.05
158	44	48	31.25
159	44	49	38.43
160	44	50	45.3
161	45	46	24.97
162	45	47	24.77
163	45	48	27.8
164	45	49	39.86
165	45	50	47.57
166	46	47	9.3
167	46	48	18.95
168	46	49	37.43
169	46	50	46.59
170	47	48	9.65
171	47	49	28.13
172	47	50	37.29
173	48	49	18.47
174	48	50	27.63
175	49	50	9.16



SECTOR 15					SECTOR 15					SECTOR 15					SECTOR 15				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	13.81		31	8	10	20.32		61	23	24	12.72		91	32	34	40.43	
2	1	3	25.23		32	9	10	17.13		62	23	25	25.19		92	32	35	50.41	
3	2	3	11.91		33	10	11	16.12		63	23	26	36.83		93	32	36	59.93	
4	3	4	46.60		34	11	12	55.69		64	23	27	16.61		94	32	37	76.94	
5	3	1	105.60		35	11	15	83.13		65	23	28	25.34		95	32	38	86.73	
6	4	5	110.42		36	12	13	36.19		66	23	29	37.24		96	32	39	96.58	
7	4	6	22.01		37	12	14	66.51		67	23	30	51.97		97	32	40	116.61	
8	4	7	31.16		38	13	14	31.58		68	24	25	12.48		98	33	34	13.55	
9	4	8	47.91		39	14	15	57.61		69	24	26	24.12		99	33	35	20.43	
10	4	9	51.53		40	14	16	16.14		70	24	27	25.07		100	33	36	26.16	
11	4	10	66.76		41	14	17	27.60		71	24	28	17.56		101	33	37	45.50	
12	5	15	55.93		42	14	18	23.85		72	24	29	26.58		102	33	38	54.93	
13	5	32	152.49		43	14	19	33.72		73	24	30	40.31		103	33	39	64.76	
14	5	33	119.88		44	15	18	38.39		74	25	26	11.64		104	33	40	84.55	
15	5	34	112.57		45	15	19	27.38		75	25	27	35.51		105	34	35	9.72	
16	5	35	103.06		46	15	20	54.62		76	25	28	13.33		106	34	36	19.65	
17	5	36	92.93		47	16	17	14.88		77	25	29	18.02		107	34	37	36.67	
18	5	37	75.98		48	18	19	11.28		78	25	30	29.21		108	34	38	46.57	
19	5	38	66.03		49	20	21	24.36		79	26	27	46.20		109	34	39	56.33	
20	5	39	66.43		50	20	22	47.25		80	26	28	22.61		110	34	40	76.40	
21	5	40	36.55		51	21	22	23.85		81	26	29	15.88		111	35	36	10.03	
22	5	41	57.90		52	22	32	49.25		82	26	30	20.43		112	35	37	27.09	
23	6	7	9.55		53	22	24	61.98		83	27	28	28.29		113	35	38	37.03	
24	6	8	26.66		54	22	25	74.44		84	27	29	40.63		114	35	39	46.73	
25	6	9	33.35		55	22	26	86.06		85	27	30	56.24		115	35	40	66.80	
26	6	10	46.48		56	22	27	44.27		86	28	29	13.62		116	36	37	17.02	
27	7	8	17.10		57	22	28	70.59		87	28	30	29.24		117	36	38	26.98	
28	7	9	24.88		58	22	29	84.07		88	29	30	15.61		118	36	39	36.68	
29	7	10	37.03		59	22	30	99.58		89	31	32	46.68		119	36	40	56.75	
30	8	9	13.80		60	22	31	58.36		90	32	33	33.28		120	37	38	9.97	

SECTOR 15				SECTOR 15			
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)
121	37	39	19.66	151	43	50	106.70
122	37	40	39.72	152	43	51	105.68
123	38	39	9.91	153	44	45	7.80
124	38	40	29.88	154	44	46	39.16
125	39	40	20.06	155	44	47	30.78
126	41	42	16.48	156	44	48	80.73
127	41	43	33.44	157	44	49	88.96
128	41	44	40.83	158	44	50	99.38
129	41	45	48.63	159	44	51	98.30
130	41	46	80.00	160	45	46	31.36
131	41	47	57.52	161	45	47	29.38
132	41	48	119.39	162	45	48	73.52
133	41	49	127.93	163	45	49	81.64
134	41	50	139.86	164	45	50	91.70
135	41	51	138.93	165	45	51	90.54
136	42	43	17.03	166	46	47	42.25
137	42	44	24.20	167	46	48	46.89
138	42	45	32.12	168	46	49	53.91
139	42	46	63.56	169	46	50	61.24
140	42	47	44.92	170	46	51	59.50
141	42	48	103.93	171	47	48	65.00
142	42	49	112.36	172	47	49	74.62
143	42	50	123.57	173	47	50	89.70
144	42	51	112.64	174	47	51	90.86
145	43	44	7.39	175	48	49	8.77
146	43	45	15.12	176	48	50	26.44
147	43	46	46.56	177	48	51	30.54
148	43	47	33.84	178	49	50	19.35
149	43	48	87.69	179	49	51	24.71
150	43	49	95.99	180	50	51	7.17

SECTOR 16					SECTOR 16					SECTOR 16					SECTOR 16				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)		Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
1	1	2	52.49		31	7	8	9.29		61	15	16	19.59		91	23	28	17.51	
2	2	3	10.70		32	7	9	19.24		62	15	17	30.53		92	23	29	23.97	
3	2	11	33.48		33	7	10	126.72		63	15	18	38.49		93	23	30	70.58	
4	2	12	41.43		34	8	9	9.95		64	15	19	44.32		94	23	25	7.18	
5	2	13	43.57		35	8	10	117.50		65	16	17	16.79		95	24	26	16.23	
6	2	14	81.42		36	9	10	107.60		66	16	18	23.10		96	24	27	46.59	
7	2	15	86.22		37	10	54	40.01		67	16	19	27.03		97	24	28	12.49	
8	2	30	42.86		38	10	55	23.33		68	17	18	8.07		98	24	29	17.29	
9	3	4	22.27		39	10	56	30.48		69	17	19	14.91		99	24	30	62.57	
10	3	5	53.33		40	10	57	38.01		70	18	19	7.53		100	25	26	9.05	
11	3	6	60.98		41	10	58	45.73		71	19	20	11.54		101	25	27	39.40	
12	3	7	44.00		42	10	59	53.57		72	19	21	19.71		102	25	28	11.85	
13	3	8	53.22		43	10	60	68.42		73	19	22	42.41		103	25	29	13.10	
14	3	9	63.12		44	10	61	75.93		74	20	21	8.69		104	25	30	55.43	
15	3	10	170.72		45	10	62	100.76		75	22	23	50.90		105	26	27	30.35	
16	4	5	31.26		46	10	72	42.36		76	22	24	58.83		106	26	28	16.02	
17	4	6	38.96		47	10	73	11.13		77	22	25	60.01		107	26	29	12.11	
18	4	7	24.15		48	10	74	15.94		78	22	26	70.02		108	26	30	46.39	
19	4	8	32.75		49	10	75	23.31		79	22	27	105.32		109	27	28	43.16	
20	4	9	42.30		50	10	76	30.36		80	22	28	63.86		110	27	29	35.78	
21	4	10	148.45		51	11	12	7.99		81	22	29	71.64		111	27	30	16.48	
22	5	6	7.67		52	11	13	15.34		82	22	30	121.00		112	28	29	7.79	
23	5	7	14.72		53	11	14	49.78		83	22	40	39.58		113	28	30	57.84	
24	5	8	11.20		54	11	15	53.64		84	22	41	31.99		114	29	30	50.12	
25	5	9	14.82		55	12	13	11.81		85	22	42	24.38		115	30	31	33.75	
26	5	10	117.39		56	12	14	42.12		86	22	43	10.80		116	30	32	39.08	
27	6	7	20.56		57	12	15	45.88		87	22	24	8.01		117	31	32	8.67	
28	6	8	13.76		58	13	14	38.08		88	23	25	15.19		118	32	33	17.30	
29	6	9	11.43		59	13	15	44.09		89	23	26	24.24		119	32	34	24.39	
30	6	10	109.74		60	14	15	9.37		90	23	27	54.60		120	32	35	32.26	



SECTOR 16				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
121	32	36	31.88	
122	32	37	46.83	
123	32	38	54.69	
124	32	39	62.64	
125	32	40	113.28	
126	32	54	41.61	
127	33	34	7.37	
128	33	35	15.42	
129	33	36	19.23	
130	33	37	32.57	
131	33	38	40.13	
132	33	39	47.69	
133	33	40	96.62	
134	34	35	8.04	
135	34	36	14.30	
136	34	37	25.93	
137	34	38	33.23	
138	34	39	40.64	
139	34	40	89.11	
140	35	36	12.18	
141	35	37	19.29	
142	35	38	26.02	
143	35	39	33.12	
144	35	40	81.09	
145	36	37	15.15	
146	36	38	23.20	
147	36	39	31.00	
148	36	40	82.13	
149	37	38	7.92	
150	37	39	15.84	

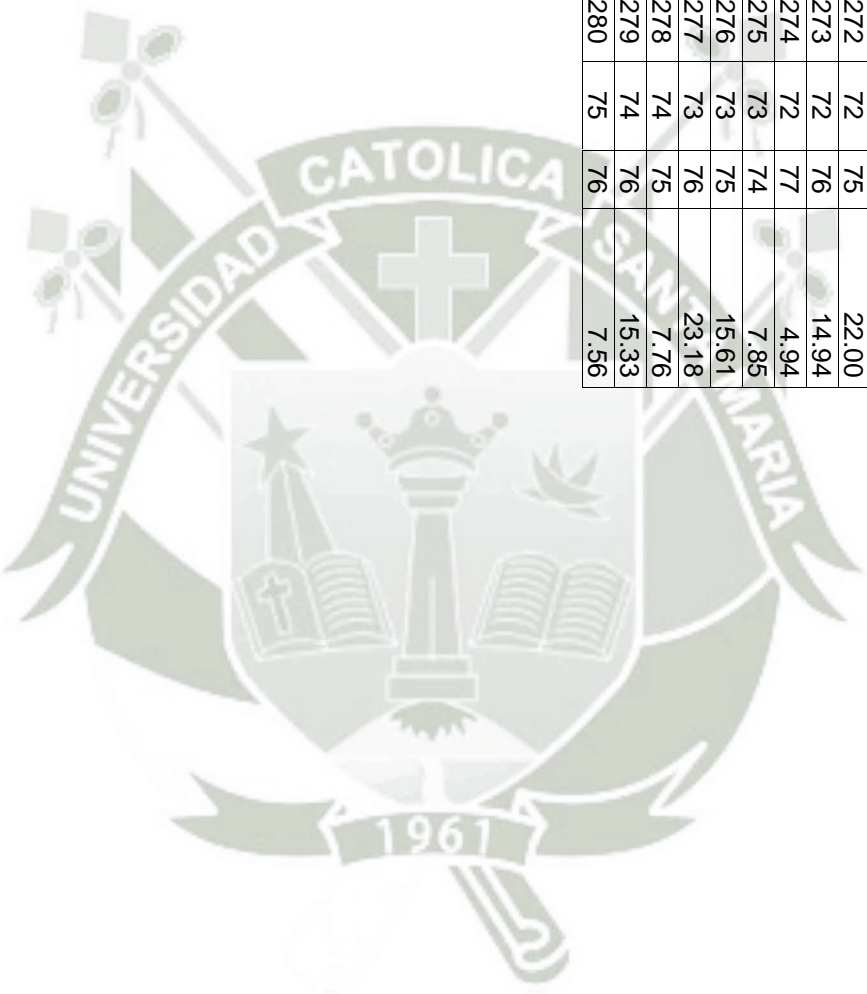
SECTOR 16				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
151	37	40	66.96	
152	38	39	7.92	
153	38	40	58.81	
154	39	40	51.15	
155	40	41	11.04	
156	40	42	18.24	
157	40	43	33.02	
158	40	44	43.99	
159	41	42	7.92	
160	41	43	23.24	
161	42	43	15.41	
162	44	45	26.53	
163	44	46	34.52	
164	44	47	41.99	
165	44	48	49.03	
166	44	49	56.70	
167	44	50	64.38	
168	44	51	41.97	
169	44	52	56.98	
170	44	53	64.73	
171	44	54	103.44	
172	44	62	40.48	
173	45	46	8.06	
174	45	47	15.64	
175	45	48	22.73	
176	45	49	30.43	
177	45	50	38.15	
178	45	51	19.51	
179	45	52	32.75	
180	45	53	40.17	

SECTOR 16				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
181	45	54	77.62	
182	46	47	7.58	
183	46	48	14.67	
184	46	49	22.36	
185	46	50	30.06	
186	46	51	14.33	
187	46	52	25.55	
188	46	53	32.69	
189	46	54	69.61	
190	47	48	8.15	
191	47	49	14.78	
192	47	50	22.51	
193	47	51	12.07	
194	47	52	19.05	
195	47	53	25.71	
196	47	54	62.09	
197	48	49	7.69	
198	48	50	15.42	
199	48	51	14.09	
200	48	52	14.16	
201	48	53	19.72	
202	48	54	54.97	
203	49	50	7.73	
204	49	51	19.34	
205	49	52	11.93	
206	49	53	14.53	
207	49	54	47.34	
208	50	51	25.69	
209	50	52	13.91	
210	50	53	11.93	

SECTOR 16				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
211	50	54	39.65	
212	51	52	15.18	
213	51	53	22.94	
214	51	54	62.34	
215	52	53	7.76	
216	52	54	47.23	
217	53	54	39.58	
218	55	56	7.27	
219	55	57	14.91	
220	55	58	22.68	
221	55	59	32.41	
222	55	60	46.71	
223	55	61	54.08	
224	55	62	78.22	
225	56	57	7.63	
226	56	58	15.40	
227	56	59	25.70	
228	56	60	39.68	
229	56	61	46.99	
230	56	62	70.97	
231	57	58	7.76	
232	57	59	19.05	
233	57	60	32.38	
234	57	61	39.59	
235	57	62	63.36	
236	58	59	13.54	
237	58	60	25.24	
238	58	61	32.23	
239	58	62	55.64	
240	59	60	14.93	

SECTOR 16				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
241	59	61	22.45	
242	59	62	47.77	
243	60	61	7.52	
244	60	62	32.95	
245	61	62	25.56	
246	62	63	10.52	
247	62	64	16.94	
248	62	65	39.44	
249	63	64	7.47	
250	63	65	31.24	
251	64	65	23.91	
252	65	66	9.37	
253	65	67	23.66	
254	65	68	37.59	
255	65	69	26.62	
256	65	70	34.38	
257	65	71	42.25	
258	65	72	82.87	
259	66	67	15.28	
260	66	68	30.24	
261	67	68	15.90	
262	68	72	78.23	
263	68	77	80.96	
264	69	70	7.89	
265	69	71	15.80	
266	69	72	57.05	
267	70	71	7.91	
268	70	72	49.20	
269	71	72	41.39	
270	72	73	37.20	

SECTOR 16				
Arco	Inicio	Fin	Distancia(m)	
271	72	74	29.50	
272	72	75	22.00	
273	72	76	14.94	
274	72	77	4.94	
275	73	74	7.85	
276	73	75	15.61	
277	73	76	23.18	
278	74	75	7.76	
279	74	76	15.33	
280	75	76	7.56	



Anexo 6: Fórmulas para el LINDO

ruta 1

MIN

39.54X0102+74.84X0103+104.23X0104+38.81X0203+56.29X0305+59.74X0407+110.86X0408+16.58X0506+52.37X0507+4
1.11X0510+49.77X0511+119.44X0527+38.44X0607+97.06X0709+59.98X0712+70.03X0713+80.68X0714+118.14X0715+39.
47X0809+62.13X0916+72.23X0917+82.24X0918+103.12X0919+123.86X0920+15.37X1011+79.54X1027+69.81X1127+10.1
2X1213+20.79X1214+58.98X1215+10.67X1314+48.92X1315+38.43X1415+29.67X1521+23.10X1526+51.23X1527+10.14X1
617+20.19X1618+41.11X1619+63.40X1620+10.04X1718+30.97X1719+53.28X1720+20.92X1819+43.28X1820+22.60X1920
+54.35X2021+12.16X2022+28.76X2023+53.91X2024+47.69X2025+43.67X2131+24.82X2223+46.82X2224+38.28X2225+26.
98X2324+24.67X2325+11.77X2425+69.85X2435+28.37X2627+49.89X2729+41.02X2930+80.71X2931+38.66X3031+27.06X
3132+135.98X3133+51.18X3139+108.92X3233+15.88X3334+51.97X3335+17.10X3336+49.72X3337+38.10X3435+58.84X3
540+33.79X3637+40.71X3738+87.50X3739+44.87X3746+50.80X3839+62.49X4042+71.00X4043+100.85X4044+100.48X40
45+131.39X4046+9.28X4243+39.28X4244+40.99X4245+70.71X4246+30.00X4344+32.37X4345+61.56X4346+12.24X4445+
32.14X4446+31.16X4546+32.95X4647+57.34X4648+51.37X4849+28.39X4950+38.22X4951+47.76X4952+10.09X5051+32.7
1X5052+29.39X5152

S.T.

X0102+X0103+X0104>=1
X0102+X0203>=2
X0103+X0203+X0305>=2
X0104+X0407+X0408>=2
X0305+X0506+X0507+X0510+X0511+X0527>=2
X0506+X0607>=2
X0407+X0507+X0607+X0709+X0712+X0713+X0714+X0715>=2
X0408+X0809>=2
X0709+X0809+X0916+X0917+X0918+X0919+X0920>=2
X0510+X1011+X1027>=2
X0511+X1011+X1127>=2
X0712+X1213+X1214+X1215>=2
X0713+X1213+X1314+X1315>=2
X0714+X1214+X1314+X1415>=2
X0715+X1215+X1315+X1415+X1521+X1526+X1527>=2
X0916+X1617+X1618+X1619+X1620>=2
X0917+X1617+X1718+X1719+X1720>=2
X0918+X1618+X1718+X1819+X1820>=2
X0919+X1619+X1719+X1819+X1920>=2
X0920+X1620+X1720+X1820+X1920+X2021+X2022+X2023+X2024+X2025>=2
X1521+X2021+X2131>=2
X2022+X2223+X2224+X2225>=2
X2023+X2223+X2324+X2325>=2
X2024+X2224+X2324+X2425+X2435>=2
X2025+X2225+X2325+X2425>=2
X1526+X2627>=2

X0527+X1027+X1127+X1527+X2627+X2729>=2
X2729+X2930+X2931>=2
X2930+X3031>=2
X2131+X2931+X3031+X3132+X3133+X3139>=2
X3132+X3233>=2
X3133+X3233+X3334+X3335+X3336+X3337>=2
X3334+X3435>=2
X2435+X3335+X3435+X3540>=2
X3336+X3637>=2
X3337+X3637+X3738+X3739+X3746>=2
X3738+X3839>=2
X3139+X3739+X3839>=2
X3540+X4042+X4043+X4044+X4045+X4046>=2
X4042+X4243+X4244+X4245+X4246>=2
X4043+X4243+X4344+X4345+X4346>=2
X4044+X4244+X4344+X4445+X4446>=2
X4045+X4245+X4345+X4445+X4546>=2
X3746+X4046+X4246+X4346+X4446+X4546+X4647+X4648>=2
X4647>=1
X4648+X4849>=2
X4849+X4950+X4951+X4952>=2
X4950+X5051+X5052>=2
X4951+X5051+X5152>=2

RUTA 2

MIN

38.21X0102+51.24X0203+101.21X0206+37.39X0304+47.39X0305+97.81X0307+9.90X0405+60.67X0407+50.80X0507+52.3
4X0607+117.51X0621+41.81X0708+52.38X0809+26.02X0817+31.69X0910+46.52X0911+88.58X0912+19.72X1011+58.86X
1012+41.62X1112+49.46X1213+26.88X1314+27.34X1320+87.40X1321+40.28X1415+38.80X1417+41.52X1516+29.63X151
8+11.72X1519+36.04X1617+13.39X1618+30.98X1619+18.33X1819+60.84X2021+157.10X2122+67.46X2123+67.17X2225+
104.36X2324+63.76X2326+21.93X2327+26.15X2328+40.50X2329+44.24X2330+53.37X2331+83.62X2332+56.87X2425+76.
13X2433+134.45X2544+99.79X2545+61.74X2546+42.84X2547+94.32X2548+156.25X2634+17.19X2728+19.29X2729+28.6
6X2730+36.54X2731+63.62X2732+22.38X2829+18.58X2830+27.86X2831+59.86X2832+17.62X2930+51.58X2931+45.11X2
932+9.28X3031+41.49X3032+32.11X3132+108.82X3233+32.65X3235+68.07X3236+65.65X3341+69.20X3436+37.57X3536
+36.65X3637+56.53X3638+73.40X3639+108.01X3641+19.83X3738+35.76X3739+16.60X3839+113.63X3940+68.45X4041+
38.42X4142+36.60X4143+55.00X4144+17.73X4243+19.25X4244+21.02X4344+36.28X4445+74.16X4446+93.21X4447+48.8
1X4448+38.13X4546+57.19X4547+28.62X4548+20.34X4647+40.78X4648+56.59X4748

S.T.

X0102>=1
X0102+X0203+X0206>=2
X0203+X0304+X0305+X0307>=2
X0304+X0405+X0407>=2
X0305+X0405+X0507>=2
X0206+X0607+X0621>=2
X0307+X0407+X0507+X0607+X0708>=2
X0708+X0809+X0817>=2
X0809+X0910+X0911+X0912>=2
X0910+X1011+X1012>=2
X0911+X1011+X1112>=2
X0912+X1012+X1112+X1213>=2
X1213+X1314+X1320+X1321>=2
X1314+X1415+X1417>=2
X1415+X1516+X1518+X1519>=2
X1516+X1617+X1618+X1619>=2
X0817+X1417+X1617>=2
X1518+X1618+X1819>=2
X1519+X1619+X1819>=2
X1320+X2021>=2
X0621+X1321+X2021+X2122+X2123>=2
X2122+X2225>=2
X2123+X2324+X2326+X2327+X2328+X2329+X2330+X2331+X2332>=2
X2324+X2425+X2433>=2
X2225+X2425+X2544+X2545+X2546+X2547+X2548>=2
X2326+X2634>=2
X2327+X2728+X2729+X2730+X2731+X2732>=2
X2328+X2728+X2829+X2830+X2831+X2832>=2
X2329+X2729+X2829+X2930+X2931+X2932>=2

X2330+X2730+X2830+X2930+X3031+X3032>=2 X3940+X4041>=2
X2331+X2731+X2831+X2931+X3031+X3132>=2 X3341+X3641+X4041+X4142+X4143+X4144>=2
X2332+X2732+X2832+X2932+X3032+X3132+X3233+X32 X4142+X4243+X4244>=2
35+X3236>=2 X4143+X4243+X4344>=2
X2433+X3233+X3341>=2 X2544+X4144+X4244+X4344+X4445+X4446+X4447+X44
48>=2
X2634+X3436>=2 X2545+X4445+X4546+X4547+X4548>=2
X3235+X3536>=2 X2546+X4446+X4546+X4647+X4648>=2
X3236+X3436+X3536+X3637+X3638+X3639+X3641>=2 X2547+X4447+X4547+X4647+X4748>=2
X3637+X3738+X3739>=2 X2548+X4448+X4548+X4648+X4748>=2
X3638+X3738+X3839>=2
X3639+X3739+X3839+X3940>=2
RUTA 4
MIN
46.75X0102+24.45X0203+43.56X0204+42.34X0205+101.23X0206+57.18X0208+24.60X0304+18.33X0305+78.31X0306+15.
21X0405+58.74X0406+60.14X0506+55.53X0607+57.91X0615+52.57X0616+37.07X0617+120.00X0725+23.58X0809+22.59

X0810+30.59X0811+58.16X0812+67.09X0813+77.81X0814+98.39X0815+38.76X0818+62.42X0819+15.62X0910+16.86X09
11+38.12X0912+44.29X0913+56.87X0914+76.12X0915+8.50X1011+36.71X1012+48.19X1013+56.49X1014+78.01X1015+2
8.20X1112+40.12X1113+47.99X1114+69.56X1115+16.79X1213+19.78X1214+41.65X1215+17.63X1314+32.05X1315+22.67
X1415+9.91X1516+23.22X1517+63.45X1523+21.91X1617+25.60X1819+23.20X1920+62.42X1921+16.65X1922+99.34X192
3+39.77X2021+19.62X2022+77.23X2023+52.28X2122+38.34X2123+87.21X2223+25.36X2324+56.14X2325+112.93X2326+
32.38X2425+39.26X2528+47.85X2529+57.15X2530+67.21X2531+97.51X2532+108.40X2533+47.95X2534+67.51X2535+85.
68X2536+96.00X2537+107.20X2538+128.25X2539+210.72X2540+94.86X2627+51.84X2740+99.22X2741+74.24X2744+51.
18X2745+40.61X2746+31.55X2747+41.18X2748+8.63X2829+17.98X2830+20.06X2831+58.42X2832+69.30X2833+15.13X2
834+30.80X2835+48.09X2836+58.05X2837+69.08X2838+89.94X2839+171.91X2840+9.35X2930+19.43X2931+49.78X2932
+60.67X2933+12.72X2934+23.25X2935+39.86X2936+49.67X2937+60.63X2938+81.41X2939+163.28X2940+10.08X3031+4
0.43X3032+51.32X3033+15.87X3034+16.17X3035+31.13X3036+40.64X3037+51.49X3038+72.17X3039+153.94X3040+30.3
5X3132+41.24X3133+23.44X3134+12.71X3135+22.39X3136+31.21X3137+41.80X3138+62.29X3139+143.88X3140+10.89X
3233+51.66X3234+32.90X3235+17.74X3236+12.47X3237+15.73X3238+33.17X3239+113.58X3240+62.34X3334+43.23X33
35+26.55X3336+17.84X3337+12.88X3338+23.68X3339+102.74X3340+19.74X3435+37.98X3436+48.40X3437+59.62X3438
+80.69X3439+163.47X3440+18.24X3536+28.65X3537+39.87X3538+60.95X3539+143.73X3540+10.43X3637+21.63X3638+

42.70X3639+125.52X3640+11.22X3738+32.29X3739+115.08X3740+21.07X3839+103.88X3840+82.85X3940+72.17X4049+
34.45X4050+25.38X4051+73.65X4142+43.25X4243+94.36X4244+52.59X4344+25.55X4445+35.47X4446+44.40X4447+34.5
7X4448+73.08X4449+20.23X4452+29.10X4453+10.64X4546+19.85X4547+19.32X4548+9.21X4647+15.84X4648+18.34X47
48+38.95X4950+48.10X4951+9.20X5051+9.02X5253

S.T.

X0102>=1

X0102+X0203+X0204+X0205+X0206+X0208>=2

X0203+X0304+X0305+X0306>=2

X0204+X0304+X0405+X0406>=2

X0205+X0305+X0405+X0506>=2

X0206+X0306+X0406+X0506+X0607+X0615+X0616+X06
17>=2

X0607+X0725>=2

X0208+X0809+X0810+X0811+X0812+X0813+X0814+X08
15+X0818+X0819>=2

X0809+X0910+X0911+X0912+X0913+X0914+X0915>=2

X0810+X0910+X1011+X1012+X1013+X1014+X1015>=2

X0811+X0911+X1011+X1112+X1113+X1114+X1115>=2

X0812+X0912+X1012+X1112+X1213+X1214+X1215>=2

X0813+X0913+X1013+X1113+X1213+X1314+X1315>=2

X0814+X0914+X1014+X1114+X1214+X1314+X1415>=2

X0615+X0815+X0915+X1015+X1115+X1215+X1315+X14
15+X1516+X1517+X1523>=2

X0616+X1516+X1617>=2

X0617+X1517+X1617>=2

X0818+X1819>=2

X0819+X1819+X1920+X1921+X1922+X1923>=2
X1920+X2021+X2022+X2023>=2
X1921+X2021+X2122+X2123>=2
X1922+X2022+X2122+X2223>=2
X1523+X1923+X2023+X2123+X2223+X2324+X2325+X2326>=2
X2324+X2425>=2
X0725+X2325+X2425+X2528+X2529+X2530+X2531+X2532+X2533+X2534+X2535+X2536+X2537+X2538+X2539+X2540>=2
X2326+X2627>=2
X2627+X2740+X2741+X2744+X2745+X2746+X2747+X2748>=2
X2528+X2829+X2830+X2831+X2832+X2833+X2834+X2835+X2836+X2837+X2838+X2839+X2840>=2
X2529+X2829+X2930+X2931+X2932+X2933+X2934+X2935+X2936+X2937+X2938+X2939+X2940>=2
X2530+X2830+X2930+X3031+X3032+X3033+X3034+X3035+X3036+X3037+X3038+X3039+X3040>=2
X2531+X2831+X2931+X3031+X3132+X3133+X3134+X3135+X3136+X3137+X3138+X3139+X3140>=2
X2532+X2832+X2932+X3032+X3132+X3233+X3234+X3235+X3236+X3237+X3238+X3239+X3240>=2
X2533+X2833+X2933+X3033+X3133+X3233+X3334+X3335+X3336+X3337+X3338+X3339+X3340>=2
X2534+X2834+X2934+X3034+X3134+X3234+X3334+X3335+X3336+X3337+X3338+X3339+X3340>=2
X2535+X2835+X2935+X3035+X3135+X3235+X3335+X3336+X3337+X3338+X3339+X3340>=2
X2536+X2836+X2936+X3036+X3136+X3236+X3336+X3337+X3338+X3339+X3340>=2

X2536+X2836+X2936+X3036+X3136+X3236+X3336+X34
X4243+X4344>=2

36+X3536+X3637+X3638+X3639+X3640>=2
X2744+X4244+X4344+X4445+X4446+X4447+X4448+X44

X2537+X2837+X2937+X3037+X3137+X3237+X3337+X34
49+X4452+X4453>=2

37+X3537+X3637+X3738+X3739+X3740>=2
X2745+X4445+X4546+X4547+X4548>=2

X2538+X2838+X2938+X3038+X3138+X3238+X3338+X34
X2746+X4446+X4546+X4647+X4648>=2

38+X3538+X3638+X3738+X3839+X3840>=2
X2747+X4447+X4547+X4647+X4748>=2

X2539+X2839+X2939+X3039+X3139+X3239+X3339+X34
X2748+X4448+X4548+X4648+X4748>=2

39+X3539+X3639+X3739+X3839+X3940>=2
X4049+X4449+X4950+X4951>=2

X2540+X2740+X2840+X2940+X3040+X3140+X3240+X33
X4050+X4950+X5051>=2

40+X3440+X3540+X3640+X3740+X3840+X3940+X4049+
X4051+X4951+X5051>=2

X4050+X4051>=2
X4452+X5253>=2

X2741+X4142>=2
X4453+X5253>=2

X4142+X4243+X4244>=2

RUTA 5

MIN

59.01X0102+64.29X0103+59.58X0220+39.18X0221+18.19X0304+28.64X0305+36.62X0306+73.27X0319+54.12X0320+11.1
2X0405+26.14X0406+20.44X0506+76.64X0607+28.19X0708+39.08X0709+258.03X0710+54.81X0714+32.98X0715+11.64X
0809+226.60X0810+215.00X0910+8.20X1011+14.71X1012+21.78X1013+42.67X1014+8.70X1112+21.42X1113+39.51X111
4+15.7X1213+30.83X1214+22.29X1314+29.27X1415+31.76X1416+34.48X1617+105.38X1719+34.48X1724+42.25X1922+2
1.65X2021+76.42X2022+47.78X2223+100.35X2224+50.62X2229+53.18X2324+51.77X2425+50.91X2526+58.08X2527+71.4
4X2528+91.39X2529+38.37X2530+47.43X2531+14.96X2627+20.62X2628+41.42X2629+18.87X2728+34.31X2729+21.35X2
829+48.39X2934+12.21X3031+28.76X3132+30.28X3133+89.28X3134+10.52X3233+60.74X3234+59.18X3334+20.73X3435
+20.87X3436+30.62X3437+9.90X3637

S.T.

X0102+X0103>=1
X0102+X0220+X0221>=2
X0103+X0304+X0305+X0306+X0319+X0320>=2
X0304+X0405+X0406>=2
X0305+X0405+X0506>=2
X0306+X0406+X0506+X0607>=2
X0607+X0708+X0709+X0710+X0714+X0715>=2
X0708+X0809+X0810>=2

X0709+X0809+X0910>=2
X0710+X0810+X0910+X1011+X1012+X1013+X1014>=2
X1011+X1112+X1113+X1114>=2
X1012+X1112+X1213+X1214>=2
X1013+X1113+X1213+X1314>=2
X0714+X1014+X1114+X1214+X1314+X1415+X1416>=2
X0715+X1415>=2
X1416+X1617>=2
X1617+X1719+X1724>=2
X0319+X1719+X1922>=2
X0220+X0320+X2021+X2022>=2
X0221+X2021>=2
X1922+X2022+X2223+X2224+X2229>=2
X2223+X2324>=2
X1724+X2224+X2324+X2425>=2
X2425+X2526+X2527+X2528+X2529+X2530+X2531>=2
X2526+X2627+X2628+X2629>=2
X2527+X2627+X2728+X2729>=2
X2528+X2628+X2728+X2829>=2
X2229+X2529+X2629+X2729+X2829+X2934>=2
X2530+X3031>=2
X2531+X3031+X3132+X3133+X3134>=2
X3132+X3233+X3234>=2
X3133+X3233+X3334>=2
X2934+X3134+X3234+X3334+X3435+X3436+X3437>=2
X3435>=1
X3436+X3637>=2
X3437+X3637>=2

RUTA 6

MIN

18.86X0102+66.03X0103+102.03X0104+47.18X0203+83.97X0204+37.50X0304+61.02X0405+41.22X0410+51.35X0411+16
4.44X0418+46.14X0506+47.65X0507+52.30X0508+21.86X0509+50.86X0512+90.82X0513+120.78X0514+133.58X0515+14
0.09X0516+164.04X0517+13.29X0607+29.58X0912+69.83X0913+99.82X0914+113.62X0915+119.24X0916+143.39X0917+
10.23X1011+123.72X1018+113.40X1118+39.91X1213+70.25X1214+84.51X1215+89.68X1216+113.86X1217+30.00X1314+
45.37X1315+49.42X1316+73.63X1317+20.24X1415+19.48X1416+43.80X1417+13.52X1516+29.40X1517+24.35X1617+53.7
7X1718+67.32X1720+85.41X1721+105.46X1722+115.48X1723+26.97X1819+164.65X1824+188.74X1825+138.04X1924+16
2.13X1925+18.10X2021+38.15X2022+48.17X2023+20.05X2122+30.07X2123+10.02X2223+24.09X2425

S.T.

X0102+X0103+X0104>=1
X0102+X0203+X0204>=2
X0103+X0203+X0304>=2
X0104+X0204+X0304+X0405+X0410+X0411+X0418>=2

X0405+X0506+X0507+X0508+X0509+X0512+X0513+X05
14+X0515+X0516+X0517>=2
X0506+X0607>=2
X0507+X0607>=2

X0508>=1

X0517+X0917+X1217+X1317+X1417+X1517+X1617+X17

X0509+X0912+X0913+X0914+X0915+X0916+X0917>=2

18+X1720+X1721+X1722+X1723>=2

X0410+X1011+X1018>=2

X0418+X1018+X1118+X1718+X1819+X1824+X1825>=2

X0411+X1118>=2

X1819+X1924+X1925>=2

X0512+X0912+X1213+X1214+X1215+X1216+X1217>=2

X1720+X2021+X2022+X2023>=2

X0513+X0913+X1213+X1314+X1315+X1316+X1317>=2

X1721+X2021+X2122+X2123>=2

X0514+X0914+X1214+X1314+X1415+X1416+X1417>=2

X1722+X2022+X2122+X2223>=2

X0515+X0915+X1215+X1315+X1415+X1516+X1517>=2

X1723+X2023+X2123+X2223>=2

X0516+X0916+X1216+X1316+X1416+X1516+X1617>=2

X1824+X1924+X2425>=2

X2425>=1

RUTA 7

MIN

19.97X0102+61.91X0103+52.45X0104+94.69X0105+42.55X0203+53.25X0307+42.98X0405+19.94X0506+58.69X0508+39.4

6X0608+51.82X0708+111.18X0723+40.67X0751+65.99X0809+95.30X0810+94.22X0811+105.51X0812+104.36X0813+143.

83X0814+156.17X0815+194.99X0816+53.78X0822+29.86X0910+35.89X0911+40.19X0912+44.59X0913+81.85X0914+91.2

9X0915+131.26X0916+19.87X1011+10.33X1012+22.08X1013+53.29X1014+61.42X1015+101.55X1016+22.35X1112+10.17
X1113+49.67X1114+64.29X1115+101.18X1116+19.55X1213+43.79X1214+51.09X1215+91.29X1216+39.50X1314+54.57X1
315+91.03X1316+21.85X1415+51.73X1416+40.93X1516+73.89X1617+13.34X1718+72.45X1719+82.32X1720+111.47X172
1+141.80X1722+123.37X1725+60.82X1819+70.74X1820+99.95X1821+130.67X1822+9.91X1920+39.13X1921+69.98X1922
+29.21X2021+60.11X2022+31.26X2122+40.34X2224+48.38X2324+75.80X2351+47.64X2425+45.09X2526+17.91X2546+29.
11X2550+163.87X2628+28.78X2646+27.78X2647+37.50X2648+32.02X2649+18.88X2650+104.62X2652+49.88X2728+74.0
5X2729+83.95X2752+26.29X2830+55.36X2931+58.15X3032+151.65X3132+59.95X3133+29.18X3134+49.70X3135+92.20X
3233+52.41X3237+23.97X3435+35.82X3536+22.03X3543+122.73X3637+114.05X3638+64.43X3639+54.14X3640+44.02X3
641+26.03X3642+111.99X3738+49.82X3839+60.08X3840+70.24X3841+88.77X3842+10.40X3940+20.68X3941+39.33X394
2+10.28X4041+28.91X4042+18.65X4142+38.46X4344+140.32X4345+103.36X4445+17.77X4650+10.21X4748+14.25X4749
+13.64X4849

S.T. X0104+X0405>=2
X0102+X0103+X0104+X0105>=1 X0105+X0405+X0506+X0508>=2
X0102+X0203>=2 X0506+X0608>=2
X0103+X0203+X0307>=2 X0307+X0708+X0723+X0751>=2

X0508+X0608+X0708+X0809+X0810+X0811+X0812+X0813+X0814+X0815+X0816+X0822>=2
X0815+X0915+X1015+X1115+X1215+X1315+X1415+X1516>=2

X0809+X0910+X0911+X0912+X0913+X0914+X0915+X0916+X0916+X1016+X1116+X1216+X1316+X1416+X1516+X1617>=2

X0810+X0910+X1011+X1012+X1013+X1014+X1015+X101617+X1718+X1719+X1720+X1721+X1722+X1725>=2

16>=2
X1718+X1819+X1820+X1821+X1822>=2

16>=2
X0811+X0911+X1011+X1112+X1113+X1114+X1115+X111719+X1819+X1920+X1921+X1922>=2

16>=2
X1720+X1820+X1920+X2021+X2022>=2

X0812+X0912+X1012+X1112+X1213+X1214+X1215+X121721+X1821+X1921+X2021+X2122>=2

16>=2
X0822+X1722+X1822+X1922+X2022+X2122+X2224>=2

X0813+X0913+X1013+X1113+X1213+X1314+X1315+X131723+X2324+X2351>=2

16>=2
X2224+X2324+X2425>=2

X0814+X0914+X1014+X1114+X1214+X1314+X1415+X141725+X2425+X2526+X2546+X2550>=2

16>=2
X2526+X2628+X2646+X2647+X2648+X2649+X2650+X2652>=2

X2728+X2729+X2752>=2
X2628+X2728+X2830>=2
X2729+X2931>=2
X2830+X3032>=2
X2931+X3132+X3133+X3134+X3135>=2
X3032+X3132+X3233+X3237>=2
X3133+X3233>=2
X3134+X3435>=2
X3135+X3435+X3536+X3543>=2
X3536+X3637+X3638+X3639+X3640+X3641+X3642>=2
X3237+X3637+X3738>=2
X3638+X3738+X3839+X3840+X3841+X3842>=2
X3639+X3839+X3940+X3941+X3942>=2
X3640+X3840+X3940+X4041+X4042>=2
X3641+X3841+X3941+X4041+X4142>=2
X3642+X3842+X3942+X4042+X4142>=2
X3543+X4344+X4345>=2
X4344+X4445>=2
X4345+X4445>=2
X2546+X2646+X4650>=2
X2647+X4748+X4749>=2
X2648+X4748+X4849>=2
X2649+X4749+X4849>=2
X2550+X2650+X4650>=2
X0751+X2351>=2
X2652+X2752>=2

RUTA 8

MIN

38.86X0102+24.03X0203+51.37X0204+58.37X0205+72.42X0206+79.23X0207+62.57X0208+28.47X0304+35.34X0305+49.1
9X0306+55.97X0307+7.02X0405+21.05X0406+27.86X0407+14.07X0506+20.88X0507+6.81X0607+16.24X0809+50.76X081
0+146.81X0824+35.24X0910+71.25X1011+79.16X1012+82.40X1013+90.35X1014+115.93X1015+66.45X1020+7.90X1112+
16.60X1113+22.81X1114+45.92X1115+12.37X1213+17.19X1214+38.14X1215+7.96X1314+33.81X1315+25.9X1415+34.01X
1516+55.61X1517+23.20X1617+52.46X1718+83.31X1719+109.57X1720+30.98X1819+57.76X1820+27.10X1920+34.58X20
21+43.24X2022+75.73X2023+8.85X2122+42.42X2123+33.66X2223+52.83X2324+41.01X2329+34.27X2334+56.42X2335+7
7.74X2425+50.85X2526+19.78X2627+26.25X2628+47.07X2629+47.25X2630+7.31X2728+30.64X2729+23.50X2829+44.10X
2933+21.78X3031+51.66X3032+60.59X3033+30.31X3132+40.01X3133+10.88X3233+22.31X3435+25.25X3536+31.21X353
7+23.34X3543+8.56X3637+29.31X3738+47.24X3739+65.34X3740+92.02X3741+102.53X3742+18.12X3839+36.31X3840+6
3.04X3841+73.89X3842+18.19X3940+44.92X3941+55.84X3942+26.73X4041+38.59X4042+11.20X4142+41.63X4248+23.76
X4249+8.42X4263+15.56X4264+31.81X4265+48.52X4266+57.71X4267+44.76X4268+52.78X4269+60.83X4270+77.42X427
1+44.23X4344+18.50X4346+56.56X4347+84.48X4348+32.53X4445+26.30X4450+50.09X4451+81.60X4452+35.86X4553+4
3.58X4554+59.23X4555+67.12X4556+86.05X4557+39.84X4647+66.66X4648+29.21X4748+19.63X4849+35.25X4852+27.15

X4862+34.38X4872+66.25X4873+52.81X4874+60.45X4875+68.57X4876+76.63X4877+84.48X4878+23.91X5051+55.73X50
52+31.95X5152+40.61X5257+32.37X5258+24.78X5259+17.81X5260+12.17X5261+13.64X5262+8.04X5354+24.06X5355+3
2.07X5356+51.62X5357+16.02X5455+24.03X5456+43.60X5457+8.00X5556+27.63X5557+19.69X5657+11.44X5758+18.89X
5759+26.50X5760+34.48X5761+8.17X5859+16.11X5860+24.24X5861+7.93X5960+16.28X5961+8.12X6061+8.40X6364+25.
18X6365+42.03X6366+51.24X6367+39.68X6368+47.54X6369+55.47X6370+71.47X6371+16.77X6465+33.62X6466+42.84X
6467+31.53X6468+39.30X6469+47.18X6470+63.08X6471+16.85X6566+26.06X6567+16.37X6568+23.42X6569+30.99X657
0+46.37X6571+9.21X6667+10.52X6668+10.99X6669+16.15X6670+29.74X6671+16.38X6768+11.43X6769+11.06X6770+20.
84X6771+8.03X6869+16.10X6870+33.14X6871+8.06X6970+25.23X6971+17.38X7071+45.41X7178+9.79X7179+17.05X718
0+32.18X7273+22.09X7274+28.90X7275+36.52X7276+44.27X7277+51.09X7278+17.65X7374+12.86X7375+11.83X7376+1
5.69X7377+19.50X7378+7.67X7475+15.81X7476+23.89X7477+32.38X7478+8.13X7576+16.21X7577+24.06X7578+8.07X76
77+17.03X7678+9.78X7778+38.18X7879+30.46X7880+7.90X7980

S.T.

X0102>=1

X0204+X0304+X0405+X0406+X0407>=2

X0102+X0203+X0204+X0205+X0206+X0207+X0208>=2

X0205+X0305+X0405+X0506+X0507>=2

X0203+X0304+X0305+X0306+X0307>=2

X0206+X0306+X0406+X0506+X0607>=2

X0207+X0307+X0407+X0507+X0607>=2 X2021+X2122+X2123>=2
X0208+X0809+X0810+X0824>=2 X2022+X2122+X2223>=2
X0809+X0910>=2 X2023+X2123+X2223+X2324+X2329+X2334+X2335>=2
X0810+X0910+X1011+X1012+X1013+X1014+X1015+X10
20>=2 X0824+X2324+X2425>=2
X2425+X2526>=2
X1011+X1112+X1113+X1114+X1115>=2 X2526+X2627+X2628+X2629+X2630>=2
X1012+X1112+X1213+X1214+X1215>=2 X2627+X2728+X2729>=2
X1013+X1113+X1213+X1314+X1315>=2 X2628+X2728+X2829>=2
X1014+X1114+X1214+X1314+X1415>=2 X2329+X2629+X2729+X2829+X2933>=2
X1015+X1115+X1215+X1315+X1415+X1516+X1517>=2 X2630+X3031+X3032+X3033>=2
X1516+X1617>=2 X3031+X3132+X3133>=2
X1517+X1617+X1718+X1719+X1720>=2 X3032+X3132+X3233>=2
X1718+X1819+X1820>=2 X2933+X3033+X3133+X3233>=2
X1719+X1819+X1920>=2 X2334+X3435>=2
X1020+X1720+X1820+X1920+X2021+X2022+X2023>=2 X2335+X3435+X3536+X3537+X3543>=2

X3536+X3637>=2
X3537+X3637+X3738+X3739+X3740+X3741+X3742>=2
X3738+X3839+X3840+X3841+X3842>=2
X3739+X3839+X3940+X3941+X3942>=2
X3740+X3840+X3940+X4041+X4042>=2
X3741+X3841+X3941+X4041+X4142>=2
X3742+X3842+X3942+X4042+X4142+X4248+X4249+X42
63+X4264+X4265+X4266+X4267+X4268+X4269+X4270+
X4271>=2
X3543+X4344+X4346+X4347+X4348>=2
X4344+X4445+X4450+X4451+X4452>=2
X4445+X4553+X4554+X4555+X4556+X4557>=2
X4346+X4647+X4648>=2
X4347+X4647+X4748>=2
X4248+X4348+X4648+X4748+X4849+X4852+X4862+X48
72+X4873+X4874+X4875+X4876+X4877+X4878>=2
X4249+X4849>=2
X4450+X5051+X5052>=2
X4451+X5051+X5152>=2
X4452+X4852+X5052+X5152+X5257+X5258+X5259+X52
60+X5261+X5262>=2
X4553+X5354+X5355+X5356+X5357>=2
X4554+X5354+X5455+X5456+X5457>=2
X4555+X5355+X5455+X5556+X5557>=2
X4556+X5356+X5456+X5556+X5657>=2
X4557+X5257+X5357+X5457+X5557+X5657+X5758+X57
59+X5760+X5761>=2
X5258+X5758+X5859+X5860+X5861>=2
X5259+X5759+X5859+X5960+X5961>=2

X5260+X5760+X5860+X5960+X6061>=2
X5261+X5761+X5861+X5961+X6061>=2
X4862+X5262>=2
X4263+X6364+X6365+X6366+X6367+X6368+X6369+X63
70+X6371>=2
X4264+X6364+X6465+X6466+X6467+X6468+X6469+X64
70+X6471>=2
X4265+X6365+X6465+X6566+X6567+X6568+X6569+X65
70+X6571>=2
X4266+X6366+X6466+X6566+X6667+X6668+X6669+X66
70+X6671>=2
X4267+X6367+X6467+X6567+X6667+X6768+X6769+X67
70+X6771>=2
X4268+X6368+X6468+X6568+X6668+X6768+X6869+X68
70+X6871>=2
X4269+X6369+X6469+X6569+X6669+X6769+X6869+X69
70+X6971>=2
X4270+X6370+X6470+X6570+X6670+X6770+X6870+X69
70+X7071>=2
X4271+X6371+X6471+X6571+X6671+X6771+X6871+X69
71+X7071+X7178+X7179+X7180>=2
X4872+X7273+X7274+X7275+X7276+X7277+X7278>=2
X4873+X7273+X7374+X7375+X7376+X7377+X7378>=2
X4874+X7274+X7374+X7475+X7476+X7477+X7478>=2
X4875+X7275+X7375+X7475+X7576+X7577+X7578>=2
X4876+X7276+X7376+X7476+X7576+X7677+X7678>=2
X4877+X7277+X7377+X7477+X7577+X7677+X7778>=2
X4878+X7178+X7278+X7378+X7478+X7578+X7678+X77
78+X7879+X7880>=2
X7179+X7879+X7980>=2

X7180+X7880+X7980>=2

ruta 9

MIN

31.58X0102+56.19X0103+56.81X0104+86.84X0105+21.15X0106+30.36X0107+50.16X0108+24.76X0203+27.87X0204+56.0
6X0205+12.07X0304+32.91X0305+30.83X0405+49.08X0510+9.43X0607+30.36X0608+21.19X0708+54.23X0809+84.48X08
10+47.85X0814+31.10X0910+20.07X1011+26.74X1112+50.10X1129+30.15X1213+82.13X1214+49.40X1219+52.35X1314+
50.95X1415+29.00X1516+32.04X1517+71.86X1518+80.41X1519+63.69X1546+14.01X1617+44.14X1618+53.00X1619+39.4
2X1718+49.70X1719+10.56X1819+13.81X1920+23.37X1921+19.78X1922+48.84X1923+11.26X2021+15.45X2022+38.65X2
023+12.38X2122+27.73X2123+30.61X2223+40.81X2324+50.51X2325+50.52X2326+41.29X2327+60.27X2328+78.28X2329
+41.32X2333+19.10X2334+10.22X2425+10.23X2426+10.60X2427+22.66X2428+38.63X2429+0.01X2526+14.65X2527+14.5
0X2528+28.55X2529+14.66X2627+14.51X2628+28.54X2629+19.82X2728+38.44X2729+19.00X2829+48.32X2930+28.72X3
031+55.65X3032+75.68X3037+27.10X3132+25.27X3233+55.08X3235+73.38X3236+25.64X3334+35.70X3345+18.85X3536
+58.16X3637+47.82X3644+49.04X3738+35.30X3739+51.30X3740+17.48X3839+71.72X4041+95.20X4042+24.44X4142+17.
54X4243+48.49X4244+69.78X4258+31.57X4344+84.53X4445+173.15X4546+60.83X4547+51.18X4548+45.68X4549+49.80
X4556+114.37X4647+124.11X4648+128.63X4649+52.25X4650+9.78X4748+20.36X4749+14.87X4849+51.78X5051+77.89X

5052+104.74X5053+136.36X5054+179.27X5055+29.29X5152+54.69X5153+85.73X5154+127.93X5155+26.93X5253+58.63
X5254+102.04X5255+31.70X5354+75.23X5355+43.78X5455+49.80X5556+40.39X5557+95.43X5559+77.69X5560+44.60X5
561+22.31X5562+22.46X5563+74.80X5564+13.95X5657+120.12X5658+27.87X5663+21.45X5763+60.04X5859+20.20X596
0+51.59X5961+73.82X5962+73.89X5966+32.09X6061+55.38X6062+22.45X6162+33.91X6465+52.60X6566+21.78X6667

S.T.

X0102+X0103+X0104+X0105+X0106+X0107+X0108>=1 X1011+X1112+X1129>=2
X0102+X0203+X0204+X0205>=2 X1112+X1213+X1214+X1219>=2
X0103+X0203+X0304+X0305>=2 X1213+X1314>=2
X0104+X0204+X0304+X0405>=2 X0814+X1214+X1314+X1415>=2
X0105+X0205+X0305+X0405+X0510>=2 X1415+X1516+X1517+X1518+X1519+X1546>=2
X0106+X0607+X0608>=2 X1516+X1617+X1618+X1619>=2
X0107+X0607+X0708>=2 X1517+X1617+X1718+X1719>=2
X0108+X0608+X0708+X0809+X0810+X0814>=2 X1518+X1618+X1718+X1819>=2
X0809+X0910>=2 X1219+X1519+X1619+X1719+X1819+X1920+X1921+X19
X0510+X0810+X0910+X1011>=2 22+X1923>=2

X1920+X2021+X2022+X2023>=2
X1921+X2021+X2122+X2123>=2
X1922+X2022+X2122+X2223>=2
X1923+X2023+X2123+X2223+X2324+X2325+X2326+X2327+X2328+X2329+X2333+X2334>=2
X2324+X2425+X2426+X2427+X2428+X2429>=2
X2325+X2425+X2526+X2527+X2528+X2529>=2
X2326+X2426+X2526+X2627+X2628+X2629>=2
X2327+X2427+X2527+X2627+X2728+X2729>=2
X2328+X2428+X2528+X2628+X2728+X2829>=2
X1129+X2329+X2429+X2529+X2629+X2729+X2829+X2930>=2
X2930+X3031+X3032+X3037>=2
X3031+X3132>=2
X3032+X3132+X3233+X3235+X3236>=2
X2333+X3233+X3334+X3345>=2
X2334+X3334>=2
X3235+X3536>=2
X3236+X3536+X3637+X3644>=2
X3037+X3637+X3738+X3739+X3740>=2
X3738+X3839>=2
X3739+X3839>=2
X3740+X4041+X4042>=2
X4041+X4142>=2
X4042+X4142+X4243+X4244+X4258>=2
X4243+X4344>=2
X3644+X4244+X4344+X4445>=2
X3345+X4445+X4546+X4547+X4548+X4549+X4556>=2
X1546+X4546+X4647+X4648+X4649+X4650>=2
X4547+X4647+X4748+X4749>=2

X4548+X4648+X4748+X4849>=2

X5557+X5657+X5763>=2

X4549+X4649+X4749+X4849>=2

X4258+X5658+X5859>=2

X4650+X5051 +X5052+X5053+X5054+X5055>=2

X5559+X5859+X5960+X5961+X5962+X5966>=2

X5051+X5152+X5153+X5154+X5155>=2

X5560+X5960+X6061+X6062>=2

X5052+X5152+X5253+X5254+X5255>=2

X5561+X5961+X6061+X6162>=2

X5053+X5153+X5253+X5354+X5355>=2

X5562+X5962+X6062+X6162>=2

X5054+X5154+X5254+X5354+X5455>=2

X5563+X5663+X5763>=2

X5055+X5155+X5255+X5355+X5455+X5556+X5557+X55

X5564+X6465>=2

59+X5560+X5561+X5562+X5563+X5564>=2

X6465+X6566>=2

X4556+X5556+X5657+X5658+X5663>=2

X5966+X6566+X6667>=2

X6667>=1

ruta 10-1

MIN

46.93X0102+57.73X0103+88.93X0104+111.55X0105+145.04X0106+167.33X0107+204.57X0108+65.26X0125+10.98X0203

+42.43X0204+65.07X0205+98.67X0206+121.03X0207+158.61X0208+31.45X0304+54.09X0305+87.69X0306+110.05X0307

+147.64X0308+22.65X0405+56.24X0406+78.56X0407+116.21X0408+33.60X0506+55.96X0507+93.67X0508+22.35X0607+60.18X0608+37.98X0708+24.31X0809+31.41X0910+31.48X0911+39.24X0912+62.53X0913+12.94X1014+36.54X1015+31.70X1019+58.65X1020+74.21X1021+84.78X1022+112.07X1023+118.41X1024+180.68X1025+7.74X1112+32.01X1113+24.53X1213+30.27X1315+26.30X1415+10.46X1516+10.46X1617+10.56X1618+190.06X1626+166.81X1627+157.25X1628+127.96X1629+85.54X1630+6.79X1718+27.28X1920+45.08X1921+55.13X1922+80.90X1923+88.21X1924+149.63X1925+20.93X2021+29.37X2022+53.61X2023+61.36X2024+122.35X2025+10.71X2122+40.44X2123+44.68X2124+107.47X2125+30.24X2223+33.70X2224+96.76X2225+14.24X2324+68.73X2325+63.39X2425+48.13X2526+23.92X2627+33.25X2628+62.25X2629+104.58X2630+9.55X2728+38.84X2729+81.26X2730+29.28X2829+71.70X2830+42.41X2930

S.T.

X0102+X0103+X0104+X0105+X0106+X0107+X0108+X0125>=1	X0106+X0206+X0306+X0406+X0506+X0607+X0608>=2
X0102+X0203+X0204+X0205+X0206+X0207+X0208>=2	X0107+X0207+X0307+X0407+X0507+X0607+X0708>=2
X0102+X0203+X0204+X0205+X0206+X0207+X0208>=2	X0108+X0208+X0308+X0408+X0508+X0608+X0708+X0809>=2
X0103+X0203+X0304+X0305+X0306+X0307+X0308>=2	X0809+X0910+X0911+X0912+X0913>=2
X0104+X0204+X0304+X0405+X0406+X0407+X0408>=2	
X0105+X0205+X0305+X0405+X0506+X0507+X0508>=2	

X0910+X1014+X1015+X1019+X1020+X1021+X1022+X1023+X1024+X1025>=2
X1020+X1920+X2021+X2022+X2023+X2024+X2025>=2

23+X1024+X1025>=2
X1021+X1921+X2021+X2122+X2123+X2124+X2125>=2

X0911+X1112+X1113>=2
X1022+X1922+X2022+X2122+X2223+X2224+X2225>=2

X0912+X1112+X1213>=2
X1023+X1923+X2023+X2123+X2223+X2324+X2325>=2

X0913+X1113+X1213+X1315>=2
X1024+X1924+X2024+X2124+X2224+X2324+X2425>=2

X1014+X1415>=2
X0125+X1025+X1925+X2025+X2125+X2225+X2325+X2425+X2526>=2

X1015+X1315+X1415+X1516>=2
25+X2526>=2

X1516+X1617+X1618+X1626+X1627+X1628+X1629+X1630>=2
X1626+X2526+X2627+X2628+X2629+X2630>=2

30>=2
X1627+X2627+X2728+X2729+X2730>=2

X1617+X1718>=2
X1628+X2628+X2728+X2829+X2830>=2

X1618+X1718>=2
X1629+X2629+X2729+X2829+X2930>=2

X1019+X1920+X1921+X1922+X1923+X1924+X1925>=2
X1630+X2630+X2730+X2830+X2930>=2

ruta 10-2

MIN

59.70X0102+54.13X0110+63.75X0111+167.15X0112+57.81X0203+68.29X0204+73.91X0205+83.75X0206+98.24X0207+11
4.97X0208+42.63X0213+52.71X0214+72.42X0215+82.46X0216+92.37X0217+103.53X0218+111.00X0219+120.91X0220+1
66.88X0221+112.20X0309+21.68X0322+31.29X0323+79.95X0324+167.25X0325+11.53X0405+18.30X0406+29.63X0407+4
5.92X0408+9.85X0506+26.51X0507+42.05X0508+08.53X0607+32.07X0608+16.56X0708+58.72X0809+9.57X1011+114.36X
1012+105.37X1112+61.92X1221+56.70X1226+66.08X1227+127.76X1228+10.09X1314+29.83X1315+39.84X1316+49.79X1
317+60.95X1318+68.89X1319+78.74X1320+124.10X1321+19.73X1415+29.74X1416+39.69X1417+50.85X1418+58.91X141
9+68.74X1420+114.26X1421+9.95X1516+19.96X1517+31.11X1518+39.47X1519+49.20X1520+94.58X1521+9.94X1617+21.
10X1618+29.85X1619+39.42X1620+84.55X1621+11.15X1718+20.65X1719+29.87X1720+75.19X1721+11.87X1819+19.62X
1820+63.22X1821+9.92X1920+56.40X1921+46.47X2021+59.90X2125+37.08X2129+46.35X2130+56.35X2131+85.17X2132
+84.87X2133+128.38X2134+10.86X2223+59.86X2224+148.30X2225+48.99X2324+137.44X2325+89.32X2425+9.53X2627+
72.31X2628+62.81X2728+62.07X2834+14.09X2930+22.14X2931+49.44X2932+48.03X2933+91.88X2934+10.04X3031+38.9
5X3032+39.98X3033+82.43X3034+28.91X3132+30.42X3133+72.41X3134+10.13X3233+43.58X3234+44.01X3334

S.T.

X0102+X0110+X0111+X0112>=1	X0213+X1314+X1315+X1316+X1317+X1318+X1319+X1320+X1321>=2
X0102+X0203+X0204+X0205+X0206+X0207+X0208+X0209+X0210+X0211+X0212+X0213+X0214+X0215+X0216+X0217+X0218+X0219+X0220+X0221>=2	X0214+X1314+X1415+X1416+X1417+X1418+X1419+X1420+X1421>=2
X0203+X0309+X0322+X0323+X0324+X0325>=2	X0215+X1315+X1415+X1516+X1517+X1518+X1519+X1520+X1521>=2
X0204+X0405+X0406+X0407+X0408>=2	X0216+X1316+X1416+X1516+X1617+X1618+X1619+X1620+X1621>=2
X0205+X0405+X0506+X0507+X0508>=2	X0217+X1317+X1417+X1517+X1617+X1718+X1719+X1720+X1721>=2
X0206+X0406+X0506+X0607+X0608>=2	X0218+X1318+X1418+X1518+X1618+X1718+X1819+X1820+X1821>=2
X0207+X0407+X0507+X0607+X0708>=2	X0219+X1319+X1419+X1519+X1619+X1719+X1819+X1920+X1921>=2
X0208+X0408+X0508+X0608+X0708+X0809>=2	
X0309+X0809>=2	
X0110+X1011+X1012>=2	
X0111+X1011+X1112>=2	
X0112+X1012+X1112+X1221+X1226+X1227+X1228>=2	

X0220+X1320+X1420+X1520+X1620+X1720+X1820+X19
20+X2021>=2 X2132+X2932+X3032+X3132+X3233+X3234>=2
X2133+X2933+X3033+X3133+X3233+X3334>=2
X0221+X1221+X1321+X1421+X1521+X1621+X1721+X18
21+X1921+X2021+X2125+X2129+X2130+X2131+X2132+
X2133+X2134>=2 X2134+X2834+X2934+X3034+X3134+X3234+X3334>=2
X0322+X2223+X2224+X2225>=2
X0323+X2223+X2324+X2325>=2
X0324+X2224+X2324+X2425>=2
X0325+X2125+X2225+X2325+X2425>=2
X1226+X2627+X2628>=2
X1227+X2627+X2728>=2
X1228+X2628+X2728+X2834>=2
X2129+X2930+X2931+X2932+X2933+X2934>=2
X2130+X2930+X3031+X3032+X3033+X3034>=2
X2131+X2931+X3031+X3132+X3133+X3134>=2



RUTA 11-1

MIN

38.96X0102+8.95X0203+24.99X0204+9.38X0205+36.61X0206+16.18X0304+9.71X0305+21.15X0405+39.41X0607
+39.41X0708+9.96X0709+18.25X0710+35.74X0711+45.24X0712+53.67X0713+68.21X0714+21.73X0815+33.96X0
816+37.48X0817+74.44X0818+8.85X0910+26.71X0911+36.26X0912+45.49X0913+59.83X0914+17.85X1011+27.4
0X1012+36.88X1013+51.05X1014+9.55X1112+19.82X1113+33.39X1114+12.37X1213+24.15X1214+15.08X1314+
39.59X1418+23.79X1419+23.42X1420+16.14X1421+62.75X1425+15.96X1516+16.08X1517+53.28X1518+10.11X1
617+41.55X1618+37.20X1718+28.26X1819+29.78X1820+37.60X1821+31.78X1822+38.29X1823+63.05X1824+12.
54X1920+15.62X1921+7.96X2021+7.75X2223+36.35X2224+28.69X2324+40.25X2425+8.02X2427+10.91X2526

S.T.

X0102>=1
X0206+X0607>=2
X0102+X0203+X0204+X0205+X0206>=2
X0607+X0708+X0709+X0710+X0711+X0712+X0713+
X0203+X0304+X0305>=2
X0714>=2
X0204+X0405>=2
X0708+X0815+X0816+X0817+X0818>=2
X0205+X0305+X0405>=2
X0709+X0910+X0911+X0912+X0913+X0914>=2

X0710+X0910+X1011+X1012+X1013+X1014>=2 X0818+X1418+X1518+X1618+X1718+X1819+X1820+
X0711+X0911+X1011+X1112+X1113+X1114>=2 X1821+X1822+X1823+X1824>=2
X0712+X0912+X1012+X1112+X1213+X1214>=2 X1419+X1819+X1920+X1921>=2
X0713+X0913+X1013+X1113+X1213+X1314>=2 X1420+X1820+X1920+X2021>=2
X0714+X0914+X1014+X1114+X1214+X1314+X1418+ X1421+X1821+X1921+X2021>=2
X1419+X1420+X1421+X1425>=2 X1822+X2223+X2224>=2
X0815+X1516+X1517+X1518>=2 X1823+X2223+X2324>=2
X0816+X1516+X1617+X1618>=2 X1824+X2224+X2324+X2425+X2427>=2
X0817+X1517+X1617+X1718>=2 X1425+X2425+X2526>=2

RUTA 11-2

MIN

16.69X0102+39.46X0103+62.51X0104+27.15X0203+77.84X0204+24.64X0304+40.11X0405+48.52X0406+102.15X
0407+30.68X0413+52.68X0414+59.97X0415+62.82X0416+55.92X0430+20.25X0506+63.46X0507+55.66X0607+22
.70X0708+32.07X0709+42.26X0710+62.77X0711+9.28X0809+19.40X0810+50.28X0811+9.43X0910+9.43X0911+2
1.51X1011+38.80X1112+96.42X1116+61.87X1216+26.86X1314+33.25X1315+33.75X1316+8.35X1415+13.32X141

6+8.68X1516+8.89X1617+13.86X1618+67.36X1619+65.83X1620+7.35X1718+42.11X1719+63.20X1720+35.29X1819+55.91X1820+26.54X1920+22.89X2021+31.81X2022+65.21X2023+63.34X2025+19.12X2122+46.13X2123+32.67X2223+23.64X2324+40.11X2526+114.75X2527+121.79X2528+121.92X2529+129.16X2530+74.90X2627+74.69X2628+82.68X2629+90.07X2630+8.95X2728+12.04X2729+16.20X2730+8.05X2829+16.62X2830+16.13X2930

S.T.

X0102+X0103+X0104>=1
X0102+X0203+X0204>=2
X0103+X0203+X0304>=2
X0104+X0204+X0304+X0405+X0406+X0407+X0413+
X0414+X0415+X0416+X0430>=2
X0405+X0506+X0507>=2
X0406+X0506+X0607>=2
X0407+X0507+X0607+X0708+X0709+X0710+X0711>
=2
X0708+X0809+X0810+X0811>=2
X0709+X0809+X0910+X0911>=2
X0710+X0810+X0910+X1011>=2
X0711+X0811+X0911+X1011+X1112+X1116>=2
X1112+X1216>=2
X0413+X1314+X1315+X1316>=2
X0414+X1314+X1415+X1416>=2
X0415+X1315+X1415+X1516>=2
X0416+X1116+X1216+X1316+X1416+X1516+X1617+
X1618+X1619+X1620>=2
=2

X1617+X1718+X1719+X1720>=2 X2324>=1
X1618+X1718+X1819+X1820>=2 X2025+X2526+X2527+X2528+X2529+X2530>=2
X1619+X1719+X1819+X1920>=2 X2526+X2627+X2628+X2629+X2630>=2
X1620+X1720+X1820+X1920+X2021+X2022+X2023+ X2527+X2627+X2728+X2729+X2730>=2
X2025>=2 X2528+X2628+X2728+X2829+X2830+X2830>=2
X2021+X2122+X2123>=2 X2529+X2629+X2729+X2829+X2930>=2
X2022+X2122+X2223>=2 X0430+X2530+X2630+X2760+X2830+X2930>=2
X2023+X2123+X2223+X2324>=2

ruta 12

MIN

53.47X0102+192.11X0103+190.86X0204+57.55X0304+28.15X0306+37.48X0307+56.25X0308+85.83X0309+96.21
X0310+127.68X0311+104.32X0405+55.21X0412+64.17X0413+26.17X0514+35.72X0515+45.68X0516+65.26X051
7+10.02X0607+29.97X0608+59.92X0609+69.93X0610+103.04X0611+19.95X0708+49.90X0709+59.91X0710+93.5
7X0711+29.94X0809+39.96X0810+74.26X0811+10.01X0910+44.45X0911+34.86X1011+56.46X1120+25.35X1136
+44.42X1137+63.98X1138+73.83X1139+93.56X1140+103.50X1141+113.64X1142+133.79X1143+143.55X1144+15

3.29X1145+193.71X1146+13.11X1213+98.38X1317+13.64X1318+22.20X1319+66.03X1320+80.58X1321+9.93X14
15+19.57X1416+40.51X1417+9.80X1516+30.98X1517+21.71X1617+23.43X1721+12.47X1722+40.83X1723+61.88
X1724+9.99X1819+55.95X1820+46.04X1920+107.97X2024+84.04X2025+64.15X2026+44.67X2027+81.54X2030+
31.51X2032+41.01X2033+60.90X2034+70.77X2035+29.95X2223+51.74X2224+22.04X2324+25.46X2425+45.23X2
426+64.92X2427+84.20X2428+20.04X2526+40.04X2527+19.90X2627+53.42X2829+49.67X2930+31.00X2931+105
.83X2956+169.19X2957+20.11X3031+51.81X3032+42.27X3033+23.25X3034+14.83X3035+49.88X3047+59.80X30
48+79.52X3049+109.31X3050+46.68X3051+58.50X3052+70.84X3053+82.78X3054+138.89X3055+9.73X3233+29.
78X3234+39.75X3235+20.05X3334+30.02X3335+9.96X3435+20.19X3637+40.17X3638+50.13X3639+70.05X3640
+80.04X3641+90.24X3642+110.45X3643+120.27X3644+130.03X3645+171.21X3646+19.97X3738+29.93X3739+49
.83X3740+59.84X3741+70.04X3742+90.25X3743+100.07X3744+109.83X3745+151.06X3746+9.96X3839+29.88X3
840+39.87X3841+50.07X3842+70.28X3843+80.10X3844+89.86X3845+131.16X3846+19.92X3940+29.91X3941+40
.11X3942+60.32X3943+70.14X3944+79.90X3945+121.25X3946+9.99X4041+20.19X4042+40.40X4043+50.22X404
4+59.98X4045+101.42X4046+10.20X4142+30.41X4143+40.23X4144+49.98X4145+91.52X4146+20.21X4243+30.0
3X4244+39.78X4245+81.38X4246+9.82X4344+19.57X4345+61.48X4346+9.75X4445+51.79X4446+42.35X4546+6
3.78X4655+9.99X4748+29.93X4749+59.89X4750+16.10X4751+18.09X4752+26.23X4753+36.81X4754+90.06X475
5+19.92X4849+49.91X4850+20.20X4851+15.41X4852+18.86X4853+27.86X4854+80.09X4855+29.96X4950+36.43

X4951+26.09X4952+17.79X4953+15.00X4954+60.59X4955+64.66X5051+53.09X5052+41.58X5053+30.36X5054+
30.77X5055+11.94X5152+24.05X5153+36.36X5154+93.56X5155+12.10X5253+24.42X5254+81.48X5255+11.94X5
354+68.76X5355+57.06X5455+61.26X5557+65.63X5657+64.34X5758+22.08X5859+32.17X5860

S.T.

X0102+X0103>=1
X0102+X0204>=2
X0103+X0304+X0306+X0307+X0308+X0309+X0310+
X0311>=2
X0204+X0304+X0405+X0412+X0413>=2
X0405+X0514+X0515+X0516+X0517>=2
X0306+X0607+X0608+X0609+X0610+X0611>=2
X0307+X0607+X0708+X0709+X0710+X0711>=2
X0308+X0608+X0708+X0809+X0810+X0811>=2
X0309+X0609+X0709+X0809+X0910+X0911>=2
X0310+X0610+X0710+X0810+X0910+X1011>=2

X0311+X0611+X0711+X0811+X0911+X1011+X1120+
X1136+X1137+X1138+X1139+X1140+X1141+X1142+
X1143+X1144+X1145+X1146>=2
X0412+X1213>=2
X0413+X1213+X1317+X1318+X1319+X1320+X1321+
=2
X0514+X1415+X1416+X1417>=2
X0515+X1415+X1516+X1517>=2
X0516+X1416+X1516+X1617>=2
X0517+X1317+X1417+X1517+X1617+X1721+X1722+
X1723+X1724>=2
X1318+X1819+X1820>=2
X1319+X1819+X1920>=2

X1120+X1320+X1820+X1920+X2024+X2025+X2026+ X2032+X3032+X3233+X3234+X3235>=2
X2027+X2030+X2032+X2033+X2034+X2035>=2 X2033+X3033+X3233+X3334+X3335>=2
X1321+X1721>=2 X2034+X3034+X3234+X3334+X3435>=2
X1722+X2223+X2224>=2 X2035+X3035+X3235+X3335+X3435>=2
X1723+X2223+X2324>=2 X1136+X3637+X3638+X3639+X3640+X3641+X3642+
X1724+X2024+X2224+X2324+X2425+X2426+X2427+ X3643+X3644+X3645+X3646>=2
X2428>=2 X1137+X3637+X3738+X3739+X3740+X3741+X3742+
X2025+X2425+X2526+X2527>=2 X3743+X3744+X3745+X3746>=2
X2026+X2426+X2526+X2627>=2 X1138+X3638+X3738+X3839+X3840+X3841+X3842+
X2027+X2427+X2527+X2627>=2 X3843+X3844+X3845+X3846>=2
X2428+X2829>=2 X1139+X3639+X3739+X3839+X3940+X3941+X3942+
X2829+X2930+X2931+X2956+X2957>=2 X3943+X3944+X3945+X3946>=2
X2030+X2930+X3031+X3032+X3033+X3034+X3035+ X1140+X3640+X3740+X3840+X3940+X4041+X4042+
X3047+X3048+X3049+X3050+X3051+X3052+X3053+ X4043+X4044+X4045+X4046>=2
X3054+X3055>=2 X1141+X3641+X3741+X3841+X3941+X4041+X4142+
X2931+X3031>=2 X4143+X4144+X4145+X4146>=2

X1142+X3642+X3742+X3842+X3942+X4042+X4142+
X4243+X4244+X4245+X4246>=2 X3050+X4750+X4850+X4950+X5051+X5052+X5053+
X5054+X5055>=2 X5054+X5055>=2
X1143+X3643+X3743+X3843+X3943+X4043+X4143+
X4243+X4344+X4345+X4346>=2 X3051+X4751+X4851+X4951+X5051+X5152+X5153+
X5154+X5155>=2 X5154+X5155>=2
X1144+X3644+X3744+X3844+X3944+X4044+X4144+
X4244+X4344+X4445+X4446>=2 X3052+X4752+X4852+X4952+X5052+X5152+X5253+
X5254+X5255>=2 X5254+X5255>=2
X1145+X3645+X3745+X3845+X3945+X4045+X4145+
X4245+X4345+X4445+X4546>=2 X3053+X4753+X4853+X4953+X5053+X5153+X5253+
X5354+X5355>=2 X5354+X5355>=2
X1146+X3646+X3746+X3846+X3946+X4046+X4146+
X4246+X4346+X4446+X4546+X4655>=2 X3054+X4754+X4854+X4954+X5054+X5154+X5254+
X5354+X5455>=2 X5354+X5455>=2
X3047+X4748+X4749+X4750+X4751+X4752+X4753+
X4754+X4755>=2 X3055+X4655+X4755+X4855+X4955+X5055+X5155+
X5255+X5355+X5455+X5557>=2 X5255+X5355+X5455+X5557>=2
X3048+X4748+X4849+X4850+X4851+X4852+X4853+
X4854+X4855>=2 X2956+X5657>=2 X2956+X5657>=2
X3049+X4749+X4849+X4950+X4951+X4952+X4953+
X4954+X4955>=2 X5758+X5859+X5860>=2 X5758+X5859+X5860>=2
X5859>=1 X5859>=1

X5860>=1

ruta 13

MIN

161.59X0102+52.48X0203+70.97X0304+22.91X0405+32.68X0406+113.09X0407+57.19X0408+10.17X0506+90.94
X0507+81.59X0607+55.92X0712+27.88X0809+47.35X0810+57.42X0811+114.47X0812+56.85X0813+19.80X0910
+29.90X0911+86.88X0912+10.10X1011+68.93X1012+59.66X1112+55.82X1217+54.44X1314+64.23X1315+73.47X
1316+116.39X1317+34.41X1318+43.58X1319+64.04X1320+9.94X1415+25.36X1416+62.87X1417+18.70X1516+52
.96X1517+44.57X1617+50.09X1722+34.26X1723+9.18X1819+30.23X1820+21.32X1920+61.27X2021+58.21X2122
+40.38X2125+19.14X2223+58.18X2224+41.11X2230+47.90X2231+65.35X2232+84.09X2233+81.85X2234+106.29
X2235+56.23X2436+66.14X2437+104.49X2438+13.46X2526+26.13X2527+48.82X2528+68.16X2529+12.20X2627
+38.55X2628+55.82X2629+28.72X2728+44.04X2729+22.09X2829+57.62X2935+17.55X3031+29.08X3032+46.07X
3033+41.04X3034+66.58X3035+17.73X3132+36.58X3133+38.24X3134+59.55X3135+18.84X3233+23.33X3234+41
.91X3235+16.56X3334+22.79X3335+26.70X3435+51.15X3538+9.83X3637+49.73X3638+40.27X3738

S.T.

X0102>=1

X0102+X0203>=2

X0203+X0304>=2

X0304+X0405+X0406+X0407+X0408>=2 X1318+X1819+X1820>=2
X0405+X0506+X0507>=2 X1319+X1819+X1920>=2
X0406+X0506+X0607>=2 X1320+X1820+X1920+X2021>=2
X0407+X0507+X0607+X0712>=2 X2021+X2122+X2125>=2
X0408+X0809+X0810+X0811+X0812+X0813>=2 X1722+X2122+X2223+X2224+X2230+X2231+X2232+
X0809+X0910+X0911+X0912>=2 X2233+X2234+X2235>=2
X0810+X0910+X1011+X1012>=2 X1723+X2223>=2
X0811+X0911+X1011+X1112>=2 X2224+X2436+X2437+X2438>=2
X0712+X0812+X0912+X1012+X1112+X1217>=2 X2125+X2526+X2527+X2528+X2529>=2
X0813+X1314+X1315+X1316+X1317+X1318+X1319+ X2526+X2627+X2628+X2629>=2
X1320>=2 X2527+X2627+X2728+X2729>=2
X1314+X1415+X1416+X1417>=2 X2528+X2628+X2728+X2829>=2
X1315+X1415+X1516+X1517>=2 X2529+X2629+X2729+X2829+X2935>=2
X1316+X1416+X1516+X1617>=2 X2230+X3031+X3032+X3033+X3034+X3035>=2
X1217+X1317+X1417+X1517+X1617+X1722+X1723> X2231+X3031+X3132+X3133+X3134+X3135>=2
=2 X2232+X3032+X3132+X3233+X3234+X3235>=2

X2233+X3033+X3133+X3233+X3334+X3335>=2 X2436+X3637+X3638>=2
X2234+X3034+X3134+X3234+X3334+X3435>=2 X2437+X3637+X3738>=2
X2235+X2935+X3035+X3135+X3235+X3335+X3435+ X2438+X3538+X3638+X3738>=2
X3538>=2

RUTA 14

MIN

72.44X0102+46.72X0203+57.50X0204+72.38X0205+85.87X0222+10.86X0304+27.89X0305+16.74X0405+12.12X0
506+20.10X0507+30.12X0508+62.12X0509+47.33X0510+78.30X0511+20.88X0514+27.23X0515+35.67X0516+47.
62X0517+41.24X0518+53.09X0519+103.78X0520+10.00X0607+21.21X0608+54.52X0609+44.00X0610+71.74X06
11+11.22X0708+44.56X0709+34.76X0710+61.92X0711+33.35X0809+26.84X0810+50.84X0811+21.84X0910+18.1
4X0911+32.84X1011+17.93X1112+81.65X1113+77.35X1320+47.48X1321+88.78X1325+6.44X1415+15.05X1416+
27.24X1417+24.54X1418+35.20X1419+84.21X1420+8.63X1516+20.85X1517+19.96X1518+29.69X1519+77.93X15
20+12.23X1617+15.10X1618+22.45X1619+69.37X1620+14.89X1718+14.31X1719+57.18X1720+11.99X1819+63.3
2X1820+51.35X1920+30.42X2021+70.04X2022+60.00X2024+88.74X2223+24.16X2326+34.10X2330+66.08X2425
+35.18X2427+23.59X2428+12.23X2429+92.94X2430+84.68X2536+11.71X2630+11.90X2728+23.96X2729+58.37X
2730+12.06X2829+70.27X2830+82.30X2930+63.66X3031+23.14X3132+36.55X3133+25.16X3151+16.60X3233+42

.50X3334+53.16X3335+76.61X3336+32.08X3339+1.05X3435+40.70X3436+31.52X3536+91.51X3637+21.78X365
2+36.53X3738+71.01X3752+53.51X3839+59.06X3840+61.94X3841+62.09X3842+52.15X3843+61.62X3844+22.49
X3845+9.53X3846+17.71X3847+26.91X3848+45.03X3849+54.14X3850+21.70X3940+31.70X3941+42.11X3942+3
9.01X3943+41.41X3944+45.04X3945+46.26X3946+37.33X3947+27.78X3948+9.99X3949+4.81X3950+10.19X4041
+21.65X4042+22.08X4043+34.72X4044+43.11X4045+55.07X4046+47.23X4047+39.58X4048+28.39X4049+26.47X
4050+12.01X4142+15.79X4143+33.56X4144+42.93X4145+59.40X4146+52.51X4147+46.05X4148+37.52X4149+36
.50X4150+10.03X4243+30.74X4244+40.94X4245+61.39X4246+55.92X4247+51.16X4248+46.35X4249+46.91X425
0+20.71X4344+30.93X4345+51.82X4346+46.89X4347+43.04X4348+41.19X4349+43.60X4350+10.22X4445+33.51
X4446+31.05X4447+31.25X4448+38.43X4449+45.30X4450+24.97X4546+24.77X4547+27.80X4548+39.86X4549+
47.57X4550+9.30X4647+18.95X4648+37.43X4649+46.59X4650+9.65X4748+28.13X4749+37.29X4750+18.47X484
9+27.63X4850+9.16X4950

S.T.

X0204+X0304+X0405>=2

X0102>=1

X0205+X0305+X0405+X0506+X0507+X0508+X0509+

X0102+X0203+X0204+X0205+X0222>=2

X0510+X0511+X0514+X0515+X0516+X0517+X0518+

X0203+X0304+X0305>=2

X0519+X0520>=2

X0506+X0607+X0608+X0609+X0610+X0611>=2

X0507+X0607+X0708+X0709+X0710+X0711>=2
X0508+X0608+X0708+X0809+X0810+X0811>=2
X0509+X0609+X0709+X0809+X0910+X0911>=2
X0510+X0610+X0710+X0810+X0910+X1011>=2
X0511+X0611+X0711+X0811+X0911+X1011+X1112+
X1113>=2
X1112>=1
X1113+X1320+X1321+X1325>=2
X0514+X1415+X1416+X1417+X1418+X1419+X1420>
=2
X0520+X1320+X1420+X1520+X1620+X1720+X1820+
X1920+X2021+X2022+X2024>=2
X1321+X2021>=2
X0222+X2022+X2223>=2
X2223+X2326+X2330>=2
X2024+X2425+X2427+X2428+X2429+X2430>=2
X0515+X1415+X1516+X1517+X1518+X1519+X1520>
=2
X0516+X1416+X1516+X1617+X1618+X1619+X1620>
=2
X0517+X1417+X1517+X1617+X1718+X1719+X1720>
=2
X0518+X1418+X1518+X1618+X1718+X1819+X1820>
=2
X0519+X1419+X1519+X1619+X1719+X1819+X1920>
=2
X1325+X2425+X2536>=2
X2326+X2630>=2
X2427+X2728+X2729+X2730>=2
X2428+X2728+X2829+X2830>=2
X2429+X2729+X2829+X2930>=2

X2330+X2430+X2630+X2730+X2830+X2930+X3031>
=2
X3031+X3132+X3133+X3151>=2
X3132+X3233>=2
X3133+X3233+X3334+X3335+X3336+X3339>=2
X3334+X3435+X3436>=2
X3335+X3435+X3536>=2
X2536+X3336+X3436+X3536+X3637+X3652>=2
X3637+X3738+X3752>=2
X3738+X3839+X3840+X3841+X3842+X3843+X3844+
X3845+X3846+X3847+X3848+X3849+X3850>=2
X3339+X3839+X3940+X3941+X3942+X3943+X3944+
X3945+X3946+X3947+X3948+X3949+X3950>=2
X3840+X3940+X4041+X4042+X4043+X4044+X4045+
X4046+X4047+X4048+X4049+X4050>=2
X3841+X3941+X4041+X4142+X4143+X4144+X4145+
X4146+X4147+X4148+X4149+X4150>=2
X3842+X3942+X4042+X4142+X4243+X4244+X4245+
X4246+X4247+X4248+X4249+X4250>=2
X3843+X3943+X4043+X4143+X4243+X4344+X4345+
X4346+X4347+X4348+X4349+X4350>=2
X3844+X3944+X4044+X4144+X4244+X4344+X4445+
X4446+X4447+X4448+X4449+X4450>=2
X3845+X3945+X4045+X4145+X4245+X4345+X4445+
X4546+X4547+X4548+X4549+X4550>=2
X3846+X3946+X4046+X4146+X4246+X4346+X4446+
X4546+X4647+X4648+X4649+X4650>=2
X3847+X3947+X4047+X4147+X4247+X4347+X4447+
X4547+X4647+X4748+X4749+X4750>=2
X3848+X3948+X4048+X4148+X4248+X4348+X4448+
X4548+X4648+X4748+X4849+X4850>=2

X3849+X3949+X4049+X4149+X4249+X4349+X4449+ X3151>=1
X4549+X4649+X4749+X4849+X4950>=2 X3652+X3752>=2
X3850+X3950+X4050+X4150+X4250+X4350+X4450+
X4550+X4650+X4750+X4850+X4950>=2
RUTA 15
MIN
13.81X0102+25.23X0103+11.91X0203+46.60X0304+105.60X0341+110.42X0405+22.01X0406+31.16X0407+47.91
X0408+51.53X0409+66.76X0410+55.93X0515+152.49X0532+119.88X0533+112.57X0534+103.06X0535+92.93X0
536+75.98X0537+66.03X0538+66.43X0539+36.55X0540+57.90X0541+9.55X0607+26.66X0608+33.35X0609+46.4
8X0610+17.10X0708+24.88X0709+37.03X0710+13.80X0809+20.32X0810+17.13X0910+16.12X1011+55.69X1112
+83.13X1115+36.19X1213+66.51X1214+31.58X1314+57.61X1415+16.14X1416+27.60X1417+23.85X1418+33.72X
1419+38.39X1518+27.38X1519+54.62X1520+14.88X1617+11.28X1819+24.36X2021+47.25X2022+23.85X2122+49
.25X2223+61.98X2224+74.44X2225+86.06X2226+44.27X2227+70.59X2228+84.07X2229+99.58X2230+58.36X223
1+12.72X2324+25.19X2325+36.83X2326+16.61X2327+25.34X2328+37.24X2329+51.97X2330+12.48X2425+24.12
X2426+25.07X2427+17.56X2428+26.58X2429+40.31X2430+11.64X2526+35.51X2527+16.33X2528+18.02X2529+
29.21X2530+46.20X2627+22.61X2628+15.88X2629+20.43X2630+28.29X2728+40.63X2729+56.24X2730+13.62X2



829+29.24X2830+15.61X2930+46.68X3132+33.28X3233+40.43X3234+50.41X3235+59.93X3236+76.94X3237+86.
73X3238+96.58X3239+116.61X3240+13.55X3334+20.43X3335+26.16X3336+45.50X3337+54.93X3338+64.76X33
39+84.55X3340+9.72X3435+19.65X3436+36.67X3437+46.57X3438+56.33X3439+76.40X3440+10.03X3536+27.09
X3537+37.03X3538+46.73X3539+66.80X3540+17.02X3637+26.98X3638+36.68X3639+56.75X3640+9.97X3738+1
9.66X3739+39.72X3740+9.91X3839+29.88X3840+20.06X3940+16.48X4142+33.44X4143+40.83X4144+48.63X414
5+80.00X4146+57.52X4147+119.39X4148+127.93X4149+139.86X4150+138.93X4151+17.03X4243+24.20X4244+3
2.12X4245+63.56X4246+44.92X4247+103.93X4248+112.36X4249+123.57X4250+112.64X4251+7.39X4344+15.12
X4345+46.56X4346+33.84X4347+87.69X4348+95.99X4349+106.70X4350+105.68X4351+7.80X4445+39.16X4446
+30.78X4447+80.73X4448+88.96X4449+99.38X4450+98.30X4451+31.36X4546+29.38X4547+73.52X4548+81.64X
4549+91.70X4550+90.54X4551+42.25X4647+46.89X4648+53.91X4649+61.24X4650+59.50X4651+65.84X4748+74
.62X4749+89.70X4750+90.86X4751+8.77X4849+26.44X4850+30.54X4851+19.35X4950+24.71X4951+7.17X5051

S. T. X0304+X0405+X0406+X0407+X0408+X0409+X0410>
=2

X0102+X0103>=1 X0405+X0515+X0532+X0533+X0534+X0535+X0536+
=2

X0102+X0203>=2 X0537+X0538+X0539+X0540+X0541 >=2

X0103+X0203+X0304+X0341 >=2 X0406+X0607+X0608+X0609+X0610 >=2

X0407+X0607+X0708+X0709+X0710>=2
X0408+X0608+X0708+X0809+X0810>=2
X0409+X0910>=2
X0410+X0610+X0710+X0810+X0910+X1011>=2
X1011+X1112+X1115>=2
X1112+X1213+X1214>=2
X1213+X1314>=2
X1214+X1314+X1415+X1416+X1417+X1418+X1419>=2
X0515+X1115+X1415+X1518+X1519+X1520>=2
X1416+X1617>=2
X1417+X1617>=2
X1418+X1518+X1819>=2
X1419+X1519+X1819>=2
X1520+X2021+X2022>=2
X2021+X2122>=2
X2022+X2122+X2223+X2224+X2225+X2226+X2227+
X2228+X2229+X2230+X2231>=2
X2223+X2324+X2325+X2326+X2327+X2328+X2329+
X2330>=2
X2224+X2324+X2425+X2426+X2427+X2428+X2429+
X2430>=2
X2225+X2325+X2425+X2526+X2527+X2528+X2529+
X2530>=2
X2226+X2326+X2426+X2526+X2627+X2628+X2629+
X2630>=2
X2227+X2327+X2427+X2527+X2627+X2728+X2729+
X2730>=2
X2228+X2328+X2428+X2528+X2628+X2728+X2829+
X2830>=2
X2229+X2329+X2429+X2529+X2629+X2729+X2829+
X2930>=2

X2230+X2330+X2430+X2530+X2630+X2730+X2830+
X2930>=2 X0538+X3238+X3338+X3438+X3538+X3638+X3738+
X3839+X3840>=2 X3839+X3840>=2
X2231+X3132>=2 X0539+X3239+X3339+X3439+X3539+X3639+X3739+
X0532+X3132+X3233+X3234+X3235+X3236+X3237+ X3839+X3940>=2
X3238+X3239+X3240>=2 X0540+X3240+X3340+X3440+X3540+X3640+X3740+
X0533+X3233+X3334+X3335+X3336+X3337+X3338+ X3840+X3940>=2
X3339+X3340>=2 X0341+X0541+X4142+X4143+X4144+X4145+X4146+
X0534+X3234+X3334+X3435+X3436+X3437+X3438+ X4147+X4148+X4149+X4150+X4151>=2
X3439+X3440>=2 X4142+X4243+X4244+X4245+X4246+X4247+X4248+
X0535+X3235+X3335+X3435+X3536+X3537+X3538+ X4249+X4250+X4251>=2
X3539+X3540>=2 X4143+X4243+X4344+X4345+X4346+X4347+X4348+
X0536+X3236+X3336+X3436+X3536+X3637+X3638+ X4349+X4350+X4351>=2
X3639+X3640>=2 X4144+X4244+X4344+X4445+X4446+X4447+X4448+
X0537+X3237+X3337+X3437+X3537+X3637+X3738+ X4449+X4450+X4451>=2
X3739+X3740>=2 X4145+X4245+X4345+X4445+X4546+X4547+X4548+
X4549+X4550+X4551>=2

X4146+X4246+X4346+X4446+X4546+X4647+X4648+

X4649+X4650+X4651>=2

X4147+X4247+X4347+X4447+X4547+X4647+X4748+

X4749+X4750+X4751>=2

X4148+X4248+X4348+X4448+X4548+X4648+X4748+

X4849+X4850+X4851>=2

X4149+X4249+X4349+X4449+X4549+X4649+X4749+

X4849+X4950+X4951>=2

X4150+X4250+X4350+X4450+X4550+X4650+X4750+

X4850+X4950+X5051>=2

X4151+X4251+X4351+X4451+X4551+X4651+X4751+

X4851+X4951+X5051>=2



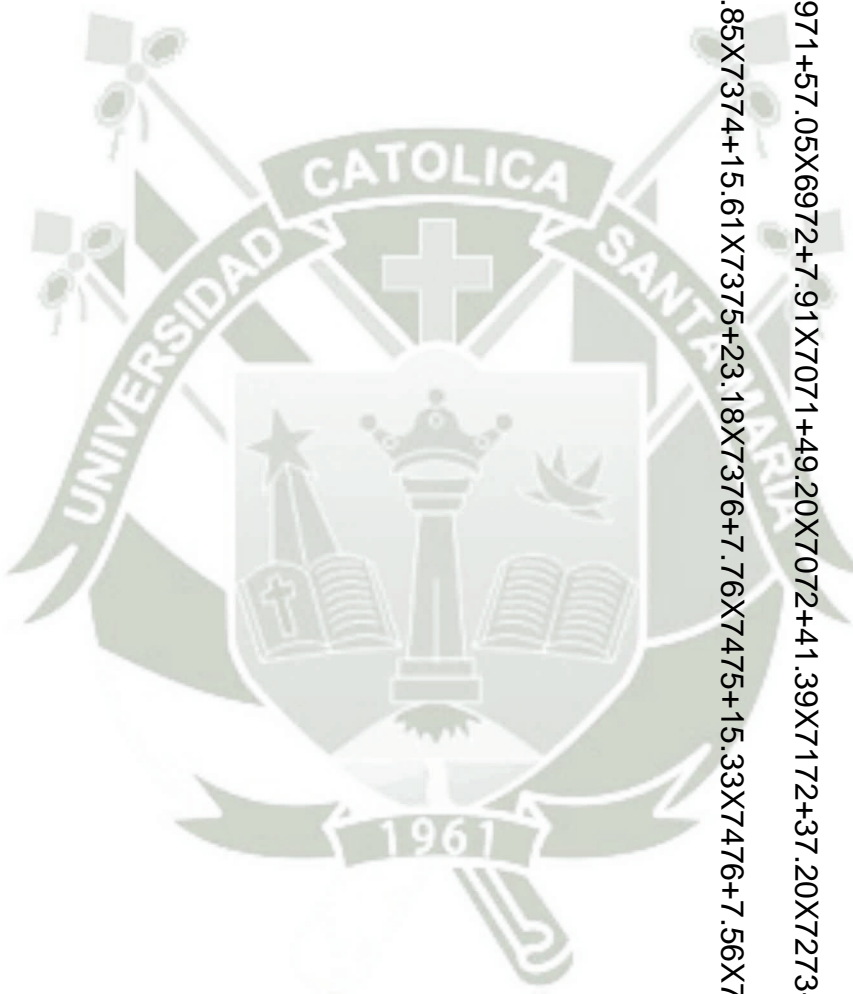
ruta 16

MIN

52.49X0102+40.70X0203+33.48X0211+41.43X0212+43.57X0213+81.42X0214+86.22X0215+42.86X0230+22.27X0304+53.3
3X0305+60.98X0306+44.00X0307+53.22X0308+63.12X0309+170.72X0310+31.26X0405+38.96X0406+24.15X0407+32.75X
0408+42.30X0409+148.45X0410+7.67X0506+14.72X0507+11.20X0508+14.82X0509+117.39X0510+20.56X0607+13.76X06
08+11.43X0609+109.74X0610+9.29X0708+19.24X0709+126.72X0710+9.95X0809+117.50X0810+107.60X0910+40.01X105
4+23.33X1055+30.48X1056+38.01X1057+45.73X1058+53.57X1059+68.42X1060+75.93X1061+100.76X1062+42.36X1072+
11.13X1073+15.94X1074+23.31X1075+30.36X1076+7.99X1112+15.34X1113+49.78X1114+53.64X1115+11.81X1213+42.12
X1214+45.88X1215+38.08X1314+44.09X1315+9.37X1415+19.59X1516+30.53X1517+38.49X1518+44.32X1519+16.79X161
7+23.10X1618+27.03X1619+8.07X1718+14.91X1719+7.53X1819+11.54X1920+19.71X1921+42.41X1922+8.69X2021+50.90
X2223+58.83X2224+60.01X2225+70.02X2226+105.32X2227+63.86X2228+71.64X2229+121.00X2230+39.58X2240+31.99X
2241+24.38X2242+10.80X2243+8.01X2324+15.19X2325+24.24X2326+54.60X2327+17.51X2328+23.97X2329+70.58X2330

+7.18X2425+16.23X2426+46.59X2427+12.49X2428+17.29X2429+62.57X2430+9.05X2526+39.40X2527+11.85X2528+13.10
X2529+55.43X2530+30.35X2627+16.02X2628+12.11X2629+46.39X2630+43.16X2728+35.78X2729+16.48X2730+7.79X282
9+57.84X2830+50.12X2930+33.75X3031+39.08X3032+8.67X3132+17.30X3233+24.39X3234+32.26X3235+31.88X3236+46.
83X3237+54.69X3238+62.64X3239+113.28X3240+41.61X3254+7.37X3334+15.42X3335+19.23X3336+32.57X3337+40.13X
3338+47.69X3339+96.62X3340+8.04X3435+14.30X3436+25.93X3437+33.23X3438+40.64X3439+89.11X3440+12.18X3536
+19.29X3537+26.02X3538+33.12X3539+81.09X3540+15.15X3637+23.20X3638+31.00X3639+82.13X3640+7.92X3738+15.8
4X3739+66.96X3740+7.92X3839+58.81X3840+51.15X3940+11.04X4041+18.24X4042+33.02X4043+43.99X4044+7.92X414
2+23.24X4143+15.41X4243+26.53X4445+34.52X4446+41.99X4447+49.03X4448+56.70X4449+64.38X4450+41.97X4451+5
6.98X4452+64.73X4453+103.44X4454+40.48X4462+8.06X4546+15.64X4547+22.73X4548+30.43X4549+38.15X4550+19.51
X4551+32.75X4552+40.17X4553+77.62X4554+7.58X4647+14.67X4648+22.36X4649+30.06X4650+14.33X4651+25.55X465
2+32.69X4653+69.61X4654+8.15X4748+14.78X4749+22.51X4750+12.07X4751+19.05X4752+25.71X4753+62.09X4754+7.6
9X4849+15.42X4850+14.09X4851+14.16X4852+19.72X4853+54.97X4854+7.73X4950+19.34X4951+11.93X4952+14.53X49
53+47.34X4954+25.69X5051+13.91X5052+11.93X5053+39.65X5054+15.18X5152+22.94X5153+62.34X5154+7.76X5253+4
7.23X5254+39.58X5354+7.27X5556+14.91X5557+22.68X5558+32.41X5559+46.71X5560+54.08X5561+78.22X5562+7.63X5
657+15.40X5658+25.70X5659+39.68X5660+46.99X5661+70.97X5662+7.76X5758+19.05X5759+32.38X5760+39.59X5761+

63.36X5762+13.54X5859+25.24X5860+32.23X5861+55.64X5862+14.93X5960+22.45X5961+47.77X5962+7.52X6061+32.95
X6062+25.56X6162+10.52X6263+16.94X6264+39.44X6265+7.47X6364+31.24X6365+23.91X6465+9.37X6566+23.66X6567
+37.59X6568+26.62X6569+34.38X6570+42.25X6571+82.87X6572+15.28X6667+30.24X6668+15.90X6768+78.23X6872+80.
96X6877+7.89X6970+15.80X6971+57.05X6972+7.91X7071+49.20X7072+41.39X7172+37.20X7273+29.50X7274+22.00X72
75+14.94X7276+4.94X7277+7.85X7374+15.61X7375+23.18X7376+7.76X7475+15.33X7476+7.56X7576



S.T.

X0102>=1
X0211+X1112+X1113+X1114+X1115>=2
X0212+X1112+X1213+X1214+X1215>=2
X0102+X0203+X0211+X0212+X0213+X0214+X0215+X0230>=2
X0213+X1113+X1213+X1314+X1315>=2
X0214+X1114+X1214+X1314+X1415>=2
X0203+X0304+X0305+X0306+X0307+X0308+X0309+X0310>=2
X0215+X1115+X1215+X1315+X1415+X1516+X1517+X1518+X1519>=2
X0304+X0405+X0406+X0407+X0408+X0409+X0410>=2
X1516+X1617+X1618+X1619>=2
X0305+X0405+X0506+X0507+X0508+X0509+X0510>=2
X1517+X1617+X1718+X1719>=2
X0306+X0406+X0506+X0607+X0608+X0609+X0610>=2
X1518+X1618+X1718+X1819>=2
X0307+X0407+X0507+X0607+X0708+X0709+X0710>=2
X1519+X1619+X1719+X1819+X1920+X1921+X1922>=2
X0308+X0408+X0508+X0608+X0708+X0809+X0810>=2
X1920+X2021>=2
X0309+X0409+X0509+X0609+X0709+X0809+X0910>=2
X1921+X2021>=2
X0310+X0410+X0510+X0610+X0710+X0810+X0910+X1054+X1055+X1056+X1057+X1058+X1059+X1060+X1061+X1062+X1072+X1073+X1074+X1075+X1076>=2
X1922+X2223+X2224+X2225+X2226+X2227+X2228+X2229+X2230+X2240+X2241+X2242+X2243>=2

X2223+X2324+X2325+X2326+X2327+X2328+X2329+X23
30>=2 X0230+X2230+X2330+X2430+X2530+X2630+X2730+X28
30+X2930+X3031+X3032>=2

X2224+X2324+X2425+X2426+X2427+X2428+X2429+X24
30>=2 X3031+X3132>=2

X2225+X2325+X2425+X2526+X2527+X2528+X2529+X25
38+X3239+X3240+X3254>=2

30>=2 X3233+X3334+X3335+X3336+X3337+X3338+X3339+X33
40>=2

X2226+X2326+X2426+X2526+X2627+X2628+X2629+X26
40>=2 X3234+X3334+X3435+X3436+X3437+X3438+X3439+X34
40>=2

X2227+X2327+X2427+X2527+X2627+X2728+X2729+X27
40>=2 X3235+X3335+X3435+X3536+X3537+X3538+X3539+X35
40>=2

X2228+X2328+X2428+X2528+X2628+X2728+X2829+X28
40>=2 X3236+X3336+X3436+X3536+X3637+X3638+X3639+X36
40>=2

X2229+X2329+X2429+X2529+X2629+X2729+X2829+X29
40>=2 X3237+X3337+X3437+X3537+X3637+X3738+X3739+X37
40>=2

X3238+X3338+X3438+X3538+X3638+X3738+X3839+X38
40>=2 X4447+X4547+X4647+X4748+X4749+X4750+X4751+X47
52+X4753+X4754>=2

X3239+X3339+X3439+X3539+X3639+X3739+X3839+X39
40>=2 X4448+X4548+X4648+X4748+X4849+X4850+X4851+X48
52+X4853+X4854>=2

X2240+X3240+X3340+X3440+X3540+X3640+X3740+X38
40+X3940+X4041+X4042+X4043+X4044>=2 X4449+X4549+X4649+X4749+X4849+X4950+X4951+X49
52+X4953+X4954>=2

X2241+X4041+X4142+X4143>=2 X4450+X4550+X4650+X4750+X4850+X4950+X5051+X50
52+X5053+X5054>=2

X2242+X4042+X4142+X4243>=2 X4451+X4551+X4651+X4751+X4851+X4951+X5051+X51
52+X5153+X5154>=2

X2243+X4043+X4143+X4243>=2 X4452+X4552+X4652+X4752+X4852+X4952+X5052+X51
52+X5253+X5254>=2

X4044+X4445+X4446+X4447+X4448+X4449+X4450+X44
51+X4452+X4453+X4454+X4462>=2 X4453+X4553+X4653+X4753+X4853+X4953+X5053+X51
52+X5253+X5254>=2

X4445+X4546+X4547+X4548+X4549+X4550+X4551+X45
52+X4553+X4554>=2 X4453+X4553+X4653+X4753+X4853+X4953+X5053+X51
52+X5253+X5254>=2

X4446+X4546+X4647+X4648+X4649+X4650+X4651+X46
52+X4653+X4654>=2 X4453+X4553+X4653+X4753+X4853+X4953+X5053+X51
52+X5253+X5254>=2

X1054+X3254+X4454+X4554+X4654+X4754+X4854+X49
54+X5054+X5154+X5254+X5354>=2
62>=2
X1055+X5556+X5557+X5558+X5559+X5560+X5561+X55
62>=2
X1056+X5556+X5657+X5658+X5659+X5660+X5661+X56
62>=2
X1057+X5557+X5657+X5758+X5759+X5760+X5761+X57
62>=2
X1058+X5558+X5658+X5758+X5859+X5860+X5861+X58
62>=2
X1059+X5559+X5659+X5759+X5859+X5960+X5961+X59
62>=2
X1060+X5560+X5660+X5760+X5860+X5960+X6061+X60
62>=2
X1061+X5561+X5661+X5761+X5861+X5961+X6061+X61
62>=2
X1062+X4462+X5562+X5662+X5762+X5862+X5962+X60
62+X6162+X6263+X6264+X6265>=2
X6263+X6364+X6365>=2
X6264+X6364+X6465>=2
X6265+X6365+X6465+X6566+X6567+X6568+X6569+X65
70+X6571+X6572>=2
X6566+X6667+X6668>=2
X6567+X6667+X6768>=2
X6568+X6668+X6768+X6872+X6877>=2
X6569+X6970+X6971+X6972>=2
X6570+X6970+X7071+X7072>=2
X6571+X6971+X7071+X7172>=2

X1072+X6572+X6972+X7072+X7172+X7273+X7274+X72

75+X7276+X7277>=2

X1073+X7273+X7374+X7375+X7376>=2

X1074+X7274+X7374+X7475+X7476>=2

X1075+X7275+X7375+X7475+X7576>=2

X1076+X7276+X7376+X7476+X7576>=2

X6877+X7277>=2



RUTA		ARCOS SUGERIDOS																			
8	X0102	X0203	X0304	X0405	X0506	X0507	X0607	X0809	X0810	X0910	X1112	X1113	X1213	X1314							
	X1415	X1516	X1617	X1718	X1819	X1920	X2021	X2122	X2223	X2324	X2334	X2425	X2526	X2627							
	X2728	X2729	X2829	X3031	X3033	X3132	X3233	X3435	X3536	X3543	X3637	X3738	X3839	X3940							
	X4041	X4142	X4249	X4263	X4346	X4445	X4450	X4553	X4647	X4748	X4849	X4862	X5051	X5152							
	X5261	X5262	X5354	X5455	X5556	X5657	X5758	X5859	X5960	X6061	X6364	X6465	X6568	X6667							
9	X6668	X6770	X6869	X6970	X7179	X7180	X7273	X7274	X7378	X7475	X7576	X7677	X7778	X7980							
	X0106	X0203	X0204	X0305	X0405	X0607	X0708	X0809	X0814	X0910	X1011	X1112	X1213	X1314							
	X1516	X1546	X1617	X1718	X1819	X1920	X2021	X2122	X2223	X2334	X2425	X2427	X2526	X2527							
	X2628	X2829	X2930	X3031	X3132	X3235	X3334	X3345	X3536	X3644	X3738	X3739	X3740	X3839							
	X4041	X4142	X4243	X4258	X4344																
10A	X0102	X0203	X0304	X0405	X0506	X0607	X0708	X0809	X0911	X1014	X1019	X1112	X1213	X1315							
	X1415	X1617	X1618	X1718	X1920	X2021	X2122	X2223	X2324	X2425	X2526	X2627	X2728	X2829							
	X2830	X2930																			
10B	X0110	X0213	X0214	X0309	X0322	X0405	X0406	X0506	X0607	X0708	X0809	X1011	X1112	X1226							
	X1314	X1516	X1517	X1617	X1819	X1820	X1920	X2125	X2129	X2223	X2324	X2425	X2627	X2728							
	X2834	X2930	X3031	X3132	X3233	X3334															
11A	X0102	X0203	X0204	X0206	X0305	X0405	X0607	X0709	X0815	X0816	X0910	X1011	X1112	X1213							
	X1314	X1421	X1517	X1617	X1819	X1822	X1920	X2021	X2223	X2324	X2425	X2526									
	X0102	X0203	X0304	X0405	X0506	X0607	X0708	X0810	X0910	X0911	X1112	X1216	X1314	X1315							
11B	X1415	X1617	X1718	X1819	X1920	X2021	X2025	X2122	X2223	X2324	X2526	X2628	X2728	X2729							
	X2829																				
12	X0102	X0204	X0306	X0307	X0412	X0514	X0515	X0607	X0708	X0809	X0910	X1011	X1136	X1213							
	X1318	X1321	X1416	X1516	X1721	X1722	X1819	X1920	X2032	X2223	X2324	X2428	X2526	X2527							
	X2627	X2829	X2931	X2956	X3031	X3035	X3233	X3334	X3435	X3637	X3738	X3839	X3940	X4041							
	X4142	X4243	X4344	X4445	X4446	X4546	X4748	X4751	X4852	X4950	X4954	X5055	X5152	X5253							
	X5354	X5557	X5657	X5859	X5860																
13	X0102	X0203	X0304	X0405	X0506	X0607	X0712	X0809	X0813	X0910	X0911	X1011	X1217	X1318							
	X1415	X1416	X1516	X1723	X1819	X1920	X2021	X2125	X2223	X2224	X2436	X2526	X2627	X2728							
	X2829	X2935	X3031	X3034	X3132	X3233	X3334	X3538	X3637	X3738											

RUTA		ARCOS SUGERIDOS															
14	X0102	X0222	X0304	X0305	X0405	X0506	X0607	X0708	X0810	X0910	X0911	X1112	X1321	X1325			
	X1415	X1416	X1516	X1718	X1719	X1819	X2021	X2022	X2326	X2330	X2425	X2429	X2630	X2728			
	X2729	X2829	X3132	X3151	X3233	X3334	X3435	X3536	X3652	X3738	X3752	X3846	X3949	X3950			
	X4041	X4042	X4142	X4243	X4344	X4445	X4548	X4647	X4748	X4950							
15	X0102	X0103	X0203	X0406	X0409	X0540	X0541	X0607	X0708	X0809	X0910	X1011	X1112	X1213			
	X1314	X1416	X1417	X1418	X1519	X1520	X1617	X1819	X2021	X2122	X2231	X2324	X2327	X2425			
	X2526	X2630	X2728	X2829	X2930	X3132	X3233	X3334	X3435	X3536	X3637	X3738	X3839	X3940			
	X4142	X4243	X4344	X4445	X4546	X4547	X4647	X4849	X4851	X4950	X5051						
16	X0102	X0203	X0304	X0407	X0506	X0508	X0609	X0708	X0809	X1054	X1073	X1112	X1113	X1213			
	X1314	X1415	X1516	X1617	X1718	X1819	X1920	X1921	X2021	X2240	X2243	X2324	X2328	X2425			
	X2526	X2627	X2629	X2730	X2829	X3031	X3132	X3254	X3334	X3336	X3435	X3536	X3738	X3739			
	X3839	X4041	X4142	X4243	X4445	X4446	X4546	X4748	X4751	X4849	X4950	X5053	X5152	X5253			
	X5556	X5557	X5657	X5758	X5859	X5960	X6061	X6162	X6263	X6364	X6465	X6566	X6667	X6768			
	X6877	X6970	X6971	X7071	X7276	X7277	X7374	X7475	X7576								

Anexo 8: Solución en LINDO

RUTA	1	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	1825.25
Variable	Value	Reduced Cost	
0102	1	39.54	
0103	0	74.84	
0104	0	104.23	
0203	1	38.81	
0305	1	56.29	
0407	1	59.74	
0408	1	110.86	
0506	1	16.58	
0507	0	52.37	
0510	1	41.11	
0511	1	49.77	
0527	0	119.44	
0607	1	38.44	
0709	0	97.06	
0712	0	59.98	
0713	0	70.03	
0714	0	80.68	
0715	0	118.14	
0809	1	39.47	
0916	1	62.13	
0917	0	72.23	
0918	0	82.24	
0919	0	103.12	
0920	0	123.86	
1011	1	15.37	
1027	0	79.54	
1127	0	69.81	
Variable	Value	Reduced Cost	
1213	1	10.12	
1214	1	20.79	
1215	0	58.98	
1314	1	10.67	
1315	0	48.92	
1415	0	38.43	
1521	1	29.67	
1526	1	23.10	
1527	0	51.23	
1617	1	10.14	
1618	0	20.19	
1619	0	41.11	
1620	0	63.40	
1718	1	10.04	
1719	0	30.97	
1720	0	53.28	
1819	1	20.92	
1820	0	43.28	
1920	1	22.60	
2021	0	54.35	
2022	1	12.16	
2023	0	28.76	
2024	0	53.91	
2025	0	47.69	
2131	1	43.67	
2223	1	24.82	
2224	0	46.82	
Variable	Value	Reduced Cost	
2225	0	38.28	
2324	1	26.98	
2325	1	24.67	
2425	1	11.77	
2435	0	69.85	
2627	1	28.37	
2729	1	49.89	
2930	1	41.02	
2931	0	80.71	
3031	1	38.66	
3132	1	27.06	
3133	0	135.98	
3139	1	51.18	
3233	1	108.92	
3334	1	15.88	
3335	0	51.97	
3336	1	17.10	
3337	0	49.72	
3435	1	38.10	
3540	1	58.84	
3637	1	33.79	
3738	1	40.71	
3739	0	87.50	
3746	0	44.87	
3839	1	50.80	
4042	1	62.49	
4043	0	71.00	
Variable	Value	Reduced Cost	
4044	0	100.85	
4045	0	100.48	
4046	0	131.39	
4243	1	9.28	
4244	0	39.28	
4245	0	40.99	
4246	0	70.71	
4344	1	30.00	
4345	0	32.37	
4346	0	61.56	
4445	1	12.24	
4446	0	32.14	
4546	1	31.16	
4647	1	32.95	
4648	1	57.34	
4849	1	51.37	
4950	1	28.39	
4951	0	38.22	
4952	0	47.76	
5051	1	10.09	
5052	0	32.71	
5152	1	29.39	

RUTA	2	OBJECTIVE FUNCTION VALUE		2126.59
Variable	Value	Reduced Cost	Variable Value	Reduced Cost
0102	1	38.21	1617	36.04
0203	0	51.24	1618	13.39
0206	1	101.21	1619	30.98
0304	1	37.39	1819	18.33
0305	1	41.39	2021	60.84
0307	0	97.81	2122	157.10
0405	1	9.90	2123	67.46
0407	0	60.67	2225	67.17
0507	0	50.80	2324	104.36
0607	1	52.34	2326	63.76
0621	0	117.51	2327	21.93
0708	1	41.81	2328	26.15
0809	0	52.38	2329	40.50
0817	1	26.02	2330	44.24
0910	1	31.69	2331	53.37
0911	1	46.52	2332	83.62
0912	0	88.58	2425	56.87
1011	0	19.72	2433	76.13
1012	1	58.86	2544	134.45
1112	1	41.62	2545	99.79
1213	0	49.46	2546	61.74
1314	1	26.88	2547	42.84
1320	1	27.34	2548	94.32
1321	0	87.40	2634	156.25
1415	1	40.28	2728	17.19
1417	0	38.80	2729	19.29
1516	0	41.52	2730	28.66
1518	0	29.63	2731	36.54
1519	1	11.72	2732	63.62
Variable	Value	Reduced Cost	Variable Value	Reduced Cost
2829	1	22.38	2829	22.38
2830	0	18.58	2830	18.58
2831	0	27.86	2831	27.86
2832	0	59.86	2832	59.86
2930	1	17.62	2930	17.62
2931	0	51.58	2931	51.58
2932	0	45.11	2932	45.11
3031	1	9.28	3031	9.28
3032	0	41.49	3032	41.49
3132	1	32.11	3132	32.11
3233	0	108.82	3233	108.82
3235	1	32.65	3235	32.65
3236	0	68.07	3236	68.07
3341	1	65.65	3341	65.65
3436	1	69.2	3436	69.2
3536	1	37.57	3536	37.57
3637	0	36.65	3637	36.65
3638	0	56.53	3638	56.53
3639	0	73.40	3639	73.40
3641	0	108.01	3641	108.01
3738	1	19.83	3738	19.83
3739	1	35.76	3739	35.76
3839	1	16.60	3839	16.60
3940	1	113.63	3940	113.63
4041	1	68.45	4041	68.45
4142	0	38.42	4142	38.42
4143	0	36.60	4143	36.60
4144	0	55.00	4144	55.00
4243	1	17.73	4243	17.73
4244	1	19.25	4244	19.25
4344	1	21.02	4344	21.02
4445	0	36.28	4445	36.28
4446	0	74.16	4446	74.16
4447	0	93.21	4447	93.21
4448	0	48.81	4448	48.81
4546	1	38.13	4546	38.13
4547	0	57.19	4547	57.19
4548	1	28.62	4548	28.62
4647	1	20.34	4647	20.34
4648	0	40.78	4648	40.78
4748	1	56.59	4748	56.59

RUTA	4	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	1651.76
Variable	Value	Reduced Cost	Variable Value Reduced Cost
0102	1	46.75	0912 0 38.12
0203	1	24.45	0913 0 44.29
0204	0	43.56	0914 0 56.87
0205	0	42.34	0915 0 76.12
0206	0	101.23	1011 1 8.50
0208	0	57.18	1012 0 36.71
0304	1	24.60	1013 0 48.00
0305	1	18.33	1014 0 56.49
0306	0	78.31	1015 0 78.01
0405	1	15.21	1112 1 28.20
0406	0	58.74	1113 0 40.12
0506	0	60.14	1114 0 48.00
0607	1	55.53	1115 0 69.56
0615	0	57.91	1213 1 16.79
0616	0	52.57	1214 0 19.78
0617	1	37.07	1215 0 41.65
0725	1	120.00	1314 1 17.63
0809	1	23.58	1315 0 32.05
0810	0	22.59	1415 1 22.67
0811	0	30.59	1516 1 9.91
0812	0	58.16	1517 0 23.22
0813	0	67.09	1523 0 63.45
0814	0	77.81	1617 1 21.91
0815	0	98.39	1819 1 25.60
0818	1	38.76	1920 0 23.20
0819	0	62.42	1921 0 62.42
0910	1	15.62	1922 1 16.65
0911	0	16.86	1923 0 99.34
Variable	Value	Reduced Cost	Variable Value Reduced Cost
2021	1	39.77	2746 0 40.61
2022	1	19.62	2747 0 31.55
2023	0	77.23	2748 0 41.18
2122	0	52.28	2829 1 8.63
2123	1	38.34	2830 0 17.98
2223	0	87.21	2831 0 20.06
2324	1	25.36	2832 0 58.42
2325	0	56.14	2833 0 69.30
2326	1	112.93	2834 1 15.13
2425	1	32.38	2835 0 30.80
2528	0	39.26	2836 0 48.09
2529	0	47.85	2837 0 58.06
2530	0	57.15	2838 0 69.08
2531	0	67.21	2839 0 89.94
2532	0	97.51	2840 0 171.91
2533	0	108.4	2930 0 9.35
2534	0	47.95	2931 0 19.43
2535	0	67.51	2932 0 49.748
2536	0	85.68	2933 0 60.67
2537	0	96	2934 1 12.72
2538	0	107.2	2935 0 23.25
2539	0	128.25	2936 0 39.86
2540	0	210.72	2937 0 49.67
2627	1	94.86	2938 0 60.63
2740	0	51.84	2939 0 84.41
2741	1	99.22	2940 0 163.28
2744	0	74.24	3031 1 10.08
2745	0	51.18	3032 0 40.43

RUTA	4	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE			1651.76		
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
3033	0	51.32	3337	0	17.84	4142	1	73.65
3034	0	15.87	3338	0	12.88	4243	1	43.25
3035	1	16.17	3339	1	23.68	4244	0	94.36
3036	0	31.13	3340	0	102.74	4344	1	52.59
3037	0	40.64	3435	0	19.74	4445	0	25.55
3038	0	51.49	3436	0	37.98	4446	0	35.47
3039	0	72.17	3437	0	48.40	4447	0	44.40
3040	0	153.94	3438	0	59.62	4448	0	34.57
3132	0	30.35	3439	0	80.69	4449	0	73.08
3133	0	41.24	3440	0	163.47	4452	1	20.23
3134	0	23.44	3536	0	18.24	4453	1	29.10
3135	1	12.71	3537	0	28.65	4546	1	10.64
3136	0	22.39	3538	0	39.87	4547	0	19.85
3137	0	31.21	3539	0	60.95	4548	1	19.32
3138	0	41.80	3540	0	143.73	4647	1	9.21
3139	0	62.29	3637	1	10.43	4648	0	15.84
3140	0	143.88	3638	0	21.63	4748	1	18.34
3233	1	10.89	3639	0	42.70	4950	1	38.95
3234	0	51.66	3640	0	125.52	4951	0	48.10
3235	0	32.90	3738	1	11.22	5051	1	9.20
3236	1	17.74	3739	0	32.29	5253	1	9.02
3237	0	12.47	3740	0	115.08			
3238	0	15.73	3839	1	21.07			
3239	0	33.17	3840	0	103.88			
3240	0	113.58	3940	0	82.85			
3334	0	62.34	4049	1	72.17			
3335	0	43.23	4050	0	34.45			
3336	0	26.55	4051	1	25.38			

RUTA	5	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE			1085.33		
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
0102	1	59.01	1213	1	15.70	2934	0	48.39
0103	0	64.29	1214	0	30.83	3031	1	12.21
0220	0	59.58	1314	0	22.29	3132	1	28.76
0221	1	39.18	1415	1	29.27	3133	1	30.28
0304	0	18.19	1416	1	31.76	3134	0	89.28
0305	0	28.64	1617	1	34.48	3233	1	10.52
0306	0	36.62	1719	0	105.38	3234	0	60.74
0319	1	73.27	1724	1	34.48	3334	0	59.18
0320	1	54.12	1922	1	42.25	3435	1	20.73
0405	1	11.12	2021	1	21.65	3436	1	20.87
0406	1	26.14	2022	0	76.42	3437	1	30.62
0506	1	20.44	2223	1	47.78	3637	1	9.90
0607	0	76.64	2224	0	100.35			
0708	1	28.19	2229	0	50.62			
0709	1	39.08	2324	1	53.18			
0710	0	258.03	2425	0	51.77			
0714	0	54.81	2526	0	50.91			
0715	1	32.98	2527	0	58.08			
0809	1	11.64	2528	0	71.44			
0810	0	226.50	2529	0	91.39			
0910	0	215.00	2530	1	38.37			
1011	1	8.20	2531	1	47.43			
1012	0	14.71	2627	1	14.96			
1013	1	21.78	2628	1	20.62			
1014	0	42.67	2629	0	41.42			
1112	1	8.70	2728	0	18.87			
1113	0	21.42	2729	1	34.31			
1114	0	39.51	2829	1	21.35			

RUTA	7	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE		
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
2830	1	26.29	4142	1	18.65
2931	1	55.36	4344	1	38.46
3032	1	58.15	4345	1	140.32
3132	0	151.65	4445	1	103.36
3133	1	59.95	4650	1	17.77
3134	1	29.18	4748	1	10.21
3135	0	49.70	4749	1	14.25
3233	1	92.2	4849	1	13.64
3237	1	52.41			
3435	1	23.97			
3536	1	35.82			
3543	0	22.03			
3637	0	122.73			
3638	0	114.05			
3639	0	64.43			
3640	0	54.14			
3641	0	44.02			
3642	1	26.03			
3738	1	111.99			
3839	1	49.82			
3840	0	60.08			
3841	0	70.24			
3842	0	88.77			
3940	1	10.40			
3941	0	20.68			
3942	0	39.33			
4041	1	10.28			
4042	0	28.91			

RUTA	8	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE		1822.30
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
0102	1	38.86	1113	1	16.60
0203	1	24.03	1114	0	22.81
0204	0	51.37	1115	0	45.92
0205	0	58.37	1213	1	12.37
0206	0	72.42	1214	0	12.19
0207	0	79.23	1215	0	38.14
0208	0	62.57	1314	1	7.96
0304	1	28.47	1315	0	33.81
0305	0	35.34	1415	1	25.90
0306	0	49.49	1516	1	34.01
0307	0	55.97	1517	0	55.61
0405	1	7.02	1617	1	23.20
0406	0	21.05	1718	1	52.46
0407	0	27.86	1719	0	83.31
0506	1	14.07	1720	0	109.57
0507	1	20.88	1819	1	30.98
0607	1	6.81	1820	0	57.76
0809	1	16.24	1920	1	27.10
0810	1	50.76	2021	1	34.58
0824	0	146.81	2022	0	43.24
0910	1	35.24	2023	0	75.73
1011	0	71.25	2122	1	8.85
1012	0	79.16	2123	0	42.42
1013	0	82.40	2223	1	33.66
1014	0	90.35	2324	1	52.83
1015	0	115.93	2329	0	41.01
1020	0	66.45	2334	1	34.27
1112	1	7.90	2335	0	56.43
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
2425	1	77.74	2425	1	77.74
2526	1	50.85	2526	1	50.85
2627	1	19.78	2627	1	19.78
2628	0	26.25	2628	0	26.25
2629	0	47.07	2629	0	47.07
2630	0	47.25	2630	0	47.25
2728	1	7.31	2728	1	7.31
2729	1	30.64	2729	1	30.64
2829	1	23.50	2829	1	23.50
2933	0	44.10	2933	0	44.10
3031	1	21.78	3031	1	21.78
3032	0	51.66	3032	0	51.66
3033	1	60.59	3033	1	60.59
3132	1	30.31	3132	1	30.31
3133	0	40.01	3133	0	40.01
3233	1	10.88	3233	1	10.88
3435	1	22.31	3435	1	22.31
3536	1	25.25	3536	1	25.25
3537	0	31.21	3537	0	31.21
3543	1	23.34	3543	1	23.34
3637	1	8.56	3637	1	8.56
3738	1	29.31	3738	1	29.31
3739	0	47.24	3739	0	47.24
3740	0	65.34	3740	0	65.34
3741	0	92.02	3741	0	92.02
3742	0	102.53	3742	0	102.53
3839	1	18.12	3839	1	18.12
3840	0	36.31	3840	0	36.31
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
3841	0	63.04	3841	0	63.04
3842	0	73.89	3842	0	73.89
3940	1	18.19	3940	1	18.19
3941	0	44.92	3941	0	44.92
3942	0	55.84	3942	0	55.84
4041	1	26.73	4041	1	26.73
4042	0	38.59	4042	0	38.59
4142	1	11.20	4142	1	11.20
4248	0	41.63	4248	0	41.63
4249	1	23.76	4249	1	23.76
4263	1	8.42	4263	1	8.42
4264	0	15.56	4264	0	15.56
4265	0	31.81	4265	0	31.81
4266	0	48.52	4266	0	48.52
4267	0	57.71	4267	0	57.71
4268	0	44.76	4268	0	44.76
4269	0	52.78	4269	0	52.78
4270	0	60.83	4270	0	60.83
4271	0	77.42	4271	0	77.42
4344	0	44.23	4344	0	44.23
4346	1	18.50	4346	1	18.50
4347	0	56.56	4347	0	56.56
4348	0	84.48	4348	0	84.48
4445	1	32.53	4445	1	32.53
4450	1	26.3	4450	1	26.3
4451	0	50.09	4451	0	50.09
4452	0	81.6	4452	0	81.6
4553	1	35.86	4553	1	35.86

RUTA	8	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	1822.30		
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
4554	0	43.58	5356	0	32.07
4555	0	59.23	5357	0	51.62
4556	0	57.12	5455	1	16.02
4557	0	86.05	5456	0	24.03
4647	1	39.84	5457	0	43.60
4648	0	66.66	5556	1	8.00
4748	1	29.21	5557	0	27.63
4849	1	19.63	5657	1	19.69
4852	0	35.25	5758	1	11.44
4862	1	27.15	5759	0	18.89
4872	0	34.38	5760	0	26.50
4873	0	66.25	5761	0	34.48
4874	0	52.81	5859	1	8.17
4875	0	60.45	5860	0	16.11
4876	0	68.57	5861	0	24.24
4877	0	76.63	5960	1	7.93
4878	0	84.48	5961	0	16.28
5051	1	23.91	6061	1	8.12
5052	0	55.73	6364	1	8.40
5152	1	31.95	6365	0	25.18
5257	0	40.61	6366	0	42.03
5258	0	32.37	6367	0	51.24
5259	0	24.78	6368	0	39.68
5260	0	17.81	6369	0	47.54
5261	1	12.17	6370	0	55.47
5262	1	13.64	6371	0	71.47
5354	1	8.04	6465	1	16.77
5355	0	24.06	6466	0	33.62
			6467	0	42.84
			6468	0	31.53
			6469	0	39.30
			6470	0	47.18
			6471	0	63.08
			6566	0	16.85
			6567	0	26.06
			6568	1	16.37
			6569	0	23.42
			6570	0	30.99
			6571	0	46.37
			6667	1	9.21
			6668	1	10.52
			6669	0	10.99
			6670	0	16.15
			6671	0	29.74
			6768	0	16.38
			6769	0	11.43
			6770	1	11.06
			6771	0	20.84
			6869	1	8.03
			6870	0	16.10
			6871	0	33.14
			6970	1	8.06
			6971	0	25.23
			7071	0	17.38
			7178	0	45.41
			7179	1	9.79
			7180	1	17.05
			7273	1	32.18
			7274	1	22.09
			7275	0	28.90
			7276	0	36.52
			7277	0	44.27
			7278	0	51.09
			7374	0	17.65
			7375	0	12.86
			7376	0	11.83
			7377	0	15.69
			7378	1	19.50
			7475	1	7.67
			7476	0	15.81
			7477	0	23.89
			7478	0	32.38
			7576	1	8.13
			7577	0	16.21
			7578	0	2.06
			7677	1	8.07
			7678	0	17.03
			7778	1	9.78
			7879	0	38.18
			7880	0	30.46
			7980	1	7.90

RUTA	9	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE		2127.44
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
0102	0	31.58	1415	0	50.95
0103	0	56.19	1516	1	29.00
0104	0	56.81	1517	0	32.04
0105	0	86.84	1518	0	71.86
0106	1	21.15	1519	0	80.41
0107	0	30.36	1546	1	63.69
0108	0	50.16	1617	1	14.01
0203	1	24.76	1618	0	44.14
0204	1	27.87	1619	0	53.00
0205	0	56.06	1718	1	39.42
0304	0	12.07	1719	0	49.70
0305	1	32.91	1819	1	10.56
0405	1	30.83	1920	1	13.81
0510	0	49.08	1921	0	23.37
0607	1	9.43	1922	0	19.78
0608	0	30.36	1923	0	48.84
0708	1	21.19	2021	1	11.26
0809	1	54.23	2022	0	15.45
0810	0	84.48	2023	0	38.65
0814	1	47.85	2122	1	12.38
0910	1	31.10	2123	0	27.73
1011	1	20.07	2223	1	30.61
1112	1	26.74	2324	0	40.81
1129	0	50.10	2325	0	50.51
1213	1	30.15	2326	0	50.52
1214	0	82.13	2327	0	41.29
1219	0	49.40	2328	0	60.27
1314	1	52.35	2329	0	78.28
			Variable	Value	Reduced Cost
			2333	0	41.32
			2334	1	19.10
			2425	1	10.22
			2426	0	10.23
			2427	1	10.60
			2428	0	22.66
			2429	0	38.63
			2526	1	0.01
			2527	1	14.65
			2528	0	14.50
			2529	0	28.55
			2627	0	14.66
			2628	1	14.51
			2629	0	28.54
			2728	0	19.82
			2729	0	38.44
			2829	1	19.00
			2930	1	48.32
			3031	1	28.72
			3032	0	55.65
			3037	0	75.68
			3132	1	27.10
			3233	0	25.27
			3235	1	55.08
			3236	0	73.38
			3334	1	25.64
			3345	1	35.70
			3536	1	18.85
			Variable	Value	Reduced Cost
			3637	0	58.16
			3644	1	47.82
			3738	1	49.04
			3739	1	35.30
			3740	1	51.30
			3839	1	17.48
			4041	1	71.72
			4042	0	95.20
			4142	1	24.44
			4243	1	17.54
			4244	0	48.49
			4258	1	69.78
			4344	1	31.57
			4445	0	84.83
			4546	0	173.15
			4547	0	60.83
			4548	0	51.18
			4549	0	45.68
			4556	1	49.80
			4647	0	114.37
			4648	0	124.11
			4649	0	128.63
			4650	1	52.25
			4748	1	9.78
			4749	1	20.36
			4849	1	14.87
			5051	1	51.78
			5052	0	77.89

RUTA	9	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	2127.44
Variable	Value	Reduced Cost	Variable Value Reduced Cost
5053	0	104.74	5962 0 73.82
5054	0	136.36	5966 0 73.89
5055	0	179.27	6061 1 32.09
5152	1	29.29	6062 0 55.38
5153	0	54.69	6162 1 22.45
5154	0	85.73	6465 1 33.91
5155	0	127.93	6566 1 52.60
5253	1	26.93	6667 1 21.78
5254	0	58.63	
5255	0	102.04	
5354	1	31.70	
5355	0	75.23	
5455	1	43.78	
5556	0	49.80	
5557	0	40.39	
5559	0	95.43	
5560	0	77.69	
5561	0	44.60	
5562	1	22.31	
5563	1	22.46	
5564	1	74.80	
5657	1	13.95	
5658	0	120.12	
5663	0	27.87	
5763	1	21.45	
5859	1	60.04	
5960	1	20.20	
5961	0	51.59	

RUTA	10.1	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	Variable		Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost					
			e	e																
0102	1	46.93	0708	1	37.98	1718	1	6.79	2729	0	38.84	0107	0	167.33	0913	0	62.53	1924	0	88.21
0103	0	57.73	0809	1	24.31	1920	1	27.28	2730	0	81.26	0108	0	204.57	0910	0	31.41	1925	0	149.63
0104	0	88.93	0910	0	31.41	1921	0	45.08	2829	1	29.28	0125	0	65.26	0911	1	31.48	2021	1	20.93
0105	0	111.55	0911	1	31.48	1922	0	55.13	2830	1	81.70	0203	1	10.98	0912	0	39.24	2022	0	29.37
0106	0	145.34	0912	0	39.24	1923	0	80.90	2930	1	42.41	0204	0	42.43	1015	0	36.54	2023	0	53.61
0107	0	167.33	0913	0	62.53	1924	0	88.21				0205	0	65.07	1019	1	31.70	2024	0	61.36
0108	0	204.57	1014	1	12.94	1925	0	149.63				0206	0	98.67	1020	0	58.65	2025	0	122.35
0125	0	65.26	1015	0	36.54	2021	1	20.93				0207	0	121.03	1021	0	74.21	2026	0	107.47
0203	1	10.98	1019	1	31.70	2022	0	29.37				0208	0	158.61	1022	0	84.78	2027	0	10.71
0204	0	42.43	1020	0	58.65	2023	0	53.61				0304	1	31.45	1023	0	112.07	2028	0	40.44
0205	0	65.07	1021	0	74.21	2024	0	61.36				0305	0	54.09	1024	0	118.41	2029	0	62.25
0206	0	98.67	1022	0	84.78	2025	0	122.35				0306	0	87.69	1025	0	180.68	2630	0	104.58
0207	0	121.03	1023	0	112.07	2026	0	107.47				0307	0	110.05	1026	0	7.74	2728	1	9.55
0208	0	158.61	1024	0	118.41	2027	0	40.44				0308	0	147.64	1027	0	32.01			
0304	1	31.45	1025	0	180.68	2028	0	107.47				0405	1	22.65	1028	0	7.74			
0305	0	54.09	1026	0	7.74	2029	0	62.25				0406	0	56.24	1029	0	30.24			
0306	0	87.69	1027	0	32.01	2024	1	30.24				0407	0	78.56	1030	0	33.70			
0307	0	110.05	1030	0	33.70	2025	0	33.70				0408	0	116.21	1031	0	30.24			
0308	0	147.64	1031	0	30.27	2026	0	96.76				0506	1	33.60	1032	0	33.70			
0405	1	22.65	1032	0	96.76	2027	0	14.24				0507	0	55.96	1033	0	107.47			
0406	0	56.24	1033	0	14.24	2028	0	68.73				0508	0	93.67	1034	0	68.73			
0407	0	78.56	1034	0	68.73	2029	0	62.25				0607	1	22.35	1035	0	63.39			
0408	0	116.21	1035	0	63.39	2030	0	104.58				0608	0	60.18	1036	0	48.13			
0506	1	33.60	1036	0	48.13	2031	0	23.92							1037	0	48.13			
0507	0	55.96	1037	0	23.92	2032	0	23.92							1038	0	48.13			
0508	0	93.67	1038	0	23.92	2033	0	23.92							1039	0	48.13			
0607	1	22.35	1039	0	23.92	2034	0	23.92							1040	0	48.13			
0608	0	60.18	1040	0	23.92	2035	0	23.92							1041	0	48.13			
			1630	0	85.54	2036	0	23.92							1042	0	48.13			
						2728	1	9.55							1043	0	48.13			

RUTA	10.2	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE		1157.57
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
0102	0	59.70	0506	1	9.85
0110	1	54.13	0507	0	26.51
0111	0	63.75	0508	0	42.05
0112	0	167.15	0607	1	8.53
0203	0	57.81	0608	0	32.07
0204	0	68.29	0708	1	16.56
0205	0	73.91	0809	1	58.72
0206	0	83.75	1011	1	9.57
0207	0	98.24	1012	0	114.36
0208	0	114.97	1112	1	105.37
0213	1	42.63	1221	0	61.92
0214	1	52.71	1226	1	56.70
0215	0	72.42	1227	0	66.08
0216	0	82.46	1228	0	127.76
0217	0	92.37	1314	1	10.09
0218	0	103.53	1315	0	29.83
0219	0	111.00	1316	0	39.84
0220	0	120.91	1317	0	49.79
0221	0	166.88	1318	0	60.95
0309	1	112.20	1319	0	68.89
0322	1	21.68	1320	0	78.73
0323	0	31.29	1321	0	124.05
0324	0	79.95	1415	0	19.73
0325	0	167.25	1416	0	29.74
0405	1	11.53	1417	0	39.69
0406	1	18.30	1418	0	50.85
0407	0	29.63	1419	0	58.91
0408	0	45.92	1420	0	68.74
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
1421	0	114.26	1516	1	9.95
1516	1	9.95	1517	1	19.96
1517	1	19.96	1518	0	31.11
1518	0	31.11	1519	0	39.47
1519	0	39.47	1520	0	49.20
1520	0	49.20	1521	0	94.58
1521	0	94.58	1617	1	9.94
1617	1	9.94	1618	0	21.10
1618	0	21.10	1619	0	29.85
1619	0	29.85	1620	0	39.42
1620	0	39.42	1621	0	84.55
1621	0	84.55	1718	0	11.15
1718	0	11.15	1719	0	20.65
1719	0	20.65	1720	0	29.87
1720	0	29.87	1721	0	75.19
1721	0	75.19	1819	1	11.87
1819	1	11.87	1820	1	19.62
1820	1	19.62	1821	0	63.22
1821	0	63.22	1920	1	9.92
1920	1	9.92	1921	0	56.40
1921	0	56.40	2021	0	46.47
2021	0	46.47	2125	1	59.90
2125	1	59.90	2129	1	37.08
2129	1	37.08	2130	0	46.35
2130	0	46.35	2131	0	56.35
2131	0	56.35	2132	0	85.17
2132	0	85.17	2133	0	84.87
2133	0	84.87	Variable	Value	Reduced Cost
			2134	0	128.38
			2223	1	10.86
			2224	0	59.86
			2225	0	148.30
			2324	1	48.99
			2325	0	137.44
			2425	1	89.32
			2627	1	9.53
			2628	0	72.31
			2728	1	62.81
			2834	1	62.07
			2930	1	14.09
			2931	0	22.14
			2932	0	49.44
			2933	0	48.03
			2934	0	91.88
			3031	1	10.04
			3032	0	38.95
			3033	0	39.98
			3034	0	82.43
			3132	1	28.91
			3133	0	30.42
			3134	0	72.41
			3233	1	10.13
			3234	0	43.58
			3334	1	44.01

RUTA	11.1	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE			519.60		
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
0102	1	38.96	1014	0	51.05	2224	0	36.35
0203	1	8.95	1112	1	9.55	2324	1	28.69
0204	1	24.99	1113	0	19.82	2425	1	40.25
0205	0	9.38	1114	0	33.39	2427	0	8.02
0206	1	36.61	1213	1	12.37	2526	1	10.91
0304	0	16.18	1214	0	24.15			
0305	1	9.71	1314	1	15.08			
0405	1	21.15	1418	0	39.59			
0607	1	39.41	1419	0	23.79			
0708	0	39.41	1420	0	23.40			
0709	1	9.96	1421	1	16.14			
0710	0	18.25	1425	0	62.75			
0711	0	35.74	1516	0	15.96			
0712	0	45.24	1517	1	16.08			
0713	0	53.67	1518	0	53.28			
0714	0	68.21	1617	1	10.11			
0815	1	21.73	1618	0	41.55			
0816	1	33.96	1718	0	37.20			
0817	0	37.48	1819	1	28.26			
0818	0	74.44	1820	0	29.78			
0910	1	8.85	1821	0	37.60			
0911	0	26.71	1822	1	31.78			
0912	0	36.26	1823	0	38.29			
0913	0	45.49	1824	0	63.05			
0914	0	59.83	1920	1	12.54			
1011	1	17.85	1921	0	15.62			
1012	0	27.40	2021	1	7.96			
1013	0	36.88	2223	1	7.75			

RUTA	11.2	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE			798.16		
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
0102	1	16.69	1116	0	96.42	2528	0	121.79
0103	0	39.46	1216	1	61.87	2529	0	121.92
0104	0	62.51	1314	1	26.86	2530	0	129.16
0203	1	27.15	1315	1	33.25	2627	0	74.90
0204	0	77.84	1316	0	33.75	2628	1	74.69
0304	1	24.64	1415	1	8.35	2629	0	82.68
0405	1	40.11	1416	0	13.32	2630	0	90.07
0406	0	48.52	1516	0	8.68	2728	1	8.95
0407	0	102.15	1617	1	8.89	2729	1	12.04
0413	0	30.68	1618	0	13.86	2730	0	16.20
0414	0	52.68	1619	0	69.36	2829	1	8.05
0415	0	59.97	1620	0	65.83	2830	0	16.62
0416	0	62.82	1718	1	7.35	2930	0	16.13
0430	0	55.92	1719	0	42.11			
0506	1	20.25	1720	0	63.20			
0507	0	63.46	1819	1	35.29			
0607	1	55.66	1820	0	55.91			
0708	1	22.70	1920	1	26.54			
0709	0	32.07	2021	1	22.89			
0710	0	42.26	2022	0	31.81			
0711	0	62.77	2023	0	65.21			
0809	0	9.28	2025	1	63.34			
0810	1	19.40	2122	1	19.12			
0811	0	50.28	2123	0	46.13			
0910	1	9.43	2223	1	32.67			
0911	1	9.43	2324	1	23.64			
1011	0	21.51	2526	1	40.11			
1112	1	38.80	2527	0	114.75			

RUTA	12	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE		1856.93
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
0102	1	53.47	0811	0	74.26
0103	0	192.11	0910	1	10.01
0204	1	190.86	0911	0	44.45
0304	0	57.55	1011	1	34.86
0306	1	28.15	1120	0	56.56
0307	1	37.48	1136	1	25.35
0308	0	56.25	1137	0	44.42
0309	0	85.83	1138	0	63.98
0310	0	96.21	1139	0	73.83
0311	0	127.68	1140	0	93.56
0405	0	104.32	1141	0	103.50
0412	1	55.21	1142	0	113.64
0413	0	64.17	1143	0	133.79
0514	1	26.17	1144	0	143.55
0515	1	35.72	1145	0	153.29
0516	0	45.68	1146	0	193.71
0517	0	65.26	1213	1	13.11
0607	1	10.02	1317	0	98.38
0608	0	29.97	1318	1	13.64
0609	0	59.92	1319	0	22.20
0610	0	69.93	1320	0	66.03
0611	0	103.04	1321	1	80.58
0708	1	19.95	1415	0	9.93
0709	0	49.90	1416	1	19.57
0710	0	59.91	1417	0	40.51
0711	0	93.57	1516	1	9.80
0809	1	29.94	1517	0	30.98
0810	0	39.96	1617	0	21.71
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
1721	1	23.43	2931	1	31.00
1722	1	12.47	2956	1	105.83
1723	0	40.83	2957	0	169.19
1724	0	61.88	3031	1	20.11
1819	1	9.99	3032	0	51.81
1820	0	55.95	3033	0	42.27
1920	1	46.04	3034	0	23.25
2024	0	107.97	3035	1	14.83
2025	0	84.04	3047	0	49.88
2026	0	64.15	3048	0	59.80
2027	0	44.67	3049	0	79.52
2030	0	81.54	3050	0	109.31
2032	1	31.51	3051	0	46.68
2033	0	41.01	3052	0	58.5
2034	0	60.90	3053	0	70.84
2035	0	70.77	3054	0	82.78
2223	1	29.95	3055	0	138.90
2224	0	51.74	3233	1	9.73
2324	1	22.04	3234	0	29.78
2425	0	25.46	3235	0	39.75
2426	0	45.23	0334	1	20.05
2427	0	64.92	3335	0	30.02
2428	1	84.20	3435	1	9.96
2526	1	20.04	3637	1	20.19
2527	1	40.04	3638	0	40.17
2627	1	19.90	3639	0	50.13
2829	1	53.52	3640	0	70.05
2930	0	49.67	3641	0	80.04

RUTA	12	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE		1856.93
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
3642	0	90.24	3946	0	121.25
3643	0	110.45	4041	1	9.99
3644	0	120.27	4042	0	20.19
3645	0	130.03	4043	0	40.40
3646	0	171.21	4044	0	50.22
3738	1	19.97	4045	0	59.98
3739	0	29.93	4046	0	101.42
3740	0	49.83	4142	1	10.20
3741	0	59.84	4143	0	30.41
3742	0	70.04	4144	0	40.23
3743	0	90.25	4145	0	49.98
3744	0	100.07	4146	0	91.52
3745	0	109.83	4243	1	20.21
3746	0	151.06	4244	0	30.03
3839	1	9.96	4245	0	39.78
3840	0	29.88	4246	0	81.38
3841	0	39.87	4344	1	9.82
3842	0	50.07	4345	0	19.57
3843	0	70.28	4346	0	61.48
3844	0	80.10	4445	1	9.75
3845	0	89.86	4446	1	51.79
3846	0	131.16	4546	1	42.35
3940	1	19.92	4655	0	63.78
3941	0	29.91	4748	1	9.99
3942	0	40.11	4749	0	29.93
3943	0	60.32	4750	0	59.89
3944	0	70.14	4751	1	16.10
3945	0	79.90	4752	0	18.09
			4753	0	26.23
			4754	0	36.81
			4755	0	90.06
			4849	0	19.92
			4850	0	49.91
			4851	0	20.20
			4852	1	15.41
			4853	0	18.86
			4854	0	27.86
			4855	0	80.09
			4950	1	29.96
			4951	0	36.43
			4952	0	26.09
			4953	0	17.79
			4954	1	15.00
			4955	0	60.59
			5051	0	64.66
			5052	0	53.09
			5053	0	41.58
			5054	0	30.36
			5055	1	30.77
			5152	1	11.94
			5153	0	24.05
			5154	0	36.36
			5155	0	93.56
			5253	1	12.10
			5254	0	24.42
			5255	0	81.48
			5354	1	11.94
			5355	0	68.76
			5455	0	57.06
			5557	1	61.26
			5657	1	65.63
			5758	0	64.34
			5859	1	22.08
			5860	1	32.17

RUTA	13	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	Variable Value		Reduced Cost	Variable Value	Reduced Cost	Variable Value	Reduced Cost		
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
0102	1	161.59	1319	0	43.58	2527	0	26.13	3738	1	40.27
0203	1	52.48	1320	0	64.04	2528	0	48.82			
0304	1	70.97	1415	1	9.94	2529	0	68.16			
0405	1	22.91	1416	1	25.36	2627	1	12.20			
0406	0	32.68	1417	0	62.87	2628	0	38.55			
0407	0	113.09	1516	1	18.70	2629	0	55.82			
0408	0	57.19	1517	0	52.96	2728	1	28.72			
0506	1	10.17	1617	0	44.57	2729	0	44.04			
0507	0	90.94	1722	0	50.09	2829	1	22.09			
0607	1	81.59	1723	1	34.26	2935	1	57.62			
0712	1	55.92	1819	1	9.18	3031	1	17.55			
0809	1	27.88	1820	0	30.23	3032	0	29.08			
0810	0	47.35	1920	1	21.32	3033	0	46.07			
0811	0	57.42	2021	1	61.27	3034	1	41.04			
0812	0	114.47	2122	0	58.21	3035	0	66.58			
0813	1	56.85	2125	1	40.38	3132	1	17.73			
0910	1	19.80	2223	1	19.14	3133	0	36.58			
0911	1	29.90	2224	1	58.18	3134	0	38.24			
0912	0	86.88	2230	0	41.11	3135	0	59.55			
1011	1	10.10	2231	0	47.90	3233	1	18.84			
1012	0	68.93	2232	0	65.35	3234	0	23.33			
1112	0	59.66	2233	0	84.09	3235	0	41.91			
1217	1	55.82	2234	0	81.85	3334	1	16.56			
1314	0	54.44	2235	0	106.29	3335	0	22.79			
1315	0	64.23	2436	1	56.23	3435	0	26.70			
1316	0	73.47	2437	0	66.14	3538	1	51.15			
1317	0	116.39	2438	0	104.49	3637	1	9.83			
1318	1	34.41	2526	1	13.46	3638	0	49.73			

RUTA	14	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE		1280.46
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
0102	1	72.44	0710	0	34.76
0203	0	46.72	0711	0	61.92
0204	0	57.50	0809	0	33.35
0205	0	72.38	0810	1	26.84
0222	1	85.87	0811	0	50.84
0304	1	10.86	0910	1	21.84
0305	1	27.89	0911	1	18.14
0405	1	16.74	1011	0	32.84
0506	1	12.12	1112	1	17.93
0507	0	20.10	1113	0	81.65
0508	0	30.12	1320	0	77.35
0509	0	62.12	1321	1	47.48
0510	0	47.33	1325	1	88.78
0511	0	78.30	1415	1	6.44
0514	0	20.88	1416	1	15.05
0515	0	27.23	1417	0	27.24
0516	0	35.67	1418	0	24.54
0517	0	47.62	1419	0	35.20
0518	0	41.24	1420	0	84.51
0519	0	53.09	1516	1	8.63
0520	0	103.78	1517	0	20.85
0607	1	10.00	1518	0	19.96
0608	0	21.21	1519	0	29.69
0609	0	54.52	1520	0	77.93
0610	0	44.00	1617	0	12.23
0611	0	71.74	1618	0	15.10
0708	1	11.22	1619	0	22.45
0709	0	44.56	1620	0	69.37
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
1718	1	14.89	1819	1	11.99
1719	1	14.31	1820	0	63.32
1720	0	57.18	1920	0	51.35
1819	1	11.99	2021	1	30.42
1820	0	63.32	2022	1	70.04
1920	0	51.35	2024	0	60.00
2021	1	30.42	2223	0	88.74
2022	1	70.04	2326	1	24.16
2024	0	60.00	2330	1	34.10
2223	0	88.74	2425	1	66.08
2326	1	24.16	2427	0	35.18
2330	1	34.10	2428	0	23.59
2425	1	66.08	2429	1	12.23
2427	0	35.18	2430	0	92.94
2428	0	23.59	2536	0	84.68
2429	1	12.23	2630	1	11.71
2536	0	84.68	2728	1	11.90
2630	1	11.71	2729	1	23.96
2728	1	11.90	2730	0	58.37
2729	1	23.96	2829	1	12.06
2730	0	58.37	2830	0	70.27
2829	1	12.06	2930	0	82.30
2830	0	70.27	3031	0	63.66
2930	0	82.30	3132	1	23.24
3031	0	63.66	3133	0	36.55
3132	1	23.24	Variable	Value	Reduced Cost
3133	0	36.55	3151	1	25.16
Variable	Value	Reduced Cost	3233	1	16.60
3151	1	25.16	3334	1	42.50
3233	1	16.60	3335	0	53.16
3334	1	42.50	3336	0	76.61
3335	0	53.16	3339	0	32.08
3336	0	76.61	3435	1	11.05
3339	0	32.08	3436	0	40.70
3435	1	11.05	3536	1	31.52
3436	0	40.70	3637	0	91.51
3536	1	31.52	3652	1	21.78
3637	0	91.51	3738	1	36.53
3652	1	21.78	3752	1	71.01
3738	1	36.53	3839	0	53.51
3752	1	71.01	3840	0	59.06
3839	0	53.51	3841	0	61.94
3840	0	59.06	3842	0	62.09
3841	0	61.94	3843	0	52.15
3842	0	62.09	3844	0	61.62
3843	0	52.15	3845	0	22.49
3844	0	61.62	3846	1	9.53
3845	0	22.49	3847	0	17.71
3846	1	9.53	3848	0	26.91
3847	0	17.71	3849	0	45.03
3848	0	26.91	3850	0	54.14
3849	0	45.03	3940	0	21.7
3850	0	54.14	3941	0	31.7
3940	0	21.7	3942	0	42.11
3941	0	31.7			
3942	0	42.11			

RUTA	14	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE			1280.46		
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
3943	0	39.01	4244	0	30.74	4650	0	46.59
3944	0	41.41	4245	0	40.94	4748	1	9.65
3945	0	45.04	4246	0	61.39	4749	0	28.13
3946	0	46.26	4247	0	55.92	4750	0	37.29
3947	0	37.33	4248	0	51.16	4849	0	18.47
3948	0	27.78	4249	0	46.35	4850	0	27.63
3949	1	10.00	4250	0	46.91	4950	1	9.16
3950	1	4.81	4344	1	20.71			
4041	1	10.19	4345	0	30.93			
4042	1	21.65	4346	0	51.82			
4043	0	22.08	4347	0	46.89			
4044	0	34.72	4348	0	43.04			
4045	0	43.11	4349	0	41.19			
4046	0	55.07	4350	0	43.60			
4047	0	47.23	4445	1	10.22			
4048	0	39.58	4446	0	33.51			
4049	0	28.39	4447	0	31.05			
4050	0	26.47	4448	0	31.25			
4142	1	12.01	4449	0	38.43			
4143	0	15.79	4450	0	45.30			
4144	0	33.56	4546	0	24.97			
4145	0	42.93	4547	0	24.77			
4146	0	59.40	4548	1	27.80			
4147	0	52.51	4549	0	39.86			
4148	0	46.05	4550	0	47.57			
4149	0	37.52	4647	1	9.30			
4150	0	36.50	4648	0	18.95			
4243	1	10.03	4649	0	37.43			

RUTA	15	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE		1217.56
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
0102	1	13.81	0710	0	37.03
0103	1	25.23	0809	1	13.80
0203	1	11.91	0810	0	20.32
0304	0	46.60	0910	1	17.13
0341	0	105.60	1011	1	16.12
0405	0	110.42	1112	1	55.69
0406	1	22.01	1115	0	83.13
0407	0	31.16	1213	1	36.19
0408	0	47.91	1214	0	66.51
0409	1	51.53	1314	1	31.58
0410	0	66.76	1415	0	57.61
0515	0	55.93	1416	1	16.14
0532	0	152.49	1417	1	27.60
0533	0	119.88	1418	1	23.85
0534	0	112.57	1419	0	33.72
0535	0	103.06	1518	0	38.39
0536	0	92.93	1519	1	27.38
0537	0	75.98	1520	1	54.62
0538	0	66.03	1617	1	14.88
0539	0	66.43	1819	1	11.28
0540	1	36.55	2021	1	24.36
0541	1	59.70	2022	0	47.25
0607	1	9.55	2122	1	23.85
0608	0	26.66	2223	0	49.25
0609	0	33.35	2224	0	61.98
0610	0	46.48	2225	0	74.44
0708	1	17.10	2226	0	86.06
0709	0	24.88	2227	0	44.27
			Variable	Value	Reduced Cost
			2228	0	70.59
			2229	0	84.07
			2230	0	99.58
			2231	1	58.36
			2324	1	12.72
			2325	0	25.19
			2326	0	36.83
			2327	1	16.61
			2328	0	25.34
			2329	0	37.24
			2330	0	51.97
			2425	1	12.48
			2426	0	24.12
			2427	0	25.07
			2428	0	17.56
			2429	0	26.58
			2430	0	40.31
			2526	1	11.64
			2527	0	35.51
			2528	0	16.33
			2529	0	18.02
			2530	0	29.21
			2627	0	46.20
			2628	0	22.61
			2629	0	15.88
			2630	1	20.43
			2728	1	28.29
			2729	0	40.63
			Variable	Value	Reduced Cost
			2730	0	56.24
			2829	1	13.62
			2830	0	29.24
			2930	1	15.61
			3132	1	46.68
			3233	1	33.28
			3234	0	40.43
			3235	0	50.41
			3236	0	59.93
			3237	0	76.94
			3238	0	86.73
			3239	0	96.58
			3240	0	116.61
			3334	1	13.55
			3335	0	20.43
			3336	0	26.16
			3337	0	45.50
			3338	0	54.93
			3339	0	64.76
			3340	0	84.55
			3435	1	9.72
			3436	0	19.65
			3437	0	36.67
			3438	0	46.57
			3439	0	56.33
			3440	0	76.4
			3536	1	10.03
			3537	0	27.09

RUTA	15	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE			1217.56
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost	
3538	0	37.03	4248	0	103.93	
3539	0	46.73	4249	0	112.36	
3540	0	66.80	4250	0	123.57	
3637	1	17.02	4251	0	112.64	
3638	0	26.98	4344	1	7.39	
3639	0	36.68	4345	0	15.12	
3640	0	56.75	4346	0	46.56	
3738	1	9.97	4347	0	33.84	
3739	0	19.66	4348	0	87.69	
3740	0	39.72	4349	0	95.99	
3839	1	9.91	4350	0	106.70	
3840	0	29.88	4351	0	105.68	
3940	1	20.06	4445	1	7.80	
4142	1	16.48	4446	0	39.16	
4143	0	33.44	4447	0	30.78	
4144	0	40.83	4448	0	80.73	
4145	0	48.63	4449	0	88.96	
4146	0	80.00	4450	0	99.38	
4147	0	57.52	4451	0	98.30	
4148	0	119.39	4546	1	31.36	
4149	0	127.93	0457	1	29.38	
4150	0	139.86	4548	0	73.52	
4151	0	138.93	4549	0	81.64	
4243	1	17.03	4550	0	91.70	
4244	0	24.20	4551	0	90.54	
4245	0	32.12	4647	1	42.25	
4246	0	63.56	4648	0	46.89	
4247	0	44.92	4649	0	53.91	
			4650	0	61.24	
			4651	0	59.50	
			4748	0	65.84	
			4749	0	74.62	
			4750	0	89.70	
			4751	0	90.86	
			4849	1	8.77	
			4850	0	26.44	
			4851	1	30.54	
			4950	1	19.35	
			4951	0	24.71	
			5051	1	7.17	

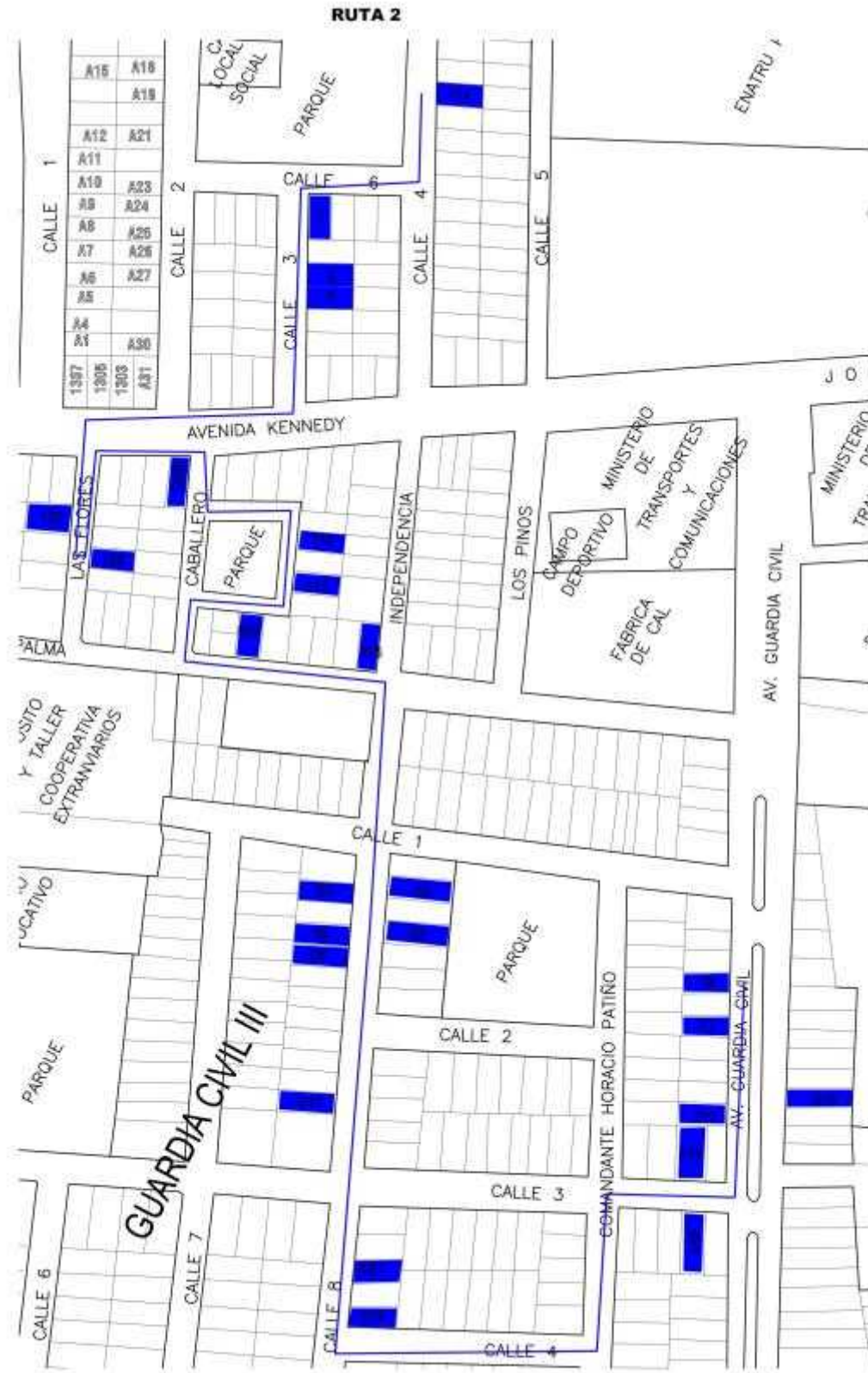
RUTA	16	OBJECTIVE FUNCTION VALUE		1247.36	
Variable	Value	Reduced Cost	Variable e	Value e	Reduced Cost
0102	1	52.49	0609	1	11.43
0203	1	40.70	0610	0	109.74
0211	0	33.48	0708	1	9.29
0212	0	41.43	0709	0	19.24
0213	0	43.57	0710	0	126.72
0214	0	81.42	0809	1	9.95
0215	0	86.22	0810	0	117.50
0230	0	42.86	0910	0	107.60
0304	1	22.27	1054	1	40.01
0305	0	53.33	1055	0	23.33
0306	0	60.98	1056	0	30.48
0307	0	44.00	1057	0	38.01
0308	0	53.22	1058	0	45.73
0309	0	63.12	1059	0	53.57
0310	0	170.72	1060	0	68.42
0405	0	31.26	1061	0	75.93
0406	0	38.96	1062	0	100.76
0407	1	24.15	1072	0	42.36
0408	0	32.75	1073	1	11.13
0409	0	42.30	1074	0	15.94
0410	0	148.45	1075	0	23.31
0506	1	7.67	1076	0	30.36
0507	0	14.72	1112	1	7.99
0508	1	11.20	1113	1	15.34
0509	0	14.82	1114	0	49.78
0510	0	117.39	1115	0	53.64
0607	0	20.56	1213	1	11.81
0608	0	13.76	1214	0	42.12
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
1215	0	45.88	2242	0	24.38
1314	1	38.08	2243	1	10.80
1315	0	44.09	2324	1	8.01
1415	1	9.37	2325	0	15.19
1516	1	19.59	2326	0	24.24
1517	0	30.53	2327	0	54.6
1518	0	38.49	2328	1	17.51
1519	0	44.32	2329	0	23.97
1617	1	16.79	2330	0	70.58
1618	0	23.10	2425	1	7.18
1619	0	27.03	2426	0	16.23
1718	1	8.07	2427	0	46.59
1719	0	14.91	2428	0	12.49
1819	1	7.53	2429	0	17.29
1920	1	11.54	2430	0	62.57
1921	1	19.71	2526	1	9.05
1922	0	42.41	2527	0	39.40
2021	1	8.69	2528	0	11.85
2223	0	50.90	2529	0	13.10
2224	0	58.83	2530	0	55.43
2225	0	60.01	2627	1	30.35
2226	0	70.02	2628	0	16.02
2227	0	105.32	2629	1	12.11
2228	0	63.86	2630	0	46.39
2229	0	71.64	2728	0	43.16
2230	0	121.00	2729	0	35.78
2240	1	39.58	2730	1	16.48
2241	0	31.99	2829	1	7.79

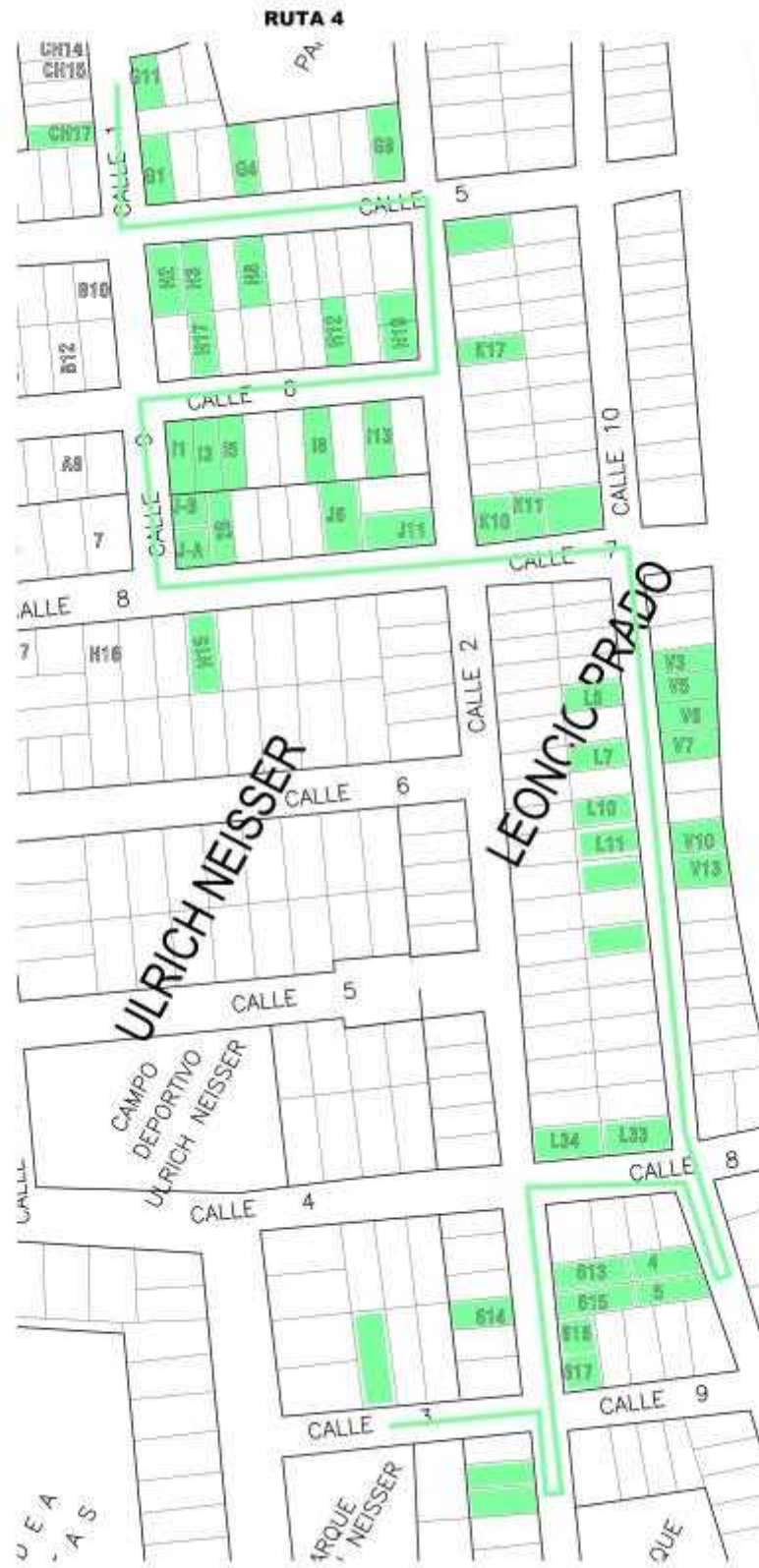
RUTA	16	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	OBJECTIVE FUNCTION VALUE		1247.36
Variable	Value	Reduced Cost	Variable	Value	Reduced Cost
2830	0	57.84	3537	0	19.29
2930	0	50.12	3538	0	26.02
3031	1	33.75	3539	0	33.12
3032	0	39.08	3540	0	81.09
3132	1	8.67	3637	0	15.15
3233	0	17.30	3638	0	23.20
3234	0	24.39	3639	0	31.00
3235	0	32.26	3640	0	82.13
3236	0	31.88	3738	1	7.92
3237	0	46.83	3739	1	15.84
3238	0	54.66	3740	0	66.96
3239	0	62.64	3839	1	7.92
3240	0	113.28	3840	0	58.81
3254	1	41.61	3940	0	51.15
3354	1	7.37	4041	1	11.04
3335	0	15.42	4042	0	18.24
3336	1	19.23	4043	0	33.02
3337	0	32.57	4044	0	43.99
3338	0	40.13	4142	1	7.92
3339	0	47.69	4143	0	23.24
3340	0	96.62	4243	1	15.41
3435	1	8.04	4445	1	26.53
3436	0	14.30	4446	1	34.52
3437	0	25.93	4447	0	42.99
3438	0	33.23	4448	0	49.23
3439	0	40.64	4449	0	56.70
3440	0	89.11	4450	0	64.38
3536	1	12.18	4451	0	41.97
4452	0	56.98	4547	0	15.64
4453	0	64.73	4548	0	22.73
4454	0	103.44	4549	0	30.43
4462	0	40.48	4550	0	38.15
4546	1	8.06	4551	0	19.51
4547	0	15.64	4552	0	32.75
4548	0	22.73	4553	0	40.17
4549	0	30.43	4554	0	77.62
4550	0	38.15	4647	0	7.58
4551	0	19.51	4648	0	14.67
4552	0	32.75	4649	0	22.63
4553	0	40.17	4650	0	30.06
4554	0	77.62	4651	0	14.33
4647	0	7.58	4652	0	25.55
4648	0	14.67	4653	0	32.69
4649	0	22.63	4654	0	69.61
4650	0	30.06	4748	1	8.15
4651	0	14.33	4749	0	14.78
4652	0	25.55	4750	0	22.51
4653	0	32.69	4751	1	12.07
4654	0	69.61	4752	0	19.05
4748	1	8.15	4753	0	25.71
4749	0	14.78	4754	0	62.09
4750	0	22.51	4849	1	7.69
4751	1	12.07	4850	0	15.42
4752	0	19.05	4851	0	14.09
4753	0	25.71	4862	0	14.16
4754	0	62.09	4853	0	19.72
4849	1	7.69	4864	0	54.97
4850	0	15.42	4950	1	7.73
4851	0	14.09	4951	0	19.34
4862	0	14.16	4952	0	11.93
4853	0	19.72	4953	0	14.53
4864	0	54.97	4954	0	47.34
4950	1	7.73	5051	0	25.69
4951	0	19.34	5052	0	13.91
4952	0	11.93	5053	1	11.93
4953	0	14.53	5054	0	39.65
4954	0	47.34	5152	1	15.18
5051	0	25.69	5153	0	22.94
5052	0	13.91	5154	0	62.34
5053	1	11.93	5253	1	7.76
5054	0	39.65	5254	0	47.23
5152	1	15.18	5354	0	39.58
5153	0	22.94	5556	1	7.27
5154	0	62.34	5557	1	14.91
5253	1	7.76	5558	0	22.68
5254	0	47.23	5559	0	32.41
5354	0	39.58	5560	0	46.71
5556	1	7.27	5561	0	54.08
5557	1	14.91	5562	0	78.22
5558	0	22.68			
5559	0	32.41			
5560	0	46.71			
5561	0	54.08			
5562	0	78.22			

RUTA	16	OBJECTIVE FUNCTION VALUE	1247.36
Variable	Value	Reduced Cost	Variable Value Reduced Cost
5657	1	7.63	6567 0 23.66
5658	0	15.40	6568 0 37.59
5659	0	25.70	6569 0 26.62
5660	0	39.68	6570 0 34.38
5661	0	46.99	6571 0 42.25
5662	0	70.97	6572 0 82.87
5758	1	7.76	6667 1 15.28
5759	0	19.05	6668 0 30.24
5760	0	32.38	6768 1 15.90
5761	0	39.59	6872 0 78.23
5762	0	63.36	6877 1 80.96
5859	1	13.54	6970 1 7.89
5860	0	25.24	6971 1 15.80
5861	0	32.23	6972 0 57.05
5862	0	55.64	7071 1 7.91
5960	1	14.93	7072 0 49.20
5961	0	22.45	7172 0 41.39
5962	0	47.77	7273 0 37.20
6061	1	7.52	7274 0 29.50
6062	0	32.95	7275 0 22.00
6162	1	25.56	7276 1 14.94
6263	1	10.52	7277 1 4.94
6264	0	16.94	7374 1 7.85
6265	0	39.44	7375 0 15.61
6364	1	7.47	7376 0 23.18
6365	0	31.24	7475 1 7.76
6465	1	23.91	7476 0 15.33
6566	1	9.37	7576 1 7.15

Anexo 9: Rutas propuestas - Paucarpata

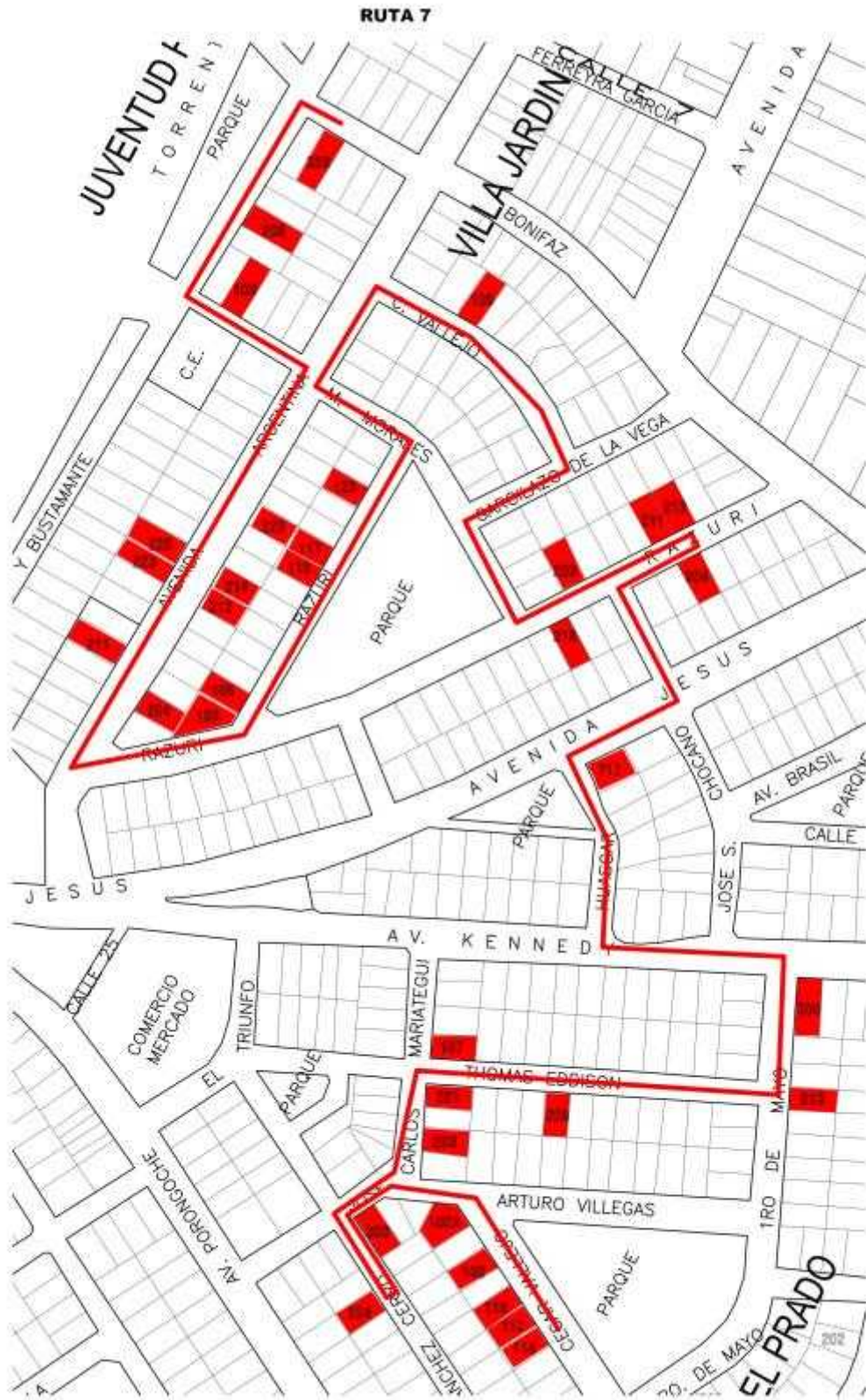


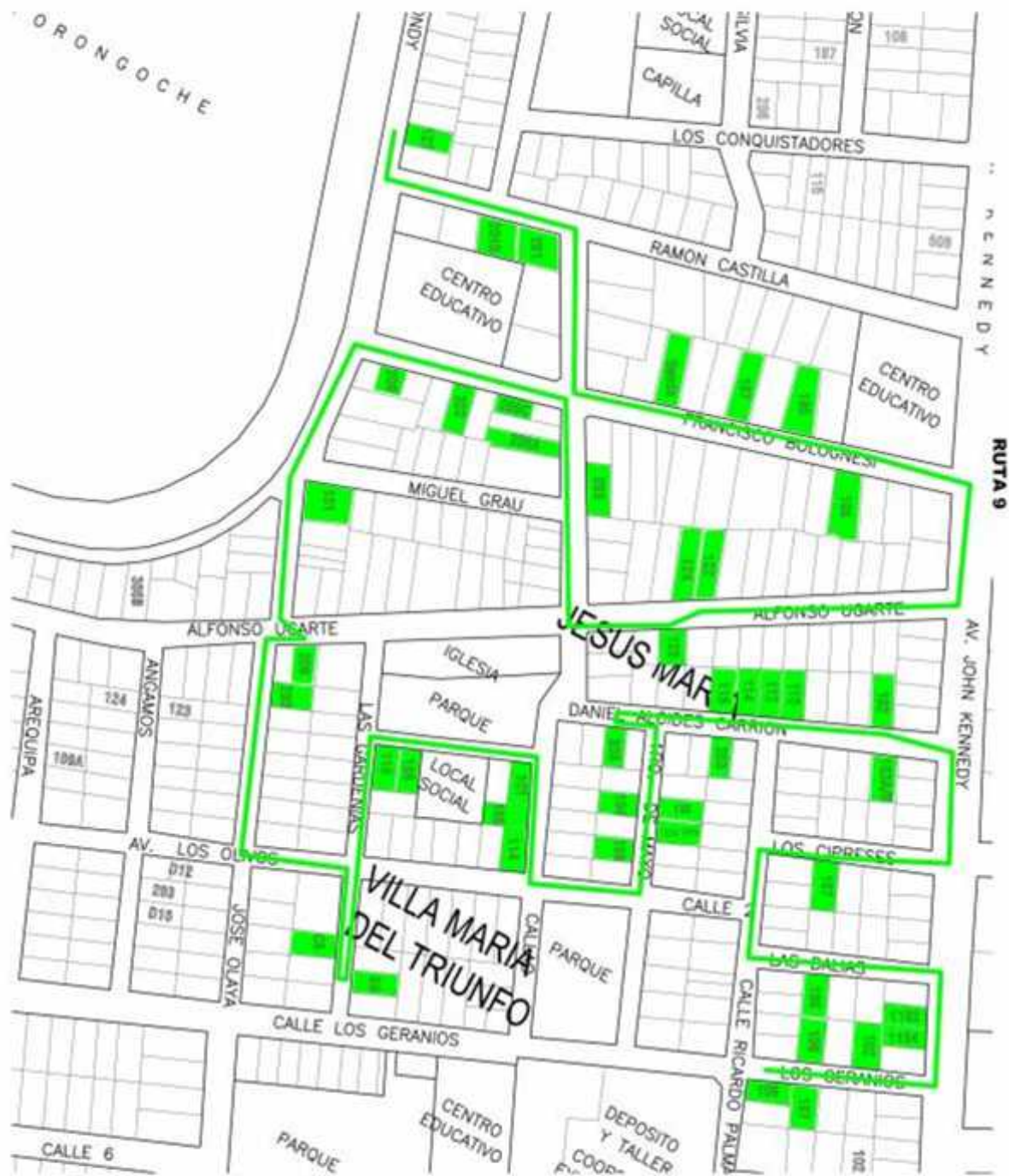
















RUTA 11-1

