

Tabla 38.
Iteraciones del análisis de sensibilidad

ITERACIÓN 1	
Sub Tour 1	A-W-V-F-T-M-L-K-J-I-H-H-G-D-C-B-A
Sub Tour 2	N-O-S-R-P-Q-N

ITERACIÓN 2	
Sub Tour 1	A-W-V-F-T-S-R-P-Q-N-O-M-L-K-J-I-H-G-D-B-C-A

Nota: Elaboración propia con información obtenida de Natural Food SAS

Durante la ejecución se requirió de dos iteraciones adicionales (ver Tabla 38), para poder llegar a una nueva solución óptima en la que se validó el modelo; el cual cumpliera con las nuevas limitantes propuestos.

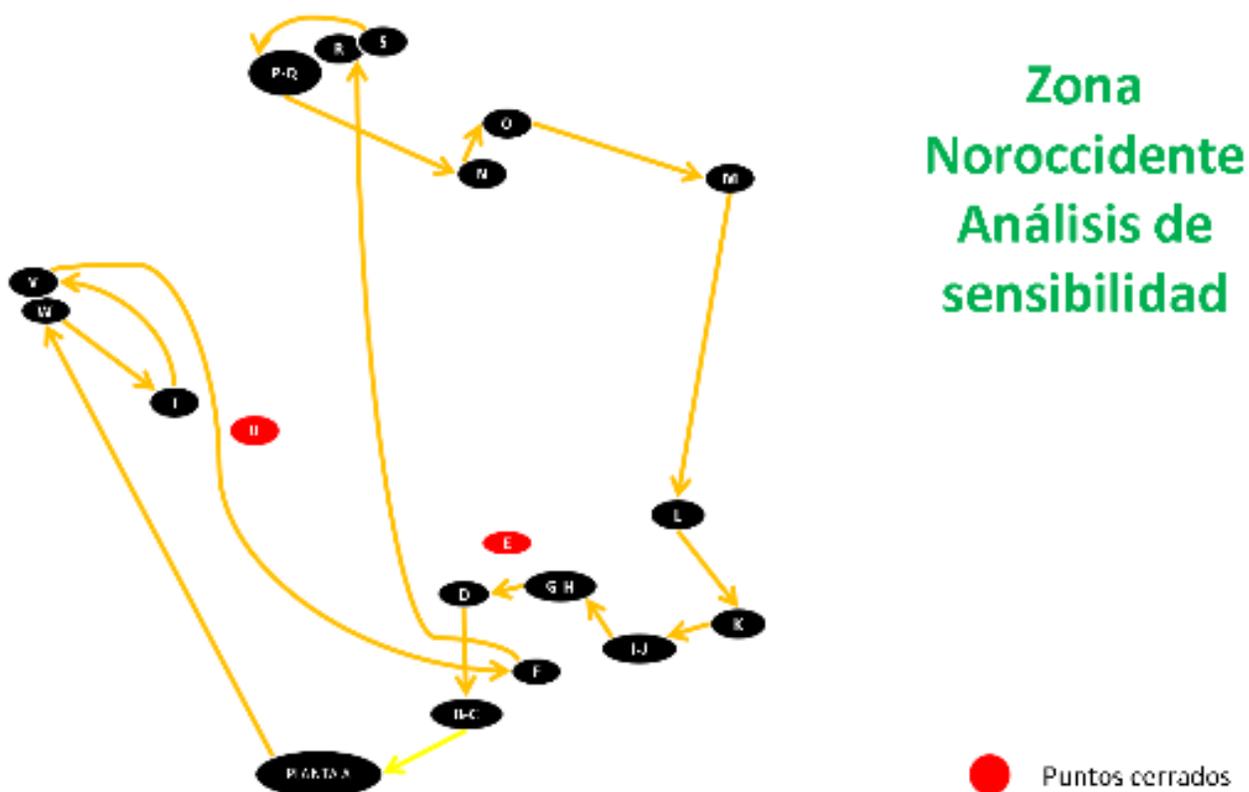


Figura 50 Gráfica correlación método utilizado y resultado modelo matemático (Zona Noroccidente con análisis de sensibilidad)
Elaboración propia

Conclusiones

Se aplicaron conocimientos adquiridos de ingeniería industrial tales como; la investigación de operaciones, costos y estadística. Permitiendo el desarrollo de la investigación cuantitativa, dado que fue necesario ejecutar un levantamiento de información con respecto a la empresa Natural Food, en este proceso fue posible realizar una descripción, formulación y sistematización del problema. Seguido a esto se plantearon objetivos que fueron cumplidos como se esperaba, sin embargo, para tener la capacidad de desarrollar la investigación, se acudió a la revisión de algunas teorías en relación a modelos de transporte y ruta más corta; esto dio paso para la identificación de aspectos claves y así determinar cuál modelo se acomoda a el problema planteado.

Después se llevó a cabo un desarrollo sistemático del modelo escogido (TSP-problema del agente viajero); donde surgió la necesidad de realizar un repaso por diversos repositorios de universidades y bibliotecas; para llegar a comprender asertivamente la teoría y aplicación del modelo escogido. Con la finalidad de emplearlo, haciendo uso de los datos reales que fue posible recolectar en la empresa, con el propósito de analizar los resultados obtenidos.

Es importante afirmar que el modelo escogido (TSP) resulto ser el indicado, puesto que fue posible reducir los costos de distribución por cada zona, viéndose reflejado directamente en la reducción de los costos logísticos de la empresa.

Cada recorrido tuvo una disminución favorable, habiendo una reducción del 17,7 % del total de la distancia de todos los recorridos realizados, una minimización de los costos variables que rodean los \$32.500 diarios, o \$1.169.000 mensualmente, y bajando la cifra de kilómetros recorridos por los vehículos de la compañía desde 384 km a 316 km.

Durante la aplicación del modelo se observó que cada ruta disminuye la distancia, esto se debe a que el modelo está en la tarea de encontrar uno de los recorridos óptimos, siendo necesario resaltar que cumple con las necesidades de la empresa.

El análisis de sensibilidad permitió validar el modelo satisfactoriamente, dado que al ingresar restricciones posteriores al encontrar la solución óptima; se obtuvo una solución coherente que cumplió en un 100% con las restricciones planteadas.

Los resultados obtenidos luego del hallar una solución óptima nos permiten afirmar que, si hubo una disminución en los costos y las distancias, En la [tabla 35](#) y [tabla 36](#) se presentan las comparaciones que contienen la información inicial (funcionamiento actual), y la información estimada que se puede obtener con la utilización del modelo, habiendo en todos los casos una

disminución, concluyendo que los datos obtenidos pueden llegar a ser interesantes para la compañía asesorada.

Recomendaciones

- Para minimizar los costos reales de la empresa Natural Food S.A.S; se propone implementar el modelo matemático de ruteo de vehículos desarrollado a lo largo de este proyecto, dado que afectaría positivamente el margen de utilidad. Siendo posible trasladar estos beneficios obtenidos al cliente final.
- En vista que se tomó como objeto de estudio la sede principal de la empresa; aquella que está compuesta por el mayor número de puntos de venta. Es conveniente la aplicación del modelo matemático en las demás sucursales con las que cuenta la empresa (Cali y Medellín).
- Para posteriores investigaciones se recomienda unificar las zonas en las que esta divida por la ciudad de Bogotá; con el fin de ejecutar un único modelo que permita la utilización de un VRP con capacidad; puesto que se tendría la disponibilidad de toda flota de vehículos para cubrir el total de los puntos de venta, sin contar con restricciones de zonificación.
- Para futuras investigaciones sería viable aplicar el modelo PVRP (VRP periódico) debido a que se planearían visitas algunos días de la semana a los puntos de venta, esto se vería reflejado directamente en los costos logísticos.

Referencias

- Alimentos y bebidas. (2018, abril 2). *Invest in Bogota*. Recuperado de <https://es.investinbogota.org/sectores-de-inversion/alimentos-y-bebidas-en-bogota>
- Alvarez Molano, N. A., & Yate Linares, J. H. (2016). *Aplicacion de un modelo VRP para la reducción de costos operacionales en vehiculos de carga de la empresa "Transporte especializado de vehiculos CY"*. (Trabajo de grado) Universitaria Agustiniana, Bogotá, Colombia.
- Arboleda Zuñiga, J., Lopez, A. X., & Lozano, Y. L. (2016, febrero 9). El problema de ruteo de vehículos [VRP] y su aplicación en medianas empresas colombianas. *Colciencias Ingenium*, 29-36. Recuperado de: <https://www.coursehero.com/file/29177880/622-1209-1-SMpdf/>
- AUTOLARTE. (s.f). Recuperado de: <https://www.autolarte.com.co/files/fichas/34/nhr-reward.pdf>
- Boletín estadístico tecnologico Agroalimentos. (23 de 04 de 2018). Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva - República Argentina. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ind_agro_bet-agroalimentos.pdf
- Bustos , J., Vanegas, B., Benavente, M., & Lüer, A. (2009). *El problema de rutas de vehículos: Extensiones y métodos de resolución, estado del arte*. WorkShop Intenacional EIG2009. Chile.
- Carrillo, A. F. (2014). *Modelo de ruteo de vehículos para la distribución de las empresas Laboratorios Veterland, Laboratorios Callbest y Cosméticos Marliou Paris*. (Trabajo de grado Pontificia Universidad Javeriana). Recuperado de Repositorio Universidad Javeriana: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/16579/MediorrealCarrilloAndresFelipe2014.pdf?sequence=1>
- Cruz, E. A., Restrepo, J. H., & Medina, P. D. (2007, diciembre). Un problema logístico de ruteo de vehículos y una solución con solver de excel: un caso de estudio. *Scientia et Technica* Año XIII, No 37, Pereira, Colombia.
- Departamento Nacional de Planeación. (27 de Octubre de 2008). Consejo nacional de política económica y social república de colombia departamento nacional de planeación.

- Recuperado de:
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3547.pdf>
- Duarte, D. P. (2016). *La estrategia logística de alpina s.a. para enfrentar el reto del transporte terrestre en colombia*. (Trabajo de Grado). Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, Colombia. Recuperado de:
<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/15431/3/MenesesDuarteDianaPatricia2016.pdf>
- Economía colombiana creció un 1,8 % durante el 2017. (15 de Febrero de 2018). *Portafolio*. Recuperado de: <http://www.portafolio.co/economia/crecimiento-de-la-colombiana-en-2017-514299>
- Enfoque de ciclo de vida para el subsector transporte terrestre automotor de carga*. (2017). Grupo Nutresa. Recuperado de <https://www.gruponutresa.com/wp-content/uploads/2016/10/Manual-Transporte-Limpio-Vol-2.pdf>
- Estado y perspectivas 2018 de la industria manufacturera en América Latina. (2017). *Reportero Industrial*, 1-3. Recuperado de <http://www.reporteroindustrial.com/temas/Estado-y-perspectivas-2018-de-la-industria-manufacturera-en-America-Latina+123264>
- García, L. A. (2014). *Logística de transporte y distribución de carga*. Ecoe Ediciones.
- González Vargas, G., & González Aristizábal, F. (2006). Metaheurísticas aplicadas al ruteo de vehículos. Un caso de estudio. Parte 1: formulación del problema. *Revista ingeniería e investigación* vol. 26. Recuperado de:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092006000300018
- Hernández, R. J. (2017). Propuesta de solución al problema de ruteo de vehículos en el operador logístico Operar S.A. para el transporte y distribución de productos alimenticios secos del grupo Nutresa S.A. (Trabajo de Grado Universidad Distrital Francisco José de Caldas). Recuperado de:
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5756/1/%C3%81lvarezHern%C3%A1ndezRub%C3%A9nJes%C3%BA2016.pdf>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México D.F: McGraw Hill.
- Hillier, F., & Lieberman, G. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*. México D.F.: McGraw Hill.

- Innovación y bienes con servicios, el reto de la industria latina.* (2018, febrero 13). *Dinero*. Recuperado de: <http://www.dinero.com/economia/articulo/america-latina-necesita-innovacion-en-su-industria/255262>
- Kong, M. (2010). *Investigación de operaciones*. Lima Perú: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de: https://kupdf.net/download/kong-maynard-investigaci-oacute-n-de-operaciones-programaci-oacute-n-lineal-problemas-pdf_58fb61bcd60d60de62959ec6_pdf
- Las 10 ventajas de usar las ciencias básicas en el día a día. (2016, mayo 24). *Revista Semana*. Recuperado de: <https://www.semana.com/educacion/articulo/ventajas-de-usar-las-matematicas-fisica-quimica-en-el-dia-a-dia/474974>
- López, I. B. (2018). *Ingeniería Industrial*. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/investigaci%C3%B3n-de-operaciones/teor%C3%ADa-de-redes/>
- Lopez Santana, E., Rodriguez, W. C., & Mendez , G. G. (2017). A hybrid expert system, clustering and ant colony optimization approach for scheduling and routing problem in courier services . *International Journal of Industrial Engineering Computations*.
- Lozada Díaz, A., & Cadena González, R. A. (2012). Solución del problema de ruteo de vehículosn ventanas de tiempo (VRPTW) mediante métodos heurísticos. (Trabajo de grado Universidad industrial de Santander). Recuperado de: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2012/144179.pdf>
- Martinez, I., Vértiz, G., Jesús, L., Jimenez, G., & Moncayo , L. (2014). *Investigación de Operaciones*. Ciudad de México, México: Patria.
- Mehta, A. (2015). *Banco Mundial BIRF-AIF*. Obtenido de Grupo Banco Mundial: <https://blogs.worldbank.org/voices/es/el-enigma-del-sector-manufacturero>
- Moreno, M. (9 de Enero de 2018). *delogistica*. Recuperado de: <http://www.delogistica.com/la-importancia-de-la-demanda-en-logistica/?cn-reloaded=1&cn-reloaded=1>
- Navarrete, F, E. (2018, enero). Las micro, pequeñas y medianas empresas ubicadas en la Zona Metropolitana de Guadalajarav (ZMG), Ave Editorial. Recuperado de: http://www.aleph5.com/admin/articulos/S_F0_507195%20razones%20para%20usar%20modelos.pdf

- Normas APA. (s.f.). *Fórmula para calcular la muestra de una población*. Recuperado de: <http://normasapa.net/formula-muestra-poblacion/>
- Oliveira, A. (2004). Heurísticas para Problemas de Ruteo de Vehículos. *Facultad de Ingenierías Universidad de la República de Uruguay*. Recuperado de: <https://www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/reptec/TR0408.pdf>
- Perez, A. B. (2017). Funcion objetivo. *Enciclopedia Financiera*. Recuperado de <https://www.encyclopediainanciera.com/definicion-funcion-objetivo.html>
- Perez, D., Cruz Lario, F., & Alemany, M. d. (2010). Descripción detallada de las variables de decisión en modelos basados en programación matemática en un contexto de planificación colaborativa de una red de suministro/distribución (RdS/D). *4th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management*. Valencia: Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de Producción (CIGIP).
- Por qué fracasan las pymes en Colombia. (2015, septiembre 5). *Revista Dinero*. Recuperado de: <https://www.dinero.com/economia/articulo/pymes-colombia/212958>
- Programa Estratégico Regional Agroindustria para el Desarrollo. (08 de Marzo de 2016). *Maule alimenta el mundo*. Recuperado de Maule alimenta el mundo: <http://maulealimenta.cl/el-sector-de-alimentos-y-bebidas-procesadas-a-nivel-global/>
- Qué son las flotas de vehículos. (2018). *Quadis*. Recuperado de: <https://www.quadis.es/articulos/que-son-las-flotas-de-vehiculos-/106615>
- Resiliencia en la cadena de suministro. (2014, octubre 27). *Zona Logística*. Recuperado de <https://www.zonalogistica.com/resiliencia-en-la-cadena-de-suministro/>
- Restrepo, J. H., & Medina, P. D. (2008, junio). Un Problema logístico de programación de vehículos con capacidad finita. *Scientia et Technica* Año XIV, No 38, Universidad tecnológica de Pereira.
- Rocha Medina, L. B., González La Rota, C. E., & Orjuela Castro, J. A. (2011). Una revisión al estado del arte del problema de ruteo de vehículos: Evolución histórica y métodos de solución. *Ingeniería*, 16(2), 35-55.
- Sector de Alimentos y Bebidas de América Latina conforma una Alianza para abordar temas de interés; en Guatemala es representada por Cámara de Industria. (2017, noviembre 20). *Camara de industria de Guatemala*. Recuperado de: <http://cig.industriagate.com/2017/11/10/sector-de-alimentos-y-bebidas-de-america->

latina-conforma-una-alianza-para-abordar-temas-de-interes-en-guatemala-es-representada-por-camara-de-industria/

- Shokowhi Rostami, A., Mohanna, F., keshavar, H., & Ragmani Hosseinabadi, A. A. (1 de Marzo de 2015). Solving Multiple Traveling Salesman Problem using the Gravitational Emulation Local Search Algorithm. *Applied Mathematics & Information Sciences An International Journal*, 699-709. Recuperado de: <http://www.naturalspublishing.com/files/published/00r020bk1121qr.pdf>
- Silvera Escudero, R. E., & Mendoza Valencia, D. P. (Diciembre de 2017). *Costos logísticos del transporte terrestre de carga en Colombia*. Barranquilla: Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Recuperado de: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/4125/7/costos_logist_tmp_ri.pdf
- Taha, H. (2012). *Investigación de operaciones*. Naucalpan de Juarez, México: Pearson de educacion de México.
- Volver a crecer en 2018, el reto de la industria manufacturera*. (2017, diciembre 20). *El país*. Recuperado de: <http://www.elpais.com.co/colombia/volver-a-crecer-en-2018-el-reto-de-la-industria-manufacturera.html>
- Yepes Piqueras, V. (2008). *Optimización heurística económica aplicada a las redes de transporte del tipo VRPTW*. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. Recuperado de: <http://personales.upv.es/vyepesp/Presentaciones/PresentacionTesis.pdf>

Anexos

• Ficha técnica camión NHR Reward

CAMIÓN NHR REWARD

TECNOLOGÍA
ISUZU



MOTOR	
Marca / Código	Isuzu 4JB1-TC
Tipo	Turbo Intercooler
Desplazamiento (cc)	2,771
N.º de cilindros	4 en línea
Potencia (HP @ RPM)	89 @ 3,400
Torque (Kg.m @ RPM)	20 @ 2,000
Alimentación	Inyección directa
Combustible	Diesel
Emisiones	Euro II
Enfriador de aceite	Plato sobre bloque motor

TRANSMISIÓN	
Accionamiento de embrague	Hidráulico
Tipo	T/M 5 Vel.
Reversa	4,783
Relación final de eje	5,125

CHASIS	
Dirección	Tipo Asistida hidráulicamente
Suspensión delantera	Tipo Ballesta en eje rígido
	Capacidad (kg) 2,900
Suspensión trasera	Tipo Ballesta en eje rígido
	Capacidad (kg) 3,600
Amortiguador	4 hidráulicos telescópicos, de doble acción
Sistema de freno	Tipo Hidráulico
	Delantero Campana
	Trasero Campana
	Freno de ahogo Si
	Freno mano Si
Medidas de llantas	205/75R17.5

PESOS Y CAPACIDADES	
Peso vacío (kg)	1,675
Peso bruto vehicular (kg)	3,500
Capacidad de carga (kg)	1,825
Tanque de combustible (Litros)	75

SISTEMA ELÉCTRICO	
Batería	12V 70 Amp.
Alternador	12V-50 Amp.

Regulaciones legales.
Regulaciones colombianas ambientales actuales.
Regulaciones del Ministerio de Transporte.

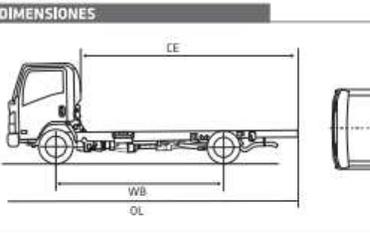
Garantía: 1 año o 50,000 km.
Garantía de motor: 1 año o 160,000 km.

APARIENCIA EXTERIOR
Corbatín Chevrolet
Sticker "Tecnología Isuzu"
Cabina abatible

PANEL DE INSTRUMENTOS
CONTROLES Y MEDIDORES
Odómetro
Nivel de combustible
Tacómetro
Temperatura de refrigerante
Velocímetro km/h

LUCES INDICADORAS
Freno de parqueo
Carga de la batería
Cinturón de seguridad
De cruce/parqueo
Luces de carretera altas

SEGURIDAD
Cinturones de seguridad: 2 de 3 puntos y central de 2 puntos
Espejos (2 laterales y 1 en cabina)
Pito eléctrico
Luz de marcha en reversa
Tapa tanque de combustible con llave
Ganchos de remolque 2 (delantero y trasero)



COMODIDAD Y APARIENCIA INTERIOR	
Columna de dirección telescópica y ajustable en posición	
Vidrio trasero en la cabina	
Antena	
Rádío AM/FM	No
2 parlantes	
Encendedor de cigarrillos	
Cenicero puerta conductor (1)	
Manijas (2 en cabina y 2 en puerta)	
Parasol conductor	
Limpiaparabrisas (2 velocidades)	
Ventilador y calefactor	
Asiento conductor: en vinilo reclinable y ajustable	
Gato y palanca	
Vidrios manuales	
Tapetes piso en vinilo	
Guantero	
Bolsillo trasero del asiento del conductor	
Tarjetero	

DIMENSIONES	
WB (mm) (Distancia entre ejes)	2,475
OL (mm) (Longitud total)	4,730
OH (mm) (Altura total)	2,150
OW (mm) (Ancho total)	1,770
CE (mm) (Largo carrozable)	3,160

Especificaciones sujetas a cambio sin previo aviso.

Fuente: (AUTOLARTE, 2018)

Iteraciones de sub tours por zona

- Sub tours zona sur

Tabla 39.

Sub tours Zona Sur

ITERACIÓN 1	
Sub Tour 1	A-V-U-A
Sub Tour 2	B-V-D-B
Sub Tour 3	E-F-E
Sub Tour 4	G-H-T-G
Sub Tour 5	I-J-I
Sub Tour 6	K-M-L-K
Sub Tour 7	N-O-N
Sub Tour 8	P-Q-P
Sub Tour 9	R-S-R

ITERACIÓN 2	
Sub Tour 1	A-U-V-A
Sub Tour 2	B-C-B
Sub Tour 3	D-E-F-D
Sub Tour 4	G-T-G
Sub Tour 5	H-J-I-H
Sub Tour 6	K-L-M-K
Sub Tour 7	N-P-Q-S-R-O-N

ITERACIÓN 3	
Sub Tour 1	A-U-A
Sub Tour 2	B-C-D-E-F-V-B
Sub Tour 3	O-T-S-R-P-Q-O-P-N-M-L-K-I-J-H-G

ITERACIÓN 4	
Sub Tour 1	A-V-U-G-H-T-S-R-P-Q-O-N-M-L-K-I-J-E-F-A
Sub Tour 2	B-D-C-B

ITERACIÓN 5	
Sub Tour 1	A-C-B-D-E-F-V-U-A
Sub Tour 2	G-T-S-R-P-Q-O-N-M-L-K-J-I-H-G

ITERACIÓN 6	
Sub Tour 1	A-V-U-G-H-T-S-R-P-Q-O-N-M-L-K-I-J-C-B-D-E-F-A

- Subtours zona occidente

Tabla 40.

Subtours (1-12) Zona Occidente

ITERACIÓN 1	
Sub Tour1	A-G-S-P-F-A
Sub Tour2	B-E-D-C-B
Sub Tour3	H-I-H
Sub Tour4	J-K-J
Sub Tour5	L-M-L
Sub Tour6	N-O-N
Sub Tour7	Q-R-Q
Sub Tour8	T-U-T

ITERACIÓN 2	
Sub Tour1	A-F-G-L-M-J-K-L-H-A
Sub Tour2	B-U-T-B
Sub Tour3	C-E-D-C
Sub Tour4	N-P-O-N
Sub Tour5	Q-R-S-Q

ITERACIÓN 3	
Sub Tour1	A-T-U-A
Sub Tour2	B-D-E-C-B
Sub Tour3	F-G-S-R-Q-P-O-N-F
Sub Tour4	H-L-M-J-K-I-H

ITERACIÓN 4	
Sub Tour1	A-U-T-A
Sub Tour2	B-E-C-D-B
Sub Tour3	F-G-S-Q-R-P-O-N-F
Sub Tour4	H-M-L-J-K-I-H

ITERACIÓN 5	
Sub Tour1	A-L-M-J-K-I-H-G-S-R-Q-P-O-N-F-T-V-A
Sub Tour2	B-D-B
Sub Tour3	C-E-C

ITERACIÓN 6	
Sub Tour1	A-M-L-K-J-I-H-A
Sub Tour2	B-T-U-B
Sub Tour3	C-D-E-C
Sub Tour4	G-Q-P-O-N-F-G
Sub Tour5	R-S-R

ITERACIÓN 7	
Sub Tour1	A-G-Q-R-S-P-O-N-F-T-U-A
Sub Tour2	B-E-B
Sub Tour3	C-D-C
Sub Tour4	H-M-L-K-J-I-H

ITERACIÓN 8	
Sub Tour1	A-L-M-J-K-I-H-G-Q-S-R-P-O-N-F-T-U-A
Sub Tour2	B-C-B
Sub Tour3	D-E-D

ITERACIÓN 9	
Sub Tour1	A-G-Q-S-R-P-O-N-F-T-U-A
Sub Tour2	B-C-E-D-B
Sub Tour3	H-L-M-K-J-I-H

ITERACIÓN 10	
Sub Tour1	A-L-M-K-J-I-H-G-Q-R-S-P-O-N-F-T-U-A
Sub Tour2	B-D-C-E-B

ITERACIÓN 11	
Sub Tour1	A-L-M-K-J-I-H-G-Q-S-R-P-O-N-F-T-U-A
Sub Tour2	B-C-D-E-B

ITERACIÓN 12	
Sub Tour1	A-L-M-J-K-I-H-A
Sub Tour2	B-U-T-D-C-E-B
Sub Tour3	F-G-Q-S-R-P-O-N-F

Tabla 41.
Subtours (13-34) Zona Occidente

ITERACIÓN 13	
Sub Tour1	A-L-M-K-J-I-H-A
Sub Tour2	B-U-T-C-D-E-B
Sub Tour3	F-G-R-S-Q-P-O-N-F
ITERACIÓN 14	
Sub Tour1	A-M-L-J-K-I-H-A
Sub Tour2	B-C-E-D-U-T-B
Sub Tour3	F-G-Q-R-S-P-O-N-F
ITERACIÓN 15	
Sub Tour1	A-L-M-K-J-I-H-G-R-S-Q-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-U-T-C-E-D-B
ITERACIÓN 16	
Sub Tour1	A-L-M-K-J-I-H-G-Q-R-S-P-O-N-F-A
Sub Tour2	C-B-U-T-E-D-C
ITERACIÓN 17	
Sub Tour1	A-M-L-K-J-I-H-G-Q-R-S-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-U-T-E-C-D-B
ITERACIÓN 18	
Sub Tour1	A-M-L-J-K-I-H-G-Q-R-S-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-E-C-D-U-T-B
ITERACIÓN 19	
Sub Tour1	A-M-L-J-K-I-H-G-S-Q-R-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-U-T-D-E-C-B
ITERACIÓN 20	
Sub Tour1	A-L-M-K-J-I-H-G-R-Q-S-F-O-N-F-A
Sub Tour2	B-D-E-C-U-T-B
ITERACIÓN 21	
Sub Tour1	A-M-L-K-J-I-H-G-R-S-Q-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-E-D-C-U-T-B
ITERACIÓN 22	
Sub Tour1	A-M-L-J-K-I-H-G-R-S-Q-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-E-D-C-T-U-B
ITERACIÓN 23	
Sub Tour1	A-G-M-L-J-K-I-H-A
Sub Tour2	B-C-D-E-U-T-B
Sub Tour3	F-R-S-Q-P-O-N-F

ITERACIÓN 24	
Sub Tour1	A-L-M-J-K-I-H-G-Q-R-S-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-D-C-E-U-T-B
ITERACIÓN 25	
Sub Tour1	A-L-M-J-K-L-H-G-R-S-Q-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-T-U-E-C-D-B
ITERACIÓN 26	
Sub Tour1	A-M-L-J-K-I-H-G-Q-S-R-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-T-U-D-E-C-B
ITERACIÓN 27	
Sub Tour1	A-M-L-K-J-I-H-G-R-Q-S-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-C-E-D-T-U-B
ITERACIÓN 28	
Sub Tour1	A-L-M-K-J-I-H-G-S-R-Q-P-O-N-F-A
Sub Tour2	C-E-B-T-U-D-C
ITERACIÓN 29	
Sub Tour1	A-L-M-J-K-I-H-G-S-R-Q-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-E-C-D-T-U-B
ITERACIÓN 30	
Sub Tour1	A-M-L-J-K-I-H-G-S-R-Q-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-C-U-T-E-D-B
ITERACIÓN 31	
Sub Tour1	A-M-L-J-K-I-H-G-R-Q-S-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-D-C-U-T-E-B
ITERACIÓN 32	
Sub Tour1	A-L-M-J-K-I-H-G-R-Q-S-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-C-D-U-T-E-B
ITERACIÓN 33	
Sub Tour1	A-M-L-K-J-I-H-G-S-R-Q-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-T-U-C-D-E-B
ITERACIÓN 34	
Sub Tour1	A-L-M-K-J-I-H-G-S-Q-R-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-D-E-C-T-U-B

Tabla 42.
Subtours (35-46) Zona Occidente

ITERACIÓN 35	
Sub Tour1	A-I-H-A
Sub Tour2	B-U-C-E-D-B
Sub Tour3	F-G-R-Q-S-P-O-N-F

ITERACIÓN 36	
Sub Tour1	A-M-L-J-K-I-H-G-R-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-I-U-E-D-C-B

ITERACIÓN 37	
Sub Tour1	A-L-M-J-K-I-H-G-S-Q-R-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-C-D-E-T-U-B

ITERACIÓN 38	
Sub Tour1	A-L-M-J-K-I-H-G-Q-S-R-P-O-N-P-A
Sub Tour2	B-C-D-B
Sub Tour3	E-U-T-E

ITERACIÓN 39	
Sub Tour1	A-M-L-K-J-I-H-G-S-Q-R-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-E-C-U-T-D-B

ITERACIÓN 40	
Sub Tour1	A-M-L-K-J-I-H-G-Q-S-R-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-C-E-B
Sub Tour3	D-U-T-D

ITERACIÓN 41	
Sub Tour1	A-L-M-K-J-I-H-G-Q-S-R-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-D-C-E-T-U-B

ITERACIÓN 42	
Sub Tour1	A-U-T-C-E-D-B-A
Sub Tour2	F-Q-R-S-P-O-N-E-Q-R-S-P-O-N-F
Sub Tour3	G-L-M-K-J-I-H-G

ITERACIÓN 43	
Sub Tour1	A-I-H-G-Q-S-R-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-E-U-T-C-D-B
Sub Tour3	J-K-L-M-J

ITERACIÓN 44	
Sub Tour1	A-I-H-G-S-R-Q-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-C-E-U-T-D-B
Sub Tour3	J-M-L-K-J

ITERACIÓN 45	
Sub Tour1	A-I-H-G-Q-R-S-P-O-N-F-A
Sub Tour2	B-C-U-T-D-E-B
Sub Tour3	J-L-M-K-J

ITERACIÓN 46	
Sub Tour1	A-L-M-K-J-I-H-G-Q-R-S-P-O-N-F-T-C-E-D-B-U-A

- Sub tours zona noroccidente

Tabla 43.

Subtours (1-9) Zona Noroccidente

ITERACIÓN 1	
Sub tour 1	A-B-C-A
Sub tour 2	D-G-H-E-D
Sub tour 3	F-W-V-F
Sub tour 4	I-J-I
Sub tour 5	K-L-K
Sub tour 6	M-O-N-M
Sub tour 7	P-Q-P
Sub tour 8	R-S-R
Sub tour 9	T-U-T

ITERACIÓN 2	
Sub tour 1	A-C-B-A
Sub tour 2	D-H-G-E-D
Sub tour 3	F-W-U-T-V-F
Sub tour 4	I-J-K-I
Sub tour 5	L-M-L
Sub tour 6	N-O-N
Sub tour 7	P-Q-S-R-P

ITERACIÓN 3	
Sub tour 1	A-E-A
Sub tour 2	B-C-B
Sub tour 3	D-G-H-D
Sub tour 4	F-W-T-U-V-F
Sub tour 5	I-L-K-J-I
Sub tour 6	M-N-O-M
Sub tour 7	P-S-R-Q-P

ITERACIÓN 4	
Sub tour 1	A-T-U-N-O-M-L-K-I-J-E-D-H-G-B-C-A
Sub tour 2	F-V-W-F
Sub tour 3	P-Q-R-S-P

ITERACIÓN 5	
Sub tour 1	A-E-D-H-G-C-B-A
Sub tour 2	F-W-V-U-T-F
Sub tour 3	I-J-M-L-K-I
Sub tour 4	N-Q-P-R-S-O-N

ITERACIÓN 6	
Sub tour 1	A-E-D-H-G-B-C-A
Sub tour 2	F-W-F
Sub tour 3	I-M-L-K-J-I
Sub tour 4	N-P-Q-R-S-O-N
Sub tour 5	T-V-U-T

ITERACIÓN 7	
Sub tour 1	A-E-D-G-H-C-B-A
Sub tour 2	F-V-W-U-T-F
Sub tour 3	I-J-L-K-I
Sub tour 4	M-O-M
Sub tour 5	N-P-N
Sub tour 6	Q-S-R-Q

ITERACIÓN 8	
Sub tour 1	A-E-L-K-J-I-B-C-A
Sub tour 2	D-H-G-D
Sub tour 3	M-O-S-R-P-Q-N-M
Sub tour 4	F-U-T-F
Sub tour 5	W-V-W

ITERACIÓN 9	
Sub tour 1	A-M-L-K-J-I-E-D-G-H-B-C-A
Sub tour 2	F-V-W-T-U-F
Sub tour 3	N-Q-S-O-N
Sub tour 4	P-R-P

Tabla 44.
Subtours (10-18) Zona Noroccidente

ITERACIÓN 10	
Sub tour 1	A-J-I-E-D-G-H-B-C-A
Sub tour 2	F-U-T-V-W-F
Sub tour 3	K-M-L-K
Sub tour 4	N-Q-R-P-S-O-N

ITERACIÓN 11	
Sub tour 1	A-M-L-K-I-J-E-D-G-H-B-A
Sub tour 2	F-T-U-F
Sub tour 3	N-P-S-O-N
Sub tour 4	Q-R-Q
Sub tour 5	V-W-V

ITERACIÓN 12	
Sub tour 1	A-E-D-G-H-B-A
Sub tour 2	F-T-U-V-W-F
Sub tour 3	I-K-J-I
Sub tour 4	L-M-O-N-L
Sub tour 5	P-R-S-Q-P

ITERACIÓN 13	
Sub tour 1	A-E-L-K-J-I-G-C-B-A
Sub tour 2	D-H-D
Sub tour 3	F-V-F
Sub tour 4	M-O-S-R-Q-P-N-M
Sub tour 5	T-W-U-T

ITERACIÓN 14	
Sub tour 1	A-M-L-K-J-I-E-D-H-C-B-A
Sub tour 2	F-W-V-T-U-F
Sub tour 3	N-P-R-Q-S-O-N

ITERACIÓN 15	
Sub tour 1	A-E-H-D-G-C-B-A
Sub tour 2	F-T-U-W-V-F
Sub tour 3	I-J-M-O-N-L-K-I
Sub tour 4	P-R-Q-S-P

ITERACIÓN 16	
Sub tour 1	A-E-D-B-C-A
Sub tour 2	F-U-W-V-F
Sub tour 3	G-H-G
Sub tour 4	I-M-O-N-L-K-J-I
Sub tour 5	P-S-Q-R-P

ITERACIÓN 17	
Sub tour 1	A-M-L-K-I-J-E-D-H-G-B-C-A
Sub tour 2	F-V-U-T-W-F
Sub tour 3	N-S-O-N
Sub tour 4	P-Q-R-P

ITERACIÓN 18	
Sub tour 1	A-E-H-D-G-B-C-A
Sub tour 2	F-V-T-U-W-T
Sub tour 3	I-J-K-L-I
Sub tour 4	M-O-S-P-R-Q-N-M

ITERACIÓN FINAL	
Sub tour 1	A-U-T-V-F-W-P-Q-R-S-O-N-M-L-K-J-I-E-D-H-G-B-C-A

- Subtours zona norte

Tabla 45.

Subtours (1-16) Zona Norte

ITERACIÓN 1	
Sub Tour 1	A-U-A
Sub Tour 2	B-I-B
Sub Tour 3	C-D-C
Sub Tour 4	E-F-E
Sub Tour 5	G-H-G
Sub Tour 6	J-K-J
Sub Tour 7	L-M-L
Sub Tour 8	N-O-P-N
Sub Tour 9	Q-S-T-R-Q

ITERACIÓN 2	
Sub Tour 1	A-U-Q-A
Sub Tour 2	B-I-H-G-E-F-D-C-B
Sub Tour 3	J-K-L-M-J
Sub Tour 4	N-P-O-N
Sub Tour 5	R-T-S-R

ITERACIÓN 3	
Sub Tour 1	A-U-Q-N-O-P-A
Sub Tour 2	B-I-G-H-E-F-D-C-B
Sub Tour 3	J-M-L-K-J
Sub Tour 4	R-S-T-R

ITERACIÓN 4	
Sub Tour 1	A-U-T-Q-N-O-P-A
Sub Tour 2	B-I-G-H-E-F-C-D-B
Sub Tour 3	J-L-M-K-J
Sub Tour 4	R-S-R

ITERACIÓN 5	
Sub Tour 1	A-U-R-T-S-Q-N-O-P-A
Sub Tour 2	B-I-H-G-E-F-C-D-B
Sub Tour 3	J-K-M-L-J

ITERACIÓN 6	
Sub Tour 1	A-U-R-Q-N-O-P-A
Sub Tour 2	B-L-M-J-H-I-H-G-E-F-C-D-B
Sub Tour 3	S-T-S

ITERACIÓN 7	
Sub Tour 1	A-U-T-R-S-Q-N-O-P-A
Sub Tour 2	B-M-L-J-K-I-G-H-E-F-D-C-B

ITERACIÓN 8	
Sub Tour 1	A-U-T-S-R-Q-N-O-P-A
Sub Tour 2	B-L-M-K-J-I-G-H-E-F-C-D-B

ITERACIÓN 9	
Sub Tour 1	A-U-S-T-R-Q-N-O-P-A
Sub Tour 2	B-L-M-J-K-I-G-H-E-F-C-D-B

ITERACIÓN 10	
Sub Tour 1	A-U-S-Q-N-O-P-A
Sub Tour 2	B-I-G-H-E-F-L-M-J-K-C-D-B
Sub Tour 3	R-T-R

ITERACIÓN 11	
Sub Tour 1	A-U-T-R-S-A
Sub Tour 2	B-H-G-E-F-D-C-B
Sub Tour 3	I-M-L-K-J-I
Sub Tour 4	N-Q-N
Sub Tour 5	O-P-O

ITERACIÓN 12	
Sub Tour 1	A-U-R-S-T-Q-N-O-P-A
Sub Tour 2	B-J-K-L-M-I-H-G-E-F-D-C-B

ITERACIÓN 13	
Sub Tour 1	A-U-R-S-T-A
Sub Tour 2	B-L-M-K-J-I-H-G-E-F-D-C-B
Sub Tour 3	N-O-P-Q-N

ITERACIÓN 14	
Sub Tour 1	A-U-S-R-T-Q-N-O-P-A
Sub Tour 2	B-J-K-L-M-I-H-G-E-F-C-D-B

ITERACIÓN 15	
Sub Tour 1	A-U-T-S-R-Q-N-P-O-A
Sub Tour 2	B-L-M-J-K-I-G-H-E-F-D-C-B

ITERACIÓN 16	
Sub Tour 1	A-U-R-T-S-Q-N-P-O-A
Sub Tour 2	B-M-L-J-K-I-G-H-E-F-C-D-B

Tabla 46.
Subtours (11-21) Zona Norte

ITERACIÓN 17	
Sub Tour 1	A-U-S-T-R-A
Sub Tour 2	B-L-M-J-K-I-H-G-E-F-D-C-B
Sub Tour 3	N-P-O-Q-N
ITERACIÓN 18	
Sub Tour 1	A-R-T-S-U-Q-N-O-P-A
Sub Tour 2	B-L-M-J-I-H-G-E-F-D-C-B
ITERACIÓN 19	
Sub Tour 1	A-U-T-R-S-Q-I-H-G-E-F-C-D-B-N-O-P-A
Sub Tour 2	J-L-K-M-J
ITERACIÓN 20	
Sub Tour 1	A-U-T-R-S-Q-O-N-P-A
Sub Tour 2	B-M-L-J-K-I-H-G-E-F-C-D-B
ITERACIÓN FINAL	
Sub Tour 1	A-U-R-S-T-Q-M-M-L-K-J-I-H-G-E-F-D-C-B-N-O-P-A

- Subtours zona centro

Tabla 47.

Subtours (1-12) Zona Centro

ITERACIÓN 1	
Sub Tour1	A-B-A
Sub Tour2	C-D-C
Sub Tour3	E-F-E
Sub Tour4	G-H-G
Sub Tour5	I-J-I
Sub Tour6	K-M-L-K
Sub Tour7	N-P-O-N
Sub Tour8	Q-R-S-Q
Sub Tour9	T-V-U-T
Sub Tour10	W-Y-X-W

ITERACIÓN 2	
Sub Tour1	A-D-C-B-A
Sub Tour2	E-F-G-E
Sub Tour3	H-M-L-K-J-I-H
Sub Tour4	N-O-P-N
Sub Tour5	Q-R-S-Q
Sub Tour6	T-W-V-U-T
Sub Tour7	X-Y-X

ITERACIÓN 3	
Sub Tour1	A-C-D-G-E-F-B-A
Sub Tour2	H-L-K-J-I-H
Sub Tour3	M-Y-M
Sub Tour4	N-Q-R-N
Sub Tour5	O-P-O
Sub Tour6	T-U-V-T
Sub Tour7	W-X-W

ITERACIÓN 4	
Sub Tour1	A-C-D-G-F-E-B-A
Sub Tour2	H-J-I-M-L-K-H
Sub Tour3	N-S-P-O-N
Sub Tour4	Q-R-Q
Sub Tour5	T-Y-X-W-V-U-T

ITERACIÓN 5	
Sub Tour1	A-D-C-E-B-A
Sub Tour2	F-Q-F
Sub Tour3	H-I-J-K-H
Sub Tour4	L-M-L
Sub Tour5	N-S-R-Q-O-P-N
Sub Tour6	T-Y-X-W-U-V-T

ITERACIÓN 6	
Sub Tour1	A-C-D-B-A
Sub Tour2	E-G-F-E
Sub Tour3	H-M-L-J-I-K-H
Sub Tour4	N-S-Q-R-P-O-N
Sub Tour5	T-VY-X-W-U-T

ITERACIÓN 7	
Sub Tour1	A-D-C-G-E-F-B-A
Sub Tour2	H-M-L-H
Sub Tour3	I-K-J-I
Sub Tour4	N-S-R-Q-P-O-N
Sub Tour5	T-U-Y-X-W-V-T

ITERACIÓN 8	
Sub Tour1	A-D-C-E-G-F-B-A
Sub Tour2	H-M-S-R-Q-P-O-N-L-K-J-I-H
Sub Tour3	T-V-T
Sub Tour4	U-YX-W-U

ITERACIÓN 9	
Sub Tour1	A-D-C-E-F-G-B-A
Sub Tour2	H-M-J-I-H
Sub Tour3	K-L-K
Sub Tour4	N-S-Q-R-O-P-N
Sub Tour5	T-U-T
Sub Tour6	V-Y-X-W-V

ITERACIÓN 10	
Sub Tour1	A-D-C-F-E-G-B-A
Sub Tour2	H-M-Y-X-W-V-Y-T-S-Q-R-P-O-N-L-K-J-I-H

ITERACIÓN 11	
Sub Tour1	A-D-C-F-B-A
Sub Tour2	E-O-E
Sub Tour3	H-M-Y-X-W-V-U-T-S-R-Q-P-O-N-L-K-J-I-H

ITERACIÓN 12	
Sub Tour1	A-C-D-F-E-G-B-A
Sub Tour2	H-M-S-R-Q-O-P-N-L-K-J-I-H
Sub Tour3	T-W-X-Y-T
Sub Tour4	U-V-U

Tabla 48.
Subtours (13-34) Zona Centro

ITERACIÓN 13	
Sub Tour1	A-D-C-G-F-E-B-A
Sub Tour2	H-M-L-J-K-H
Sub Tour3	N-Q-R-S-O-P-N
Sub Tour4	T-W-Y-X-U-V-T

ITERACIÓN 14	
Sub Tour1	A-C-D-F-E-G-B-A
Sub Tour2	H-M-Y-X-W-U-V-T-S-R-Q-O-P-N-L-K-J-I-H

ITERACIÓN 15	
Sub Tour1	A-D-C-F-G-E-B-A
Sub Tour2	H-M-Y-X-W-U-V-T-S-R-Q-O-P-N-L-K-J-I-H

ITERACIÓN 16	
Sub Tour1	A-C-D-E-G-F-B-A
Sub Tour2	H-M-Y-X-W-U-V-T-S-R-Q-O-P-N-L-K-J-I-H

ITERACIÓN 17	
Sub Tour1	A-C-D-E-F-G-B-A
Sub Tour2	H-M-Y-X-W-U-V-T-S-R-Q-O-P-N-L-K-J-I-H

ITERACIÓN 18	
Sub Tour1	A-D-C-H-G-F-E-B-A
Sub Tour2	I-J-M-L-K-I
Sub Tour3	N-R-Q-S-O-P-N
Sub Tour4	T-W-X-Y-U-V-T

ITERACIÓN 19	
Sub Tour1	A-D-C-F-E-H-G-B-A
Sub Tour2	I-L-K-J-I
Sub Tour3	M-Y-X-W-U-V-T-S-R-Q-O-P-N-L-K-J-I-M

ITERACIÓN 20	
Sub Tour1	A-G-F-B-A
	C-E-D-C
Sub Tour2	H-M-Y-X-W-U-V-T-S-R-Q-O-P-N-L-K-J-I-H

ITERACIÓN 21	
Sub Tour1	A-D-C-E-H-G-F-B-A
Sub Tour2	I-M-L-K-J-I
Sub Tour3	N-R-Q-S-P-O-N
Sub Tour4	T-W-X-Y-V-U-T

ITERACIÓN 22	
Sub Tour1	A-C-D-E-F-H-G-B-A
Sub Tour2	I-J-L-K-I
Sub Tour3	M-S-Q-R-P-O-N-M
Sub Tour4	T-U-V-W-X-Y-T

ITERACIÓN 23	
Sub Tour1	A-C-D-H-G-E-F-B-A
Sub Tour2	I-M-S-R-Q-P-O-N-L-K-J-I
Sub Tour3	T-W-Y-X-V-U-T

ITERACIÓN 24	
Sub Tour1	A-C-D-H-G-F-E-B-A
Sub Tour2	I-K-M-L-J-I
Sub Tour3	N-R-S-Q-P-O-N
Sub Tour4	T-V-W-Y-X-U-T

ITERACIÓN 25	
Sub Tour1	A-G-D-C-E-F-B-A
Sub Tour2	H-M-Y-X-W-U-V-T-S-R-Q-P-O-N-L-K-J-I-H

ITERACIÓN 26	
Sub Tour1	A-D-C-E-F-H-G-B-A
Sub Tour2	I-J-K-I
Sub Tour3	L-M-Y-X-W-U-V-T-O-P-N-L
Sub Tour4	R-S-R

ITERACIÓN 27	
Sub Tour1	A-G-D-C-F-E-B-A
Sub Tour2	H-I-J-L-K-H
Sub Tour3	M-Y-X-W-U-V-T-S-R-Q-O-P-N-M

ITERACIÓN 28	
Sub Tour1	A-B-E-F-G-D-C-A
Sub Tour2	H-M-Y-X-W-U-T-V-S-R-Q-O-P-N-L-K-J-I-H

ITERACIÓN 29	
Sub Tour1	A-B-F-E-G-D-C-A
Sub Tour2	H-I-J-L-K-H
Sub Tour3	M-Y-X-W-U-V-T-S-R-Q-P-O-N-M

ITERACIÓN 30	
Sub Tour1	A-C-D-F-E-H-G-B-A
Sub Tour2	I-M-S-R-Q-O-P-N-L-K-H
Sub Tour3	T-X-YW-U-V-T

ITERACIÓN 31	
Sub Tour1	A-C-FH-G-E-B-A
Sub Tour2	I-K-J-L-I
Sub Tour3	M-Y-X-W-U-V-T-S-R-Q-P-O-N-M

ITERACIÓN 32	
Sub Tour1	A-C-D-G-H-F-E-B-A
Sub Tour2	K-L-J-I-K
Sub Tour3	M-Y-X-W-U-V-T-S-R-Q-O-P-N-M

ITERACIÓN 33	
Sub Tour1	A-C-D-E-H-G-F-B-A
Sub Tour2	I-M-Y-X-W-U-V-T-S-R-QO-P-N-L-K-J-I

ITERACIÓN 34	
Sub Tour1	A-D-C-E-F-G-H-L-K-J-I-M-Y-X-W-U-V-T-S-R-Q-O-N-P-B-A