

DISEÑO DE OPTIMIZACIÓN DEL MODELO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y
TRANSPORTE DE EMPRESA PANIFICADORA DE PRODUCTOS DE
CONSUMO MASIVO

JOHN JAIRO ZAMBRANO RENGIFO
EDINSON LOPEZ CASTRO

Proyecto de Grado

Leonardo Rivera Ph.D.
Jefe de Departamento de Ingeniería Industrial

UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL
MAESTRIA EN INGENIERIA INDUSTRIAL

SANTIAGO DE CALI
2012

AGRADECIMIENTOS

Ante todo primero a Dios, por darme la oportunidad de asumir el reto y la responsabilidad frente a la Familia, la Empresa, la Universidad, la Sociedad y conmigo mismo de emprender los estudios de profundización en la Maestría, a la vez que nos doto de todos los recursos para llevar a buen término el objetivo planteado en lo académico y este proyecto de trabajo final, no tengo palabras para agradecer al altísimo porque siempre estuvo al pie del camino cuando quise desfallecer y encendiendo la luz cuando esta oscurecía.

A mi Familia por la paciencia en mi ausencia y el apoyo irrestricto en el reto asumido, los quiero y valoro sobremanera, no saben cuánto me he cuestionado si en realidad valdrá la pena el valor pagado, en términos del tiempo que he dejado de compartirles y acompañarles; les he extrañado mucho, en especial a mi pequeña María Paula.

A la Empresa y en especial a su Gerente General por la confianza brindada para la obtención de los datos y hacer posible este proyecto, sin este recurso no habría sido posible cristalizar el sueño de aplicar las herramientas aprendidas, así mismo, a mi equipo de trabajo y pares por el tiempo que estuve ausente en muchas jornadas laborales atendiendo los horarios académicos.

A la Universidad ICESI y en especial a los profesores que con sus conocimientos y experiencias, aportaron a la formación en este nivel de Maestría, son unos grandes profesionales y de una calidad humana en todo el sentido de la palabra, destaco las asesorías profesionales para el trabajo dadas en la primera línea por nuestro Director de Proyecto Leonardo Rivera, Andrés López, Jairo Guerrero y Víctor Escallon; a los compañeros de promoción y amigos que indirectamente apoyaron el logro.

Uno de los más grandes retos de mi vida ha sido el de seguir nutriendo mi ser con conocimientos para aplicarlos y desarrollarlos en mi entorno personal y profesional, por esto, agradezco a la Universidad ICESI el haberme permitido, desde mis estudios de pregrado en 2001, acceder al conocimiento que por medio de sus maestros llego de la forma más clara y exigente, para crecer hasta alcanzar el nivel de especialización en el año 2010 y hoy en 2012 el nivel de maestría. No fue fácil, pero doy gracias a Dios que me dio el entendimiento y el tiempo, a mi esposa que entendió mis ausencias y nos acompañó muchos fines de semana como un técnico en los pits de la fórmula 1, a mis jefes que permitieron que viajara y me ausentara cuando lo necesitaba, a mis familiares y amigos que entendieron que no siempre podía estar en las celebraciones, a mi amigo y compañero de proyecto que se comprometió y fue complemento intelectual y profesional de muy alta calidad, a todos quienes no puedo incluir pero que hicieron parte de cada día de este reto, muchas gracias.

CONTENIDO

	Pág.
0. INTRODUCCIÓN.....	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. Objetivo General.....	14
2.2. Objetivos Específicos.....	15
3. ALCANCE DEL PROYECTO	15
4. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES	16
5. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO	17
5.1. MARCO TEÓRICO.....	17
5.1.1. Características de los problemas de distribución y transporte.....	17
5.1.2. Programación lineal.....	17
5.1.3. Localización de instalaciones (Centros de distribución).....	18

5.1.4. Diseño de rutas.....	20
5.2. Marco Metodológico	23
5.2.1. Metodología de Calculo.....	23
5.2.2. Herramientas de Matemáticas.....	23
5.2.3. Herramientas de Software.....	23
6. RESULTADOS QUE SE ESPERA OBTENER.....	24
7. DIAGNOSTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA.....	24
7.1. Censo de la Flota vehicular.....	24
7.2. Caracterización de la red de distribución.....	26
7.3. Análisis de la capacidad.....	27
7.4. Levantamiento de Ruterros.....	29
7.5. Costos logísticos de operar la red de distribución.....	35
7.6. Ruteo Por Clientes.....	36
8. DISEÑO MODELO DE LOCALIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA.....	36
8.1 Calculo de distancias entre ciudades del país.....	36
8.2 Calculo de distancias entre ciudades del Valle del Cauca.....	37
8.3 Costos de operación de los Centros de Distribución (CDS).....	37
8.4 Costos de operación de transporte.....	38

8.5	Cantidad demandada.....	38
8.6	Costos unitarios por caja transportada.....	40
8.7	Modelo actual de la red de distribución de Empresa	41
8.7.1	Plantas.....	42
8.7.2	Centros de Distribución(CDS).....	43
8.7.3	Mercados (Ciudades).....	43
8.7.4	Análisis modelo propuesto red de distribución país.....	46
8.8	Análisis resultados del modelo propuesto de localización red de distribución país.....	52
8.9	Escenarios evaluados del modelo de localizaciones en herramienta AMPL.....	64
8.9.1	Escenario modelado sin CD en ciudad de Santiago Cali.....	64
8.9.2	Escenario de estrategia de expansión de mercados.....	67
9.	DISEÑO MODELO DE RUTEO POR COMUNAS Y CLIENTES DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI CANAL TAT.....	72
9.1.	Supuesto del modelo de ruteo.....	72
9.2.	Calculo de distancias entre comunas de la ciudad de Santiago de Cali....	73
9.3.	Mapeo de rutas y optimización de modelos de ruteo con logware.....	76
9.4.	Análisis de ruteo propuesto por logware vs ruteo actual.....	77
9.5.	Análisis escenario mejora CD abierto en ciudad de Cali.....	81
10.	CONCLUSIONES.....	88
11.	CRONOGRAMA DEL PROYECTO	90
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL TRABAJO DE GRADO.....	92

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características de la flota de vehículos propia de La Empresa.....	26
Tabla 2. Caracterización de la red de distribución.....	27
Tabla 3. Rutas por Ciudad de la red de distribución.....	30
Tabla 4. Numero clientes atendidos por Ciudad.....	33
Tabla 5. Centros de distribución con distancia y costos de operación.....	37
Tabla 6. Demanda promedio de Mercados atendidos y distancias a la planta en la ciudad de Palmira.....	39
Tabla 7. Costo unitario por canastilla.....	40
Tabla 8. Plantas actuales.....	43
Tabla. 9 Centros de distribución de la red distribución actual.....	43
Tabla 10. Mercados (ciudades) que atiende la red de distribución actual.....	44
Tabla 11. Informe AMPL de despachos de planta a CDS.....	54
Tabla 12. Informe AMPL de despachos de planta a mercados.....	55
Tabla 13. Comparativos los CDS operando actuales y propuestos.....	56
Tabla 14. Informe AMPL de despachos desde CDS a mercados.....	58
Tabla 15. Informe AMPL de despachos entre CDS.....	59
Tabla 16. Comparativos de costos fijos de los CDS actuales	

y propuestos.....	60
Tabla 17. Costo por kilometro de caja transportada modalidad de despacho Planta – Cliente.....	54
Tabla 18. Informe AMPL de costo total de transporte y costo fijo de CDS.....	64
Tabla 19. Informe AMPL de CDS abiertos.....	64
Tabla 20. Informe AMPL de despachos de planta a mercados.....	65
Tabla 21. Informe AMPL de costo total de transporte y costo fijo de CDS.....	66
Tabla 22. Costos fijos y variables planta actual.....	67
Tabla 23. Valor costos fijos y variables nueva planta.....	68
Tabla 24. Variación (%) costos fijos y variables nueva planta.....	68
Tabla 25. Porcentajes de costos de producción y logísticos de escenarios planta 1 + planta 2(pequeña o grande).....	71
Tabla 26. Ruteo propuesto logware vs ruteo actual día lunes.....	78
Tabla 27. Ruteo propuesto logware vs ruteo actual día Martes.....	80
Tabla 28. Ruteo propuesto logware vs ruteo actual día miércoles.....	81
Tabla 29. Ruteo propuesto logware vs ruteo con CD Cali día lunes.....	83
Tabla 30. Ruteo propuesto logware vs ruteo con CD Cali día Martes.....	85
Tabla 31. Ruteo propuesto logware vs ruteo con CD Cali día Miércoles.....	87

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen 1. Utilización Capacidad de vehículos semana 32 /2011.....	28
Imagen 2. Utilización Capacidad de vehículos semana 33 /2011.....	28
Imagen 3. Utilización Capacidad de vehículos semana 34 /2011.....	29
Imagen 4. Costo logístico de operar la red de distribución... ..	35
Imagen 5. Modelo de la red de distribución actual.....	42
Imagen 6. Red Logística LA EMPRESA.....	45
Imagen 7. Función objetivo red de distribución de empresa.....	49
Imagen 8. Condición de equilibrio 1.....	50
Imagen 9. Condición de equilibrio 2.....	50
Imagen 10. Condiciones de apertura de planta y CDS.....	51
Imagen 11. Modelo de la red de distribución país propuesta.....	52
Imagen 12. Modelo propuesto de red distribución país.....	53
Imagen 13. Coordenadas de centroides de las comunas de la ciudad de Cali.....	75
Imagen 14. Mapa optimizado de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día lunes.....	77
Imagen 15. Mapa optimizado de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día martes.....	79

Imagen 16. Mapa optimizado de la ruta de distribución
por clientes de la Empresa para el día miércoles.....80

Imagen 17. Mapa optimizado de la ruta de distribución por
clientes de la Empresa para el día lunes con centro de distribución en Cali.....82

Imagen 18. Mapa optimizado de la ruta de distribución por
clientes de la Empresa para el día martes con centro de distribución en Cali.....84

Imagen 19. Mapa optimizado de la ruta de distribución por
clientes de la Empresa para el día miércoles con centro de distribución en Cali..86

GLOSARIO

ALISTAMIENTO: proceso que se realiza al bien antes de enviarse a su destino.

AMORTIZACIONES: pagos que se planean en un determinado periodo para cumplir con un compromiso o deuda adquirida.

AMPL: lenguaje de modelado algebraico para programación matemática.

CADENA DE ABASTECIMIENTO: es el proceso que involucra desde la compra de la materia prima, elaboración o proceso hasta la entrega del producto terminado al consumidor final.

CADENA DE VALOR: es cada uno de los procesos que participan dentro de un objetivo general imprimiendo valor agregado que beneficie al cliente y a la organización.

CENTRO DE DISTRIBUCION (CD): es el lugar donde llega carga desde una planta productora y se despacha hacia los clientes finales, es un sitio de transferencia.

CENTROIDE: punto que define el centro geométrico de un objeto.

COMUNA: agrupación de barrios.

COSTO TOTAL LOGISTICO (CTL): valor resultado de la sumatoria de todos los procesos que intervienen en proceso de alistamiento y distribución de un bien.

FLETE: valor que se paga por el transporte de mercancías u objetos de un sitio de origen a un sitio de destino.

HARDWARE: parte física de los sistemas y tecnologías informáticas

HEURISTICA: métodos auxiliares basados en la experiencia que facilitan resolver mas rápidamente la solución de problemas.

INDICADORES: datos que miden el comportamiento de un proceso, ayudan a determinar su correcta utilización y desviación, cuantifican ganancias y pérdidas.

JUST IN TIME: proceso implementado por Toyota, hoy por hoy utilizado para el manejo de inventarios y procesos de producción en algunas empresas.

LEAD TIME: es el tiempo de espera que se establece para el cumplimiento de un proceso: Ejemplo. La entrega de un pedido en 24 horas.

LOGISTICA: es todo flujo o movimiento organizado de mercancías, objetos, dinero, documentos y personas cuyo fin es obtener rentabilidad en las actividades que se ejecutan.

LOGWARE: programa de cálculo que automatiza procesos de ruteo.

MAPAS DE RUTAS: diagrama resultado de unir el punto de origen con los diferentes destinos de una ruta.

PACKING: proceso que involucra el embalaje de mercancías en diferentes tipos de empaques.

PARETO: principio definido por primera vez por Vilfredo Pareto, que establece dos grupos de proporciones 80-20, mínimos vitales y máximos triviales, los mínimos vitales son el 20% y representan el 80% de los datos analizados, y los máximos triviales son el 80% y representan el 20% de los datos analizados; en logística aplica para analizar ventas por clientes, por productos, etc.

PICKING: proceso mediante el cual se hace una clasificación de mercancías para agilizar el alistamiento de los pedidos.

PLANTA: lugar donde se produce un bien.

RUTA: un desplazamiento programado para conectar un punto origen y uno o varios destinos.

RUTEO: orden optimizado de entregas que se programan para el recorrido de un vehículo desde un punto de origen (planta, CD) hasta los diferentes destinos (Clientes).

SOFTWARE: programas que realizan los cálculos y desarrollan las tareas en un computador.

TRAZABILIDAD: proceso de identificación o búsqueda de información del origen de un determinado producto, servicio o persona.

VRP (Vehicle Routing Problem): el problema del transporte o VRP por sus siglas en ingles, permite determinar las rutas para una flota de vehículos que parten de un depósito a atender las demandas de clientes ubicados en sitios geográficos diferentes.

0. INTRODUCCIÓN.

El trabajo pretende determinar un modelo de optimización del transporte para la red de distribución y transporte del producto de La Empresa, que le permita ajustar su infraestructura a la necesidad de mercado actual, a la vez que la propuesta sea lo suficientemente flexible para atender las variaciones en ambos sentidos que la demanda del mercado presente hacia el próximo decenio, con un enfoque de distribución-país y distribución-ciudad.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Actualmente la flota de vehículos de la Empresa, está sub-utilizada (Capacidad de cargue por vehículo) y desactualizada (modelo de los vehículos), requiriéndose optimizar las rutas y los vehículos para operar eficientemente la red de distribución y transporte, los indicadores actuales de costo total logístico(CTL) de distribución y transporte de La Empresa oscilan en el rango del 9% al 12.5%¹ (datos obtenidos de los resultados del periodo Enero-Julio 2011), y al comparar con las estadísticas a nivel país de este indicador, un estudio del Banco Mundial en el 2005, calculó que para el producto interno bruto(PIB) el indicador del CTL representaba el 18,6%² del PIB de país, resultado que coloca a La Empresa frente a una oportunidad frente a sus competidores del sector, aunque este mismo estudio determino que Colombia se encuentra en desventaja(amenaza) frente a los países de la región andina, ya que el CTL promedio de la región es del 13,9%³, resultado muy cercano al obtenido por La Empresa, lo que la coloca en desventaja competitiva frente a las oportunidades de comercializar los productos en países vecinos; de igual manera el Ministerio del transporte⁴ en un estudio realizado en el 2006 del periodo 1997 - 2004 encontró que la capacidad de carga en volumen de los vehículos se utiliza en un 74%⁵, y según indicador de Compañía de la

¹ Indicador CTL de La Empresa, 2011.

² Estudio Banco Mundial, 2005.

³ Estudio Banco Mundial, 2005.

⁴ Documento CONPES 3489, 1 de Octubre de 2007.

⁵ Ibid., p. 14

capacidad utilizada en volumen de la flota de vehículos no alcanza el 50%⁶; ahora bien, según estudio de análisis de costo de la logística de la revista catalogo de logística⁷ comparando datos estadísticos del sector por actividad(manufactura) el CTL es 10,2%, y por destino(consumo masivo) el CTL es 7.79%, resultados que exigen retos a corto y mediano plazo para que en ambos sectores el indicador de CTL de La Empresa presente un resultado por debajo del observado en cada sector. Finalmente el costo total logístico (CTL), se calcula agrupando los costos y gastos por concepto de: Mano de obra del área logística (Nomina y prestaciones de ley), almacenamiento, manejo, toma de pedidos, alistamiento (picking), despacho, hardware y software informática, instalaciones, equipos (flota propia), contratación de terceros (vehículos externos), combustibles, peajes, mantenimientos, amortizaciones y depreciaciones, impuestos, seguros, gastos varios.

Los altos niveles de competitividad del sector, el actual parque automotor propio de La Empresa que fue adquirido para atender un mercado hace más de diez (10) años, hoy no responde a las necesidades cambiantes del mercado actual, generando ineficiencias en la distribución y la entrega del producto, a la vez que genera unos altos costos de operar y mantener esta red propia de distribución, elevando al final del ejercicio los costos totales logísticos de La Empresa, según (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007), los departamentos de transporte administran más del 60% del total de los gastos logísticos de las empresas, situación que se evidencia en los componentes del CTL de la Empresa.

2. OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un modelo de la red de distribución y transporte de La Empresa que minimice los costos de transporte y de operación de los centros de distribución.

⁶ Indicador capacidad utilizada volumen de flota de vehículos de La Empresa, 2011.

⁷ Análisis costo total de logística en empresas colombianas 2004 – 2005 Revista Catalogo de Logística. Pág. 11.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual de la red de distribución y transporte de La Empresa.
- Diseñar un (1) modelo de localización de centros de distribución, buscando minimizar los costos logísticos, y optimización de la red de distribución y transporte, con los recursos actuales que La Empresa tiene.
- Diseñar un (1) modelo de ruteo automático por comunas y clientes para la ciudad de Cali, que optimice la capacidad disponible de la flota de vehículos propios, para atender la operación de distribución y transporte.

3. ALCANCES DEL PROYECTO.

El proyecto es de carácter académico y no una consultoría de La Empresa, por lo cual, el alcance del mismo solo se limita al presupuesto de los estudiantes investigadores que están desarrollándolo; lo anterior, nos obliga a definir un límite de presupuesto para el desarrollo del objetivo No. 3 (Ruteo por comunas y clientes), la actual base de datos de este canal supera los 8.000 clientes, y en el caso del mercado de la ciudad de Cali alcanza casi los 5.000 clientes, para el ruteo se realizara con una aproximación al Pareto de clientes por ruta cercanos al centroide por comunas en la ciudad de Cali, por tanto, para definir un modelo de ruteo por el total de los clientes, el mismo superaría los alcances del presupuesto disponible; en este orden de ideas, y para el cumplimiento del objetivo en cuestión, se seleccionaran según el criterio recomendado los cinco (5) clientes Pareto con la cantidad de cajas vendidas de las 12 rutas x día que atienden el mercado tradicional TAT de la ciudad de Cali, lo cual da como resultado obtener datos de venta de 180 clientes, que corresponde al 3.6% del total de 4.992 clientes muestreados de la ciudad de Cali⁸.

⁸ Archivo tabla dinámica Excel de Base de datos de clientes La Empresa Agosto de 2011.

4. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES.

Las compañías del sector de alimentos y bebidas, enfrentan retos muy grandes en el contexto actual que desarrollan los negocios, por ser este mercado de consumo masivo, los márgenes que se obtienen son marginales, se debe recurrir a alcanzar una gran escala/volumen de unidades posicionadas, siendo crucial y muy específico la manera como se llega y atienden los mercados y los clientes en éste, por tal razón el diseño de la red de distribución y rutas de transporte cobra valor/importancia en la actualidad, ya que el liderazgo frente la competencia y el posicionamiento lo determina la red de distribución que se desarrolle para lograr los objetivos estratégicos de Compañía. Algunas justificaciones sobre el estudio son:

El modelo propuesto de la red de distribución y transporte permitirá a La Empresa obtener ventaja competitiva frente a sus competidores en el mercado, derivado del modelo optimizado para atender el mercado actual en su zona de influencia principal, zonas alternas de operación y futuros mercados en desarrollo y por desarrollar.

El creciente tráfico vehicular y el caos que éste genera en las grandes ciudades, exige reformular una nueva estrategia de distribución para las ciudades.

La red de distribución y transporte actual no ha sido actualizada (Rutas optimas) a las nuevas necesidades de los mercados y está generando una sub-utilización (Capacidad) de la flota vehicular propia.

Según (Gattorna, 2009), la dinámica de cambio en los mercados, requiere tener infraestructuras flexibles (lean) que se adapten a dichos cambios de manera inmediata, que La Empresa hoy no posee.

En los mercados de hoy se compete con redes de distribución eficientes para lograr posicionar los productos de la misma manera, La Empresa debe reformular la red de distribución para competir en los mercados altamente competitivos.

La flota de vehículos actual fue adquirida para un mercado específico hace más de diez (10) años, los mercados en su dinámica presentan cambios de acuerdo a las nuevas realidades del mercado.

Los nuevos competidores que han incursionado en el mercado/sector en la última década, ha traído como consecuencia que la torta del mercado se comparta hoy de manera diferente, lo que obliga ajustar la red de distribución y transporte a las nuevas reparticiones del mercado.

De acuerdo a (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007), la participación del costo logístico de distribución y transporte, en el total de los costos de logística es el más representativo (mayor al 60%), por lo anterior cualquier mejora (disminución) en estos rubros representa un resultado positivo de ahorro importante en la operación y por estar ligado a la venta significa mayores utilidades.

5. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO.

5.1 MARCO TEÓRICO

5.1.1 Características de los problemas de distribución y transporte: El problema de distribución y transporte define/crea el reto/desafío en términos de minimizar los costos a lo largo de la cadena de suministro, desde los puntos de origen (plantas) hacia los centros de distribución o puntos de entrega final (destinos), y para lograrlo toma importancia que la red de transporte que interconectara los nodos sea definida con criterios de eficiencia y eficacia, de tal manera que logre la efectividad en el transporte del producto/carga. En investigación de operaciones, la solución al problema de transporte se realiza a través de modelos matemáticos de programación lineal.

5.1.2 Programación lineal (PL): Según (Arya, Lardner, 2002) la programación lineal, básicamente permite definir un modelo matemático que optimiza la función objetivo en términos de maximizar/minimizar el resultado, en (Richard, Jacobs, Aquilano, 2007) se explica como el producto de la relación y los alcances/restricciones de las variables consideradas en el modelo propuesto para resolver. Entre los siglos XVII y XVIII, se comenzó a cimentar lo que sería los inicios de la programación lineal, grandes estudiosos de las matemáticas dentro de los cuales se destaca Newton, siempre estuvieron interesados en la solución de funciones con condicionales; pero fue el matemático Jean Baptiste-Joseph Fourier (1768-1830) quien delinearía lo que hoy conocemos como programación lineal, y su potente aplicación.

Koopmans y Kantorovitch, entre los años 1941 y 1942 plantean el primer problema del transporte soportado en el modelo de programación lineal, este avance marca a partir de entonces el desarrollo vertiginoso de este modelo matemático, en muchos campos de aplicación.

La aplicación de la programación lineal (PL) permite resolver muchos de los problemas que se enfrentan en la investigación de operaciones, esta herramienta matemática desde la 2da. guerra mundial tuvo sus primeras aplicaciones para optimizar el transporte de suministros y pertrechos a las líneas de guerra/batalla, dando excelentes resultados para los países que la aplicaron; (Arya, Lardner, 2002) comenta que luego esta técnica fue extendida al campo Industrial. Dentro de la programación lineal, por su versatilidad para la resolución y obtención del resultado, (Arya, Lardner, 2002) destaca el algoritmo simplex para aplicar a los problemas de distribución y transporte; también se destaca su aplicación en campos como:

Gestión de inventarios.

Asignación de recursos humanos.

Asignación recursos de máquinas.

5.1.3 Localización de Instalaciones (CDS) La localización de las instalaciones (plantas y centros de distribución), en los mercados globalizados como operan en la actualidad, es una de las decisiones más importantes que las Organizaciones deben tomar, ya que de su decisión depende que los planes estratégicos y resultados de una Compañía sean exitosos, o por el contrario se fracase en el intento de competir en la complejidad de los mercados actuales, los cuales se caracterizan por el alto número de competidores(Nacionales y extranjeros), proliferación de productos commodities con bajo valor agregado, mercados maduros con lentos crecimientos de un periodo a otro, inserción de productos con el driver de precio, etc.; por lo anterior la ubicación física de la Empresa toma importancia en los tiempos modernos, para lo cual se definen modelos de decisión como el de análisis de factores que apliquen para la industria/sector en el cual se pretende posicionar las instalaciones de la empresa, estos factores pueden ser de tipo cualitativos o cuantitativos; la falla en la toma de decisión de localización de instalaciones conlleva a costos onerosos por lo que abarca el tener que relocalizar las instalaciones.

El fundamento teórico para el cálculo que se aplica, corresponde al método de centro de gravedad, ya que guarda una estrecha relación con los costes de transportar, y cuyo modelo es idóneo para las empresas que desean ampliar/mejorar el servicio a sus clientes/usuarios y la

distribución de productos. Los primeros cálculos de aplicación de localización de instalaciones iniciaron en 1960.

Según (Ballou, 2004), la localización de instalaciones es un importante problema de decisión que define la estructura y configuración de la red de distribución y transporte, a la vez define las alternativas, los costos asociados y las inversiones requeridas para realizar las operaciones; las decisiones sobre localización determinan el número, ubicación y tamaño de las instalaciones a utilizar, dentro de las que se incluyen puntos modales en la red, plantas, puertos, proveedores, almacenes, puntos de venta al menudeo y centros de servicio.

Metodos de localización

Metodos cualitativos

Buscan dar importancia a los gustos o deseos subjetivos de que una localización quede cerca o lejos de otra; los criterios que prevalecen son la comodidad o los accesos para la atención al cliente, en este método se destacan:

Metodo Delfi: Es aplicado en situaciones más complejas de localización de instalaciones y distribución de plantas.

Distribucion de planta: Las decisiones sobre distribución de planta se refieren al arreglo de equipo, personas, materiales y facilidades dentro de una planta para producir bienes o servicios en forma óptima

Metodos cuantitativos

Se valen de las herramientas y los modelos matemáticos para obtener un resultado cercano al óptimo y apoyar la toma de decisiones en lo referente a la localización de instalaciones, se resumen en:

Metodo de los factores ponderados: en este método se relacionan los factores relevantes como regulación gubernamental y ambiental, cultura, clima, disponibilidad de materias primas, número y proximidad de proveedores, sistemas de transporte, mercado y costo de la mano de obra, tecnología disponible, proximidad de los clientes, tamaño del mercado, costo de la tierra, costos de construcción/alquiler, servicios públicos, ambiente para los negocios,

mercado financiero, tráfico vehicular, número y nivel de competidores, exenciones tributarias, etc.; se asigna un peso a la importancia relativa a cada factor y una escala de calificación de los factores, que luego serán evaluados y calificados por un grupo evaluador experto en el tema, que finalmente decidirá de acuerdo a la calificación de factores la localización que mayor puntaje obtenga en el análisis de los factores.

Metodo del centro de gravedad: Este método considera las instalaciones existentes en un sistema de cuadrícula con coordenadas, las distancias que las separan y las cantidades de productos que se despachan entre las localizaciones de la red; en el proceso de cálculo se establecen las distancias relativas entre las localizaciones, calculando las coordenadas X e Y (centro de gravedad) dando como resultado el costo mínimo de transporte.

Metodo del transporte: Basado en el método de transporte de la programación lineal, se emplea para evaluar el impacto que pueda tener en materia de costos, las posibles decisiones de localización de instalaciones.

5.1.4 Diseño de rutas El mercado está en un estado de cambio constante y las cadenas de suministro deben adaptarse a estos cambios de igual forma para lograr los resultados que se han fijado.

Además de las actualizaciones de tecnología inversión en máquinas y equipos, se deben actualizar las rutas y las formas como se atienden las mismas, cambian las preferencias de consumo, cambian las cantidades de compra, cambia la regularidad de compra, en fin todo cambia en relación con el mercado objetivo que se atiende, por lo tanto, la importancia de implementar nuevas rutas, rediseñar o mejorar las rutas existentes, toma gran importancia, de esta, dependerá la decisión de cuántos Almacenes, Plantas o CD y donde deberán ubicarse los mismos, cuales son las cantidades de inventario requeridas en cada uno de estos y sus frecuencias de servicio, que tipo de equipos (vehículos) deben atender las plantas, almacenes o CD, cual es el costo de mantener una ruta y cuáles serán los ahorros que genera el rediseño, eliminación o creación de una nueva ruta.

La gran complejidad de la información y la cantidad de datos que este tema genera se deriva de la gran cantidad de factores que se deben

tener en consideración durante la operación, los cuales afectan directamente los costos logísticos.

El diseño de rutas, permite mediante su metodología, en su primera fase: la correcta definición del problema, en su segunda fase: la recopilación y análisis de los datos y en su fase final: las recomendaciones e implementación.

En (Ballou, 2004), el diseño de rutas se aborda desde el problema de transporte (vehicle routing problem o VRP, por sus siglas en ingles), como una extensión del problema del agente viajero (Traveling Salesman Problem o TSP, por sus siglas en ingles), dado que los costos de transporte representan entre un 33% y un 66% de los costos logísticos totales, se vuelve imperativo mejorar la eficiencia maximizando la utilización de la flota de vehículos, se pueden definir los siguientes tipos básicos de problema del transporte así:

Puntos de origen y destino separados y sencillos: Este problema de transporte se resuelve con el método de la ruta más corta, básicamente consiste en seleccionar en la red representada con vínculos y nodos, partiendo del origen a los nodos e iterando entre los vínculos que representen las menores costos (distancias y tiempos) para trazar la ruta hasta el destino.

Puntos múltiples de origen y destino: En este caso hay un problema de asignación de destinos a los orígenes, así como también hallar las mejores rutas entre ellos. Ocurre cuando hay múltiples plantas, almacenes, vendedores para entregar a más de un cliente el mismo producto; este problema se suele resolver con el algoritmo especial de programación lineal conocido como método de transporte.

Puntos coincidentes de origen y destino: Este problema de transporte suele ocurrir cuando la flota de vehículos es propia, y se resume en que el punto de origen es el mismo de destino, después de realizada la ruta.

Métodos de diseño de rutas: En (Ballou, 2004) se examinan dos métodos de diseño de rutas que se detallan a continuación:

Método “de barrido”: Este método da buenas soluciones cuando los volúmenes de cada parada son una pequeña fracción de la capacidad del vehículo, los vehículos tienen la misma capacidad y no hay restricciones de tiempo en las rutas, consta de dos etapas: Primera, las paradas se asignan a los vehículos, Segunda, se determina la secuencia

de las paradas dentro de las rutas; el método se describe en los siguientes pasos: 1. Localizar las paradas incluido el deposito en un mapa; 2. Trazar línea recta desde el deposito en cualquier dirección, luego girar la línea en el sentido de las manecillas del reloj o en el sentido contrario, hasta intersectar una parada, si la parada insertada esta en la ruta hacer la consulta si se excede la capacidad del vehiculo, si la respuesta es no se continua rotando la línea hasta intersectar la siguiente parada, de nuevo se consulta si se excede la capacidad, y si la respuesta es si, se excluy la ultima parada/punto y se define la ruta. Continuaudo con el barrido de la línea, se inicia una nueva ruta con el ultimo punto excluido de la ruta anterior; se continua con el barrido hasta asignar todas las paradas/puntos a las rutas; 3. En cada ruta definida se secuencian las paradas para minimizar las distancias recorridas, esta secuencia puede obtenerse aplicando el método de la gota de lagrima o usando el algoritmo que resuelva el problema del “agente aviajero”.

Metodo “de ahorros”: Este metodo desarrollado por Clarke-Wright ha permanecido en el tiempo por su versatilidad para soportar las diferentes restricciones practicas, a la vez que calcula en el computador rapidamente soluciones cerca del optimo, este método puede armar las rutas y ordenar paradas en las rutas de manera simultanea. El objetivo de este método es minimizar la distancia total viajada por los vehiculos a al vez que minimiza la utilizacion de los mismos en la atención de todas las paradas/puntos; el método inicia con un vehiculo simulado que cubre cada parada y regresa al deposito, calculando la distancia máxima a ser experimentada en el diseño de la ruta, luego se combinan dos paradas en la misma ruta para eliminar un vehiculo y la distancia de viaje reduzca; para determinar las paradas que se combinan en una ruta, se calcula la distancia ahorrada, antes y después de la combinación; la distancia ahorrada al combinar dos puntos (A y B) que no estén en una ruta con cualquier otra parada, se halla restando algebraicamente las distancias; el resultado es un valor de ahorro, y se realiza para todos los pares de paradas, y el par de paradas con el valor de ahorro mas grande se selecciona para la combinación; el proceso de combinación continua y los cálculos del valor de ahorro se repite cada vez; el valor de ahorro mas grande identifica la parada a ser incluida en una ruta; si por alguna restricción la parada no puede incluirse, se considera para inclusión la parada que tenga el siguiente valor de mayor ahorro; el proceso repetitivo continua hasta que todas las paradas se hayan asignado a una ruta.

5.2 MARCO METODOLÓGICO

En el desarrollo del trabajo de investigación, dentro de la metodología a utilizar se destaca la elaboración de un modelo matemático lineal, que contenga todas las variables y restricciones a considerar, para la formulación de la función objetivo, la cual se ejecuta en Solver de Excel, otros cálculos matemáticos como los de ruteo y localización se ejecutan en otras herramientas de aplicación como Ampl, Logware y Promodel.

5.2.1 Metodología de cálculo

Modelos cuantitativos en logística Función Objetivo que optimiza la operación del transporte (Solver de Excel, Logware).

Calcular la distancia más corta entre dos (2) puntos en los centros urbanos, norma euclidiana. (Logware, modelo euclidiano).

Metodología para ubicar (locación) instalaciones (plantas, centros de distribución, puntos de venta, etc.), de acuerdo a la clasificación de factores, funciones cuantitativa de minimax, minisum, donde se requiera (Ampl, Solver de Excel, Logware, Promodel).

Programación lineal-modelo simplex (Logware, Promodel, Solver de Excel).

5.2.2 Herramientas Matemáticas Programación lineal y Algoritmo simplex – Elaboración de función objetivo para minimizar el costo de transporte.

5.2.3 Herramientas de software Función Solver en Excel.⁹ – Definición de función objetivo.

Paquete Promodel, Logware - Ruteo.

Lenguaje de programación matemática AMPL – función objetivo de localización.

⁹ Richard B., Jacobs F. Roberts, Aquilano Nicholas J. Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva, México: McGraw Hill. (2007).

6. RESULTADOS QUE SE ESPERAN OBTENER.

- El modelo propuesto de localización de Plantas y CDS, origen o desde donde realizar los despachos, cumplimiento de atención de las demandas debe servir como herramienta que permita a la empresa tomar decisiones dentro de sus planes futuros de expansión en nuevos mercados.
- El modelo propuesto de ruteo y sus resultados, deben ser a partir de su despliegue y exposición, la herramienta que soporte las tomas de decisiones de estructuración de ruteros en los mercados actuales y objetivos, de tal manera que sea esta herramienta, después de parametrizar los datos, la que permita a la empresa obtener rutas óptimas para atender sus operaciones de distribución y entrega.
- La decisión que se espera obtener debe incluir qué Centro de distribución (CDS) abrir, y cuántas unidades a despachar por la planta y cada CDS.
- Atender todas las demandas al menor costo total de transporte.
- El modelo de red de distribución propuesto debe satisfacer todas las demandas, pero no necesariamente activar todas las capacidades de producción.
- Los modelos seleccionados y ejecutados en las herramientas seleccionadas para localización de CDS y de ruteo, deben permitir a la Empresa observar mejoras en sus costos de transportar y distribuir sus productos a través de la red de distribución propuesta.

7. DIAGNOSTICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA.

7.1 CENSO DE LA FLOTA VEHICULAR

En la actualidad La Empresa cuenta con una flota de 19 vehículos propios de los cuales 18 son de tipo Turbo marca Chevrolet y Mazda; 1 camión tipo sencillo de marca Mercedes Benz, este ultimo vehículo cubre la región del norte del Valle(Tulua y Cartago) y región cafetera (Pereira, armenia, Quindío), atiende canales TAT, almacenes o autoservicio y canal distribuidores, lo anterior debido a su mayor capacidad 34,8 Mts³. Adicionalmente cuenta con una flota de vehículos alquilados para atender operaciones especifica en entregas a Almacenes ÉXITO y algunos almacenes de la ciudad de Palmira.

Respecto al tipo de vehículos propios con que cuenta La Empresa, se puede analizar que son en su mayoría tipo turbo y C-30, tipos de vehículos que hoy no son los adecuados para atender los centros urbanos por su tamaño, además que

el mercado automotriz hoy ofrece vehículos más versátiles para atender con capacidades que se ajustan a las características de los mercados urbanos actuales; del mismo modo, por el tipo de combustible, se observa que todavía se conservan seis(6) vehículos a gasolina, siendo este el combustible más caro del mercado, haciendo costosa la operación que se atiende con dichos vehículos, a la vez que se desaprovechan las oportunidades de conversión a combustibles más económicos y mas amigables con el ambiente, ya que a la fecha solo dos(2) vehículos han sido convertidos a gas natural, los restantes once vehículos se operan con combustible diesel(ver Tabla 1).

Todos los vehículos se encuentran disponibles 6/6 días de la semana, exceptuando un(1) vehículo de la flota que esta fuera de operación por fallas mecánicas lejos de resolverse en el corto plazo, (ver Tabla 1).

Tabla 5. Características de la flota de vehículos propia de La Empresa

CARACTERÍSTICAS DE LA FLOTA PROPIA DE LA EMPRESA							
NRO	IDENTIFICACIÓN	APROX. CAJAS GRANDES	TIPO CARGA VEHICULO	MODELO	TIPO COMBUSTIBLE	RENDIMIENTO KMS/GALON	DISPONIBILIDAD POR SEMANA
1	YAQ201	200	TURBO	CHEVROLETH NKR II	DIESEL	15	6/6
2	PLP564	200	TURBO	CHEVROLETH NHR	DIESEL	15	6/6
3	PLP761	200	TURBO	CHEVROLETH NHR	DIESEL	15	6/6
4	PLO926	200	TURBO	CHEVROLETH NKR II	DIESEL	15	6/6
5	NFG107	190	C-30	CHEVROLETH NPR	GASOLINA	<15	6/6
6	NFF877	190	TURBO	CHEVROLETH NPR	GAS/GASOLINA	15	6/6
7	PLM253	320	TURBO	CHEVROLETH NPR	DIESEL	15	6/6
8	VPF299	320	TURBO	CHEVROLETH NPR	DIESEL	<15	6/6
9	PLN456	320	TURBO	CHEVROLETH NPR	DIESEL	15	6/6
10	SYL873	290	TURBO	MAZDA	DIESEL	15	6/6
11	CMJ786 MERCEDES	586	SENCILLO	MERCEDES 915	DIESEL	15	6/6
12	NFH388	190	C-30	CHEVROLETH NPR	GASOLINA	15	6/6
13	NFI459	190	C-30	CHEVROLETH NPR	GASOLINA	15	6/6
14	NGJ106	190	C-30	CHEVROLETH NPR	GASOLINA	15	6/6
15	NGA569	190	C-30	CHEVROLETH NPR	GAS/GASOLINA	15	6/6
16	PLL174	190	C-30	CHEVROLETH NPR	GASOLINA	15	6/6
17	PLK805	190	C-30	CHEVROLETH NPR	GASOLINA	15	6/6
18	PLL024	190	C-30	CHEVROLETH NPR	DIESEL	15	6/6
19	NGC577	190	C-30	CHEVROLETH NPR	DIESEL	15	6/6
	TOTALES FLOTA PROPIA	4536					

Fuente: Datos de La Empresa.

7.2 CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Las zonas de influencia de la red de distribución diseñada para atender el mercado del canal tradicional(TAT/Tiendas), está dividida en 20 macro zonas, cada macro zona se atiende con tres(3) rutas, y cada ruta se ejecuta dos(2) veces por semana, atendiéndose con un equipo conformado por dos(2) vendedores y un vehículo; la red de distribución opera en el Departamento del Valle con la flota vehicular propia, adicionalmente por razones de infraestructura en la ciudad de Jamundi y el norte del Valle(Tulua, Cartago y sus zonas de influencia) se atiende con distribuidores todos los canales, y por geografías de alto riesgo de seguridad, en ciudades como Cali, las zonas rojas como el distrito de Agua blanca se atienden con distribuidores en el canal tradicional(TAT), en los Departamentos del Cauca, Nariño, Risaralda, Caldas, Quindío opera con distribuidores con los cuales terceriza la distribución y entrega, al igual que en el distrito capital de Bogotá.

Tabla 6. Caracterización de la red de distribución

DESCRIPCION	CANT.
Macro Zonas	20
Rutas por Macro zona	3
Frecuencia de atencion ruta/semana	2
Numero Vehiculos	18
Numero Vendedores	40
Numero Ciudades atendidas	50
Numero Distribuidores	9

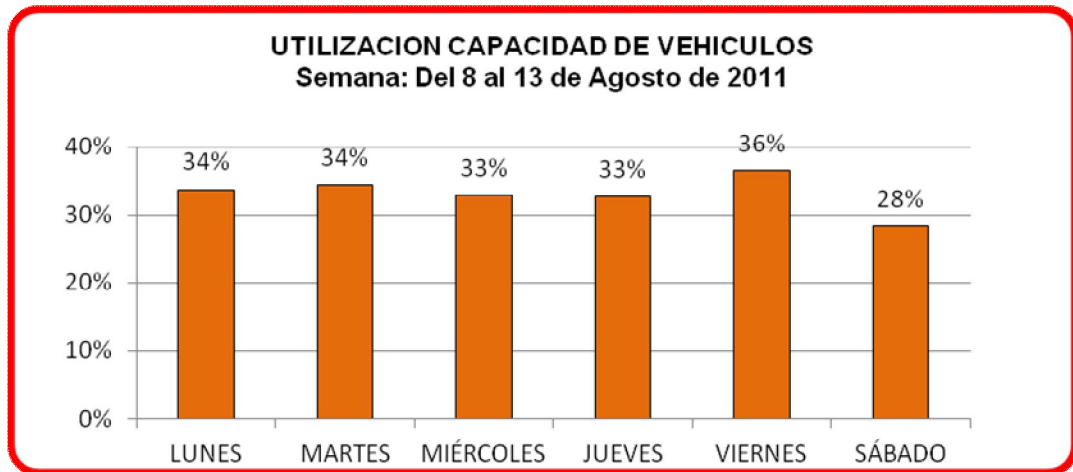
Fuente: Datos de La Empresa.

7.3 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD INSTALADA VS UTILIZADA EN MTS³ DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS PROPIA

Al revisar los porcentajes de utilización de la capacidad de los vehículos que componen la flota en tres(3) semanas de operación del mes de Agosto de 2011, se puede observar que la capacidad de los vehículos está subutilizada, si bien, en la última semana se observa una mejora en el indicador, el resultado continua estando lejos de la utilización óptima del recurso, solo se alcanza el 44% de utilización como máximo, lo cual, para un vehículo que trabaja dedicado a una operación es un signo de ineficiencia operativa que se traduce en mayores costos y pérdida de rentabilidad para La Empresa.

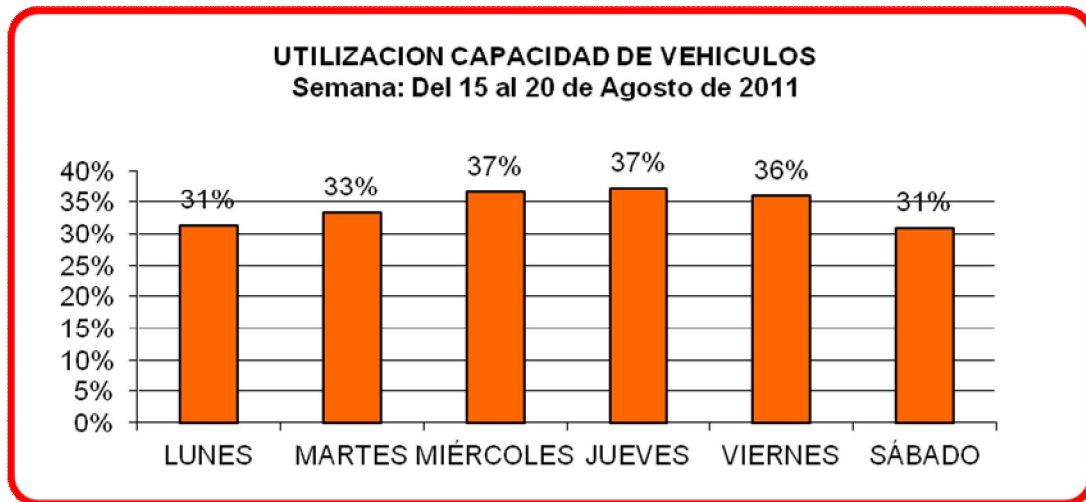
Los días sábados son los más ineficientes en términos de la utilización de la capacidad de la flota de vehículos, observándose en las semanas analizadas el porcentaje más bajo de utilización del 28% de la capacidad instalada; el análisis anterior se puede evidenciar en las imágenes 1, 2 y 3 que presentan los porcentajes reales actuales de utilización de la flota de vehículos.

Imagen 5. Utilización Capacidad de vehículos semana 32 /2011.



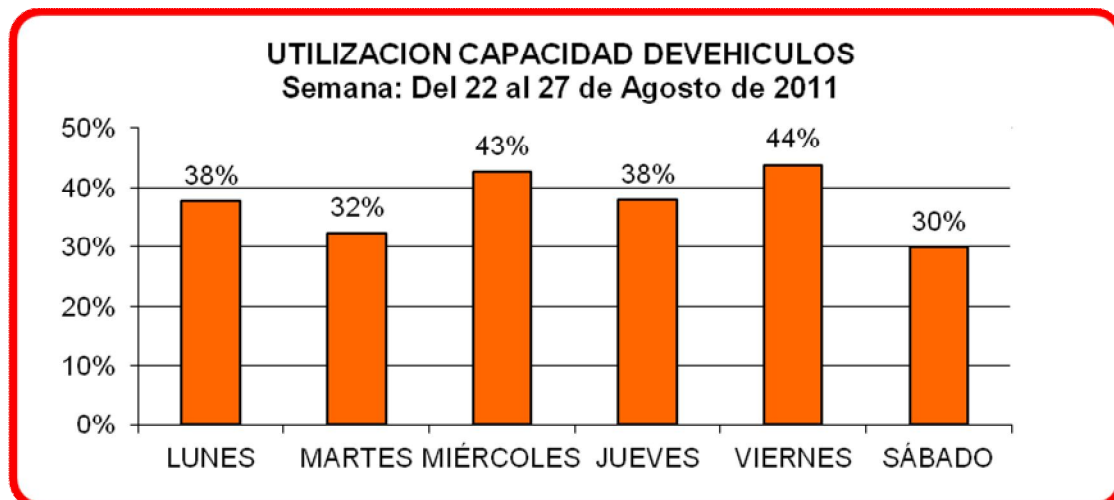
Fuente: Datos de La Empresa.

Imagen 6. Utilización Capacidad de vehículos semana 33 /2011.



Fuente: Datos de La Empresa.

Imagen 7. Utilización Capacidad de vehículos semana 34 /2011



Fuente: Datos de La Empresa.

7.4 LEVANTAMIENTO DE RUTEROS ACTUALES DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS

Actualmente La Empresa atiende el mercado en que opera con su flota propia con 20 rutas/día, las cuales atiende cada ruta en frecuencia de visita dos (2) por semana, para un total de 60 rutas por semana, que se visitan la primera vez de lunes a Miércoles, y segunda vez de Jueves a Sábado. El 60% de rutas definidas atienden la ciudad de Cali, el 15% de rutas definidas atienden la ciudad de Palmira, y el 22% restante de rutas definidas atienden las ciudades de Buga, Yumbo, Candelaria, Santander, Amaime, Florida, Villa Gorgona, Guacari, Cerrito, Yotoco, Pradera, Darién, villa Rica, Rozo y demás ciudades pequeñas; esta red de distribución diseñada permite atender más de 128 clientes por semana, en las ciudades de Cali, Palmira, y sus zonas de influencia inmediatas que corresponden a las ciudades más pequeñas y cercanas del Departamento del Valle de Cauca(ver Tabla 3).

Tabla 7. Rutas por Ciudad de la red de distribución.

CIUDAD	COD. RUTA	NUM CLIENTES	PORC (%)
CALI	A5	3	2.50%
	A7	3	2.07%
	A8	2	1.76%
	C4	2	1.49%
	C5	2	1.87%
	C6	1	0.79%
	C7	2	1.45%
	C8	1	1.16%
	C9	1	0.95%
	D5	2	1.48%
	D8	3	2.29%
	E4	5	3.52%
	E5	2	1.74%
	E6	3	2.00%
	E7	3	2.00%
	E8	2	1.94%
	E9	2	1.83%
	I7	1	1.08%
	I8	1	0.97%
	I9	2	1.47%
	L4	2	1.53%
	L5	1	1.00%
	L6	1	0.98%
	L7	2	1.24%
	L8	2	1.29%
	L9	2	1.61%
	N4	3	2.37%
	N5	1	0.88%
	N6	2	1.31%
	X4	2	1.83%
	X5	2	1.33%
	X6	2	1.58%
	X7	2	1.94%
X8	2	1.90%	

CIUDAD	COD. RUTA	NUM CLIENTES	PORC (%)
	X9	3	2.02%
PALMIRA	P1	1	1.12%
	P2	2	1.75%
	P4	3	1.95%
	P5	2	1.59%
	P6	2	1.24%
	P7	2	1.64%
	P8	2	1.36%
	P9	2	1.32%
	R9	2	1.59%
BUGA	B5	2	1.91%
	B8	1	1.12%
	B9	3	2.04%
YUMBO	Y7	1	1.02%
	Y9	3	2.03%
SANTANDER	S7	2	1.94%
	S8	1	0.74%
CANDELARIA	K7	0	0.14%
	K9	3	2.10%
AMAIME	H9	3	2.06%
FLORIDA	O8	3	2.06%
VILLA GORGONA	K7	2	1.75%
	X5	0	0.19%
GUACARI	B7	2	1.89%
CERRITO	H8	2	1.63%
YOTOCO	Y8	2	1.45%
PRADERA	O7	2	1.24%
ROZO	C6	1	0.70%
DARIEN	Y7	1	0.56%
VILLA RICA	S8	1	0.49%
BUITRERA	I7	0	0.30%
	P2	0	0.01%
DAGUA	N5	0	0.29%
SAN MIGUEL	C4	0	0.23%
SONSO	B8	0	0.22%
LA BUITRERA	P2	0	0.21%
K 30	N6	0	0.14%

CIUDAD	COD. RUTA	NUM CLIENTES	PORC (%)
EL CARMELO	K7	0	0.14%
QUEREMAL	N6	0	0.13%
VIA AL MAR	N5	0	0.11%
SIRENA	I9	0	0.08%
EL PALMAR	N5	0	0.05%
PUERTO TEJADA	S9	0	0.05%
FELIDIA	N6	0	0.03%
TIENDA NUEVA	P7	0	0.03%
EL VINCULO (EL BOSQUE)	B8	0	0.02%
	B9	0	0.01%
MEDIA CANOA	Y8	0	0.03%
SALADITO	N6	0	0.02%
MULALO	Y7	0	0.02%
LOS CEREZOS	N5	0	0.01%
VILLAGORGONA	K9	0	0.01%
PUENTE TIERRA	Y7	0	0.01%
PANCE	L5	0	0.01%
ARROYOHONDO	Y9	0	0.01%
CASCAJAL	L6	0	0.01%
ROBLES	N6	0	0.01%
SAN MARCOS	Y8	0	0.01%
Total general		128	100.00%

Fuente: Datos de La Empresa.

Desde la perspectiva de clientes atendidos con análisis de Pareto(80/20), la red de distribución estructurada en macro zonas y rutas atiende 128 clientes, cuatro(9,52%) de las 42 ciudades atendidas tienen localizados 6.885(78,85%) clientes, de los cuales 4.992(57,17%) clientes están localizados en la ciudad de Cali, 1.184(13,56%) clientes están localizados en la ciudad de Palmira, 443(5,07%) clientes están localizados en la ciudad de Buga, y 266(3,05%) clientes están localizados en la ciudad de Yumbo(ver Tabla 4).

Tabla 8. Numero clientes atendidos por Ciudad

CIUDAD	NUM. CLIENTES	PORC. (%)
CALI	73	57.17%
PALMIRA	17	13.56%
BUGA	7	5.07%
YUMBO	4	3.05%
SANTANDER	3	2.68%
CANDELARIA	3	2.23%
AMAIME	3	2.06%
FLORIDA	3	2.06%
VILLA GORGONA	3	1.95%
GUACARI	2	1.89%
CERRITO	2	1.63%
YOTOCO	2	1.45%
PRADERA	1	1.24%
ROZO	1	0.70%
DARIEN	1	0.56%
VILLA RICA	1	0.49%
BUITRERA	0	0.31%
DAGUA	0	0.29%
SAN MIGUEL	0	0.23%
SONSO	0	0.22%
LA BUITRERA	0	0.21%
K 30	0	0.14%

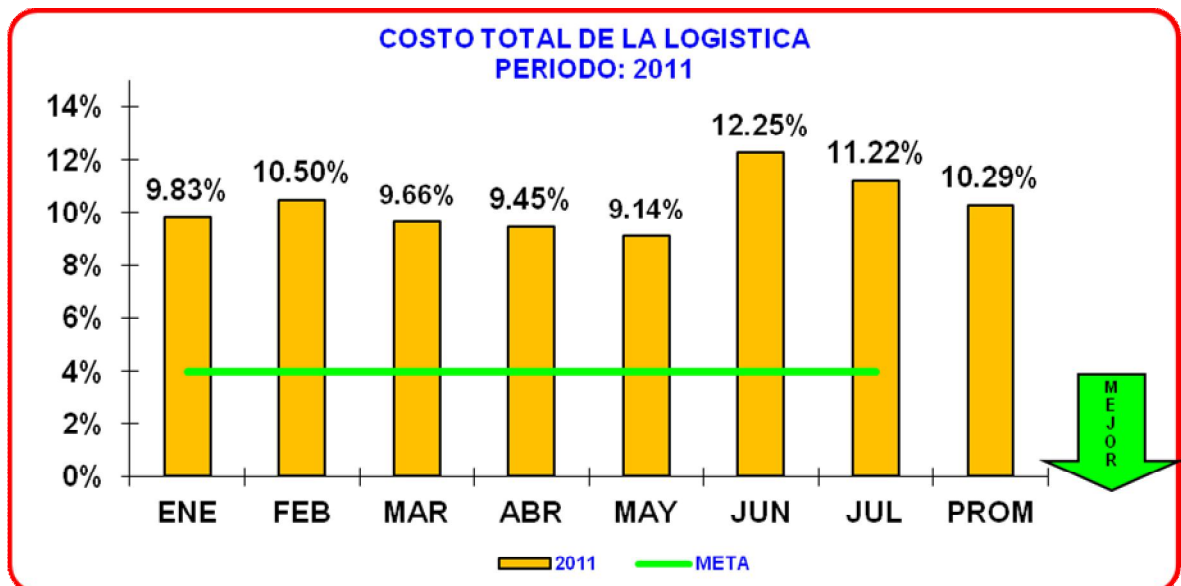
CIUDAD	NUM. CLIENTES	PORC. (%)
EL CARMELO	0	0.14%
QUEREMAL	0	0.13%
VIA AL MAR	0	0.11%
SIRENA	0	0.08%
EL PALMAR	0	0.05%
PUERTO TEJADA	0	0.05%
FELIDIA	0	0.03%
TIENDA NUEVA	0	0.03%
EL VINCULO (EL BOSQUE)	0	0.03%
MEDIA CANOA	0	0.03%
SALADITO	0	0.02%
MULALO	0	0.02%
LOS CEREZOS	0	0.01%
VILLAGORGONA	0	0.01%
PUENTE TIERRA	0	0.01%
PANCE	0	0.01%
ARROYOHONDO	0	0.01%
CASCAJAL	0	0.01%
ROBLES	0	0.01%
SAN MARCOS	0	0.01%
Total general	128	100.00%

Fuente: Datos de La Empresa.

7.5 COSTOS LOGÍSTICOS DE OPERAR LA RED DE DISTRIBUCIÓN

En los siete(7) meses(Ene – Jul.) del 2011 analizados del costo total logístico (incluye mano de obra del área logística (Nomina y prestaciones de ley), almacenamiento, manejo, toma de pedidos, alistamiento (picking), despacho, hardware y software informática, instalaciones, equipos (flota propia), contratación de terceros (vehículos externos), combustibles, peajes, mantenimientos, amortizaciones y depreciaciones, impuestos, seguros, gastos varios) sobre el ejercicio de ventas, en ningún mes estuvo por debajo del 9%, cerrando el periodo analizado con un promedio de 10,3%; el objetivo de Compañía es operar con un costo menor al 6% de participación en el ejercicio de ventas(Ver Imagen 4), paradójicamente los meses seguidos de Mayo/2011 y Junio/2011 representan los meses con menor y mayor participación en el ejercicio de venta con porcentajes de 9,14% y 12,25%, respectivamente.

Imagen 8. Costo logístico de operar la red de distribución.



Fuente: Datos de La Empresa.

7.6 RUTEO POR CLIENTES

En la actividad de ruteo de clientes en el canal tradicional(TAT) para productos de consumo masivo, como el que nos atañe, se debe determinar el criterio con que se atenderá dicho canal, en ese orden de ideas los criterios que se conocen corresponden a realizar una distribución numérica o ponderada de la ruta/zona que se atiende; en la retroalimentación realizada con el Área Comercial de la Empresa, y los responsables de finir la estrategia de distribución de dicho canal, determinan que la estrategia para el ruteo se debe soportar en la distribución numérica, es decir el objetivo es atender el mayor número de clientes con los recursos que se tiene.

8. DISEÑO MODELO DE LOCALIZACIÓN DE CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN PAÍS DE LA EMPRESA.

Para el desarrollo de este objetivo, se describe a continuación el levantamiento de los datos requeridos para poder tener un acercamiento a un modelo optimizado de la red de distribución país de La Empresa.

Para la obtención de los resultados trazados con este objetivo, la herramienta utilizada para automatizar los cálculos de minimización de costos de transporte y de distancias recorridas, a la vez que se cumplan las demandas de cada mercado es el lenguaje de programación matemática AMPL, este lenguaje para este objetivo permite plantear una función objetivo de minimización, a la vez que con los planteamientos de restricciones se garantiza la fabricación en planta, el equilibrio y manejo en los CDS y demandas de los mercados de la cantidad de cajas por periodo involucradas.

8.1 CALCULO DE DISTANCIAS ENTRE CIUDADES DEL PAÍS

La obtención de los datos se realizo en la revista Rutas por Colombia 2009¹⁰, en la cual se obtuvo la matriz de doble entrada de las distancias carreteables de las principales ciudades del país, para las que no aparecen en esta publicación se

¹⁰ Guía de rutas por Colombia 2009, de puntos suspensivos editores consultores.

obtuvieron los datos de distancias con la herramienta del portal google earth que traza las diferentes rutas por carretera entre una ciudad-origen y ciudad-destino.

8.2 CALCULO DE DISTANCIAS ENTRE CIUDADES DEL VALLE DEL CAUCA

La obtención de los datos se realizó en documentos del Departamento del Valle en visita realizada a la Biblioteca Departamental del Valle del Cauca, procesando los datos de la revista Rutas por Colombia 2009¹¹, en la cual se obtuvo la matriz de doble entrada de las distancias carreteables de las principales ciudades del Departamento del Valle del Cauca; para las que no aparecen en esta publicación se obtuvieron los datos de distancias con la herramienta del portal google earth que traza las diferentes rutas por carretera entre una ciudad-origen y ciudad-destino.

8.3 COSTOS DE OPERACIÓN DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN (CDS)

Este costo/mes corresponde a un costo fijo de operar o mantener abierto dicho CDS, en (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007) se agrupa los rubros de gastos de mano de obra¹², comunicaciones, alquiler de CDS, internet, papelería y suministros; ver tabla 5.

Tabla 5. Centros de distribución con distancia y costos de operación.

CENTROS DE DISTRIBUCION (CD)	DISTANCIAS EN (Km) DESDE PALMIRA	VALOR FIJO	COSTO \$
CD2 Cali	28.5		281.727
CD3 Pereira	213.0		29.324
CD4 Bogotá	490.0		57.624
CD5 Armenia	174.0		27.941

¹¹ Guía de rutas por Colombia 2009, de puntos suspensivos editores consultores.

¹² Incluye el factor prestacional establecido de ley para las empresas de Colombia.

CENTROS DE DISTRIBUCION (CD)	DISTANCIAS EN (Km) DESDE PALMIRA	VALOR FIJO	COSTO \$
CD6 Medellín	435.0		57.353
TOTAL			453.969

Fuente: Datos de La Empresa.

8.4 COSTOS DE OPERACIÓN DE TRANSPORTE

Este costo/mes corresponde en transporte a costos fijos que según (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007) define son los gastos que no cambian en el corto plazo y se generan si/no opere la Empresa, tampoco guardan relación con los volúmenes de los despachos, los componentes fijos son equipo de transporte (vehículos), instalaciones, hardware y software de informática y el equipo de apoyo, y variables que según (Bowersox, Closs, & Cooper, 2007) define son los costos que cambian de manera directa en relación con los volúmenes de los despachos, los componentes del costo variable son la mano de obra, combustible, peajes y mantenimiento de la flota propia y tercerizada, en los diferentes trayectos que se deben recorrer para atender los mercados (ciudades) del Valle y del País en que La Empresa distribuye sus productos, en las diferentes modalidades de despacho, llámese planta - CDS, planta - cliente, CDS - cliente.

8.5 CANTIDAD DEMANDADA

Esta cantidad/mes promedio corresponde a la cantidad de cajas que cada mercado (ciudad) demanda, en las diferentes modalidades de despacho, llámese planta - CDS, planta - cliente, CDS - cliente. Ver tabla 6.

Tabla 6. Demanda promedio de Mercados atendidos y distancias a la planta en la ciudad de Palmira.

MERCADOS (ciudades)	DISTANCIAS EN (Km) DESDE PALMIRA	DEMANDA PROMEDIO (Cajas/Mes)
Cali	28.5	504
Palmira	0.0	95
Buga	46.7	25
Santander	61.9	18
Candelaria	13.6	28
Pradera - Florida	24.6	31
El Cerrito	18.9	20
Restrepo - Darién - Yumbo	77.3	14
Puerto Tejada	36.4	16
Tuluá	72.1	58
Cartago	158.4	42
Sevilla	123.0	1
Pereira	213.0	67
Bogotá	490	28
Popayán	156	9
Pasto	431	6
Armenia	174.0	3
Ginebra	26.1	15
Jamundi	53.9	17
Buenaventura	150.6	6

MERCADOS (ciudades)	DISTANCIAS EN (Km) DESDE PALMIRA	DEMANDA PROMEDIO (Cajas/Mes)
Medellín	435.0	14
TOTAL		1.015

Fuente: Datos de La Empresa.

8.6 COSTOS UNITARIOS POR CAJA TRANSPORTADA

Es la resultante de dividir el costo total de transporte en un periodo (mes) al atender cada mercado (ciudad) en la cantidad promedio de cajas demandada en el 2011, en las diferentes modalidades de despacho, llámese planta - CDS, planta - cliente, CDS - cliente. La Tabla 7. Presenta los datos de costo unitario de canastilla transportada.

Tabla 7. Costo unitario por canastilla.

COSTO UNITARIO POR CANASTILLA			
Canal	COSTO TOTAL/MES DE TRANSPORTE	DEMANDA (CANASTILLAS/MES)	COSTO UNITARIO CANASTILLA TRANSPORTADA
Planta – Cliente			
Palmira – Palmira	123,435	99	19
Palmira – Cali	990,634	527	29
Palmira - Buga	67,075	26	39
Palmira - Buenaventura	28,923	6	70
Palmira – tuluá	85,238	61	22
Palmira – Cartago	60,786	43	22
Palmira – Jamundi	25,505	18	22
Palmira – Pto Tejada	20,308	16	19
Palmira – Santander	15,754	19	13
Palmira – Pasto	67,692	6	167
Palmira - Popayan	67,692	9	112
Palmira - El cerrito	12,584	20	9
Palmira - Ginebra	13,846	16	14

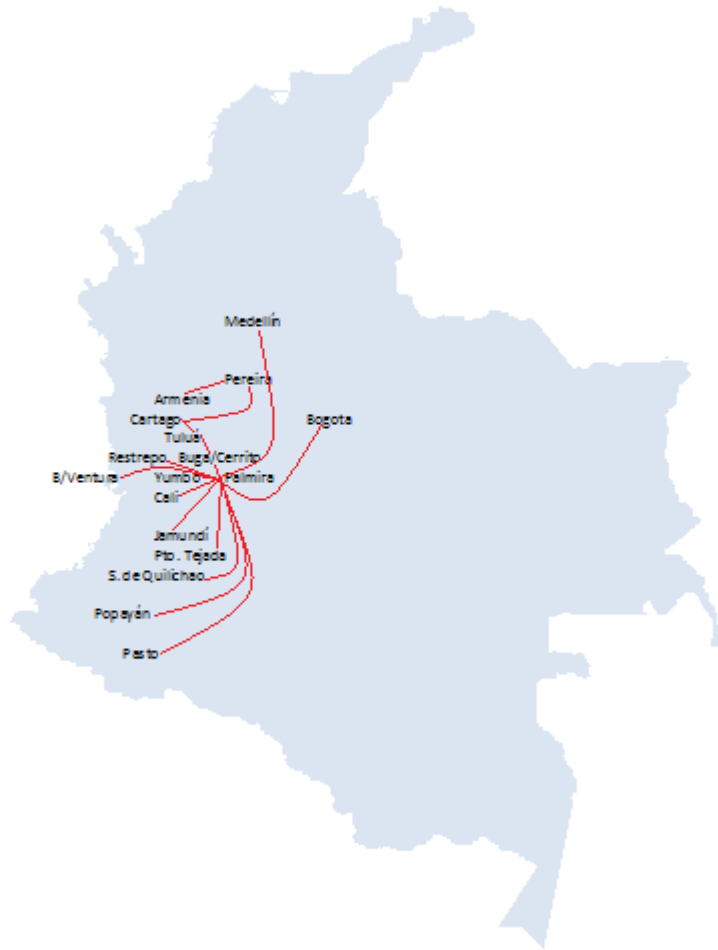
COSTO UNITARIO POR CANASTILLA			
Canal	COSTO TOTAL/MES DE TRANSPORTE	DEMANDA (CANASTILLAS/MES)	COSTO UNITARIO CANASTILLA TRANSPORTADA
Palmira - Candelaria	9,242	29	5
Palmira - Restrepo Darien Yumbo	19,208	15	20
Palmira - Pradera Florida	14,319	32	7
Palmira - Sevilla	7,692	1	208
Planta – CD			
-			
Palmira – Cali(CD2)	9,846	15	10
Palmira – Pereira (CD3)	91,213	70	20
Palmira - Bogota(CD4)	104,967	29	55
Palmira - Medellin	107,692	15	110
CD – CD			
CD3 Pereira - CD5 Armenia	30,154	15	31
CD – Cliente		0	
CD4 - clientes Pereira	130,000	70	28
CD5 - clientes Armenia	29,538	192.00	154
CD4 - clientes Bogota	88,615	1,911.00	46
CD6 - clintes Medellin	52,769	980.00	54
TOTAL COSTO TRANSPORTE	2,274,730		

Fuente: Datos de La Empresa.

8.7 MODELO ACTUAL DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN PAIS DE EMPRESA

El modelo de la red de distribución actual se presenta en la imagen 5, y está estructurado de la siguiente manera:

Imagen 5. Modelo de la red de distribución actual.



Fuente: Datos de La Empresa.

8.7.1 Plantas Se cuenta con una planta actualmente. Esta planta tiene sus propias características (costo fijo de operación, costo variable unitario de producción). Esta planta envía las cajas de producto a los clientes despachando directamente o usando la red de centros de distribución.

Tabla 8. Plantas actuales.

PLANTAS	DISTANCIAS EN (Km) DESDE PALMIRA	COSTO FIJO	COSTO UNITARIO POR CANASTILLA	CAPACIDAD MENSUAL CANASTILLAS
Principal Palmira	0.0	4.480.253	88	1.765

Fuente: Datos de La Empresa.

8.7.2 Centros de distribución (CDS) Los centros de distribución pueden enviar producto directamente a los clientes o a través de otros centros de distribución. Generan un costo fijo por estar abiertos. Los (CDS) funcionan en instalaciones alquiladas, es decir, podemos decidir sobre la apertura o cierre de cualquiera de ellos.

Tabla. 9 Centros de distribución de la red distribución actual.

CENTROS DE DISTRIBUCIÓN (CD)	DISTANCIAS EN (Km) DESDE PALMIRA	COSTO FIJO	COSTO UNITARIO DE MANEJO (CAJA)
CD2 Cali	28.5	281.727	0.0
CD3 Pereira	213.0	29.324	0.0
CD4 Bogotá	490.0	57.624	0.0
CD5 Armenia	174.0	27.941	0.0
CD6 Medellín	435.0	57.353	0.0

Fuente: Datos de La Empresa.

8.7.3 Mercados (Ciudades) Cada mercado (ciudad) tiene una demanda que debe ser satisfecha por completo. Los mercados que demandan las cajas de producto corresponden a las ciudades del Departamento del Valle de Cauca, eje cafetero (Risaralda, Caldas), Cauca, Nariño, Bogotá, Armenia y Medellín; los datos de cantidad demandada se calcularon

promediando las cantidades mensuales de cajas vendidas en cada mercado, en el periodo 2011¹³.

Tabla 10. Mercados (ciudades) que atiende la red de distribución actual.

CIUDADES (MERCADO)	DISTANCIAS EN (Km) DESDE PALMIRA	DEMANDA (CAJAS/MES)
Cali	28.5	504
Palmira	0.0	95
Buga	46.7	25
Santander	61.9	18
Candelaria	13.6	28
Pradera - Florida	24.6	31
El Cerrito	18.9	20
Restrepo - Darién - Yumbo	77.3	14
Puerto Tejada	36.4	16
Tulua	72.1	58
Cartago	158.4	42
Sevilla	123.0	1
Pereira	213.0	67
Bogotá	490	28
Popayán	156	9
Pasto	431	6

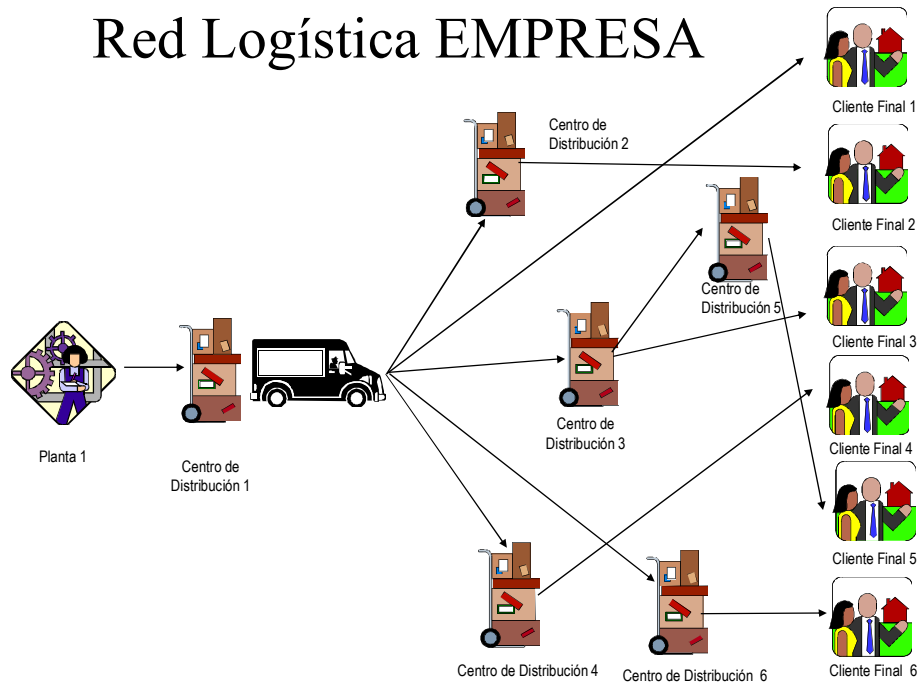
¹³ Archivo Excel INFORME DE MOV CAJAS X mes act FEB 20 2012.

Armenia	174.0	3
Ginebra	26.1	15
Jamundi	53.9	17
Buenaventura	150.6	6
Medellín	435.0	14

Fuente: Datos de La Empresa.

La siguiente imagen resume y presenta la estructura actual con los elementos antes enunciados de la red de distribución-pais de la empresa.

Imagen 6. Red Logística LA EMPRESA



FUENTE: RIVERA Leonardo, Modelo AMPL adaptado de red logística integrada, Notas de clase modelos cuantitativos en logística, 2009.

8.7.4 ANALISIS MODELO PROPUESTO RED DE DISTRIBUCION PAIS

Para el logro del objetivo planteado de optimizar el costo logístico (de transporte y de CDS de la red de distribución-país de La Empresa, se utilizará la herramienta de simulación ampl, que integrará los conjuntos de planta, CDS y mercados (clientes/ciudades), para obtener una solución óptima o cercana al óptimo que permita minimizar los costos de las operaciones logísticas, específicamente el costo de transportar, que dentro del costo total de la logística (CTL) representa el Pareto del costo, es decir el 80% de los costos del proceso logístico.

Elementos del modelo propuesto

Conjuntos:

Plantas {Palmira}.

Centros de Distribución {CD2, CD3, CD4, CD5, CD6}.

Clientes {Palmira, Cali, Buga, Santander, Candelaria, Pradera/Florida, El Cerrito, Restrepo/Darién/Yumbo, Pto. Tejada, Tuluá, Cartago, Sevilla, Pereira, Bogotá, Popayán, Pasto, Armenia, Ginebra, Jamundí, Buenaventura, Medellín}.

Verbalización del modelo actual.

Se cuenta con una planta actualmente. Esta planta tiene sus propias características (costo fijo de operación, costo variable unitario de producción). Esta planta envía las cajas de producto a los clientes despachando directamente o usando la red de centros de distribución.

La planta está ubicada en la ciudad de Palmira.

Los centros de distribución pueden enviar producto directamente a los clientes o a través de otros centros de distribución. Generan un costo fijo por estar abiertos. Los CDS funcionan en instalaciones alquiladas, es decir, podemos decidir sobre la apertura o cierre de cualquiera de ellos.

Cada canal de transporte tiene su propio costo unitario por canastilla transportada por kilómetro, que lo determina la ciudad destino y el mercado objetivo de la misma.

La planta tiene una capacidad de producción, cada CDS una oferta y cada mercado (cliente final) una demanda. El modelo debe satisfacer todas las demandas, pero no necesariamente activar todas las capacidades de producción.

Se espera debe incluir qué plantas y CDS abrir, unidades a producir en cada fábrica y cuántas unidades a despachar por cada CD.

El objetivo es atender todas las demandas al menor costo total de transporte.

Conjuntos:

Plantas {Palmira}.

Centros de Distribución {CD2, CD3, CD4, CD5, CD6}.

Clientes {Palmira, Cali, Buga, Santander, Candelaria, Pradera/Florida, El Cerrito, Restrepo/Darién/Yumbo, Pto. Tejada, Tuluá, Cartago, Sevilla, Pereira, Bogotá, Popayán, Pasto, Armenia, Ginebra, Jamundí, Buenaventura, Medellín}.

Variables del modelo.

XP_{Dij} : Cajas de producto a transportar de la planta i al CD j .

XPC_{ij} : Unidades producidas en la planta i a transportar al CD j .

XDD_{jk} : Cajas de producto a transportar del CD j al CD k .

XDC_{kl} : Cajas de producto a transportar del CD k a la ciudad l .

OP_i : {0, 1}: Abrir o no la planta i .

OD_j : {0, 1}: Abrir o no el CD j .

CV_{CDS} : Costo total variable de manejo de los CDS.

CVP : Costo total variable de producción.

CTP : Costo total de transporte.

$COST_{FCDS}$: Costo fijo total de abrir los CDS.

$COST_{FP}$: Costo fijo total de abrir plantas.

Parametros del modelo

DPD_{ij}: Distancia en Kms de la planta i al CD j.

DDD_{jk}: Distancia en Kms del CD j al CD k.

DPC_{il}: Distancia en Kms de la planta i al mercado l.

DDC_{kl}: Distancia en Kms del CD k al mercado l.

CTPD_{ij}: Costo de transportar una canastilla/Km de la planta i al CD j.

CTDD_{jk}: Costo de transportar una canastilla/Km del CD j al CD k.

CTPC_{il}: Costo de transportar una canastilla/Km de la planta i al mercado l.

CTDC_{kl}: Costo de transportar una canastilla/Km del CD k al mercado l.

CAP_i: Capacidad de producción en canastillas de la planta i.

CUP_i: Costo unitario de producción de una canastilla en la planta i.

CFP_i: Costo fijo de producción de la planta i.

CFP_j: Costo fijo de abrir el CD j.

DEM_l: Cantidad demandada en el mercado l.

CUH_j: Costo unitario de manejo en el CD j.

Función objetivo

Imagen 7. Función objetivo red de distribución de empresa.

Función Objetivo

Minimizar el costo total:

Costo de abrir plantas	$\sum_i (CFP_i * OP_i)$
+	
Costo de producir	$\sum_i \left(CUP_i * \left[\sum_j XPD_{ij} + \sum_i XPC_{ii} \right] \right)$
+	
Costo de abrir CDs	$\sum_j (CFD_j * OD_j)$
+	
Costo de transporte	$\sum_{ij} (XPD_{ij} * CTPD * DPD_{ij}) + \sum_{ii} (XPC_{ii} * CTPC * DPC_{ii}) +$ $\sum_{jk} (XDD_{jk} * CTDD * DDD_{jk}) + \sum_{kl} (XDC_{kl} * CTDC * DDC_{kl}) +$

FUENTE: RIVERA Leonardo, Modelo AMPL adaptado de red logística integrada, Notas de clase modelos cuantitativos en logística, 2009.

Restricciones del modelo

Imagen 8. Condición de equilibrio 1.

Restricciones (1): Condiciones de equilibrio

- A todo cliente l se le debe satisfacer su demanda DEM_l

$$\sum_k XDC_{kl} = D_l, \forall l$$

FUENTE: RIVERA Leonardo, Modelo AMPL adaptado de red logística integrada, Notas de clase modelos cuantitativos en logística, 2009.

Imagen 9. Condición de equilibrio 2.

Restricciones (2): Condiciones de equilibrio

- Lo que se recibe en un CD j desde las plantas debe ser igual a lo que se despacha hacia los otros CDs (k)

$$\sum_i XPD_{ij} - \sum_k XDD_{jk} = 0, \quad \forall j$$

- Lo que se recibe en un CD k desde los otros CDs (j) debe ser igual a lo que se despacha hacia los clientes finales

$$\sum_j XDD_{jk} - \sum_l XDC_{kl} = 0, \quad \forall k$$

FUENTE: RIVERA Leonardo, Modelo AMPL adaptado de red logística integrada, Notas de clase modelos cuantitativos en logística, 2009.

Imagen 10. Condiciones de apertura de planta y CDS

Restricciones(3): Apertura

- Si una planta i no se abre, de ella no se puede despachar nada

$$\sum_l XPD_{ij} + \sum_l XPC_{il} \leq CAP_i * OP_i, \quad \forall i$$

- Si un CD k no se abre, no se puede despachar nada a clientes

$$\sum_l XDC_{kl} \leq OD_k * \sum_l DEM_l, \quad \forall k$$

FUENTE: RIVERA Leonardo, Modelo AMPL adaptado de red logística integrada, Notas de clase modelos cuantitativos en logística, 2009.

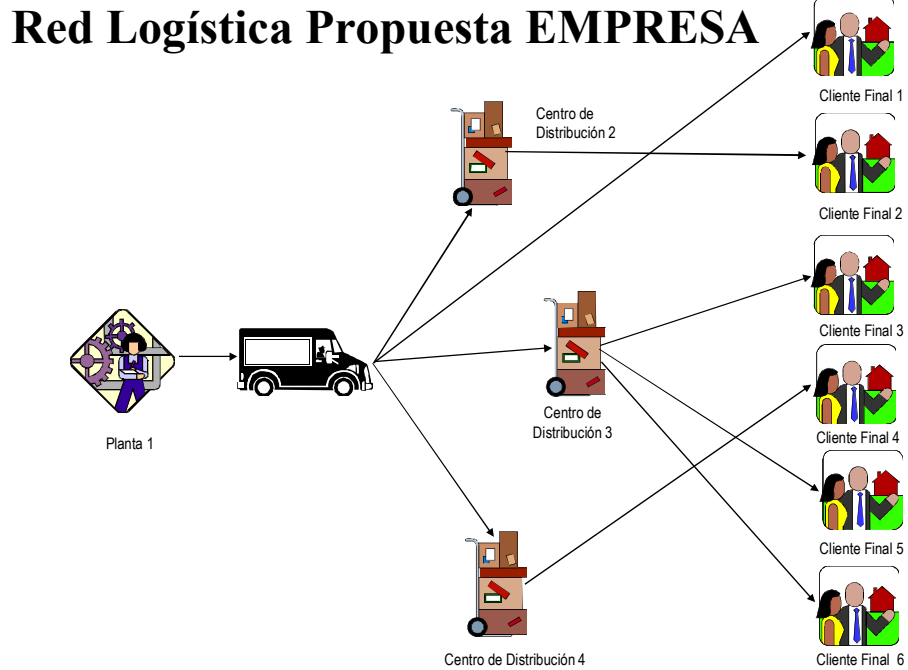
8.8 ANALISIS RESULTADOS DEL MODELO PROPUESTO DE LOCALIZACION DE LA RED DE DISTRIBUCION-PAIS EJECUTADO EN LA HERRAMIENTA DE MODELACION AMPL

Imagen 11. Modelo de la red de distribución país propuesta.



En la Imagen 12 se muestra la presentación general de la solución óptima propuesta en la modelación de los datos de planta, demandas de los mercados (ciudades) y de la operación de CDS:

Imagen 12. Modelo propuesto de red distribución país.



FUENTE: RIVERA Leonardo, Modelo AMPL adaptado de red logística integrada, Notas de clase modelos cuantitativos en logística, 2009.

A continuación se detallan los principales resultados obtenidos en la solución, relacionados con la operación de los CDS y costos de transporte:

DECISION DE DESPACHOS DESDE PLANTA.

DESPACHOS DE PLANTA A CDS.

La solución plantea que la planta despacha a los CDS CD2 Cali, CD3 Pereira y CD4 Bogotá las cantidades en cajas de 582, 85 y 28, respectivamente, para un total de 695 cajas que corresponde al 68,4% de los despachos que realiza la planta. La tabla 10 presenta la solución propuesta en la herramienta AMPL.

Tabla 11. Informe AMPL de despachos de planta a CDS.

PLANTAS	CDS	CANTIDAD DESPACHADA
Palmira	CD2	582.1
	CD3	85.1
	CD4	28.1
	CD5	0.0
	CD6	0.0

DESPACHOS DE PLANTA A MERCADOS (Ciudades).

La solución plantea que la planta despacha a los mercados de Candelaria, Cartago, El Cerrito, Ginebra, Palmira, Pradera-Florida, Restrepo-Darién-Yumbo y Tuluá, las cantidades en cajas de 1.888, 2.823, 1.332, 1.008, 6.457, 2.108, 973, 1.218 y 3.951, respectivamente, para un total de 21.758 cajas que corresponde al 31,6% de los despachos que realiza la planta. La tabla 11 presenta la solución propuesta en la herramienta AMPL

Tabla 12. Informe AMPL de despachos de planta a mercados.

PLANTAS	MERCADOS	CANTIDAD DESPACHADA
Palmira	cal_r1	0.0
	cal_r2	0.0
	cal_r3	0.0
	cal_r4	0.0
	cal_r5	0.0
	cal_r6	0.0
	cal_r7	0.0
	cal_r8	0.0
	cal_r9	0.0
	cal_r10	0.0
	cal_r11	0.0
	cal_r12	0.0
	cal_r13	0.0
	palmira	95.0
	buga	0.0
	santander	17.9
	candelaria	27.8
	prad_flor	31.0
	el_cerrito	19.6
	rest_dar_yum	14.3
	pto_tejada	0.0
	tulua	58.1
	cartago	41.5
	sevilla	0.0
	pereira	0.0
	bogota	0.0
	popayan	0.0
	pasto	0.0
	armenia	0.0
	ginebra	14.8
jamundi	0.0	
b_vtura	0.0	

PLANTAS	MERCADOS	CANTIDAD DESPACHADA
	medellin	0.0

DECISION DE DESPACHOS DESDE CENTROS DE DISTRIBUCION (CDS)

La solución indica que los CDS de Cali, Pereira y Bogotá se deben mantener abiertos operando, los CDS de Armenia y Medellín se deben cerrar, y las cajas de sus mercados son distribuidas desde la planta u otros CDS, la decisión de CDS abiertos en el modelo propuesto se presenta en la tabla 12 presenta la solución propuesta en la herramienta AMPL.

Tabla 13. Comparativos los CDS operando actuales y propuestos.

CENTROS DE DISTRIBUCION (CD)	CDS ACTUALES ABIERTOS	CDS ABIERTOS EN LA MODELACION
CD2 Cali	X	X
CD3 Pereira	X	X
CD4 Bogotá	X	X
CD5 Armenia	X	
CD6 Medellín	X	

DESPACHOS DE CD2 CALI A MERCADOS (ciudades).

El resultado más importante del modelo propuesto, se relaciona con atender el mercado de la ciudad de Cali, realizando masivos de transporte entregando y despachando las 504 cajas/mes por el CD2, que representa el 49,6% del total de cajas que distribuye la Empresa a través de su red de distribución, hoy se despachan desde la planta en la ciudad de Palmira; adicional, modifica el origen de despacho de las mercados de las ciudades de Jamundi, Pto. Tejada, Buga, Buenaventura, Popayán, Pasto, las cuales hoy se realizan desde la planta en la ciudad de Palmira, estos mercados demandan un total de 77 cajas/mes, que representan el 7,7% del total de red de distribución-país, para acumular un total de 39.587 cajas despachadas por el CD2 en la solución propuesta, con una participación en el total del 57,3%; los resultados de las decisiones propuestas por la herramienta AMPL de despachos desde los CDS a mercados se muestra en la tabla 13.

DESPACHOS DE CD3 PEREIRA A MERCADOS (ciudades).

El resultado para este CD en el modelo propuesto, se relaciona con atender los mercados de las ciudades de Armenia, Medellín, Pereira y Sevilla, realizando masivos de transporte entregando y despachando las 5.788 cajas/mes por el CD3; adicional, modifica el origen de despacho de las mercados de Medellín y Sevilla, las cuales hoy se realizan desde la planta en la ciudad de Palmira, esta cantidad de cajas representa el 8,4% del total de cajas que distribuye la Empresa a través de su red de distribución-país; los resultados de las decisiones propuestas por la herramienta AMPL de despachos desde los CDS a mercados se muestra en la tabla 13.

DESPACHOS DE CD4 BOGOTA A MERCADOS (ciudades).

El resultado para este CD en el modelo propuesto, se relaciona con atender el mercado de la ciudad de Bogotá, realizando masivos de transporte entregando y despachando las 1.911 cajas/mes por el CD4; el origen se mantiene para el despacho del mercado de Bogotá, el cual hoy se realizan desde la planta en la ciudad de Palmira, esta cantidad de cajas representa el 2,8% del total de cajas que distribuye la Empresa a través de su red de distribución-país; los resultados de las decisiones propuestas por la herramienta AMPL de despachos desde los CDS a mercados se muestra en la tabla 13.

Tabla 14. Informe AMPL de despachos desde CDS a mercados.

CENTROS DE DISTRIBUCION CDS					
CANTIDAD DESPACHADA					
MERCADOS	CD2	CD3	CD4	CD5	CD6
cal_r1	18.6	0.0	0.0	0.0	0.0
cal_r2	16.5	0.0	0.0	0.0	0.0
cal_r3	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0
cal_r4	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0
cal_r5	19.6	0.0	0.0	0.0	0.0
cal_r6	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0
cal_r7	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0
cal_r8	15.1	0.0	0.0	0.0	0.0
cal_r9	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0
cal_r10	12.8	0.0	0.0	0.0	0.0
cal_r11	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0
cal_r12	16.8	0.0	0.0	0.0	0.0
cal_r13	307.6	0.0	0.0	0.0	0.0
palmira	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
buga	25.3	0.0	0.0	0.0	0.0
santander	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
candelaria	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
prad_flor	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
el_cerrito	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
rest_dar_yum	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
pto_tejada	15.6	0.0	0.0	0.0	0.0
tulua	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
cartago	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
sevilla	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0
pereira	0.0	67.3	0.0	0.0	0.0
bogota	0.0	0.0	28.1	0.0	0.0
popayan	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0
pasto	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
armenia	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0
ginebra	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

CENTROS DE DISTRIBUCION CDS					
CANTIDAD DESPACHADA					
MERCADOS	CD2	CD3	CD4	CD5	CD6
jamundi	16.8	0.0	0.0	0.0	0.0
b_vtura	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0
medellin	0.0	14.4	0.0	0.0	0.0

DESPACHOS ENTRE CDS

La solución del modelo elimina el despacho entre CDS, que se realiza del CD3 Pereira al CD5 Armenia, porque el modelo propuesto no abre el CD5 Armenia, y decide atender este mercado despachando desde el CD3 Pereira, ver tabla 14.

Tabla 15. Informe AMPL de despachos entre CDS.

CENTROS DE DISTRIBUCION CDS					
CANTIDAD DESPACHADA					
CDS	CD2	CD3	CD4	CD5	CD6
CD2	582.2	0.0	0.0	0.0	0.0
CD3	0.0	85.1	0.0	0.0	0.0
CD4	0.0	0.0	28.1	0.0	0.0
CD5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CD6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

DECISIONES DE COSTOS LOGISTICOS

Los costos de la logística, que para este problema se resumen en costos de operar los CDS y costos de transporte a través de la red de distribución-país, según datos de costos totales promedios para el 2011, alcanzaban el valor de \$2.549.078, la solución propuesta en la herramienta AMPL alcanzan un valor total del costo logístico de \$1.423.868, lo cual permite indicar que reduce el costo logístico en un 44,1%.

COSTOS DE LOS CENTROS DE DISTRIBUCION (CDS)

Los costos fijos de los CDS, se calcularon totalizando el valor de personal que labora en el CD, alquiler de CD, comunicaciones, internet, suministros, varios, etc.

Esta decisión en el modelo propuesto resulta en una disminución del costo fijo de operar los CDS en un 18,8%, la tabla 15 detalla los costos fijos totales actuales de los CDS de la red de distribución y los costos fijos totales de los CDS abiertos en el modelo propuesto.

Tabla 16. Comparativos de costos fijos de los CDS actuales y propuestos.

CENTROS DE DISTRIBUCION (CDS)	VALOR COSTO FIJO \$	CDS ABIERTOS EN LA MODELACION
CD2 Cali	281,727	281,727
CD3 Pereira	29.324	29.324
CD4 Bogotá	57.624	57.624
CD5 Armenia	27.941	0
CD6 Medellín	57.353	0
TOTAL	453.968	368.375

Fuente: Datos de La Empresa.

COSTOS DE TRANSPORTE

Los costos variables de transporte, se calcularon totalizando el costo promedio/mes pagado en cada mercado(ciudad) en el 2011, y este total de costo de transporte se dividió en la demanda de cada mercado(ciudad), lo que permite obtener el costo(\$)/caja transportada, posteriormente con las distancias carreteables de cada ciudad se calculo costo(\$)/Km por caja transportada para cada modalidad de despacho llámese de planta - CDS, planta – mercados (ciudades),CDS – CDS y CDS – mercados (ciudades), ver tabla 16.

El modelo planteado en la herramienta AMPL, estructura e integra cantidades (cajas), costos (tarifas) y distancias (Km), situación que mejora sustancialmente las relaciones de las variables para el análisis y los resultados del mismo, que en la práctica y realidad de la operación de transporte de La Empresa, no se presenta así, lo que permite tener la oportunidad de obtener mejoras en la toma de decisiones y análisis de los costos.

La estructuración de las variables de transporte, permite obtener datos de costos desconocidos hoy para la Empresa, como el que corresponde al costo (\$)/Km por caja transportada, para cada operación de transporte en sus diversas modalidades de despachos, llámese de planta - CDS, planta – mercados (ciudades), CDS – CDS y CDS – mercados (ciudades).

COSTOS DE TRANSPORTE PLANTA - CLIENTE

En esta modalidad de despacho, el costo(\$/Km) de caja transportada mas apalancado se tiene con el despacho que se realiza al mercado de Cartago con un costo de \$8.8/Km, esto tiene una explicación ya que se despachan masivos a un cliente que es distribuidor en dicho mercado, a la vez que está consolidado con un carro masivo que se despacha diariamente en el corredor centro y norte del Valle del Cauca y el eje cafetero; para un caso de despacho de planta a cliente como el recorrido ente Palmira y Cali corresponde a \$66/Km caja transportada, a pesar que el mercado de Cali es el de mayor demanda de cajas en este caso el costo(\$/Km) no es favorable, porque actualmente la Empresa no realiza masivos a su CD2 en esta ciudad, lo que eleva el costo de transporte al realizar 13 despachos/día desde de Planta en la ciudad Palmira, situación que corrige el modelo en la modelacion con la herramienta AMPL, que fue analizada en los despachos de CDS a clientes(Tabla 13), el costo promedio para esta modalidad de despachos es \$35/Km de caja transportada, ver tabla 16.

COSTOS DE TRANSPORTE PLANTA - CDS

En esta modalidad de despacho, el costo(\$/Km) de caja transportada mas apalancado se tiene con el despacho que se realiza al CD3 Pereira con un costo de \$6.1, esto se explica en el despacho masivo en carro que se despacha diariamente en el corredor centro y norte del Valle del Cauca, y el eje cafetero; para un caso de despacho de planta a CDS como el recorrido ente Palmira y Cali corresponde a \$22,5/Km caja transportada, a pesar que el mercado de Cali es el de mayor demanda de cajas, en este caso el costo(\$/Km) no se apalanca favorablemente, porque actualmente la Empresa no realiza masivo a su CD2 en

esta ciudad, lo que eleva el costo de transporte al realizar 13 despachos/día desde de Planta en la ciudad Palmira, situación que corrige el modelo en la optimización con la herramienta AMP, que fue analizada en los despachos de Planta a CDS (Tabla 8), el costo promedio para esta modalidad de despachos es \$13,1/Km de caja transportada, ver tabla 16.

COSTOS DE TRANSPORTE CDS - CLIENTE

Para este caso de reparto en las ciudades, la estadística que se tiene de kilómetros recorridos por ciudad de un carro que realiza repartos urbanos, recorre diariamente en promedio 115,4 Km, con este dato y los costos por cajas transportada calculados para cada mercado(ciudad) se calculo el costo(\$)/Km de caja transportada.

En esta modalidad de despacho, el costo (\$/Km) de caja transportada mas apalancado se tiene con el despacho que se realiza al mercado de Pereira con un costo de \$16,0/Km, le siguen muy cercano al costo (\$)/Km el obtenido para los mercados de Cali y Armenia, el costo promedio para esta modalidad de despachos es \$21,2/Km por caja transportada, ver tabla 16.

Tabla 17. Costo por kilometro de caja transportada modalidad de despacho Planta – Cliente.

PLANTA – CLIENTE			
	\$ / Caja	Distancia Km	\$ / Km
Palmira – Palmira	\$ 1,243.00	-	\$ -
Palmira – Cali	\$ 1,881.00	28.5	\$ 66.0
Palmira – Bugá	\$ 2,533.00	46.7	\$ 54.2
Palmira – Buenaventura	\$ 4,530.00	150.6	\$ 30.1
Palmira – Tuluá	\$ 1,402.00	72.1	\$ 19.4

PLANTA – CLIENTE			
	\$ / Caja	Distancia Km	\$ / Km
Palmira – Cartago	\$ 1,400.00	158.4	\$ 8.8
Palmira – Jamundi	\$ 1,454.00	53.9	\$ 27.0
Palmira – Pto. Tejada	\$ 1,246.00	36.4	\$ 34.2
Palmira – Santander	\$ 841.00	61.9	\$ 13.6
Palmira – Pasto	\$ 10,864.00	431.0	\$ 25.2
Palmira – Popayán	\$ 7,249.00	156.0	\$ 46.5
Palmira - El Cerrito	\$ 614.00	18.9	\$ 32.5
Palmira - Restrepo Darién – Yumbo	\$ 1,283.00	77.3	\$ 16.6
Palmira – Candelaria	\$ 318.00	13.6	\$ 23.4
Palmira - Pradera Florida	\$ 442.00	24.6	\$ 18.0
Palmira – Sevilla	\$ 13,514.00	123.0	\$ 109.9
Palmira – Ginebra	\$ 893.00	26.1	\$ 34.2

Fuente: Datos de La Empresa.

La disminución en el costo total de transporte, representa el mayor ahorro en la solución propuesta del modelo ejecutado en la herramienta AMPL, respecto a los costos totales promedios por mes de los costos reales reportados en el 2011 de La Empresa, el cual disminuye un 49,6%, resultado que refleja las ineficiencias de localización de CDS que se pueden presentar actualmente en la distribución de cajas de producto a través de la red de distribución de La Empresa, ver Tabla 17.

Tabla 18. Informe AMPL de costo total de transporte y costo fijo de CDS.

DESCRIPCION DEL COSTO	VALOR
COSTO TOTAL DE TRANSPORTE	1,041,886.8
COSTO FIJOS DE CDS	368,375.0

8.9 ESCENARIOS EVALUADOS DEL MODELO DE LOCALIZACIONES EN LA HERRAMIENTA AMPL

Aunque escapa a los alcances iniciales enmarcados para este trabajo, una de las ventajas de tener estructurados e integrados los datos en herramientas tan versátiles como AMPL, es la facilidad con que permite los conocidos “**que pasa si....**” o escenarios donde el modelo es puesto a prueba bajo ciertas condiciones para determinar la viabilidad y toma de decisiones sobre apertura/cierre de plantas, CDS, favorabilidad por incremento/disminución de los costos, etc., por lo anterior se simulan los siguientes escenarios:

8.9.1 ESCENARIO SIN CD DE SANTIAGO DE CALI

En este escenario, el objetivo es analizar costos de la logística, eliminando el CD2 Cali, para este caso al modelo se le fuerza a cerrarlo elevando sus costos (\$)/Km de transporte por caja, en lo referente a transportar desde la planta al CD2, transporte entre CDS relacionado con el CD2 y desde CD2 a sus mercados (ciudades), los resultados más importantes se detallan a continuación:

La solución propuesta abre los CDS de CD3 Pereira y CD4 Bogotá, cerrando el CD2 Cali, ver tabla 18.

Tabla 19. Informe AMPL de CDS abiertos.

CENTROS DE DISTRIBUCION	ESTADO
CD2	Cerrado
CD3	Abierto
CD4	Abierto
CD5	Cerrado
CD6	Cerrado

El mercado de la ciudad de Cali se atiende directamente desde la planta en la ciudad de Palmira, ver tabla 19.

Tabla 20. Informe AMPL de despachos de planta a mercados.

PLANTAS	MERCADOS	CANTIDAD DESPACHADA
Palmira	cal_r1	18.6
	cal_r2	16.5
	cal_r3	15.1
	cal_r4	17.6
	cal_r5	19.6
	cal_r6	14.0
	cal_r7	16.2
	cal_r8	15.1
	cal_r9	16.0
	cal_r10	12.8
	cal_r11	17.6
	cal_r12	16.8
	cal_r13	307.6
	palmira	95.0
	buga	25.3
	santander	17.9
	candelaria	27.8
	prad_flor	31.0
	el_cerrito	19.6
	rest_dar_yum	14.3
	pto_tejada	15.6
	tulua	58.1
	cartago	41.5
	sevilla	0.0
	pereira	0.0
	bogota	0.0
	popayan	8.9
	pasto	6.0
armenia	0.0	

	ginebra	14.8
	jamundi	16.8
	b_vtura	6.1
	medellin	0.0

El costo total de la logística incrementa, pasando de \$1.410.261,8 a \$1.825.124, incrementando el costo total un 29,4%, ver tabla 20.

El costo fijo de operar los CDS que permanecen abiertos disminuye, pasando de \$368.675 a \$86.947, disminuyendo el costo un 76,4%; sin considerar para este análisis, costos en infraestructura y personal requeridos en planta Palmira para realizar las operaciones de despachos que hoy se realizan desde el CD2 Cali a su mercado, ver tabla 18.

El costo variable de transporte incrementa, pasando de \$1.041.886,8 a \$1.738.177 incrementando el costo total un 67%, ver tabla 20.

Este escenario, por un mayor costo total de la logística no supera el objetivo de minimización del costo obtenido en el modelo propuesto con el CD2 operando.

Tabla 21. Informe AMPL de costo total de transporte y costo fijo de CDS.

DESCRIPCION DEL COSTO	VALOR
COSTO TOTAL DE TRANSPORTE	1.738.177,0
COSTO FIJOS DE CDS	86.947,0

De esta manera se puede observar, que a pesar que los componentes del costo total de la logística, para el caso el costo fijo en CDS disminuye, el costo variable en transporte se incrementa, y este último es el determinante, ya que representa el Pareto del costo total de la logística, y por su naturaleza de variabilidad es el que se debe minimizar, lo que finalmente impacta el incremento en el costo total de la logística.

8.9.2 ESCENARIO DE ESTRATEGIA DE EXPANSION DE MERCADOS.

Para este escenario, se plantean los siguientes parámetros:

La planta 2 pequeña o grande se instalara en la ciudad de Bogotá.

El mercado objetivo de la ciudad de Bogotá, de acuerdo a proyecciones y estudios de la demanda de la Empresa, se analiza con un potencial alto e interesante de crecer el volumen de ventas.

El consumo del producto en Colombia no crece a tasas mayores a las de la tasa de crecimiento poblacional, esta misma tendencia se analiza en el consumo per cápita de kilos al año, de acuerdo a proyecciones y estudios de la demanda de la Empresa.

Crecimiento de la cantidad de cajas vendidas por mes del 12% en todos los mercados (ciudades) diferentes al mercado de Bogotá.

Crecimiento de la cantidad de cajas vendidas por mes de 5 veces, en el mercado de la ciudad Bogotá.

La planta actual de procesamiento de la Empresa, es grande y con ultima tecnología en equipos de producción, por tanto las variaciones en el costo fijo y variable respecto a una nueva planta grande pueden llegar a ser muy similares, sin considerar que la nueva planta apuesta a mejores productividades por implementación de nueva tecnología, y lo que primara en la simulación es la cercanía a los nuevos mercados que se desea expandir, la planta pequeña presentara variaciones significativas en los costos de producción vs la planta actual .

Los datos suministrados de variación (porcentaje y valor) en los costos fijos y variables de los tamaños de la nueva planta (grande, pequeña), corresponden a estudios y proyecciones suministradas por la Empresa, para el mercado objetivo de expansión a futuro en la ciudad de Bogotá, que para efectos de la simulación se solicita confidencialidad, por tanto los datos fueron modificados, ver tabla 21.

Tabla 22. Costos fijos y variables planta actual.

VALOR COSTOS PLANTA ACTUAL	
	PLANTA GRANDE
COSTO FIJO	4,480,253

VALOR COSTOS PLANTA ACTUAL	
	PLANTA GRANDE
COSTO UNIT. VAR.	88

Fuente: datos de La Empresa.

A continuación se presentan tablas resumen de variación en los costos fijos y variables y tabla de valor de los costos de una nueva planta grande o **pequeña**, de acuerdo a estudios de la Empresa, ver tabla 22 Variación (%) costos fijos y variables nueva planta y tabla 23 de Valor costos fijos y variables nueva planta.

Tabla 23. Valor costos fijos y variables nueva planta.

VALOR COSTOS ESCENARIO NUEVA PLANTA		
	PLANTA GDE.	PLANTA PEQ.
COSTO FIJO	3,813,131	2,832,969
COSTO UNIT. VAR.	85	85

Fuente: datos de La Empresa.

Tabla 24. Variación (%) costos fijos y variables nueva planta.

VAR. (%) COSTOS ESCENARIO NUEVA PLANTA		
	PLANTA GDE.	PLANTA PEQ.
COSTO FIJO	-15%	-37%
COSTO UNIT. VAR.	-4%	-4%

Fuente: datos de La Empresa.

ESCENARIO ABRIR PLANTA 2 PEQUEÑA EN LA CIUDAD DE BOGOTA.

Costo Fijo disminuye 37%, sin incluir los costos de pago mensual de la deuda.

Costo Variable disminuye 4%.

La nueva DEMANDA 2 incrementa a 85.190 cajas mes.

El modelo AMPL con los parámetros de costos de producción de este escenario adicionados de la nueva planta 2 pequeña con sus costos de producción fijos y variables, presenta los siguientes resultados:

Desestima la apertura de la planta 2 pequeña en la ciudad de Bogotá.

PLANTAS	ESTADO
PALMIRA	Abierta
BOGOTA	Cerrada

El costo total (de producción y logísticos) en este escenario se incrementa 5,4%.

Los costos fijos de producción se mantienen, como resultado de solo operar con la planta 1 actual en la ciudad de Palmira.

Los costos variables de producción aumentan un 23,4%, como resultado de atender una nueva demanda 2 en este escenario.

Se mantienen los tres CDS (CD2, CD3 y CD4) abiertos y operando.

Los costos fijos logísticos se mantienen, igual que el modelo propuesto vs la situación actual, disminuyendo 18,8%.

Los costos variables logísticos vs la situación actual, disminuyen un 28,7%, destacándose que en este escenario se distribuyen y entregan a través de la red 16.146 cajas adicionales.

Incrementa la utilización de la capacidad instalada de planta 1, pasando del 57,5% al 71%.

ESCENARIO ABRIR PLANTA 2 GRANDE EN LA CIUDAD DE BOGOTA.

Costo Fijo disminuye 15%, sin incluir los costos de pago mensual de la deuda.

Costo Variable disminuye 4%.

La nueva DEMANDA 2 incrementa a 85.190 cajas mes.

El modelo AMPL con los parámetros de costos de producción de este escenario adicionados de la nueva planta 2 grande con sus costos de producción fijos y variables, presenta los siguientes resultados:

Desestima la apertura de la planta 2 grande en la ciudad de Bogotá.

PLANTAS	ESTADO
PALMIRA	Abierta
BOGOTA	Cerrada

El costo total (de producción y logísticos) en este escenario se incrementa 5,4%.

Los costos fijos de producción se mantienen, como resultado de solo operar con la planta 1 actual en la ciudad de Palmira.

Los costos variables de producción aumentan un 23,4%, como resultado de atender una nueva demanda 2 en este escenario.

Se mantienen los tres CDS (CD2, CD3 y CD4) abiertos y operando.

Los costos fijos logísticos se mantienen, igual que el modelo propuesto vs la situación actual, disminuyendo 18,8%.

Los costos variables logísticos vs la situación actual, disminuyen un 28,7%, desatancándose que en este escenario se distribuyen y entregan a través de la red 16.146 cajas adicionales.

Incrementa la utilización de la capacidad instalada de planta 1, pasando del 57,5% al 71%.

Desde la perspectiva de producción, la variación de los costos variables de producción en los dos (2) escenarios planteados, no fueron representativos, apenas del 4%, para minimizar los costos de operar con dos (2) plantas, máxime si se tiene capacidad ociosa en la planta 1 actual, lo que desestima aun mas en el modelo, para abrir cualquiera de los dos (2) plantas enunciadas en el modelo, con sus respectivos costos de apertura, lo que finalmente determina que el abrir una

planta adicional del tamaño que sea, genere un beneficio por este, no requiriendo un análisis financiero o económico para dicho escenario.

Desde la perspectiva logística, el escenario es favorable en el costo total de la logística (CTL) y desagregando sus componentes se mantiene el beneficio vs la situación actual, como resultado de atender una nueva demanda 2 con la misma planta, generando ahorros por costo de almacenamiento y de transporte.

Los resultados de los análisis anteriores de la variación porcentual de los costos se resumen en la tabla 24.

Tabla 25. Porcentajes de costos de producción y logísticos de escenarios planta 1 + planta 2(pequeña o grande).

COSTOS ESCENARIO PLANTA 1 + PLANTA 2 PEQUEÑA VS COSTOS ACTUALES				
	PROCESO PRODUCCION	PROCESO LOGISTICA		TOTALES
		CENTROS DE DISTRIBUCION (CDS)	TRANSPORTE	
Costos Fijos	0.0%	-18.8%	-	-1.7%
Costos Variables	23.4%	-	-28.7%	9.7%
Costo Total	13.5%	-18.8%	-28.7%	5.4%

RECOMENDACIONES DE ANALISIS DE ESCENARIOS

Por los escenarios planteados y los resultados obtenidos de estos, se recomienda:

ESCENARIO SIN CENTRO DE DISTRIBUCION CD2 CALI: Un incremento del 28,8% del costo total logístico en este escenario, es una variación importante en el costo para resaltar que la Empresa debe dar inicio a la operación de distribución y entrega con el CD2 en la ciudad de Cali, para atender las demandas de dicho mercado, lo anterior, lo refuerza aun mas, la variación del costo variable de transporte que presenta una variación en este escenario del 65,6%.

ESCENARIO DE EXPANSION DE MERCADOS: Los resultados en este escenario con planta nueva operando, permiten demostrar que la capacidad utilizada de la planta actual, debe ser aprovechada, y que aun para una estrategia de expansión de nuevos mercados, la planta actual soportara nuevas demandas dentro de parámetros normales de crecimiento de la misma.

9. DISEÑO MODELO DE RUTEO POR COMUNAS Y CLIENTES DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI CANAL TAT

Para la obtención de los resultados trazados en este objetivo de ruteo automático de rutas, la herramienta utilizada para la automatización de ruteo será el programa logware¹⁵, esta herramienta en las opciones de ruteo integra los principios de una buena programación de ruteo de acuerdo a (Ballou, 2004), que involucran agrupar paradas cercanas, agrupaciones estrechas de paradas en diferentes días, iniciar la ruta en el punto de parada más lejano, las rutas trazadas deben formar una figura de lagrima, asignar en primera instancia los vehículos más grandes para atender las rutas y aprovechar su capacidad, las paradas lejanas de una agrupación de paradas deben ser analizadas para ser atendidas con un medio alternativo de entrega.

9.1 SUPUESTOS DEL MODELO DE RUTEO

El equipo (vehículos) que atiende el mercado de la ciudad de Cali, presenta similares características de modelo, capacidad de carga, consumo de combustible y valores de mantenimiento; las entregas programadas se deben atender en un tiempo máximo de ocho (8) horas, no se reconoce pago por extra tiempo laborado,

¹⁵ Programa informático desarrollado por Ronald Ballou para la aplicación de diferentes casos en logística.

los salarios de los conductores es el mismo para las doce rutas analizadas en la ciudad de Cali.

9.2 CALCULO DE DISTANCIAS ENTRE COMUNAS DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI

Para desarrollar el objetivo de ruteo por comunas definido para este proyecto, se hizo necesario el levantamiento de la información de ubicación de las comunas de la ciudad de Santiago de Cali de forma directa, debido a que las fuentes de información consultadas limitaban su acceso a solo lectura de algunos datos básicos, por ejemplo: áreas totales, nombres de las calles, barrios, ríos, parques y demás; la necesidad de la investigación demandaba que se tuvieran puntos de distancia entre los centros de las 22 comunas de la ciudad de Cali, en algunas consultas realizadas por Internet se encontró la comuna y el detalle de los barrios que la componen, pero, sus coordenadas en un plano y por separado se hace difícil realizar una comparación entre ellas.

Inicialmente se trato de recolectar la información de las fuentes “obvias” de las cuales, se esperaba tener el resumen de los datos, estas fuentes fueron principalmente los portales web de entidades públicas, como: Alcaldía de Cali (<http://www.cali.gov.co/publico2/mapas/mapcomunas.htm>), CVC (<http://www.cvc.gov.co/>), Instituto Agustín Codazzi (<http://www.igac.gov.co/igac>), IDESC – Infraestructura de datos espaciales de Santiago de Cali (<http://www.cali.gov.co/planeacion/publicaciones.php?id=3560>), Cámara de comercio (<http://www.ccc.org.co/>), entre otras, sin embargo, ninguna ofrecía una alternativa acorde a la necesidad y al presupuesto del proyecto; se consulto además a: algunos arquitectos, ingenieros y un hasta un geólogo conocido, quienes podrían ayudar con el levantamiento de la información pero las alternativas siempre convergían en las mismas fuentes.

Se comenzó a desarrollar la tarea, de forma manual, se compra un mapa en escala de la Ciudad de Santiago de Cali, el mismo, está impreso en escala de grises con lo cual se podía delimitar la forma de la comuna con la ayuda de unos lápices de color, posteriormente cada una de esas comunas fue delimitada dentro de figuras geométricas (rectángulos, cuadrados y triángulos) sobre los cuales se calcularían sus áreas individuales ($L*L*L$, $b*h/2$, $b*h$), luego se ubicaron los centroides de las comunas con el cálculo de las coordenadas distancias en $X = (AreaX1*DistanciaX1+AreaX2+DistanciaX2.../AreaX1+AreaX2)$ y $Y = (AreaY1*DistanciaY1+AreaY2+DistanciaY2.../AreaY1+AreaY2)$, el plano está dividido en secciones de 5 Km los cuales se convirtieron a Cm para lograr una más fácil ubicación de los puntos en el plano cartesiano construido, se calcularon cada uno de los puntos centro de las 22 comunas y posteriormente se calcularon

las distancias entre cada uno de estos, se hizo uso de la fórmula de cálculo de distancias Manhattan recurriendo a la aplicación de los métodos que se habían trabajado durante la especialización de Gerencia en Logística, el resultado obtenido fue una matriz de 22 x 22 con las distancias entre la planta de Palmira (punto 0) y cada una de las comunas.

Imagen 13. Coordenadas de centroides de las comunas de la ciudad de Cali

CALCULO DE DISTANCIAS ENTRE COMUNAS DE LA CIUDAD DE CALI (DISTANCIAS MANHATTAN) - DISTANCIAS EN KMS

Comuna 0 es Origen (Planta Palmira)

Comuna	Xabs	Y Abs	Comunas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0	98,90	105,10	0	-	46,22	39,35	42,97	39,01	36,00	33,52	37,28	40,58	43,44	45,66	43,55	41,22	40,74	39,37	45,28	45,66	49,79	52,50	46,65	49,37	38,29	54,13
1	13,10	90,25	1	46,22	-	6,87	3,25	7,21	10,22	12,70	8,94	5,64	2,78	0,56	2,67	5,00	2,67	6,85	0,94	0,56	3,57	6,28	0,43	3,15	7,93	7,91
2	40,45	101,92	2	39,35	6,87	-	3,62	0,34	3,35	5,83	2,07	1,23	4,09	6,31	4,20	1,87	4,20	0,02	5,93	6,31	10,44	13,15	7,30	10,02	1,06	14,78
3	35,40	86,40	3	42,97	3,25	3,62	-	3,96	6,97	9,45	5,69	2,39	0,47	2,69	0,58	1,75	0,58	3,60	2,30	2,69	6,81	9,52	3,68	6,40	4,68	11,16
4	49,67	94,63	4	39,01	7,21	0,34	3,96	-	3,01	5,49	1,73	1,57	4,43	6,65	4,54	2,21	4,54	0,36	6,27	6,65	10,77	13,49	7,64	10,36	0,72	15,12
5	59,40	102,00	5	36,00	10,22	3,35	6,97	3,01	-	2,48	1,28	4,58	7,44	9,66	7,55	5,22	7,55	3,37	9,28	9,66	13,79	16,50	10,65	13,37	2,29	18,13
6	63,90	111,60	6	33,52	12,70	5,83	9,45	5,49	2,48	-	3,76	7,06	9,92	12,14	10,03	7,70	10,03	5,85	11,76	12,14	16,27	18,98	13,13	15,85	4,77	20,61
7	61,63	92,50	7	37,28	8,94	2,07	5,69	1,73	1,28	3,76	-	3,30	6,16	8,38	6,27	3,94	6,27	2,09	8,00	8,38	12,51	15,22	9,37	12,09	1,01	16,85
8	50,93	84,47	8	40,58	5,64	1,23	2,39	1,57	4,58	7,06	3,30	-	2,86	5,08	2,97	0,64	2,97	1,21	4,70	5,08	9,21	11,92	6,07	8,79	2,29	13,55
9	39,45	79,70	9	43,44	2,78	4,09	0,47	4,43	7,44	9,92	6,16	2,86	-	2,22	3,15	3,19	3,15	6,73	6,65	5,34	6,35	9,06	3,21	5,93	8,21	10,69
10	38,67	67,87	10	45,66	0,56	6,31	2,69	6,65	9,66	12,14	8,38	5,08	2,22	-	2,11	4,44	2,11	6,29	0,38	0,00	4,13	6,84	0,99	3,71	7,37	8,47
11	48,10	70,43	11	43,55	2,67	4,20	0,58	4,54	7,55	10,03	6,27	2,97	3,15	2,11	-	2,33	2,80	4,18	1,73	2,11	6,24	8,95	3,10	5,82	5,26	10,58
12	54,80	76,95	12	41,22	5,00	1,87	1,75	2,21	5,22	7,70	3,94	0,64	3,19	4,44	2,33	-	2,33	1,85	4,06	4,44	8,57	11,28	5,43	8,15	2,93	12,91
13	60,73	73,73	13	40,74	5,48	1,39	2,23	1,73	4,74	7,23	3,46	0,17	4,80	4,92	2,80	0,48	-	4,18	1,73	2,11	6,24	8,95	3,10	5,82	5,26	10,58
14	70,10	72,15	14	39,37	6,85	0,02	3,60	0,36	3,37	5,85	2,09	1,21	6,73	6,29	4,18	1,85	1,37	-	5,90	6,29	10,41	13,13	7,28	10,00	1,08	14,76
15	53,11	55,61	15	45,28	0,94	5,93	2,30	6,27	9,28	11,76	8,00	4,70	6,65	0,38	1,73	4,06	4,53	5,90	-	0,39	4,51	7,22	1,38	4,10	6,99	8,85
16	48,31	58,22	16	45,66	0,56	6,31	2,69	6,65	9,66	12,14	8,38	5,08	5,34	0,00	2,11	4,44	4,92	6,29	0,39	-	4,12	6,84	0,99	3,71	7,37	8,47
17	37,75	45,35	17	49,79	3,57	10,44	6,81	10,77	13,79	16,27	12,51	9,21	6,35	4,13	6,24	8,57	9,04	10,41	4,51	4,12	-	2,71	3,13	0,41	11,50	4,34
18	22,90	44,80	18	52,50	6,28	13,15	9,52	13,49	16,50	18,98	15,22	11,92	9,06	6,84	8,95	11,28	11,75	13,13	7,22	6,84	2,71	-	5,85	3,13	14,21	1,63
19	29,90	71,00	19	46,65	0,43	7,30	3,68	7,64	10,65	13,13	9,37	6,07	3,21	0,99	3,10	5,43	5,91	7,28	1,38	0,99	3,13	5,85	-	2,72	8,80	7,48
20	16,95	68,50	20	49,37	3,15	10,02	6,40	10,36	13,37	15,85	12,09	8,79	5,93	3,71	5,82	8,15	8,63	10,00	4,10	3,71	0,41	3,13	2,72	-	11,08	4,76
21	77,40	71,00	21	38,29	7,93	1,06	4,68	0,72	2,29	4,77	1,01	2,29	8,21	7,37	5,26	2,93	2,45	1,08	6,99	7,37	11,50	14,21	8,80	11,08	-	15,84
22	33,57	24,86	22	54,13	7,91	14,78	11,16	15,12	18,13	20,61	16,85	13,55	10,69	8,47	10,58	12,91	13,39	14,76	8,85	8,47	4,34	1,63	7,48	4,76	15,84	-

Fuente: Calculo obtenido por los Autores.

9.3 MAPEO DE RUTAS Y AUTOMATIZACION DE LOS MODELOS DE RUTEO CON LA HERRAMIENTA LOGWARE

Se realiza el levantamiento de las rutas con los datos de operación actual de la red de distribución de la Empresa, este levantamiento de rutas se hace sobre una base de los clientes más representativos de cada vendedor en número de cajas compradas por día; el censo nos arroja 60 clientes para el día lunes, 55 Clientes para el día martes y 60 clientes para el día miércoles, los cuales, representan el Pareto del universo de del mercado actualmente atendido por La Empresa (80/20), el resultado obtenido es un total de 12 rutas activas en el día lunes, 11 rutas activas en el día martes y 12 rutas activas el día miércoles, con operación de igual número de vehículos desde la planta Palmira para cada uno de estos días, los vehículos salen a hacer sus rutas con sus capacidades utilizadas parcialmente (como máximo 44% de utilización de la capacidad de cada vehículo).

En el proceso de levantamiento de las rutas se hace necesario la marcación de los puntos de ubicación de los clientes censados en un mapa de la ciudad de Santiago de Cali, en este proceso se realiza el cálculo de los centroides y distancias entre cada una de las comunas, posteriormente se ingresan los datos obtenidos (coordenadas X y Y) de cada cliente y de cada comuna en una base de datos detallada de las rutas que actualmente se atienden en la ciudad, una vez alimentada esta base de datos se cuenta con la información necesaria para cargar el programa Logware, previamente se han realizado los cálculos de costos fijos y variables para el tipo de vehículo que realiza la ruta diariamente (el mismo tipo de vehículo para todas las rutas), otros datos importantes y necesarios para correr el programa Logware fueron la velocidad promedio en la que un vehículo hace la ruta, el tiempo que toma en atender y descargar las cajas en los clientes la capacidad de carga de los vehículos y la cantidad de cajas a entregar, la cual para este caso en la escala que se manejo el proyecto fue de 9 cajas por parada en cada punto de las rutas.

Por los alcances definidos para el proyecto, la modelación de ruteo en la herramienta logware y su limitación máxima a 60 paradas para el caso de ruteo de vehículos con un mismo origen y destino, a continuación se describirá lo que permitió acercarnos a la realidad del ruteo para la Empresa, que se determino de la siguiente manera:

Numero de rutas por día: las actuales 12.

Clientes Pareto por ruta por día: 5 clientes, determinado este número por el limite de presupuesto, los recursos que consume como tiempo de mapeo de

coordenadas, costo del mapeo y el volumen de 4.992 clientes a mapear coordenadas.

Total de clientes Pareto por día: 60 clientes.

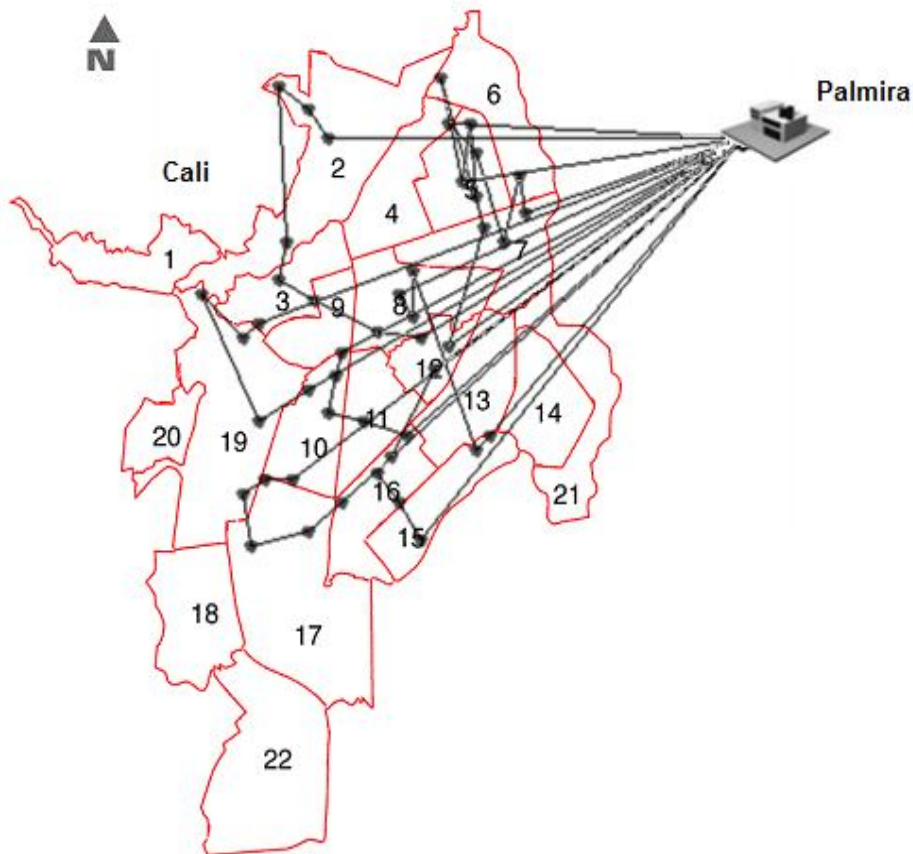
Cantidad de cajas de ruta por día: 516 cajas promedio actual.

Cantidad de cajas por cliente Pareto: 9 cajas por cliente por ruta por día.

9.4 ANALISIS DE RUTEO PROPUESTO POR LOGWARE VS RUTEO ACTUAL DE LA EMPRESA

RUTEO LOGWARE CANAL TRADICIONAL TAT CIUDAD DE CALI DIA LUNES

Imagen 14. Mapa optimizado de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día lunes.



ANALISIS RUTEO LOGWARE DIA LUNES.

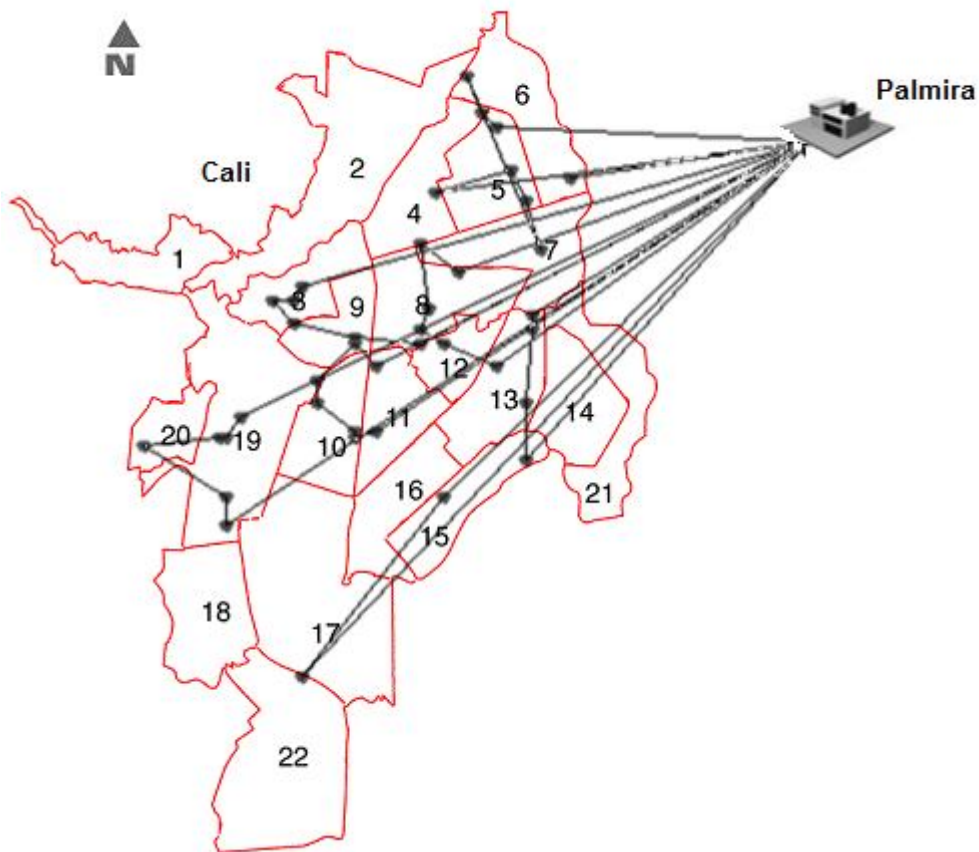
La optimización de rutas en la herramienta logware, se ejecuta con ocho (8) rutas, que en número de rutas representa una disminución del 33,3%, aunque el costo promedio de rutas aumenta un 25,4%, y el costo total de las rutas disminuye un 16,7%, como producto de optimización y eficiencia de las rutas, ver tabla 25.

Tabla 26. Ruteo propuesto logware vs ruteo actual día lunes.

ANALISIS RUTEO CANAL TRADICIONAL TAT DIA LUNES			
Ítems	Núm. Rutas	Costos Ruta Unds Monetarias	Costo Total Rutas Unds Monetarias
Ruteo actual	12	17.32	207.84
Ruteo logware propuesto con CD Palmira	8	21.65	173.23
Ruteo logware con CD Cali (mejora)	6	25.46	152.78

ANALISIS RUTEO LOGWARE DIA MARTES.

Imagen 15. Mapa optimizado de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día martes.



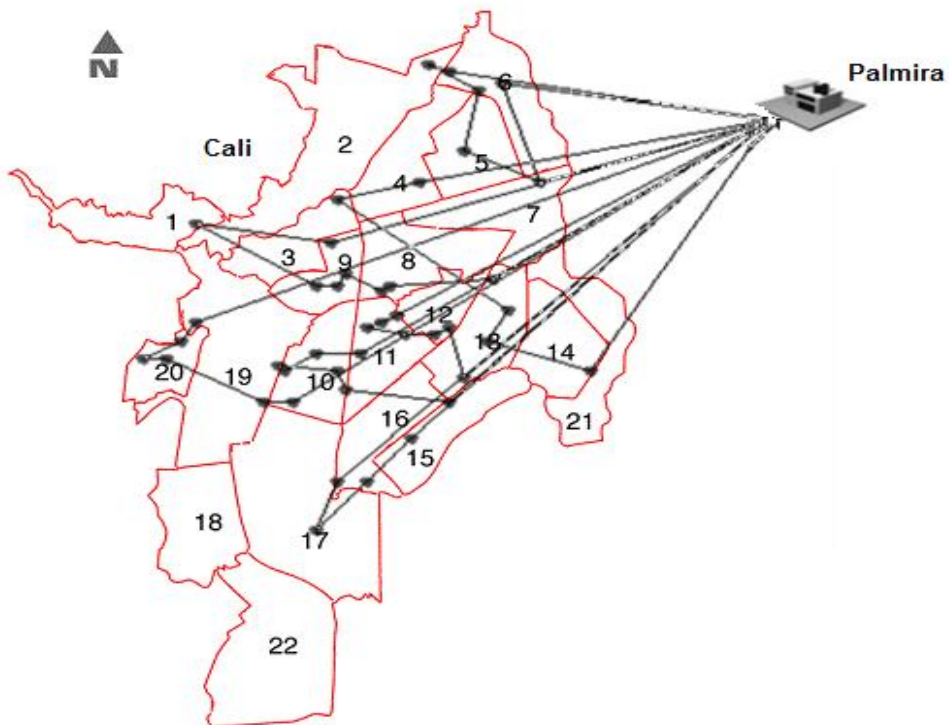
La optimización de rutas en la herramienta logware, se ejecuta con ocho (8) rutas, que en número de rutas representa una disminución del 27,3%, aunque el costo promedio de rutas aumenta un 21,5%, y el costo total de las rutas disminuye un 11,7%, como producto de optimización y eficiencia de las rutas, ver tabla 26.

Tabla 27. Ruteo propuesto logware vs ruteo actual día Martes.

ANALISIS RUTEO CANAL TRADICIONAL TAT DIA MARTES			
	Núm. Rutas	Costos Ruta Unds Monetarias	Costo Total Rutas Unds Monetarias
Ruteo actual	11	17.32	190.52
Ruteo logware propuesto con CD Palmira	8	21.04	168.31
Ruteo logware con CD Cali (mejora)	6	16.94	101.66

ANALISIS RUTEO LOGWARE DIA MIERCOLES.

Imagen 16. Mapa optimizado de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día miércoles.



La optimización de rutas en la herramienta logware, se ejecuta con ocho (8) rutas, que en número de rutas representa una disminución del 33,3%, aunque el costo promedio de rutas aumenta un 23,7%, el costo total de las rutas disminuye un 17,6%, como producto de optimización y eficiencia de las rutas, ver tabla 27.

Tabla 28. Ruteo propuesto logware vs ruteo actual día miércoles.

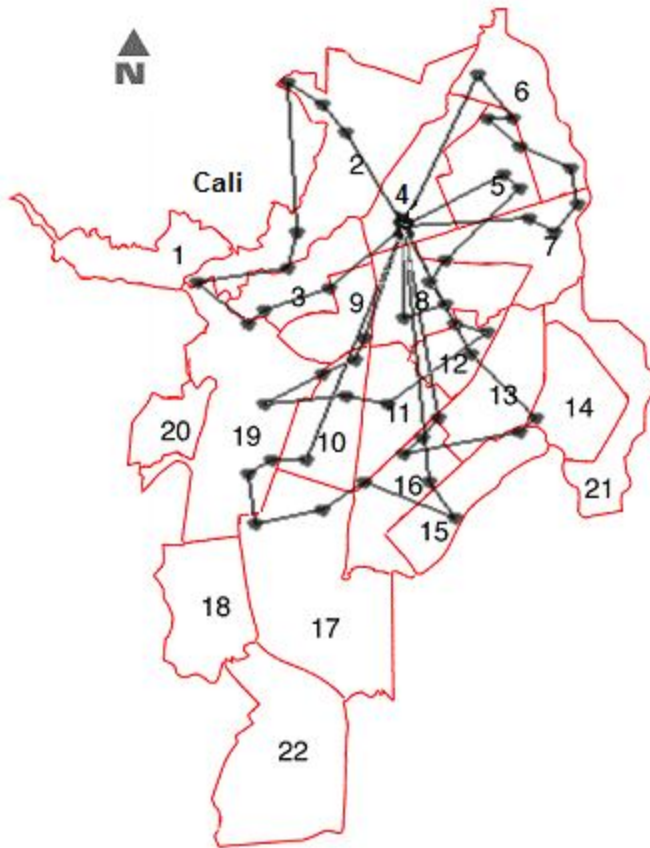
ANALISIS RUTEO CANAL TRADICIONAL TAT DIA MIERCOLES				
	Núm. Rutas	Costos Ruta Unds Monetarias	Costo Rutas Monetarias	Total Unds
Ruteo actual	12	17.32	207.84	
Ruteo logware propuesto con CD Palmira	8	21.42	171.36	
Ruteo logware con CD Cali (mejora)	6	17.17	102.99	

9.5 ANALISIS ESCENARIO MEJORA CD ABIERTO PARA DESPACHO TAT EN LA CIUDAD DE CALI VS RUTEO LOGWARE PROPUESTO CON CD CIUDAD PALMIRA

Este escenario de mejora, fue evaluado en el modelo de red de distribución analizado en el objetivo de localización de instalaciones(Plantas y CDS), donde el modelo se evaluó sin el CD en la ciudad de Cali, y pudo observarse que los costos totales de distribución del producto incrementaban, resultado que justifica que para el mercado que tiene casi el 50% de la venta en volumen de la Empresa, se evalúe el modelo de ruteo en logware con CD abierto en la ciudad de Cali para despachos de las rutas de canal tradicional TAT.

RUTEO LOGWARE CANAL TRADICIONAL TAT CIUDAD DE CALI DIA LUNES

Imagen 17. Mapa optimizado de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día lunes con centro de distribución en Cali.



ANALISIS RUTEO LOGWARE CON CD CALI DIA LUNES.

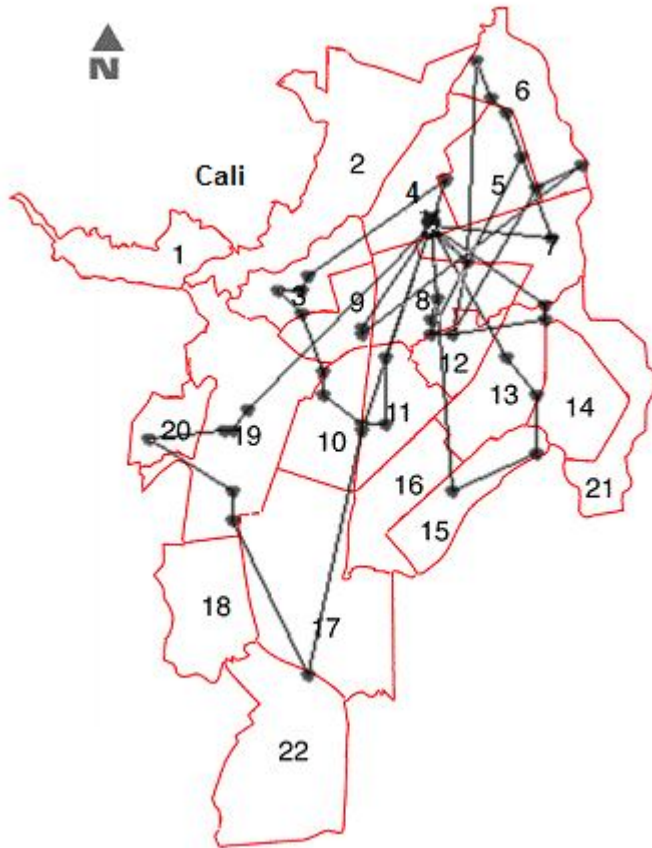
La optimización de rutas en la herramienta logware con la mejora de CD abierto en la ciudad de Cali, disminuye dos (2) rutas, que en número de rutas representa una disminución del 25%, aunque el costo promedio de rutas aumenta un 17,6%, el costo total de las rutas disminuye un 11,8%, como producto de optimización y eficiencia de las rutas, ver tabla 28 e imagen 17 de mapa de rutas.

Tabla 29. Ruteo propuesto logware vs ruteo con CD Cali día lunes.

ANALISIS RUTEO CANAL TRADICIONAL TAT DIA LUNES					
Ítems	Núm. Rutas	Costos Unds Monetarias	Ruta Monetarias	Costo Rutas Monetarias	Total Unds Monetarias
Ruteo actual	12		17.32		207.84
Ruteo logware propuesto con CD Palmira	8		21.65		173.23
Ruteo logware con CD Cali (mejora)	6		25.46		152.78

ANALISIS RUTEO LOGWARE CON CD CALI DIA MARTES.

Imagen 18. Mapa optimizado de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día martes con centro de distribución en Cali



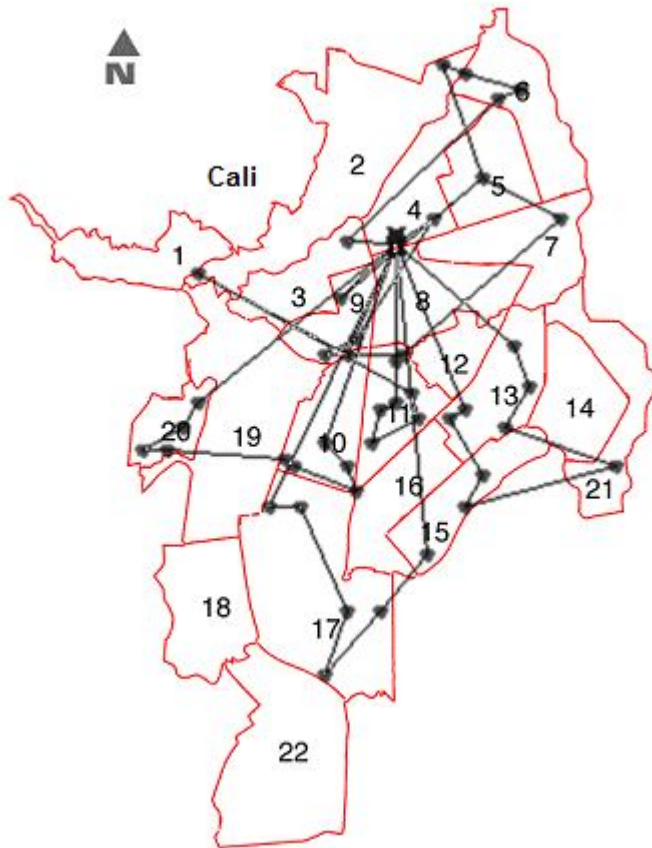
La optimización de rutas en la herramienta logware con la mejora de CD abierto en la ciudad de Cali, disminuye dos (2) rutas, que en número de rutas representa una disminución del 25%, el costo promedio de rutas disminuye un 19,5%, y el costo total de las rutas disminuye un 39,6%, como producto de optimización y eficiencia de las rutas, ver tabla 29 e imagen 18 de mapa de rutas.

Tabla 30. Ruteo propuesto logware vs ruteo con CD Cali día Martes.

ANALISIS RUTEO CANAL TRADICIONAL TAT DIA MARTES					
	Núm. Rutas	Costos Unds Monetarias	Ruta Monetarias	Costo Rutas Monetarias	Total Unds
Ruteo actual	11		17.32		190.52
Ruteo logware propuesto con CD Palmira	8		21.04		168.31
Ruteo logware con CD Cali (mejora)	6		16.94		101.66

ANALISIS RUTEO LOGWARE CON CD CALI DIA MIERCOLES.

Imagen 19. Mapa optimizado de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día miércoles con centro de distribución en Cali.



La optimización de rutas en la herramienta logware con la mejora de CD abierto en la ciudad de Cali, disminuye dos (2) rutas, que en número de rutas representa una disminución del 25%, el costo promedio de rutas disminuye un 19,5%, y el costo total de las rutas disminuye un 39.9%, ver tabla 30 e imagen 19 de mapa de rutas.

Tabla 31. Ruteo propuesto logware vs ruteo con CD Cali día Miércoles.

ANALISIS RUTEO CANAL TRADICIONAL TAT DIA MIERCOLES					
	Núm. Rutas	Costos Unds Monetarias	Ruta Monetarias	Costo Rutas Monetarias	Total Unds
Ruteo actual	12		17.32		207.84
Ruteo logware propuesto con CD Palmira	8		21.42		171.36
Ruteo logware con CD Cali (mejora)	6		17.17		102.99

El escenario planteado de ruteo con mejora de CD abierto en la ciudad de Cali, para despacho de rutas TAT, de acuerdo a la minimización de los costos en cada día aporta a la toma de decisión que la Empresa estructure la operación de ruteo con CD en la ciudad de Cali, lo anterior lo soportan las menores distancias recorridas, disminución en gastos de mantenimiento y la eliminación de gastos de peaje, entre otros.

10. CONCLUSIONES

- Los escenarios planteados en los dos objetivos, después de obtenidas las soluciones propuestas por los modelos de optimización de la red de distribución país y rutas para la ciudad de Cali, demuestra contundentemente que la Empresa debe implementar un CD y operaciones en la ciudad de Cali, para desde allí atender el mismo mercado y las áreas de influencia cercanas, a la vez que minimiza los costos de operaciones de transporte.
- La capacidad de planta actual de la Empresa, en el escenario planteado de expansión de mercados, demuestra que con la capacidad ociosa que tiene, puede emprender proyectos de crecimiento de mercados con su planta actual.
- El costo de operar la red de distribución-país se minimiza con los resultados del modelo propuesto de localización un 44.1%.
- Los modelos cuantitativos desarrollados y ejecutados con datos reales de la Empresa, evidenciaron su aplicación al generar disminución de los costos en su operación.
- Los modelos desarrollados permitirán fácilmente a la Empresa plantear escenarios y tomar decisiones apoyado en sus resultados.
- La adopción de herramientas expuestas en este caso aplicado como el ampl y logware en la práctica empresarial, para la investigación y evaluación de operaciones, permite a las Empresas optimizar sus operaciones a través de la utilización de modelos cuantitativos, que a la vez les aporta positivamente no solo en los objetivos de toda Empresa de hacer eficientes sus operaciones, sino que a la vez, permite minimizar los costos de las mismas.
- La modelación de los datos en el objetivo de estructuración de la red de distribución, abrió los espacios para plantear escenarios de planes de crecimiento/expansión a corto y mediano plazo de la Empresa, que le permitirán utilizar estas herramientas como apoyo/soporte en la toma de decisiones.

- La modelación del objetivo de ruteo para la ciudad de Cali, permitió evaluar la viabilidad a escala y alcance del trabajo aplicado para su principal mercado, abriendo un CD que opere las rutas que atienden dicho mercado.
- La exposición de los estudiantes a la utilización de las herramientas compartidas en la maestría para la modelación de los datos, y los resultados obtenidos en el caso de estudio aplicado de Empresa, demuestran que estas herramientas trascienden el salón de clase con sus casos predefinidos, demostrando su aplicación real en el mundo empresarial.
- Las herramientas utilizadas para el desarrollo de los modelos demuestran con los resultados de los mismos, su pertinencia en la aplicación.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS DEL TRABAJO DE GRADO

ARYA, Jagdish y LARDNER, Robin W. Matemáticas aplicadas a la administración y a la economía.

BALLOU, Ronald H. Logística: Administración de la cadena de suministros. 2004.

BARTHOLDI III John J. y Steven T. HACKMAN. WAREHOUSE & DISTRIBUTION SCIENCE, Release 0.93. The Supply Chain and Logistics Institute School of Empresal and Systems Engineering Georgia Institute of Technology Atlanta, GA 30332-0205 USA August 23, 2010

BREWER, Peter C. y SPEH, Tomas W. BSC conformity to supply chain management. (2001).

CHASE B, Richard; JACOBS, F. Roberts y AQUILANO, Nicolás J. “Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva”. McGraw Hill. 2007.

GATTORNA, John. Cadenas de abastecimiento dinámicas. (2009).PEARSON, (2002).

KAPLAN, Roberto y NORTON, David. “Cuadro de Mando Integral”. Gestión 2000. Barcelona. 2000.

COLOMBIA MINISTERIO DE COMERCIO, • Ley 388 (1997): Planes de Ordenamiento Territorial - POT. Ministerio de Comercio Exterior: Manual con el fin de unificar procedimientos de inspección y control de la carga de comercio exterior. Comunidad Andina: Decisión 671, sobre Armonización de Regímenes Aduaneros.

COLOMBIA MINISTERIO DE HACIENDA, MINISTERIO DE TRANSPORTE.

- Decreto 2010 (1994): Consejo Nacional de Competitividad.
 - Decreto 4149 (2004): Ventanilla Única de Comercio Exterior

 - Decreto 2828 (2006): Desarrolla el Conpes 3439.

 - Decreto 61 (2007): Composición de la CNC.

 - Decreto 4533 (2008): Iniciativas privadas en materia de infraestructura.

 - Decretos 2099, 2100 y 2101 (2008): Adiciones y modificaciones al Estatuto
- Documento Conpes 3297 (2004): Política pública sobre competitividad.
- Documento Conpes 3342 (2005): Revisión esquema contractual de las Sociedades Portuarias Regionales.

 - Documento Conpes 3439 (2006): Sistema Administrativo Nacional de Competitividad (SNC)

 - Documento Conpes 3469 (2007): Lineamientos para el control de la mercancía.

 - Documento Conpes 3489 (01-10-2007): Política Nacional de Transporte Público Automotor de Carga. Pág. 10

 - Documento Conpes 3527 (2008): Política Nacional de Competitividad Y Productividad.

 - Documento Conpes 3547 (2008): Política Nacional Logística.

 - Documento Conpes 3528 (2008): Lineamientos control de la mercancía y la seguridad en los nodos de transferencia de comercio exterior.

- Documento Conpes 3611 (2009): Plan de expansión portuaria 2009- 2011.
- Documento Conpes 3668 (2010): Política Nacional de Competitividad.
- Documento Conpes 3674 (2010): Sistema de formación de capital humano.
- Documento Conpes 3678 (2010): Programa de Transformación Productiva.
- Ley 527 (1999): Define y reglamenta el acceso y uso de los mensajes de datos, del comercio electrónico y de las firmas digitales, y se establecen las entidades de certificación.
- Ley 1 (1991): Planes de Expansión Portuaria hacia la eficiencia en el crecimiento del comercio exterior.
- Ley 1004 (2005): Régimen de Zonas Francas.
- Resolución 167 de 2009 (INCO): Ofertas de iniciativa privada en materia de infraestructura vial.

Resolución No: 002505, Septiembre 06/2004

COLOMBIA MINISTERIO DE SALUD. Decreto No: 3075, 1997

PIRES Silvio E. I. y CARRETERO DIAZ Luis E. GESTION DE LA CADENA DE SUMINISTROS, Primera edición, MCGRAW/HILL/INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U., M. 22.287/2007 ESPAÑA 2007

RIVERA Leonardo, Modelo AMPL de red logística integrada, Notas de clase modelos cuantitativos en logística, 2009.

CAICEDO, Costos de transporte son más gravosos que los aranceles. La República.com [en línea] 2005 -08 -17 .Disponible en internet http://www.larepublica.com.co/noticia.php?id_notiweb=40057&id_subseccion=1&template=noticia&fecha=2005-08-17_12:00am

LEGISCOMEX Colombia apuesta por la logística. Legiscomex, [en línea] 06 - 08 – 2010, Disponible en internet <http://www.revistadelogistica.com/colombia-apuesta-por-logistica.asp>

ANEXOS

TITULO	Pág.
Datos logware ruteo por comunas.....	100
Datos logware ruteo por comunas día lunes.....	101
Datos logware ruteo por clientes día lunes.....	102
Datos logware ruteo por clientes día lunes con CD en Cali.....	105
Datos logware ruteo por comunas día martes.....	109
Datos logware ruteo por clientes día martes.....	110
Datos logware ruteo por clientes día martes con CD en Cali.....	113
Datos logware ruteo por comunas día miércoles.....	116
Datos logware ruteo por clientes día miércoles.....	117
Datos logware ruteo por clientes día miércoles con CD en Cali.....	121
Modelo general Ampl solución propuesta red de distribución-país.....	124
Datos Ampl solución propuesta red de distribución-país.....	127

Datos Ampl escenario sin CD 2 en Cali red de distribución-país.....	137
Datos Ampl escenario planta pequeña red de distribución-país.....	147
Datos Ampl escenario planta grande red de distribución-país.....	158
Tabla 1. Clientes de las comunas de la ciudad de Cali y Promedio de cajas/día.....	168
Tabla 2. Numero de clientes por comuna.....	171
Imagen 1. Mapa actual de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día lunes.....	173
Imagen 2. Mapa actual de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día martes	174
Imagen 3. Mapa actual de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día miércoles.	175
Tabla 3 Cantidad cajas por comuna de la ciudad de Cali dia lunes.....	176
Tabla 4. Cantidad cajas por comuna de la ciudad de Cali dia martes.....	176
Tabla 5. Cantidad cajas por comuna de la ciudad de Cali dia miércoles.....	177
Tabla 6. Parametros generales rutas actuales ciudad de Cali.....	178
Tabla 7. Clientes pareto rutas tat ciudad de cali.	178

Tabla 8. Cajas pareto rutas tat ciudad de cali.....	179
Tabla 9. Analisis ruteo canal tradicional tat dia lunes.....	179
Tabla 10. Análisis ruteo canal tradicional TAT dia Martes.....	179
Tabla 11. Analisis ruteo canal tradicional tat dia miércoles.....	180
Imagen 04. Calculo distancia comuna 1.....	180
Imagen 05. Calculo distancia comuna 2.....	181
Imagen 06. Calculo distancia comuna 3.....	181
Imagen 07. Calculo distancia comuna 4.....	182
Imagen 08. Calculo distancia comuna 5.....	182
Imagen 09. Calculo distancia comuna 6.....	183
Imagen 10. Calculo distancia comuna 7.....	183
Imagen 11. Calculo distancia comuna 8.....	184
Imagen 12. Calculo distancia comuna 9.....	184
Imagen 13. Calculo distancia comuna 10.....	185
Imagen 14. Calculo distancia comuna 11.....	185
Imagen 15. Calculo distancia comuna 12.....	186
Imagen 16. Calculo distancia comuna 13.....	186
Imagen 17. Calculo distancia comuna 14.....	187
Imagen 18. Calculo distancia comuna 15.....	187
Imagen 19. Calculo distancia comuna 16.....	188
Imagen 20. Calculo distancia comuna 17.....	188
Imagen 21. Calculo distancia comuna 18.....	189

Imagen 22. Calculo distancia comuna 19.....	189
Imagen 23. Calculo distancia comuna 20.....	190
Imagen 24. Calculo distancia comuna 21.....	190
Imagen 25. Calculo distancia comuna 22.....	191

Datos logware ruteo por comunas

"PROBLEMA DE RUTEO POR CUMUNAS EMPRESA XYZ", "SW", "PLANTA LA
GITANA", 0,98.9,105.1,240,9999,60,8,100,1.21,1.21,8,9999,5,0,5,0,9999,0,9999,0,
9999,0,9999

19

"COMUNA 2", "D", 0,15,40.45,101.92,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 3", "D", 0,16,35.4,96.4,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 4", "D", 0,8,4.67,94.63,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 5", "D", 0,21,59.4,102,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 6", "D", 0,9,63.9,111.6,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 7", "D", 0,20,61.63,92.5,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 8", "D", 0,16,50.93,84.47,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 9", "D", 0,13,39.45,79.7,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 10", "D", 0,23,38.67,67.87,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 11", "D", 0,22,48.1,70.43,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 12", "D", 0,9,54.8,76.95,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 13", "D", 0,27,60.73,73.73,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 15", "D", 0,20,53.11,55.61,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 16", "D", 0,18,48.31,58.22,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 17", "D", 0,20,37.75,45.35,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 18", "D", 0,2,22.9,44.8,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 19", "D", 0,31,29.9,71,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 20", "D", 0,21,16.95,68.5,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 21", "D", 0,1,77.4,71,0,0,0,9999,9999,9999

1

"TRUCK",1,12,1000,200,37285,291.84,3669,9273.95,0

0

0

0

0

1

0,0,0,0,0,0,0,0

Datos logware ruteo por comunas día lunes

"PROBLEMA DE RUTEO POR CUMUNAS EMPRESA XYZ","SW","PLANTA LA
GITANA",0,98.9,105.1,240,9999,60,8,100,1.21,1.21,8,9999,7,0,3,0,9999,0,9999,0,
9999,0,9999

12

"COMUNA 2","D",0,9,40,101,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 3","D",0,3,35,96,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 5","D",0,18,59,102,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 6","D",0,6,63,111,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 7","D",0,9,61,92,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 8","D",0,14,50,84,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 10","D",0,16,38,67,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 12","D",0,8,54,76,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 15","D",0,8,53,55,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 16","D",0,25,48,58,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 17","D",0,17,37,45,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 19","D",0,18,29,71,0,0,0,9999,9999,9999

1

"TRUCK",1,12,1000,200,.59,.07,6.8,.14,0

0

0

0

0

1

0,0,0,0,0,0,0,0

Datos logware ruteo por clientes día lunes

"PROBLEMA DE RUTEO POR CUMUNAS EMPRESA XYZ","SW","PLANTA LA GITANA",0,98.9,105.1,240,9999,60,8,100,1.21,1.21,8,9999,7,0,3,0,9999,0,9999,0,9999,0,9999

60

"TIENDA CHATA","D",0,2,38,83,0,0,0,9999,9999,9999

"KIOSCO RODRIGO","D",0,3,22,84,0,0,0,9999,9999,9999

"PAN MIRACALI","D",0,3,30,80,0,0,0,9999,9999,9999

"RANCHO GRANDE","D",0,5,28,78,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA MFDA DIAZ","D",0,3,22,84,0,0,0,9999,9999,9999

"SUPER SU PAPA","D",0,2,68,95,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA AMIN","D",0,4,56,113,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA MFDA PAR","D",0,2,59,99,0,0,0,9999,9999,9999

"T FLOREZ", "D", 0, 2, 67, 100, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA IMELDA P", "D", 0, 2, 68, 95, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"TIENDA JOVI", "D", 0, 2, 33, 112, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T CALDAS", "D", 0, 2, 37, 109, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"M AV 9", "D", 0, 3, 34, 91, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T LA 47", "D", 0, 1, 33, 86, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T EL CARRIEL", "D", 0, 2, 40, 105, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T DANY", "D", 0, 2, 50, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA DIEGO C", "D", 0, 2, 45, 67, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T NURI", "D", 0, 3, 45, 67, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MARIELLA H", "D", 0, 1, 47, 60, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T CACHARRITO DEL SUR", "D", 0, 4, 47, 60, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T ROSARIO", "D", 0, 2, 61, 97, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T PATRICIA SANDOVAL", "D", 0, 2, 62, 93, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LIZATH FDEZ", "D", 0, 3, 65, 91, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LAS DELICIAS", "D", 0, 4, 53, 78, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"MISC Y ABARROTOS", "D", 0, 2, 52, 87, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R MONTEBELLO", "D", 0, 2, 57, 107, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R CAMETODO", "D", 0, 2, 60, 107, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA NELSY GALINDO", "D", 0, 3, 61, 103, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T EL ZODIACO", "D", 0, 5, 59, 99, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA FELIX CARDONA", "D", 0, 2, 59, 99, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T DANNY", "D", 0, 4, 52, 81, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999

"T LA FLORESTA", "D", 0, 2, 47, 79, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T TABACO", "D", 0, 3, 52, 81, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LUZ AGUILAR", "D", 0, 1, 50, 84, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"LOS POMPILOS", "D", 0, 2, 50, 84, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA ROSARIO S", "D", 0, 2, 51, 65, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"G RONDINELA", "D", 0, 2, 49, 62, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"M EL DIAMANTE", "D", 0, 3, 49, 62, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T EL OFERTAZO", "D", 0, 1, 49, 62, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T EL ESPACIO", "D", 0, 2, 51, 65, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LAS DELICIAS", "D", 0, 2, 37, 71, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T LA ECONOMIA", "D", 0, 2, 40, 68, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LA 19", "D", 0, 3, 40, 68, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"EL COMAND D LAMIGOS", "D", 0, 5, 42, 76, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R MANOLO", "D", 0, 2, 41, 73, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T ROSA", "D", 0, 2, 42, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MILENIUM", "D", 0, 5, 53, 51, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MERCA RICO", "D", 0, 3, 28, 57, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R DEL SUR", "D", 0, 1, 30, 67, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"M ELIZABETH", "D", 0, 2, 37, 71, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA CAROLINA R", "D", 0, 2, 31, 59, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LEONOR", "D", 0, 2, 35, 59, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T DE SHARON", "D", 0, 3, 37, 52, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"S CAPRI", "D", 0, 4, 29, 50, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999

"R SANTA PAULA","D",0,4,31,59,0,0,0,9999,9999,9999
"P LA SIMON","D",0,2,55,74,0,0,0,9999,9999,9999
"T MIXTA LUZ DARY C","D",0,2,57,77,0,0,0,9999,9999,9999
"T LA FLOR","D",0,3,61,63,0,0,0,9999,9999,9999
"G EL PARAISO","D",0,1,63,65,0,0,0,9999,9999,9999
"T MIXTA GLORIA NA","D",0,2,61,63,0,0,0,9999,9999,9999

1

"TRUCK",1,12,1000,200,.59,.07,6.8,.14,0

0

0

0

0

1

0,0,0,0,0,0,0,0

Datos logware ruteo por clientes día lunes con CD en Cali

"PROBLEMA DE RUTEO POR CUMUNAS EMPRESA XYZ","SW","PLANTA LA
GITANA",0,47,91.9,240,9999,60,8,100,1.21,1.21,8,9999,7,0,3,0,9999,0,9999,0,99
99,0,9999

60

"TIENDA CHATA","D",0,2,38,83,0,0,0,9999,9999,9999

"KIOSCO RODRIGO","D",0,3,22,84,0,0,0,9999,9999,9999

"PAN MIRACALI","D",0,3,30,80,0,0,0,9999,9999,9999

"RANCHO GRANDE","D",0,5,28,78,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA MFDA DIAZ", "D", 0, 3, 22, 84, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"SUPER SU PAPA", "D", 0, 2, 68, 95, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA AMIN", "D", 0, 4, 56, 113, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MFDA PAR", "D", 0, 2, 59, 99, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T FLOREZ", "D", 0, 2, 67, 100, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA IMELDA P", "D", 0, 2, 68, 95, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"TIENDA JOVI", "D", 0, 2, 33, 112, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T CALDAS", "D", 0, 2, 37, 109, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"M AV 9", "D", 0, 3, 34, 91, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T LA 47", "D", 0, 1, 33, 86, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T EL CARRIEL", "D", 0, 2, 40, 105, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T DANY", "D", 0, 2, 50, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA DIEGO C", "D", 0, 2, 45, 67, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T NURI", "D", 0, 3, 45, 67, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MARIELLA H", "D", 0, 1, 47, 60, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T CACHARRITO DEL SUR", "D", 0, 4, 47, 60, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T ROSARIO", "D", 0, 2, 61, 97, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T PATRICIA SANDOVAL", "D", 0, 2, 62, 93, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LIZATH FDEZ", "D", 0, 3, 65, 91, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LAS DELICIAS", "D", 0, 4, 53, 78, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"MISC Y ABARROTOS", "D", 0, 2, 52, 87, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R MONTEBELLO", "D", 0, 2, 57, 107, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R CAMETODO", "D", 0, 2, 60, 107, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999

"T MIXTA NELSY GALINDO", "D", 0, 3, 61, 103, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T EL ZODIACO", "D", 0, 5, 59, 99, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA FELIX CARDONA", "D", 0, 2, 59, 99, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T DANNY", "D", 0, 4, 52, 81, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T LA FLORESTA", "D", 0, 2, 47, 79, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T TABACO", "D", 0, 3, 52, 81, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LUZ AGUILAR", "D", 0, 1, 50, 84, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"LOS POMPILOS", "D", 0, 2, 50, 84, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA ROSARIO S", "D", 0, 2, 51, 65, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"G RONDINELA", "D", 0, 2, 49, 62, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"M EL DIAMANTE", "D", 0, 3, 49, 62, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T EL OFERTAZO", "D", 0, 1, 49, 62, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T EL ESPACIO", "D", 0, 2, 51, 65, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LAS DELICIAS", "D", 0, 2, 37, 71, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T LA ECONOMIA", "D", 0, 2, 40, 68, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LA 19", "D", 0, 3, 40, 68, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"EL COMAND D LAMIGOS", "D", 0, 5, 42, 76, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R MANOLO", "D", 0, 2, 41, 73, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T ROSA", "D", 0, 2, 42, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MILENIUM", "D", 0, 5, 53, 51, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MERCA RICO", "D", 0, 3, 28, 57, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R DEL SUR", "D", 0, 1, 30, 67, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"M ELIZABETH", "D", 0, 2, 37, 71, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999

"T MIXTA CAROLINA R","D",0,2,31,59,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA LEONOR","D",0,2,35,59,0,0,0,9999,9999,9999

"T DE SHARON","D",0,3,37,52,0,0,0,9999,9999,9999

"S CAPRI","D",0,4,29,50,0,0,0,9999,9999,9999

"R SANTA PAULA","D",0,4,31,59,0,0,0,9999,9999,9999

"P LA SIMON","D",0,2,55,74,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA LUZ DARY C","D",0,2,57,77,0,0,0,9999,9999,9999

"T LA FLOR","D",0,3,61,63,0,0,0,9999,9999,9999

"G EL PARAISO","D",0,1,63,65,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA GLORIA NA","D",0,2,61,63,0,0,0,9999,9999,9999

1

"TRUCK",1,12,1000,200,.59,.07,6.8,.14,0

0

0

0

0

1

0,0,0,0,0,0,0,0

Datos logware ruteo por comunas día martes

"PROBLEMA DE RUTEO POR CUMUNAS EMPRESA XYZ","SW","PLANTA LA
GITANA",0,98.9,105.1,240,9999,60,8,100,1.21,1.21,8,9999,7,0,3,0,9999,0,9999,0,
9999,0,9999

15

"COMUNA 2","D",0,2,40,101,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 3","D",0,12,35,96,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 4","D",0,3,4,94,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 5","D",0,9,59,102,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 7","D",0,4,61,92,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 8","D",0,12,50,84,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 9","D",0,7,39,79,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 10","D",0,13,38,67,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 11","D",0,4,48,70,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 12","D",0,4,54,76,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 13","D",0,21,60,73,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 15","D",0,11,53,55,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 18","D",0,5,22,44,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 19","D",0,8,29,71,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 20","D",0,6,17,69,0,0,0,9999,9999,9999

1

"TRUCK",1,12,1000,200,.59,.07,6.8,.14,0

0

0

0

0

1

0,0,0,0,0,0,0,0

Datos logware ruteo por clientes día martes

"PROBLEMA DE RUTEO POR CUMUNAS EMPRESA XYZ","SW","PLANTA LA GITANA",0,98.9,105.1,240,9999,60,8,100,1.21,1.21,8,9999,7,0,3,0,9999,0,9999,0,9999,0,9999

55

"M EL RINC PAISA","D",0,3,31,31,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA ALICIA BENITZ","D",0,3,31,85,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA ADELA BENA","D",0,3,27,83,0,0,0,9999,9999,9999

"G SAN CAYETANO","D",0,3,30,83,0,0,0,9999,9999,9999

"T DE TOÑO","D",0,2,30,80,0,0,0,9999,9999,9999

"G EL LAGUITO","D",0,4,62,79,0,0,0,9999,9999,9999

"T CALICHE","D",0,2,62,79,0,0,0,9999,9999,9999

"G LA GRAN REBAJ","D",0,2,61,69,0,0,0,9999,9999,9999

"SURTGRANO J&D","D",0,2,62,79,0,0,0,9999,9999,9999

"T LA Z","D",0,2,62,81,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA DEBORA MÑZ","D",0,4,47,79,0,0,0,9999,9999,9999

"T CALIZTA ","D",0,1,47,91,0,0,0,9999,9999,9999

"M HNOS RAMIREZ","D",0,1,49,98,0,0,0,9999,9999,9999

"S EL RENDIDOR", "D", 0, 2, 53, 114, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LUZ M HOYOS", "D", 0, 1, 55, 109, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R DAYANNA", "D", 0, 4, 63, 90, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MARIANO RIAS", "D", 0, 2, 47, 77, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T WILLY ", "D", 0, 2, 47, 77, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T AQUI ES JJ", "D", 0, 2, 50, 77, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"G LA 36", "D", 0, 2, 50, 77, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"COLON PLAZA", "D", 0, 1, 57, 107, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA GLORIA PAZMÑ", "D", 0, 1, 67, 100, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA RAUL LOPZ", "D", 0, 4, 67, 100, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T PUNTA DEL ESTE", "D", 0, 2, 59, 101, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T Y V PATTY", "D", 0, 1, 61, 97, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"P EL PTO DE ENCUENTR", "D", 0, 1, 52, 87, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T LA VENTANITA ", "D", 0, 1, 48, 82, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA EIDER GMZ", "D", 0, 4, 52, 87, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA JAVIER GOMEZ", "D", 0, 2, 52, 87, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LUZ EST ALZT", "D", 0, 1, 10, 63, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"AS SURTICOMERCIAL", "D", 0, 1, 50, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"M DANIELA", "D", 0, 4, 50, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"P LALOPAN", "D", 0, 1, 50, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LOS PEKES", "D", 0, 2, 50, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA AMANDA ERAZ", "D", 0, 3, 50, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999

"R EL PARAISO","D",0,1,38,77,0,0,0,9999,9999,9999
"T DON PANCHO","D",0,1,38,77,0,0,0,9999,9999,9999
"T MIXTA ELSY OREJ","D",0,1,38,78,0,0,0,9999,9999,9999
"R DE TODITO","D",0,2,33,72,0,0,0,9999,9999,9999
"T LA HORMIGUITA","D",0,4,38,78,0,0,0,9999,9999,9999
"T DON ARI","D",0,1,21,64,0,0,0,9999,9999,9999
"T PETER","D",0,5,20,64,0,0,0,9999,9999,9999
"M KINKAYA","D",0,5,21,52,0,0,0,9999,9999,9999
"R SUPERMARK","D",0,2,21,56,0,0,0,9999,9999,9999
"R JC","D",0,1,23,67,0,0,0,9999,9999,9999
"T MIXTA DAISY GOMEZ","D",0,4,38,65,0,0,0,9999,9999,9999
"T LA 23","D",0,1,41,65,0,0,0,9999,9999,9999
"T LUZ","D",0,1,38,64,0,0,0,9999,9999,9999
"P ROSEMARY","D",0,2,33,69,0,0,0,9999,9999,9999
"T ISA","D",0,5,41,74,0,0,0,9999,9999,9999
"S LA GRAN PLACITA","D",0,1,61,69,0,0,0,9999,9999,9999
"G MIXTO","D",0,1,61,69,0,0,0,9999,9999,9999
"T MIXTA EL ARCA DE NOE","D",0,1,57,74,0,0,0,9999,9999,9999
"T MIXTA EL LEON","D",0,3,61,61,0,0,0,9999,9999,9999
"T MIXTA JAVIER G","D",0,3,61,61,0,0,0,9999,9999,9999
1
"TRUCK",1,12,1000,200,.59,.07,6.8,.14,0

0

0

0

0

1

0,0,0,0,0,0,0,0

Datos logware ruteo por clientes día martes con CD en Cali

"PROBLEMA DE RUTEO POR CUMUNAS EMPRESA XYZ","SW","PLANTA LA GITANA",0,47,91.9,240,9999,60,8,100,1.21,1.21,8,9999,7,0,3,0,9999,0,9999,0,9999,0,9999

55

"M EL RINC PAISA","D",0,3,31,31,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA ALICIA BENITZ","D",0,3,31,85,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA ADELA BENA","D",0,3,27,83,0,0,0,9999,9999,9999

"G SAN CAYETANO","D",0,3,30,83,0,0,0,9999,9999,9999

"T DE TOÑO","D",0,2,30,80,0,0,0,9999,9999,9999

"G EL LAGUITO","D",0,4,62,79,0,0,0,9999,9999,9999

"T CALICHE","D",0,2,62,79,0,0,0,9999,9999,9999

"G LA GRAN REBAJ","D",0,2,61,69,0,0,0,9999,9999,9999

"SURTGRANO J&D","D",0,2,62,79,0,0,0,9999,9999,9999

"T LA Z","D",0,2,62,81,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA DEBORA MÑZ","D",0,4,47,79,0,0,0,9999,9999,9999

"T CALIZTA ", "D", 0, 1, 47, 91, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"M HNOS RAMIREZ", "D", 0, 1, 49, 98, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"S EL RENDIDOR", "D", 0, 2, 53, 114, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LUZ M HOYOS", "D", 0, 1, 55, 109, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R DAYANNA", "D", 0, 4, 63, 90, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MARIANO RIAS", "D", 0, 2, 47, 77, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T WILLY ", "D", 0, 2, 47, 77, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T AQUI ES JJ", "D", 0, 2, 50, 77, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"G LA 36", "D", 0, 2, 50, 77, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"COLON PLAZA", "D", 0, 1, 57, 107, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA GLORIA PAZMÑ", "D", 0, 1, 67, 100, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA RAUL LOPZ", "D", 0, 4, 67, 100, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T PUNTA DEL ESTE", "D", 0, 2, 59, 101, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T Y V PATTY", "D", 0, 1, 61, 97, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"P EL PTO DE ENCUENTR", "D", 0, 1, 52, 87, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T LA VENTANITA ", "D", 0, 1, 48, 82, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA EIDER GMZ", "D", 0, 4, 52, 87, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA JAVIER GOMEZ", "D", 0, 2, 52, 87, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LUZ EST ALZT", "D", 0, 1, 10, 63, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"AS SURTICOMERCIAL", "D", 0, 1, 50, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"M DANIELA", "D", 0, 4, 50, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"P LALOPAN", "D", 0, 1, 50, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999

"T MIXTA LOS PEKES", "D", 0, 2, 50, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA AMANDA ERAZ", "D", 0, 3, 50, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R EL PARAISO", "D", 0, 1, 38, 77, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T DON PANCHO", "D", 0, 1, 38, 77, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA ELSY OREJ", "D", 0, 1, 38, 78, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R DE TODITO", "D", 0, 2, 33, 72, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T LA HORMIGUITA", "D", 0, 4, 38, 78, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T DON ARI", "D", 0, 1, 21, 64, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T PETER", "D", 0, 5, 20, 64, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"M KINKAYA", "D", 0, 5, 21, 52, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R SUPERMARK", "D", 0, 2, 21, 56, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R JC", "D", 0, 1, 23, 67, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA DAISY GOMEZ", "D", 0, 4, 38, 65, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T LA 23", "D", 0, 1, 41, 65, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T LUZ", "D", 0, 1, 38, 64, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"P ROSEMARY", "D", 0, 2, 33, 69, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T ISA", "D", 0, 5, 41, 74, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"S LA GRAN PLACITA", "D", 0, 1, 61, 69, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"G MIXTO", "D", 0, 1, 61, 69, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA EL ARCA DE NOE", "D", 0, 1, 57, 74, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA EL LEON", "D", 0, 3, 61, 61, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA JAVIER G", "D", 0, 3, 61, 61, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999

1

"TRUCK",1,12,1000,200,.59,.07,6.8,.14,0

0

0

0

0

1

0,0,0,0,0,0,0,0

Datos logware ruteo por comunas día miércoles

"PROBLEMA DE RUTEO POR CUMUNAS EMPRESA XYZ","SW","PLANTA LA GITANA",0,98.9,105.1,240,9999,60,8,100,1.21,1.21,8,9999,7,0,3,0,9999,0,9999,0,9999,0,9999

14

"COMUNA 2","D",0,7,40,101,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 3","D",0,1,35,96,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 4","D",0,10,4,94,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 5","D",0,2,59,102,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 6","D",0,10,63,111,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 7","D",0,7,61,92,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 9","D",0,13,39,79,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 10","D",0,8,38,67,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 11","D",0,24,48,70,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 13","D",0,14,60,73,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 15","D",0,10,53,55,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 17","D",0,13,37,45,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 20","D",0,21,16,68,0,0,0,9999,9999,9999

"COMUNA 21","D",0,4,77,71,0,0,0,9999,9999,9999

1

"TRUCK",1,12,1000,200,.59,.07,6.8,.14,0

0

0

0

0

1

0,0,0,0,0,0,0,0

Datos logware ruteo por clientes día miércoles

"PROBLEMA DE RUTEO POR CUMUNAS EMPRESA XYZ","SW","PLANTA LA
GITANA",0,98.9,105.1,240,9999,60,8,100,1.21,1.21,8,9999,7,0,3,0,9999,0,9999,0,
9999,0,9999

60

"T MIXTA GALDIS R","D",0,5,22,72,0,0,0,9999,9999,9999

"T DE JULIO","D",0,5,18,66,0,0,0,9999,9999,9999

"T LA SORPRESA","D",0,3,20,69,0,0,0,9999,9999,9999

"T DE SOTO","D",0,3,18,66,0,0,0,9999,9999,9999

"T LA REVANCHA ", "D", 0, 3, 15, 66, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"AS CASAGRANDE", "D", 0, 2, 62, 79, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"AVICOLA Y PES LA 15", "D", 0, 3, 68, 95, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA ADIELA Q", "D", 0, 2, 68, 95, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T EL ANDARIEGO", "D", 0, 4, 64, 74, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"P LA ESMERALDA", "D", 0, 2, 68, 95, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"C LOS ABEDULES", "D", 0, 1, 53, 114, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R DANNY", "D", 0, 1, 53, 114, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R MARCELA", "D", 0, 1, 53, 114, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"EL REMANSO", "D", 0, 2, 56, 113, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"SALSAMENTARIA SE", "D", 0, 4, 22, 88, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T OSPINA", "D", 0, 2, 42, 61, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"P Y P MARACAYBO", "D", 0, 4, 44, 67, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA PATRICIA AREN", "D", 0, 3, 45, 71, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA ANGELA QUIÑO", "D", 0, 1, 50, 70, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MARLENE FTES", "D", 0, 2, 45, 71, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA VICTORIA VIVRS", "D", 0, 4, 48, 78, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA BLANCA INES C", "D", 0, 2, 47, 77, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"G YESSENIA", "D", 0, 2, 49, 73, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R MERCASI", "D", 0, 4, 47, 72, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R CARLOS ", "D", 0, 4, 45, 71, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"PTO 55", "D", 0, 1, 58, 100, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999

"T MIXTA GLADYS F", "D", 0, 4, 52, 95, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA TATIANA BED", "D", 0, 4, 52, 95, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"G EL ORIENTE", "D", 0, 2, 52, 95, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA RAUL GALLEGO", "D", 0, 1, 58, 100, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"EL RICNON DE FONIA", "D", 0, 4, 60, 110, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA ERIKA", "D", 0, 1, 60, 110, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"MIS DETALLES YULI", "D", 0, 1, 63, 111, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA GUSTAV GAR", "D", 0, 2, 63, 111, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MARTHA TORRS", "D", 0, 4, 75, 64, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"ESTANCO LA CANOA", "D", 0, 1, 56, 59, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MIRIAM SALZR", "D", 0, 3, 56, 59, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"S LA REGALIA", "D", 0, 1, 58, 63, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R LA 43", "D", 0, 2, 51, 53, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LUCIA BURITC", "D", 0, 3, 51, 53, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"MINIMRK LA 24", "D", 0, 1, 41, 92, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T BEDOYA ", "D", 0, 1, 40, 85, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA JESI MEJIA", "D", 0, 1, 38, 78, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"LAS RICURAS DE ARANJ", "D", 0, 2, 41, 78, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MI FUTURO", "D", 0, 5, 42, 80, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T LA FAVORITA", "D", 0, 1, 41, 46, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T Y H FRUTICREAM", "D", 0, 1, 41, 46, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA TRINID SINIST", "D", 0, 1, 45, 46, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999

"MARKT CANNEY","D",0,2,45,46,0,0,0,9999,9999,9999
"P SAN JOAQUIN","D",0,1,38,38,0,0,0,9999,9999,9999
"T GIRALDO","D",0,5,31,59,0,0,0,9999,9999,9999
"T MIXTA FLOR RIOS ","D",0,1,41,64,0,0,0,9999,9999,9999
"T PALOMINO","D",0,1,38,67,0,0,0,9999,9999,9999
"FRUCAMPO","D",0,2,34,64,0,0,0,9999,9999,9999
"MARKET AM","D",0,5,33,65,0,0,0,9999,9999,9999
"T MIXTA OLGA","D",0,3,61,69,0,0,0,9999,9999,9999
"S EL ANTIOQUEÑO","D",0,1,61,69,0,0,0,9999,9999,9999
"M DANNY","D",0,1,54,70,0,0,0,9999,9999,9999
"M GLORIA","D",0,3,56,71,0,0,0,9999,9999,9999
"T MIXTA MIGUEL VSQZ","D",0,1,35,59,0,0,0,9999,9999,9999

1

"TRUCK",1,12,1000,200,.59,.07,6.8,.14,0

0

0

0

0

1

0,0,0,0,0,0,0,0

Datos logware ruteo por clientes día miércoles con CD en Cali

"PROBLEMA DE RUTEO POR CUMUNAS EMPRESA XYZ","SW","PLANTA LA
GITANA",0,47,91.9,240,9999,60,8,100,1.21,1.21,8,9999,7,0,3,0,9999,0,9999,0,99
99,0,9999

60

"T MIXTA GALDIS R","D",0,5,22,72,0,0,0,9999,9999,9999

"T DE JULIO","D",0,5,18,66,0,0,0,9999,9999,9999

"T LA SORPRESA","D",0,3,20,69,0,0,0,9999,9999,9999

"T DE SOTO","D",0,3,18,66,0,0,0,9999,9999,9999

"T LA REVANCHA ","D",0,3,15,66,0,0,0,9999,9999,9999

"AS CASAGRANDE","D",0,2,62,79,0,0,0,9999,9999,9999

"AVICOLA Y PES LA 15","D",0,3,68,95,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA ADIELA Q","D",0,2,68,95,0,0,0,9999,9999,9999

"T EL ANDARIEGO","D",0,4,64,74,0,0,0,9999,9999,9999

"P LA ESMERALDA","D",0,2,68,95,0,0,0,9999,9999,9999

"C LOS ABEDULES","D",0,1,53,114,0,0,0,9999,9999,9999

"R DANNY","D",0,1,53,114,0,0,0,9999,9999,9999

"R MARCELA","D",0,1,53,114,0,0,0,9999,9999,9999

"EL REMANSO","D",0,2,56,113,0,0,0,9999,9999,9999

"SALSAMENTARIA SE","D",0,4,22,88,0,0,0,9999,9999,9999

"T OSPINA","D",0,2,42,61,0,0,0,9999,9999,9999

"P Y P MARACAYBO","D",0,4,44,67,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA PATRICIA AREN","D",0,3,45,71,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA ANGELA QUIÑO","D",0,1,50,70,0,0,0,9999,9999,9999

"T MIXTA MARLENE FTES", "D", 0, 2, 45, 71, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA VICTORIA VIVRS", "D", 0, 4, 48, 78, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA BLANCA INES C", "D", 0, 2, 47, 77, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"G YESSENIA", "D", 0, 2, 49, 73, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R MERCASI", "D", 0, 4, 47, 72, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R CARLOS ", "D", 0, 4, 45, 71, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"PTO 55", "D", 0, 1, 58, 100, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA GLADYS F", "D", 0, 4, 52, 95, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA TATIANA BED", "D", 0, 4, 52, 95, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"G EL ORIENTE", "D", 0, 2, 52, 95, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA RAUL GALLEGO", "D", 0, 1, 58, 100, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"EL RICNON DE FONIA", "D", 0, 4, 60, 110, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA ERIKA", "D", 0, 1, 60, 110, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"MIS DETALLES YULI", "D", 0, 1, 63, 111, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA GUSTAV GAR", "D", 0, 2, 63, 111, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MARTHA TORRS", "D", 0, 4, 75, 64, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"ESTANCO LA CANOA", "D", 0, 1, 56, 59, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MIRIAM SALZR", "D", 0, 3, 56, 59, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"S LA REGALIA", "D", 0, 1, 58, 63, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"R LA 43", "D", 0, 2, 51, 53, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA LUCIA BURITC", "D", 0, 3, 51, 53, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"MINIMRK LA 24", "D", 0, 1, 41, 92, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999

"T BEDOYA ", "D", 0, 1, 40, 85, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA JESI MEJIA", "D", 0, 1, 38, 78, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"LAS RICURAS DE ARANJ", "D", 0, 2, 41, 78, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MI FUTURO", "D", 0, 5, 42, 80, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T LA FAVORITA", "D", 0, 1, 41, 46, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T Y H FRUTICREAM", "D", 0, 1, 41, 46, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA TRINID SINIST", "D", 0, 1, 45, 46, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"MARKT CANNEY", "D", 0, 2, 45, 46, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"P SAN JOAQUIN", "D", 0, 1, 38, 38, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T GIRALDO", "D", 0, 5, 31, 59, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA FLOR RIOS ", "D", 0, 1, 41, 64, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T PALOMINO", "D", 0, 1, 38, 67, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"FRUCAMPO", "D", 0, 2, 34, 64, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"MARKET AM", "D", 0, 5, 33, 65, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA OLGA", "D", 0, 3, 61, 69, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"S EL ANTIOQUEÑO", "D", 0, 1, 61, 69, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"M DANNY", "D", 0, 1, 54, 70, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"M GLORIA", "D", 0, 3, 56, 71, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999
"T MIXTA MIGUEL VSQZ", "D", 0, 1, 35, 59, 0, 0, 0, 9999, 9999, 9999

1

"TRUCK", 1, 12, 1000, 200, .59, .07, 6.8, .14, 0

0

0
0
0
1
0,0,0,0,0,0,0,0

Modelo general Ampl solución propuesta red de distribución-país

set PLANTAS;

set CDS;

set CLIENTES;

param dpd{j in CDS, i in PLANTAS}>=0; #distancia entre plantas y CDS

param ddd{j in CDS, k in CDS}>=0; #distancia entre CDS

param dpc{l in CLIENTES, i in PLANTAS}>=0; #distancia entre plantas y clientes

param ddc{l in CLIENTES, k in CDS}>=0; #distancia entre CDS y clientes

param ctpd{j in CDS, i in PLANTAS}>=0; #c.transp. entre plantas y CDS

param ctdd{j in CDS, k in CDS}>=0; #c.transp. entre CDS

param ctpc{l in CLIENTES, i in PLANTAS}>=0; #c.transp. entre plantas y clientes

param ctcd{l in CLIENTES, k in CDS}>=0; #c.transp. entre CDS y clientes

param CAP{i in PLANTAS}>=0; #cap. de produccion en la planta i

param CUP{i in PLANTAS}>=0; #costo de produccion en la planta i

param CFP{i in PLANTAS}>=0; #costo fijo de abrir la planta i

```

param CFD{j in CDS}>=0;          #costo fijo de abrir el CDj
param DEM{l in CLIENTES}>=0;      #demanda del producto en el cliente l
param CUH{j in CDS}>=0;          #Costo unitario de manejo en el CD j
var xpd{i in PLANTAS,j in CDS}>=0;  #u.a transp de la planta i al CD j
var xdd{j in CDS,k in CDS}>=0;    #u.a transp del CD j al CD k
var xpc{i in PLANTAS,l in CLIENTES}>=0;  #u.a transp de planta i al cliente l
var xdc{k in CDS,l in CLIENTES}>=0;  #u.a transp del CD k al cliente l
var OP{i in PLANTAS} integer>=0 , <= 1;  #var. bin. apertura planta i
var OD{j in CDS} integer>=0 , <= 1;    #var. bin. apertura CD j
var cvcds>=0;                      #costo variable handling
var cvp>=0;                          #costo variable de producción
var ctp>=0;                           #costo total de transporte
var costfcds>=0;                      #costo fijo total de abrir los CDS
var costfp>=0;                        # costo fijo total de abrir plantas

```

```

minimize total_cost: ctp + cvcds + cvp + costfcds + costfp;

```

```

subject to demand {l in CLIENTES}: sum{k in CDS}xdc[k,l] + sum{i in
PLANTAS}xpc[i,l] = DEM[l];  #se debe satisfacer la demanda de c/cliente

```

subject to capacity {i in PLANTAS}: $\sum\{j \text{ in CDS}\}xpd[i,j] + \sum\{l \text{ in CLIENTES}\}xpc[i,l] \leq CAP[i]$; #no se puede producir más que la capacidad

subject to rec_CDS{j in CDS}: $\sum\{i \text{ in PLANTAS}\}xpd[i,j] - \sum\{k \text{ in CDS}\}xdd[j,k] = 0$; #lo que se recibe en los CDS de las plantas es igual a lo que se despacha desde los CDS a los otros CDS

subject to desp_CDS{k in CDS}: $\sum\{j \text{ in CDS}\}xdd[j,k] - \sum\{l \text{ in CLIENTES}\}xdc[k,l] = 0$; #lo que se recibe en los CDS (desde los CDS) es igual a lo que se despacha a clientes

subject to abre_plantas {i in PLANTAS}: $OP[i]*CAP[i] - \sum\{j \text{ in CDS}\}xpd[i,j] - \sum\{l \text{ in CLIENTES}\}xpc[i,l] \geq 0$; #restriccion de apertura de la planta i

subject to abre_CDS_1 {j in CDS}: $OD[j]*(\sum\{l \text{ in CLIENTES}\}DEM[l]) - \sum\{i \text{ in PLANTAS}\}xpd[i,j] \geq 0$; #restriccion de apertura del CD j recibiendo de plantas

subject to abre_CDS_2 {k in CDS}: $OD[k]*(\sum\{l \text{ in CLIENTES}\}DEM[l]) - \sum\{l \text{ in CLIENTES}\}xdc[k,l] \geq 0$; #restriccion de apertura del CD k enviando a clientes

subject to cost_var_CDS: $cvcds - \sum\{j \text{ in CDS}, i \text{ in PLANTAS}\}xpd[i,j]*CUH[j] - \sum\{j \text{ in CDS}, k \text{ in CDS}: j \neq k\}xdd[j,k]*CUH[j] - \sum\{k \text{ in CDS}, j \text{ in CDS}: j \neq k\}xdd[j,k]*CUH[k] - \sum\{k \text{ in CDS}, l \text{ in CLIENTES}\}xdc[k,l]*CUH[k] = 0$; #definicion del costo variable de los CDS

subject to cost_var_PLANTAS: $c_{vp} - \sum_{i \text{ in PLANTAS}, j \text{ in CDS}} x_{pd}[i,j] * CUP[i] - \sum_{i \text{ in PLANTAS}, l \text{ in CLIENTES}} x_{pc}[i,l] * CUP[i] = 0;$ #definicion del costo variable de produccion

subject to cost_transp: $ct_p - \sum_{i \text{ in PLANTAS}, j \text{ in CDS}} x_{pd}[i,j] * dpd[j,i] * ctpd[j,i] - \sum_{j \text{ in CDS}, k \text{ in CDS}} x_{dd}[j,k] * ddd[j,k] * ctdd[j,k] - \sum_{i \text{ in PLANTAS}, l \text{ in CLIENTES}} x_{pc}[i,l] * dpc[l,i] * ctpc[l,i] - \sum_{k \text{ in CDS}, l \text{ in CLIENTES}} x_{dc}[k,l] * ddc[l,k] * ctcd[l,k] = 0;$ #definicion del costo total de transporte

subject to cost_f_CDS: $cost_{fc}_{cds} - \sum_{j \text{ in CDS}} OD[j] * CFD[j] = 0;$ #costos fijos CDS

subject to cost_f_plantas: $cost_{fp} - \sum_{i \text{ in PLANTAS}} OP[i] * CFP[i] = 0;$ #costos fijos plantas

Datos Ampl solución propuesta red de distribución-país

set PLANTAS:= p_palmira p_bogota;

set CDS:= CD2 CD3 CD4 CD5 CD6;

set CLIENTES:= cal_r1 cal_r2 cal_r3 cal_r4 cal_r5 cal_r6 cal_r7 cal_r8 cal_r9
cal_r10 cal_r11 cal_r12 cal_r13 palmira buga santander candelaria prad_flor
el_cerrito rest_dar_yum pto_tejada tulua cartago

sevilla pereira bogota popayan pasto armenia ginebra jamundi b_vtura medellin;

param: CAP CUP CFP:=

p_palmira 120000 5987 304657205

#p_bogota 120000 5773 1311423991

p_bogota 120000 5773 259292905;

param: CFD CUH:=

CD2 19157465 0.0

CD3 1994000 0.0

CD4 3918410 0.0

CD5 1900000 0.0

CD6 3900000 0.0;

param: DEM:=

cal_r1 1419

cal_r2 1255

cal_r3 1151

cal_r4 1344

cal_r5 1493

cal_r6 1063

cal_r7 1233

cal_r8 1150

cal_r9 1219

cal_r10 977

cal_r11 1337

cal_r12 1279

cal_r13	23430
palmira	7232
buga	1928
santander	1364
candelaria	2115
prad_flor	2361
el_cerrito	1492
rest_dar_yum	1090
pto_tejada	1186
tulua	4425
cartago	3162
sevilla	41
pereira	5128
bogota	10000
popayan	680
pasto	454
armenia	215
ginebra	1129
jamundi	1277
b_vtura	465
medellin	1098;

param ctpd default 13.1: p_palmira p_bogota:=

CD2 22.5 .

CD3 6.1 .

CD4 7.3 0.0

CD5 999.0 .

CD6 16.4 .;

param ctdd default 13.1: CD2 CD3 CD4 CD5 CD6:=

CD2

CD3

CD4

CD5 . 11.5 . . .

CD6;

param ctpc default 35: p_palmira p_bogota:=

palmira 0.0 .

cal_r1 66.0 .

cal_r2 66.0 .

cal_r3 66.0 .

cal_r4 66.0 .

cal_r5 66.0 .

cal_r6 66.0 .

cal_r7	66.0	.
cal_r8	66.0	.
cal_r9	66.0	.
cal_r10	66.0	.
cal_r11	66.0	.
cal_r12	66.0	.
cal_r13	66.0	.
buga	54.2	.
b_vtura	30.1	.
tulua	19.4	.
cartago	8.8	.
jamundi	27.0	.
pto_tejada	34.2	.
santander	13.6	.
pasto	25.2	.
popayan	46.5	.
pereira	.	.
bogota	0.0	.
armenia	.	.
medellin	.	.
el_cerrito	32.5	.
rest_dar_yum	16.6	.

candelaria 23.4 .
 prad_flor 18.0 .
 sevilla 109.9 .
 ginebra 34.2 .;

param ctdc default 21.2: CD2 CD3 CD4 CD5 CD6:=

palmira
 cal_r1 16.3
 cal_r2 16.3
 cal_r3 16.3
 cal_r4 16.3
 cal_r5 16.3
 cal_r6 16.3
 cal_r7 16.3
 cal_r8 16.3
 cal_r9 16.3
 cal_r10 16.3
 cal_r11 16.3
 cal_r12 16.3
 cal_r13 16.3
 buga
 b_vtura

tulua	.	.	.	.	.	.
cartago	.	.	.	.	.	.
jamundi	.	.	.	.	.	.
pto_tejada	.	.	.	.	.	.
santander	.	.	.	.	.	.
pasto	.	.	.	.	.	.
popayan	.	.	.	.	.	.
pereira	.	15.9	.	.	.	.
bogota	.	.	26.1	.	.	.
armenia	.	.	.	17.3	.	.
medellin	.	.	.	.	30.3	.
el_cerrito	.	.	.	.	.	.
rest_dar_yum	.	.	.	.	.	.
candelaria	.	.	.	.	.	.
prad_flor	.	.	.	.	.	.
sevilla	.	.	.	.	.	.
ginebra	.	.	.	.	.	;

param dpc: p_palmira p_bogota:=

cal_r1	28.5	468.0
cal_r2	28.5	468.0
cal_r3	28.5	468.0

cal_r4	28.5	468.0
cal_r5	28.5	468.0
cal_r6	28.5	468.0
cal_r7	28.5	468.0
cal_r8	28.5	468.0
cal_r9	28.5	468.0
cal_r10	28.5	468.0
cal_r11	28.5	468.0
cal_r12	28.5	468.0
cal_r13	28.5	468.0
palmira	0.0	490.0
buga	46.7	428.3
santander	61.9	551.9
candelaria	28.1	518.1
prad_flor	34.3	524.3
el_cerrito	18.9	441.0
rest_dar_yum	77.3	434.0
pto_tejada	51.8	484.0
tulua	72.1	370.0
cartago	158.4	355.0
sevilla	123.0	335.0
pereira	205.0	318.0

bogota 454.0 0.0
popayan 156.0 646.0
pasto 431.0 921.0
armenia 175.0 284.0
ginebra 26.1 463.9
jamundi 53.9 485.0
b_vtura 150.6 566.0
medellin 418.0 443.0;

param dpd: p_palmira p_bogota:=

CD2 28.5 468.0
CD3 205.0 318.0
CD4 454.0 0.0
CD5 175.0 284.0
CD6 418.0 443.0;

param ddd: CD2 CD3 CD4 CD5 CD6:=

CD2 0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
CD3 220.0 0.0 318.0 55.2 215.0
CD4 468.0 318.0 0.0 284.0 443.0
CD5 189.0 55.2 284.0 0.0 267.0
CD6 432.0 215.0 443.0 267.0 0.0;

param ddc:	CD2	CD3	CD4	CD5	CD6:=
cal_r1	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r2	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r3	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r4	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r5	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r6	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r7	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r8	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r9	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r10	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r11	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r12	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r13	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
palmira	28.5	213.0	490.0	174.0	435.0
buga	82.7	166.3	428.3	98.4	278.9
santander	49.8	274.9	551.9	224.0	467.0
candelaria	26.8	171.8	518.1	179.0	328.0
prad_flor	59.9	221.0	524.3	189.0	433.0
el_cerrito	47.4	190.0	441.0	55.6	402.0

rest_dar_yum	88.4	183.0	434.0	152.0	396.0
pto_tejada	50.5	264.8	484.0	202.0	446.0
tulua	100.6	140.9	370.0	87.9	332.0
cartago	186.0	33.8	355.0	52.5	321.0
sevilla	151.3	66.1	335.0	51.1	249.0
pereira	220.0	0.0	318.0	55.2	215.0
bogota	468.0	318.0	0.0	284.0	443.0
popayan	135.0	369.0	595.0	313.0	556.0
pasto	410.0	644.0	726.0	565.0	801.0
armenia	189.0	55.2	284.0	0.0	267.0
ginebra	54.6	186.9	463.9	147.9	408.9
jamundi	23.0	266.9	485.0	203.0	447.0
b_vtura	135.0	290.0	566.0	250.0	473.0
medellin	432.0	215.0	443.0	267.0	0.0;

Datos Ampl escenario sin CD 2 en Cali red de distribución-país

set PLANTAS:= p_palmira;

set CDS:= CD2 CD3 CD4 CD5 CD6;

set CLIENTES:= cal_r1 cal_r2 cal_r3 cal_r4 cal_r5 cal_r6 cal_r7 cal_r8 cal_r9
cal_r10 cal_r11 cal_r12 cal_r13 palmira buga santander candelaria prad_flor
el_cerrito rest_dar_yum pto_tejada tulua cartago

sevilla pereira bogota popayan pasto armenia ginebra jamundi b_vtura medellin;

param: CAP CUP CFP:=
p_palmira 120000 5987 304657205;

param: CFD CUH:=
CD2 19157465 0.0
CD3 1994000 0.0
CD4 3918410 0.0
CD5 1900000 0.0
CD6 3900000 0.0;

param: DEM:=
cal_r1 1267
cal_r2 1120
cal_r3 1028
cal_r4 1200
cal_r5 1333
cal_r6 949
cal_r7 1100
cal_r8 1027
cal_r9 1088
cal_r10 872

cal_r11	1194
cal_r12	1142
cal_r13	20920
palmira	6457
buga	1721
santander	1218
candelaria	1888
prad_flor	2108
el_cerrito	1332
rest_dar_yum	973
pto_tejada	1059
tulua	3951
cartago	2823
sevilla	37
pereira	4579
bogota	1911
popayan	607
pasto	405
armenia	192
ginebra	1008
jamundi	1140
b_vtura	415

medellin 980;

param ctpd: p_palmira:=

CD2 999.0

CD3 6.1

CD4 7.3

CD5 999.0

CD6 16.4;

param ctd default 13.1: CD2 CD3 CD4 CD5 CD6:=

CD2 999.0

CD3

CD4

CD5 . 11.5

CD6;

param ctpc default 35: p_palmira:=

palmira 0.0

cal_r1 66.0

cal_r2 66.0

cal_r3 66.0

cal_r4 66.0

cal_r5	66.0
cal_r6	66.0
cal_r7	66.0
cal_r8	66.0
cal_r9	66.0
cal_r10	66.0
cal_r11	66.0
cal_r12	66.0
cal_r13	66.0
buga	54.2
b_vtura	30.1
tulua	19.4
cartago	8.8
jamundi	27.0
pto_tejada	34.2
santander	13.6
pasto	25.2
popayan	46.5
pereira	.
bogota	.
armenia	.
medellin	.

el_cerrito 32.5

rest_dar_yum 16.6

candelaria 23.4

prad_flor 18.0

sevilla 109.9

ginebra 34.2;

param ctdc default 21.2: CD2 CD3 CD4 CD5 CD6:=

palmira

cal_r1 999.0

cal_r2 999.0

cal_r3 999.0

cal_r4 999.0

cal_r5 999.0

cal_r6 999.0

cal_r7 999.0

cal_r8 999.0

cal_r9 999.0

cal_r10 999.0

cal_r11 999.0

cal_r12 999.0

cal_r13 999.0

buga	.	.	.	.	.	.
b_vtura	.	.	.	.	.	.
tulua	.	.	.	.	.	.
cartago	.	.	.	.	.	.
jamundi	.	.	.	.	.	.
pto_tejada	.	.	.	.	.	.
santander	.	.	.	.	.	.
pasto	.	.	.	.	.	.
popayan	.	.	.	.	.	.
pereira	.	15.9	.	.	.	.
bogota	.	.	26.1	.	.	.
armenia	.	.	.	17.3	.	.
medellin	.	.	.	30.3	.	.
el_cerrito	.	.	.	.	.	.
rest_dar_yum	.	.	.	.	.	.
candelaria	.	.	.	.	.	.
prad_flor	.	.	.	.	.	.
sevilla	.	.	.	.	.	.
ginebra	.	.	.	.	.	;

param dpc: p_palmira:=

cal_r1 28.5

cal_r2	28.5
cal_r3	28.5
cal_r4	28.5
cal_r5	28.5
cal_r6	28.5
cal_r7	28.5
cal_r8	28.5
cal_r9	28.5
cal_r10	28.5
cal_r11	28.5
cal_r12	28.5
cal_r13	28.5
palmira	0.0
buga	46.7
santander	61.9
candelaria	28.1
prad_flor	34.3
el_cerrito	18.9
rest_dar_yum	77.3
pto_tejada	51.8
tulua	72.1
cartago	158.4

sevilla 123.0
pereira 205.0
bogota 454.0
popayan 156.0
pasto 431.0
armenia 175.0
ginebra 26.1
jamundi 53.9
b_vtura 150.6
medellin 418.0;

param dpd: p_palmira:=

CD2 28.5
CD3 205.0
CD4 454.0
CD5 175.0
CD6 418.0;

param ddd: CD2 CD3 CD4 CD5 CD6:=

CD2	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
CD3	220.0	0.0	318.0	55.2	215.0
CD4	468.0	318.0	0.0	284.0	443.0

CD5	189.0	55.2	284.0	0.0	267.0
CD6	432.0	215.0	443.0	267.0	0.0;

param ddc:	CD2	CD3	CD4	CD5	CD6:=
cal_r1	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r2	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r3	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r4	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r5	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r6	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r7	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r8	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r9	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r10	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r11	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r12	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r13	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
palmira	28.5	213.0	490.0	174.0	435.0
buga	82.7	166.3	428.3	98.4	278.9
santander	49.8	274.9	551.9	224.0	467.0
candelaria	26.8	171.8	518.1	179.0	328.0

prad_flor	59.9	221.0	524.3	189.0	433.0
el_cerrito	47.4	190.0	441.0	55.6	402.0
rest_dar_yum	88.4	183.0	434.0	152.0	396.0
pto_tejada	50.5	264.8	484.0	202.0	446.0
tulua	100.6	140.9	370.0	87.9	332.0
cartago	186.0	33.8	355.0	52.5	321.0
sevilla	151.3	66.1	335.0	51.1	249.0
pereira	220.0	0.0	318.0	55.2	215.0
bogota	468.0	318.0	0.0	284.0	443.0
popayan	135.0	369.0	595.0	313.0	556.0
pasto	410.0	644.0	726.0	565.0	801.0
armenia	189.0	55.2	284.0	0.0	267.0
ginebra	54.6	186.9	463.9	147.9	408.9
jamundi	23.0	266.9	485.0	203.0	447.0
b_vtura	135.0	290.0	566.0	250.0	473.0
medellin	432.0	215.0	443.0	267.0	0.0;

Datos Ampl escenario planta pequeña red de distribución-país

set PLANTAS:= p_palmira p_bogota;

set CDS:= CD2 CD3 CD4 CD5 CD6;

set CLIENTES:= cal_r1 cal_r2 cal_r3 cal_r4 cal_r5 cal_r6 cal_r7 cal_r8 cal_r9
cal_r10 cal_r11 cal_r12 cal_r13 palmira buga santander candelaria prad_flor
el_cerrito rest_dar_yum pto_tejada tulua cartago

sevilla pereira bogota popayan pasto armenia ginebra jamundi b_vtura medellin;

param: CAP CUP CFP:=

p_palmira 120000 5987 304657205

p_bogota 60000 5773 192641862;

#p_bogota 60000 5773 925376011;

param: CFD CUH:=

CD2 19157465 0.0

CD3 1994000 0.0

CD4 3918410 0.0

CD5 1900000 0.0

CD6 3900000 0.0;

param: DEM:=

cal_r1 1419

cal_r2 1255

cal_r3 1151

cal_r4 1344

cal_r5 1493

cal_r6 1063

cal_r7	1233
cal_r8	1150
cal_r9	1219
cal_r10	977
cal_r11	1337
cal_r12	1279
cal_r13	23430
palmira	7232
buga	1928
santander	1364
candelaria	2115
prad_flor	2361
el_cerrito	1492
rest_dar_yum	1090
pto_tejada	1186
tulua	4425
cartago	3162
sevilla	41
pereira	5128
bogota	10000
popayan	680
pasto	454

```

armenia          215
ginebra          1129
jamundi          1277
b_vtura          465
medellin        1098;

```

```

param ctpd default 13.1: p_palmira p_bogota:=

```

```

CD2  22.5  .
CD3   6.1  .
CD4   7.3  0.0
CD5  999.0  .
CD6  16.4  .;

```

```

param ctd default 13.1: CD2 CD3 CD4 CD5 CD6:=

```

```

CD2          . . . . .
CD3          . . . . .
CD4          . . . . .
CD5          . 11.5 . . .
CD6          . . . . .;

```

```

param ctpc default 35: p_palmira p_bogota:=

```

```

palmira  0.0  .

```

cal_r1	66.0	.
cal_r2	66.0	.
cal_r3	66.0	.
cal_r4	66.0	.
cal_r5	66.0	.
cal_r6	66.0	.
cal_r7	66.0	.
cal_r8	66.0	.
cal_r9	66.0	.
cal_r10	66.0	.
cal_r11	66.0	.
cal_r12	66.0	.
cal_r13	66.0	.
buga	54.2	.
b_vtura	30.1	.
tulua	19.4	.
cartago	8.8	.
jamundi	27.0	.
pto_tejada	34.2	.
santander	13.6	.
pasto	25.2	.
popayan	46.5	.

pereira . .
 bogota . 0.0
 armenia . .
 medellin . .
 el_cerrito 32.5 .
 rest_dar_yum 16.6 .
 candelaria 23.4 .
 prad_flor 18.0 .
 sevilla 109.9 .
 ginebra 34.2 .;

param ctdc default 21.2: CD2 CD3 CD4 CD5 CD6:=

palmira
 cal_r1 16.3
 cal_r2 16.3
 cal_r3 16.3
 cal_r4 16.3
 cal_r5 16.3
 cal_r6 16.3
 cal_r7 16.3
 cal_r8 16.3
 cal_r9 16.3

cal_r10	16.3	.	.	.	.	.
cal_r11	16.3	.	.	.	.	.
cal_r12	16.3	.	.	.	.	.
cal_r13	16.3	.	.	.	.	.
buga	.	.	.	.	.	.
b_vtura	.	.	.	.	.	.
tulua	.	.	.	.	.	.
cartago	.	.	.	.	.	.
jamundi	.	.	.	.	.	.
pto_tejada	.	.	.	.	.	.
santander	.	.	.	.	.	.
pasto	.	.	.	.	.	.
popayan	.	.	.	.	.	.
pereira	.	15.9	.	.	.	.
bogota	.	.	26.1	.	.	.
armenia	.	.	.	17.3	.	.
medellin	.	.	.	.	30.3	.
el_cerrito	.	.	.	.	.	.
rest_dar_yum	.	.	.	.	.	.
candelaria	.	.	.	.	.	.
prad_flor	.	.	.	.	.	.
sevilla	.	.	.	.	.	.

ginebra;

param dpc: p_palmira p_bogota:=

cal_r1	28.5	468.0
cal_r2	28.5	468.0
cal_r3	28.5	468.0
cal_r4	28.5	468.0
cal_r5	28.5	468.0
cal_r6	28.5	468.0
cal_r7	28.5	468.0
cal_r8	28.5	468.0
cal_r9	28.5	468.0
cal_r10	28.5	468.0
cal_r11	28.5	468.0
cal_r12	28.5	468.0
cal_r13	28.5	468.0
palmira	0.0	490.0
buga	46.7	428.3
santander	61.9	551.9
candelaria	28.1	518.1
prad_flor	34.3	524.3
el_cerrito	18.9	441.0

rest_dar_yum 77.3 434.0
pto_tejada 51.8 484.0
tulua 72.1 370.0
cartago 158.4 355.0
sevilla 123.0 335.0
pereira 205.0 318.0
bogota 454.0 0.0
popayan 156.0 646.0
pasto 431.0 921.0
armenia 175.0 284.0
ginebra 26.1 463.9
jamundi 53.9 485.0
b_vtura 150.6 566.0
medellin 418.0 443.0;

param dpd: p_palmira p_bogota:=

CD2 28.5 468.0
CD3 205.0 318.0
CD4 454.0 0.0
CD5 175.0 284.0
CD6 418.0 443.0;

```

param ddd:    CD2  CD3  CD4  CD5  CD6:=
CD2           0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
CD3           220.0 0.0 318.0 55.2 215.0
CD4           468.0 318.0 0.0 284.0 443.0
CD5           189.0 55.2 284.0 0.0 267.0
CD6           432.0 215.0 443.0 267.0 0.0;

```

```

param ddc:    CD2  CD3  CD4  CD5  CD6:=
cal_r1       0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
cal_r2       0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
cal_r3       0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
cal_r4       0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
cal_r5       0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
cal_r6       0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
cal_r7       0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
cal_r8       0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
cal_r9       0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
cal_r10      0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
cal_r11      0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
cal_r12      0.0 220.0 468.0 189.0 432.0
cal_r13      0.0 220.0 468.0 189.0 432.0

```

palmira	28.5	213.0	490.0	174.0	435.0
buga	82.7	166.3	428.3	98.4	278.9
santander	49.8	274.9	551.9	224.0	467.0
candelaria	26.8	171.8	518.1	179.0	328.0
prad_flor	59.9	221.0	524.3	189.0	433.0
el_cerrito	47.4	190.0	441.0	55.6	402.0
rest_dar_yum	88.4	183.0	434.0	152.0	396.0
pto_tejada	50.5	264.8	484.0	202.0	446.0
tulua	100.6	140.9	370.0	87.9	332.0
cartago	186.0	33.8	355.0	52.5	321.0
sevilla	151.3	66.1	335.0	51.1	249.0
pereira	220.0	0.0	318.0	55.2	215.0
bogota	468.0	318.0	0.0	284.0	443.0
popayan	135.0	369.0	595.0	313.0	556.0
pasto	410.0	644.0	726.0	565.0	801.0
armenia	189.0	55.2	284.0	0.0	267.0
ginebra	54.6	186.9	463.9	147.9	408.9
jamundi	23.0	266.9	485.0	203.0	447.0
b_vtura	135.0	290.0	566.0	250.0	473.0

Datos Ampl escenario planta grande red de distribución-país

set PLANTAS:= p_palmira p_bogota;

set CDS:= CD2 CD3 CD4 CD5 CD6;

set CLIENTES:= cal_r1 cal_r2 cal_r3 cal_r4 cal_r5 cal_r6 cal_r7 cal_r8 cal_r9
cal_r10 cal_r11 cal_r12 cal_r13 palmira buga santander candelaria prad_flor
el_cerrito rest_dar_yum pto_tejada tulua cartago

sevilla pereira bogota popayan pasto armenia ginebra jamundi b_vtura medellin;

param:	CAP	CUP	CFP:=
p_palmira	120000	5987	304657205
#p_bogota	120000	5773	1311423991
p_bogota	120000	5773	259292905;

param:	CFD	CUH:=
CD2	19157465	0.0
CD3	1994000	0.0
CD4	3918410	0.0
CD5	1900000	0.0
CD6	3900000	0.0;

param: DEM:=

cal_r1	1419
--------	------

cal_r2	1255
cal_r3	1151
cal_r4	1344
cal_r5	1493
cal_r6	1063
cal_r7	1233
cal_r8	1150
cal_r9	1219
cal_r10	977
cal_r11	1337
cal_r12	1279
cal_r13	23430
palmira	7232
buga	1928
santander	1364
candelaria	2115
prad_flor	2361
el_cerrito	1492
rest_dar_yum	1090
pto_tejada	1186
tulua	4425
cartago	3162

sevilla	41
pereira	5128
bogota	10000
popayan	680
pasto	454
armenia	215
ginebra	1129
jamundi	1277
b_vtura	465
medellin	1098;

param ctpd default 13.1: p_palmira p_bogota:=

CD2	22.5	.
CD3	6.1	.
CD4	7.3	0.0
CD5	999.0	.
CD6	16.4	;

param ctd default 13.1: CD2 CD3 CD4 CD5 CD6:=

CD2	.	.	.	.	.
CD3	.	.	.	.	.
CD4	.	.	.	.	.

CD5 . 11.5

CD6 ;

param ctpc default 35: p_palmira p_bogota:=

palmira 0.0 .

cal_r1 66.0 .

cal_r2 66.0 .

cal_r3 66.0 .

cal_r4 66.0 .

cal_r5 66.0 .

cal_r6 66.0 .

cal_r7 66.0 .

cal_r8 66.0 .

cal_r9 66.0 .

cal_r10 66.0 .

cal_r11 66.0 .

cal_r12 66.0 .

cal_r13 66.0 .

buga 54.2 .

b_vtura 30.1 .

tulua 19.4 .

cartago 8.8 .

jamundi 27.0 .
 pto_tejada 34.2 .
 santander 13.6 .
 pasto 25.2 .
 popayan 46.5 .
 pereira . .
 bogota . 0.0
 armenia . .
 medellin . .
 el_cerrito 32.5 .
 rest_dar_yum 16.6 .
 candelaria 23.4 .
 prad_flor 18.0 .
 sevilla 109.9 .
 ginebra 34.2 .;

param ctdc default 21.2: CD2 CD3 CD4 CD5 CD6:=

palmira
 cal_r1 16.3
 cal_r2 16.3
 cal_r3 16.3
 cal_r4 16.3

cal_r5	16.3	.	.	.	.	.
cal_r6	16.3	.	.	.	.	.
cal_r7	16.3	.	.	.	.	.
cal_r8	16.3	.	.	.	.	.
cal_r9	16.3	.	.	.	.	.
cal_r10	16.3	.	.	.	.	.
cal_r11	16.3	.	.	.	.	.
cal_r12	16.3	.	.	.	.	.
cal_r13	16.3	.	.	.	.	.
buga	.	.	.	.	.	.
b_vtura	.	.	.	.	.	.
tulua	.	.	.	.	.	.
cartago	.	.	.	.	.	.
jamundi	.	.	.	.	.	.
pto_tejada	.	.	.	.	.	.
santander	.	.	.	.	.	.
pasto	.	.	.	.	.	.
popayan	.	.	.	.	.	.
pereira	.	15.9	.	.	.	.
bogota	.	.	26.1	.	.	.
armenia	.	.	.	17.3	.	.
medellin	.	.	.	.	30.3	.

el_cerrito
rest_dar_yum
candelaria
prad_flor
sevilla
ginebra;

param dpc: p_palmira p_bogota:=

cal_r1	28.5	468.0
cal_r2	28.5	468.0
cal_r3	28.5	468.0
cal_r4	28.5	468.0
cal_r5	28.5	468.0
cal_r6	28.5	468.0
cal_r7	28.5	468.0
cal_r8	28.5	468.0
cal_r9	28.5	468.0
cal_r10	28.5	468.0
cal_r11	28.5	468.0
cal_r12	28.5	468.0
cal_r13	28.5	468.0
palmira	0.0	490.0

buga	46.7	428.3
santander	61.9	551.9
candelaria	28.1	518.1
prad_flor	34.3	524.3
el_cerrito	18.9	441.0
rest_dar_yum	77.3	434.0
pto_tejada	51.8	484.0
tulua	72.1	370.0
cartago	158.4	355.0
sevilla	123.0	335.0
pereira	205.0	318.0
bogota	454.0	0.0
popayan	156.0	646.0
pasto	431.0	921.0
armenia	175.0	284.0
ginebra	26.1	463.9
jamundi	53.9	485.0
b_vtura	150.6	566.0
medellin	418.0	443.0;

param dpd: p_palmira p_bogota:=

CD2 28.5 468.0

CD3 205.0 318.0

CD4 454.0 0.0

CD5 175.0 284.0

CD6 418.0 443.0;

param ddd: CD2 CD3 CD4 CD5 CD6:=

CD2 0.0 220.0 468.0 189.0 432.0

CD3 220.0 0.0 318.0 55.2 215.0

CD4 468.0 318.0 0.0 284.0 443.0

CD5 189.0 55.2 284.0 0.0 267.0

CD6 432.0 215.0 443.0 267.0 0.0;

param ddc: CD2 CD3 CD4 CD5 CD6:=

cal_r1 0.0 220.0 468.0 189.0 432.0

cal_r2 0.0 220.0 468.0 189.0 432.0

cal_r3 0.0 220.0 468.0 189.0 432.0

cal_r4 0.0 220.0 468.0 189.0 432.0

cal_r5 0.0 220.0 468.0 189.0 432.0

cal_r6 0.0 220.0 468.0 189.0 432.0

cal_r7 0.0 220.0 468.0 189.0 432.0

cal_r8 0.0 220.0 468.0 189.0 432.0

cal_r9	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r10	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r11	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r12	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
cal_r13	0.0	220.0	468.0	189.0	432.0
palmira	28.5	213.0	490.0	174.0	435.0
buga	82.7	166.3	428.3	98.4	278.9
santander	49.8	274.9	551.9	224.0	467.0
candelaria	26.8	171.8	518.1	179.0	328.0
prad_flor	59.9	221.0	524.3	189.0	433.0
el_cerrito	47.4	190.0	441.0	55.6	402.0
rest_dar_yum	88.4	183.0	434.0	152.0	396.0
pto_tejada	50.5	264.8	484.0	202.0	446.0
tulua	100.6	140.9	370.0	87.9	332.0
cartago	186.0	33.8	355.0	52.5	321.0
sevilla	151.3	66.1	335.0	51.1	249.0
pereira	220.0	0.0	318.0	55.2	215.0
bogota	468.0	318.0	0.0	284.0	443.0
popayan	135.0	369.0	595.0	313.0	556.0
pasto	410.0	644.0	726.0	565.0	801.0
armenia	189.0	55.2	284.0	0.0	267.0
ginebra	54.6	186.9	463.9	147.9	408.9

jamundi 23.0 266.9 485.0 203.0 447.0
b_vtura 135.0 290.0 566.0 250.0 473.0
medellin 432.0 215.0 443.0 267.0 0.0;

Tabla 1. Clientes de las comunas de la ciudad de Cali y Promedio de cajas/dia.

COMUNA	RUTA	NRO CLIENTES	NRO CAJAS
Comuna 1	E5	1	46
Comuna 1	N4	49	46
Comuna 10	E5	1	46
Comuna 10	L4	9	46
Comuna 10	L8	111	46
Comuna 10	L9	110	46
Comuna 10	X7	156	46
Comuna 10	X8	16	46
Comuna 11	A8	25	46
Comuna 11	E4	214	46
Comuna 11	E6	152	46
Comuna 12	A5	71	46
Comuna 12	A7	4	46
Comuna 12	A8	37	46
Comuna 12	C4	9	46
Comuna 12	E4	26	46
Comuna 12	L8	1	46
Comuna 12	L9	5	46
Comuna 12	N4	80	46
Comuna 13	A7	1	46
Comuna 13	D5	4	46
Comuna 13	D8	176	46
Comuna 13	E7	2	46
Comuna 13	N5	76	46
Comuna 13	N6	83	46
Comuna 13	X6	5	46
Comuna 15	E5	6	46

Comuna 15	E8	169	46
Comuna 15	E9	84	46
Comuna 15	L4	27	46
Comuna 15	L6	1	46
Comuna 15	L7	11	46
Comuna 15	L8	1	46
Comuna 15	N4	64	46
Comuna 15	N6	1	46
Comuna 16	E5	143	46
Comuna 16	E7	173	46
Comuna 16	N4	3	46
Comuna 16	N5	1	46
Comuna 17	C6	2	46
Comuna 17	E6	4	46
Comuna 17	L4	29	46
Comuna 17	L5	2	46
Comuna 17	L6	64	46
Comuna 17	L7	94	46
Comuna 17	L9	17	46
Comuna 17	N6	2	46
Comuna 18	A7	1	46
Comuna 18	E6	1	46
Comuna 18	L5	35	46
Comuna 18	N6	1	46
Comuna 19	A7	16	46
Comuna 19	A8	1	46
Comuna 19	E6	1	46
Comuna 19	E9	76	46
Comuna 19	I7	55	46
Comuna 19	I8	7	46
Comuna 19	I9	6	46
Comuna 19	L4	67	46
Comuna 19	L5	30	46
Comuna 19	X4	13	46
Comuna 19	X8	68	46
Comuna 2	C4	107	46
Comuna 2	C5	20	46
Comuna 2	C6	41	46

Comuna 2	C7	1	46
Comuna 2	D5	29	46
Comuna 2	D8	13	46
Comuna 2	I7	2	46
Comuna 2	L5	1	46
Comuna 2	L7	2	46
Comuna 2	L9	1	46
Comuna 20	D8	11	46
Comuna 20	I7	2	46
Comuna 20	I9	75	46
Comuna 20	L5	19	46
Comuna 20	X5	1	46
Comuna 21	E6	17	46
Comuna 21	X6	34	46
Comuna 22	L4	1	46
Comuna 22	L6	20	46
Comuna 3	C4	14	46
Comuna 3	I7	35	46
Comuna 3	I8	78	46
Comuna 3	I9	3	46
Comuna 3	N4	11	46
Comuna 3	X9	40	46
Comuna 4	A5	11	46
Comuna 4	A8	3	46
Comuna 4	C5	140	46
Comuna 4	C6	3	46
Comuna 4	C8	1	46
Comuna 4	C9	56	46
Comuna 4	E5	1	46
Comuna 4	L9	7	46
Comuna 5	A5	10	46
Comuna 5	A7	6	46
Comuna 5	A8	1	46
Comuna 5	C7	126	46
Comuna 5	C8	100	46
Comuna 5	C9	27	46
Comuna 5	L9	1	46
Comuna 5	N6	27	46

Comuna 6	A7	57	46
Comuna 6	C6	23	46
Comuna 6	L6	1	46
Comuna 6	X4	1	46
Comuna 6	X6	99	46
Comuna 7	A5	55	46
Comuna 7	A7	96	46
Comuna 7	A8	26	46
Comuna 7	D5	75	46
Comuna 7	E4	21	46
Comuna 7	I9	44	46
Comuna 7	L7	1	46
Comuna 8	A5	71	46
Comuna 8	A8	43	46
Comuna 8	C5	3	46
Comuna 8	D5	16	46
Comuna 8	E4	31	46
Comuna 8	L4	1	46
Comuna 8	X4	145	46
Comuna 8	X5	115	46
Comuna 9	A8	18	46
Comuna 9	E4	15	46
Comuna 9	X4	1	46
Comuna 9	X7	13	46
Comuna 9	X8	82	46
Comuna 9	X9	136	46
Comuna 14	D5	5	46

Tabla 2. Número de clientes por comuna.

COMUNA	NRO CLIENTES
Comuna 1	50
Comuna 2	217

Comuna 3	181
Comuna 4	222
Comuna 5	298
Comuna 6	181
Comuna 7	318
Comuna 8	425
Comuna 9	265
Comuna 10	403
Comuna 11	391
Comuna 12	233
Comuna 13	347
Comuna 14	5
Comuna 15	364
Comuna 16	320
Comuna 17	214
Comuna 18	38
Comuna 19	340
Comuna 20	108
Comuna 21	51
Comuna 22	21

Imagen 1. Mapa actual de la ruta de distribución por clientes de La Empresa para el día lunes.

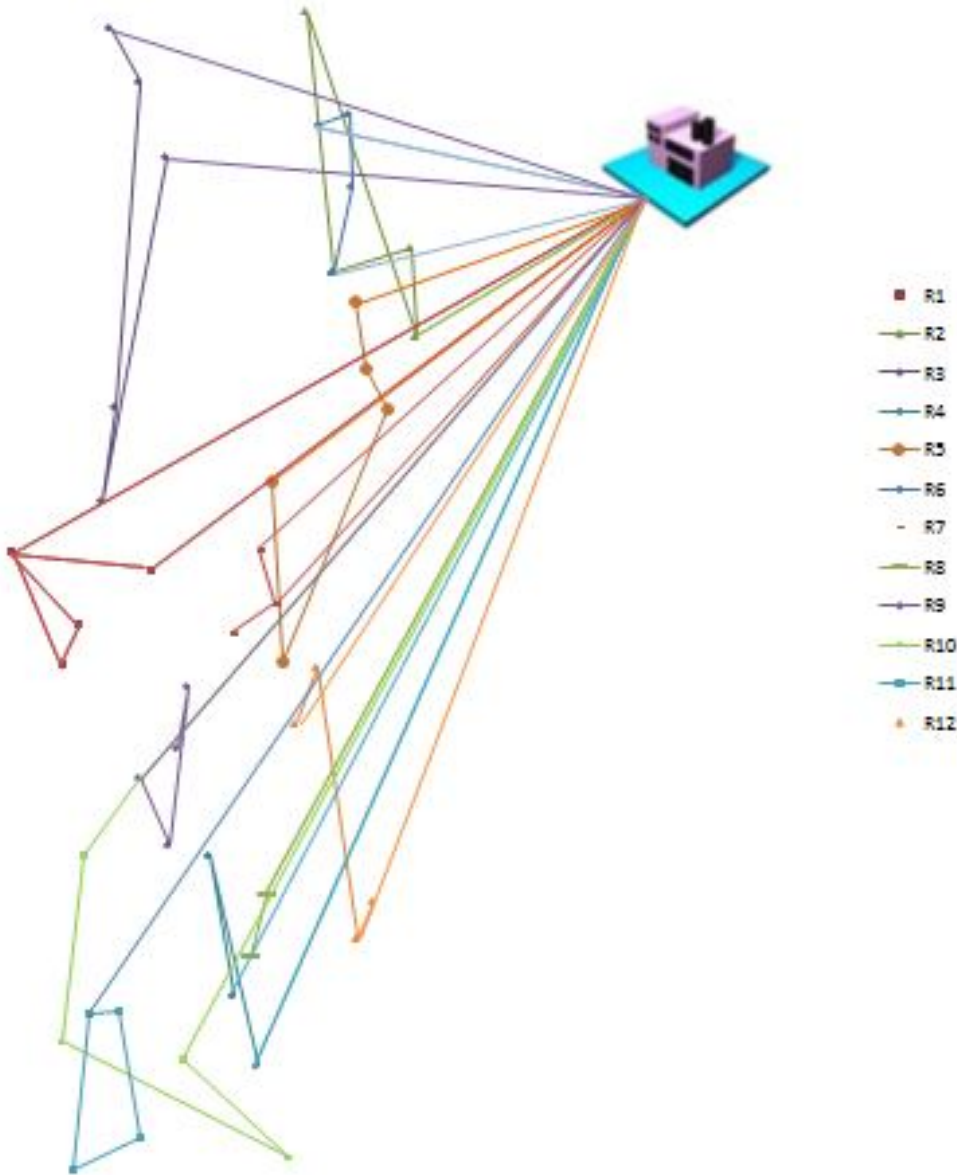


Imagen 2. Mapa actual de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día martes

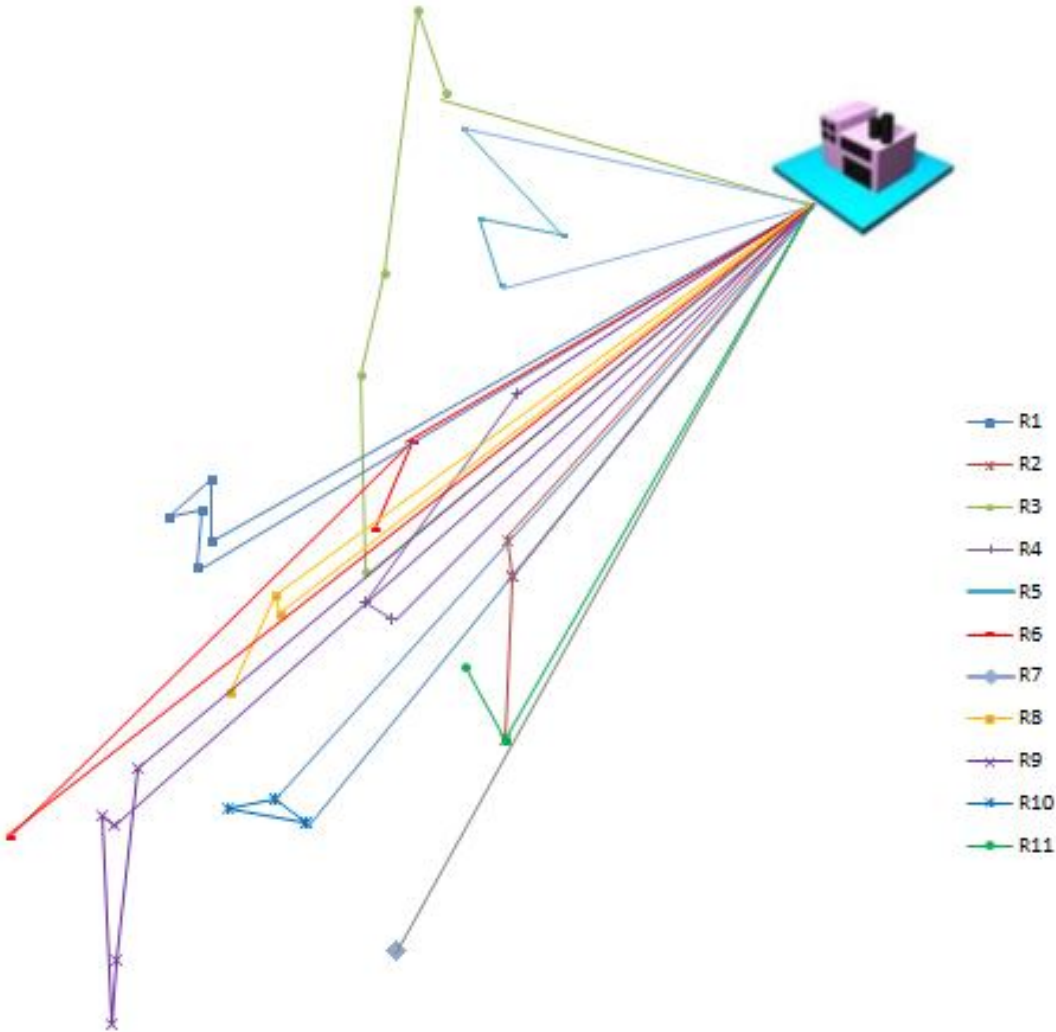


Imagen 3. Mapa actual de la ruta de distribución por clientes de la Empresa para el día miércoles.

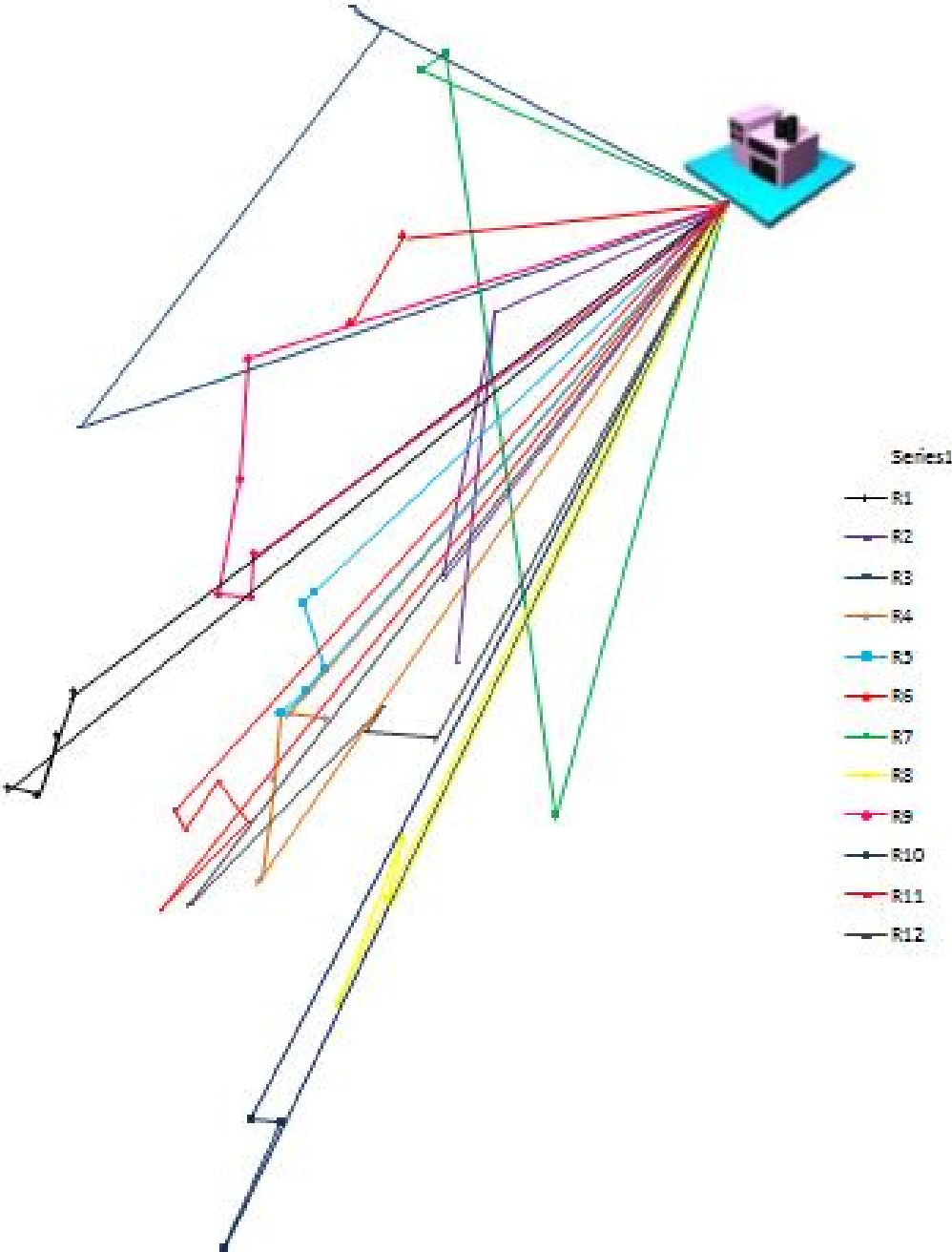


Tabla 3. Cantidad cajas por comuna de la ciudad de Cali dia lunes.

CANT CAJAS	COMUNA	
0	COMUNA	1
9	COMUNA	2
3	COMUNA	3
0	COMUNA	4
18	COMUNA	5
6	COMUNA	6
9	COMUNA	7
14	COMUNA	8
0	COMUNA	9
16	COMUNA	10
0	COMUNA	11
8	COMUNA	12
0	COMUNA	13
0	COMUNA	14
8	COMUNA	15
25	COMUNA	16
17	COMUNA	17
0	COMUNA	18
18	COMUNA	19
0	COMUNA	20
0	COMUNA	21

Tabla 4. Cantidad cajas por comuna de la ciudad de Cali dia martes.

CANT CAJAS	COMUNA	
0	COMUNA	1
2	COMUNA	2
12	COMUNA	3
3	COMUNA	4

9	COMUNA	5
0	COMUNA	6
4	COMUNA	7
12	COMUNA	8
7	COMUNA	9
13	COMUNA	10
4	COMUNA	11
4	COMUNA	12
21	COMUNA	13
0	COMUNA	14
11	COMUNA	15
0	COMUNA	16
0	COMUNA	17
5	COMUNA	18
8	COMUNA	19
6	COMUNA	20
0	COMUNA	21

Tabla 5. Cantidad cajas por comuna de la ciudad de Cali dia miércoles.

CANT CAJAS	COMUNA	
0	COMUNA	1
7	COMUNA	2
1	COMUNA	3
10	COMUNA	4
2	COMUNA	5
10	COMUNA	6
7	COMUNA	7
0	COMUNA	8
13	COMUNA	9
8	COMUNA	10
24	COMUNA	11
0	COMUNA	12
14	COMUNA	13
0	COMUNA	14
10	COMUNA	15
0	COMUNA	16

13	COMUNA	17
0	COMUNA	18
0	COMUNA	19
19	COMUNA	20
4	COMUNA	21

Tabla 6. Parámetros generales rutas actuales ciudad de Cali.

PARAMETROS RUTAS ACTUALES TAT CIUDAD DE CALI		
Items	Promedios	Costos Prom. unitarios
Nro rutas/actuales x día	12	17,32
Promedio clientes/ruta x día	143	0,12
Promedio cajas/ruta x día	43	0,40

Tabla 7. Clientes pareto rutas tat ciudad de Cali.

CLIENTES PARETO RUTAS TAT CIUDAD DE CALI	
Nro clientes pareto/ruta x día	5
Total clientes pareto/ruta x día	60
Part(%) clientes/ruta x día	3,5%

Tabla 8. Cajas pareto rutas tat ciudad de Cali.

CAJAS PARETO RUTAS TAT CIUDAD DE CALI			
Descripción	Cajas/pareto x día	Cajas pareto/ruta x día	Part(%) cajas/ruta x día
Nro cajas/ruta día Lunes	151	13	29,3%
Nro cajas/ruta día Martes	121	10	23,4%
Nro cajas/ruta día Miércoles	142	12	27,5%

Tabla 9. Análisis ruteo canal tradicional tat día lunes.

ANALISIS RUTEO CANAL TRADICIONAL TAT DIA LUNES			
Items	Núm. Rutas	Costos Ruta Unds Monetarias	Costo Total Rutas Unds Monetarias
Ruteo actual	12	17,32	207,84
Ruteo logware propuesto con CD Palmira	8	21,65	173,23
Ruteo logware con CD Cali (mejora)	6	25,46	152,78

Tabla 10. Análisis ruteo canal tradicional TAT dia Martes.

ANALISIS RUTEO CANAL TRADICIONAL TAT DIA MARTES			
	Núm. Rutas	Costos Ruta Unds Monetarias	Costo Total Rutas Unds Monetarias

Ruteo actual	11	17,32	190,52
Ruteo logware propuesto con CD Palmira	8	21,04	168,31
Ruteo logware con CD Cali (mejora)	6	16,94	101,66

Tabla 11. Análisis ruteo canal tradicional tat día miércoles.

ANALISIS RUTEO CANAL TRADICIONAL TAT DIA MIERCOLES			
	Núm. Rutas	Costos Ruta Unds Monetarias	Costo Total Rutas Unds Monetarias
Ruteo actual	12	17,32	207,84
Ruteo logware propuesto con CD Palmira	8	21,42	171,36
Ruteo logware con CD Cali (mejora)	6	17,17	102,99

Imagen 04. Calculo distancia comuna 1

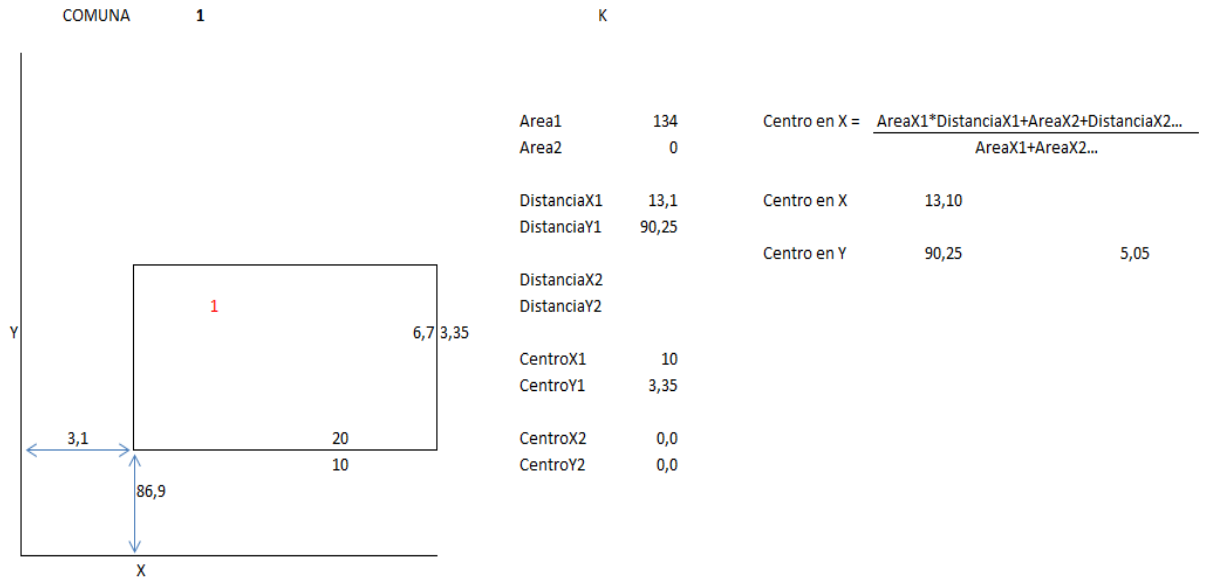


Imagen 05. Calculo distancia comuna 2

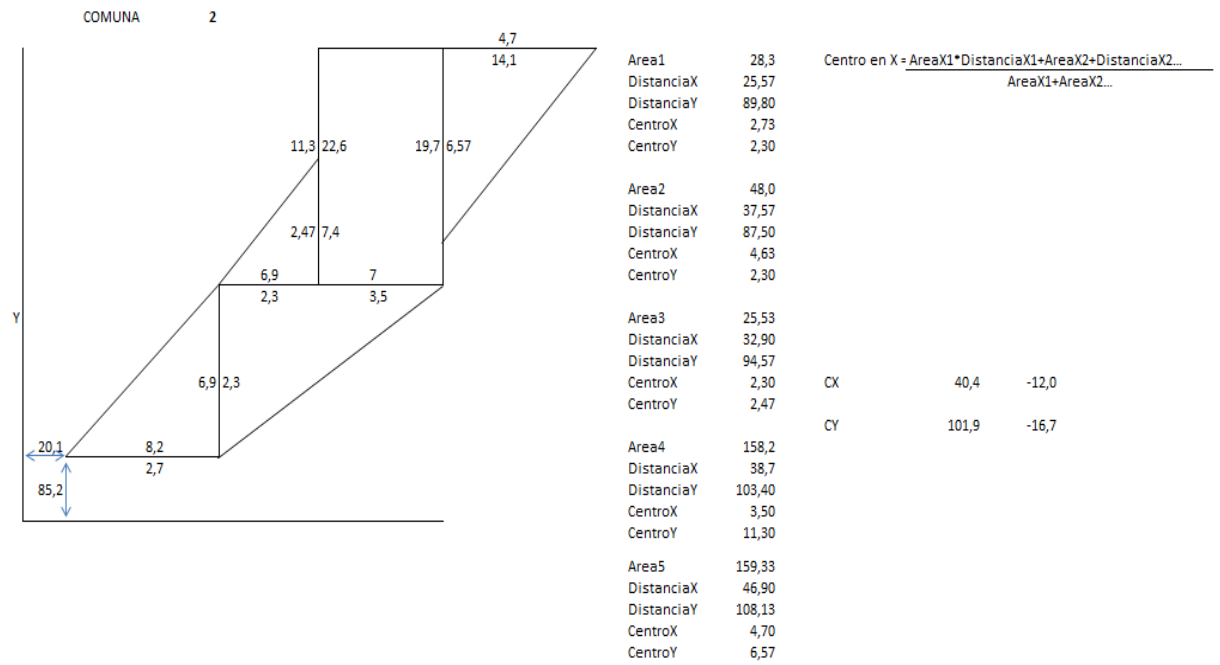


Imagen 06. Calculo distancia comuna 3

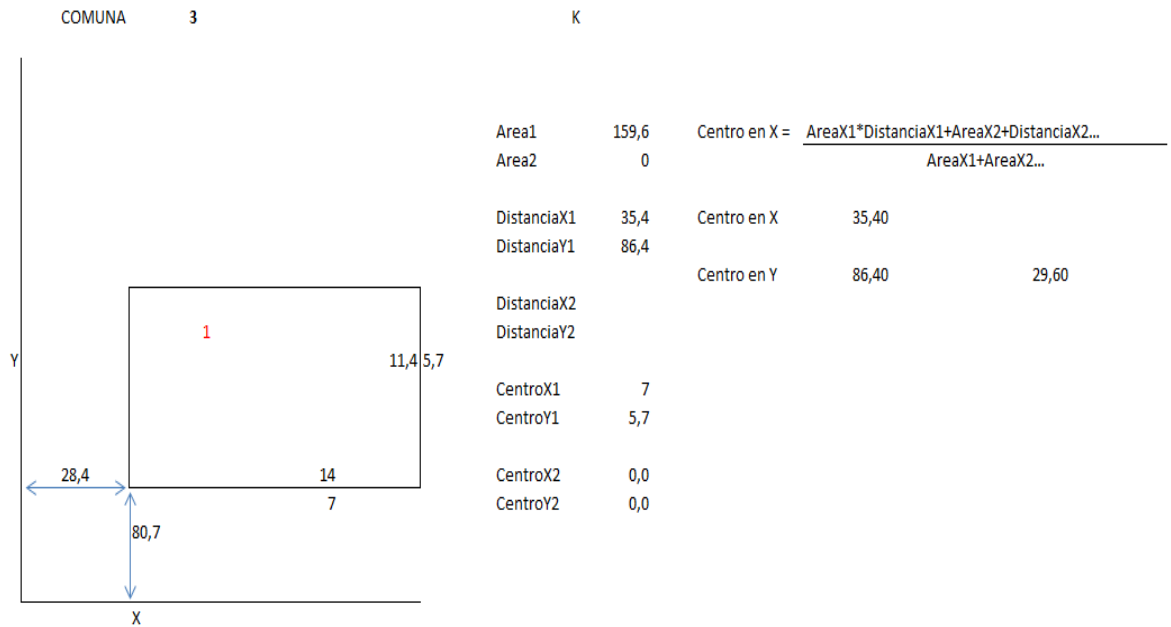


Imagen 07. Calculo distancia comuna 4

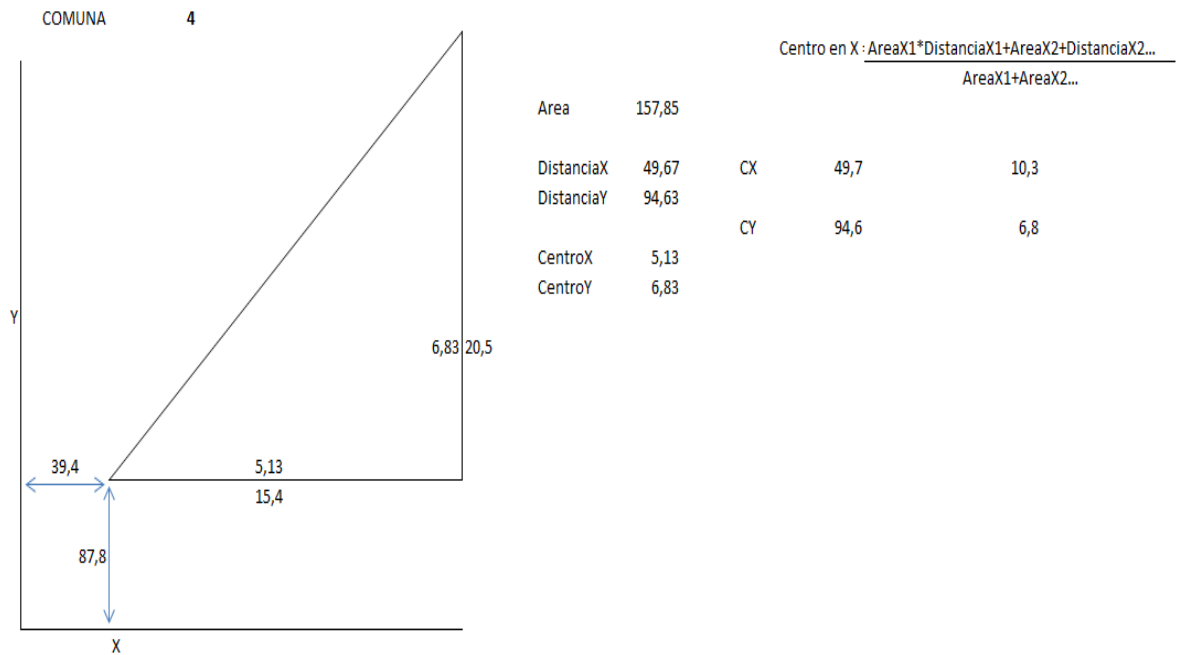


Imagen 08. Calculo distancia comuna 5

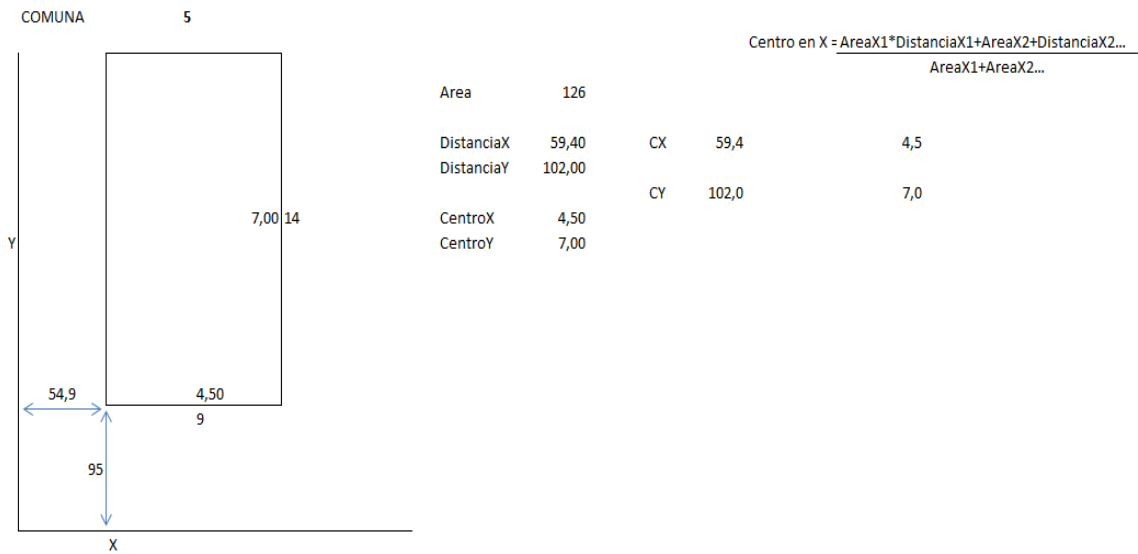


Imagen 9. Calculo distancia comuna 6

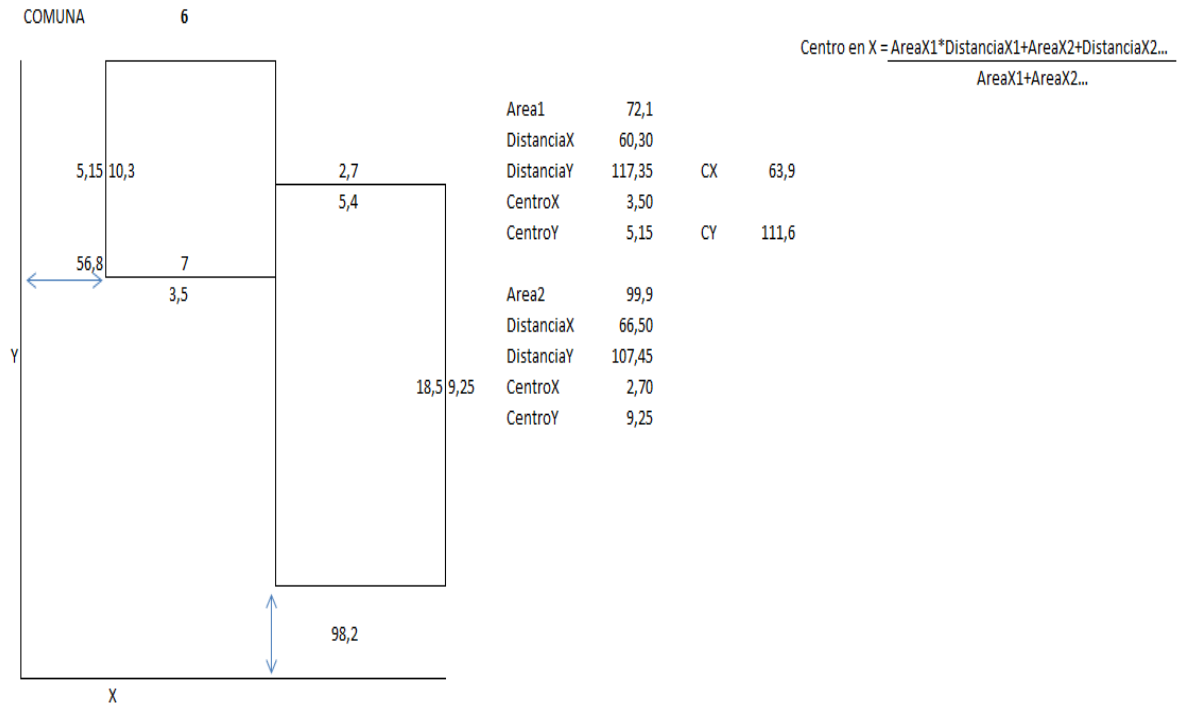


Imagen 10. Calculo distancia comuna 7

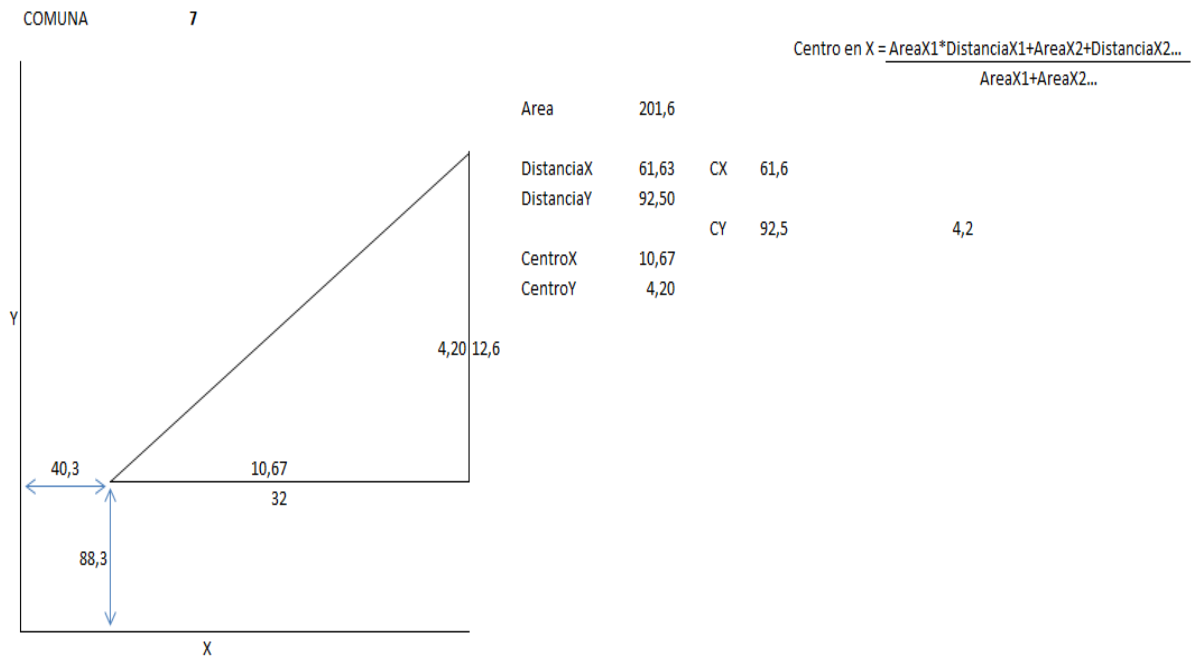


Imagen 11. Calculo distancia comuna 8

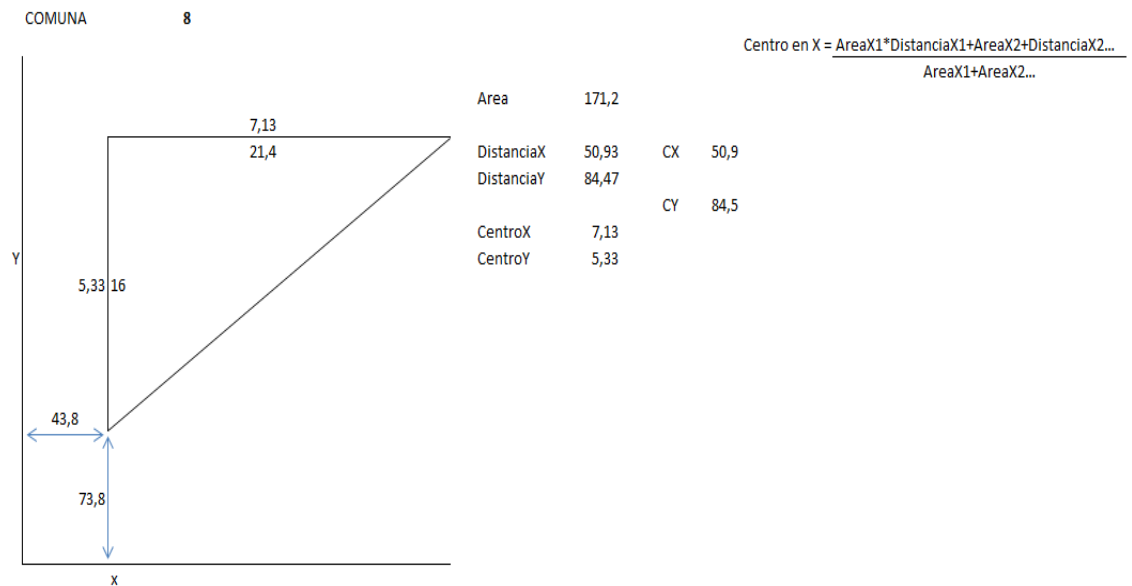


Imagen 12. Calculo distancia comuna 9

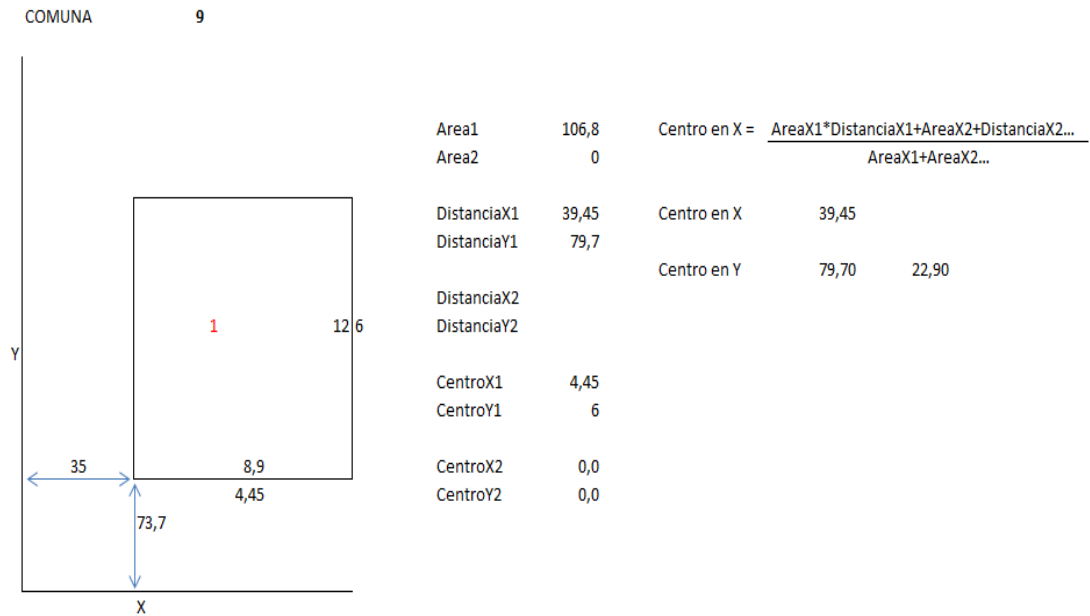


Imagen 13. Calculo distancia comuna 10

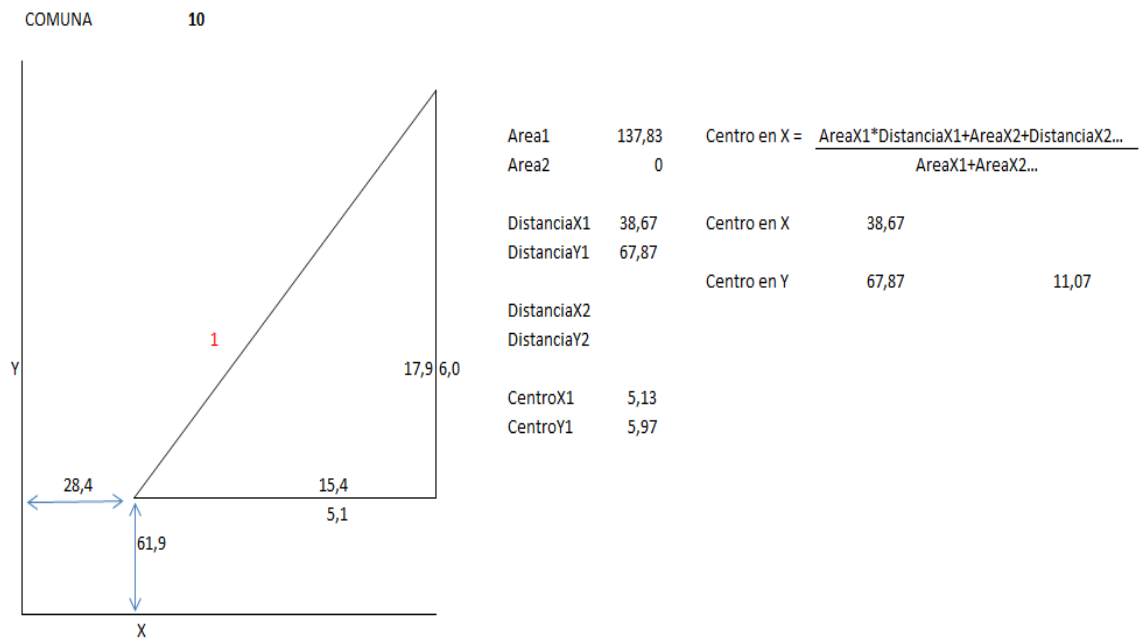


Imagen 14. Calculo distancia comuna 11

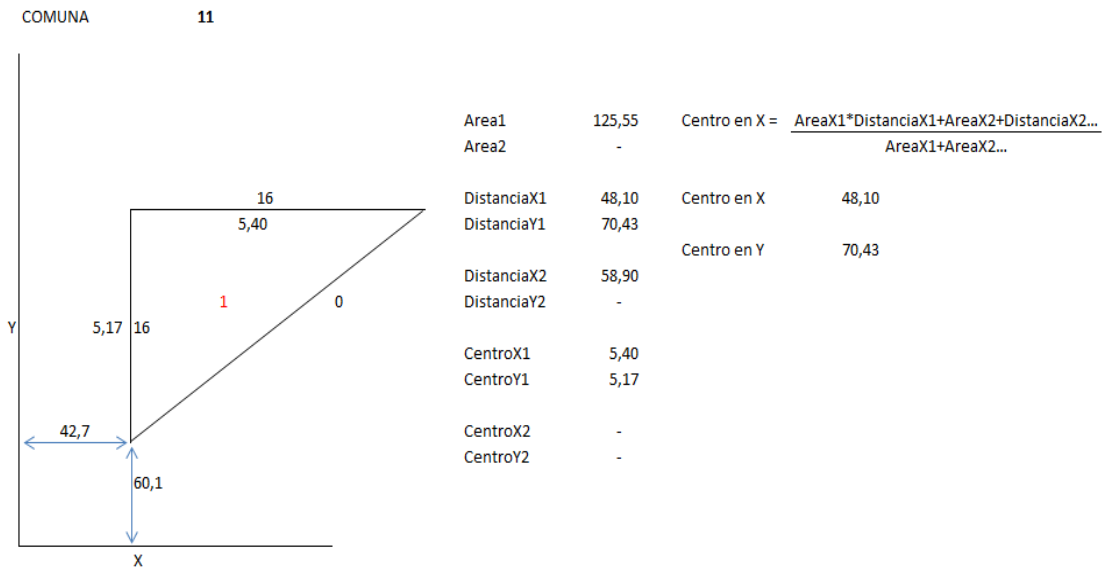


Imagen 15. Calculo distancia comuna 12

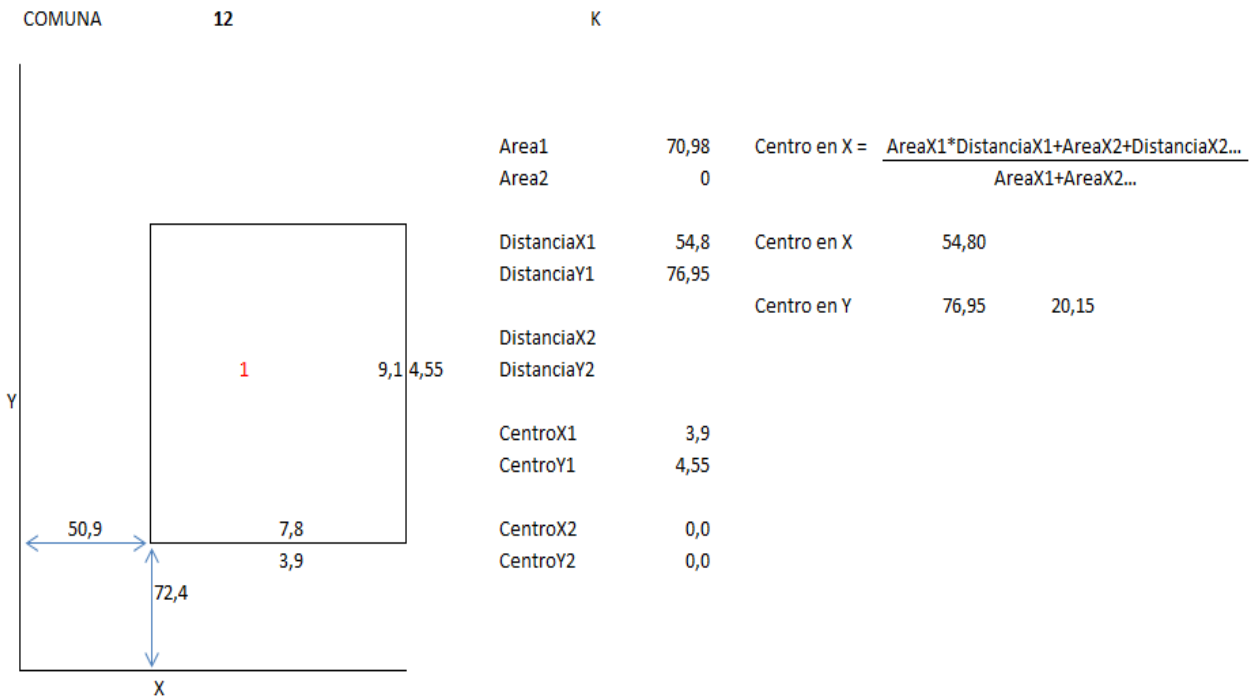


Imagen 16. Calculo distancia comuna 13

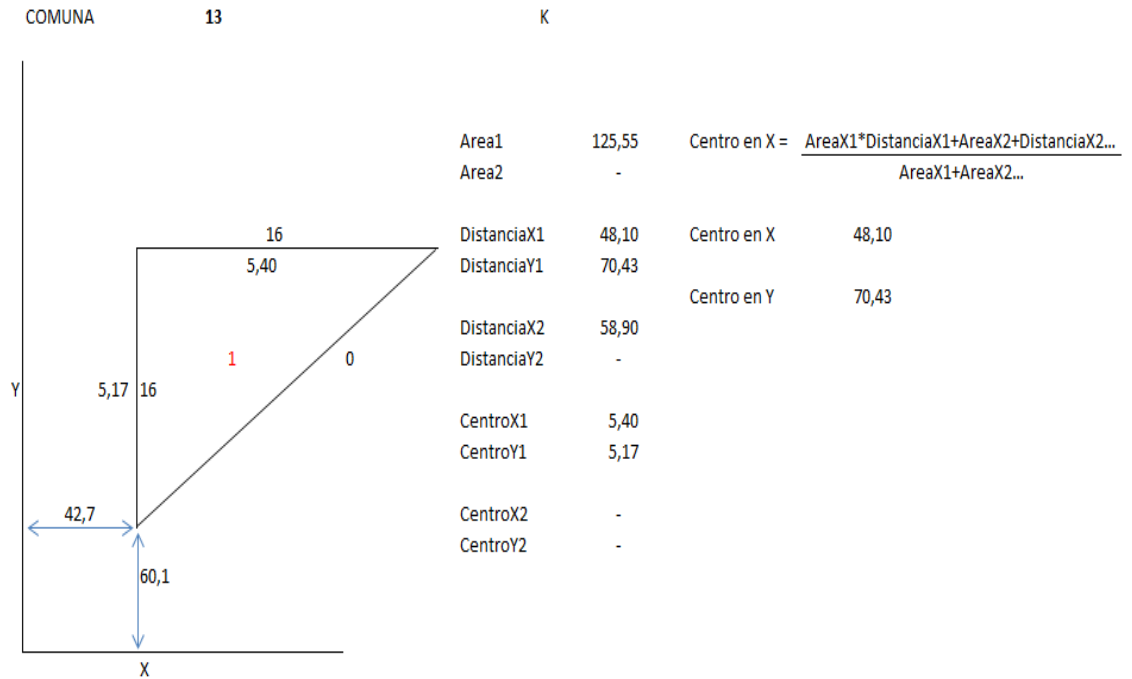


Imagen 17. Calculo distancia comuna 14

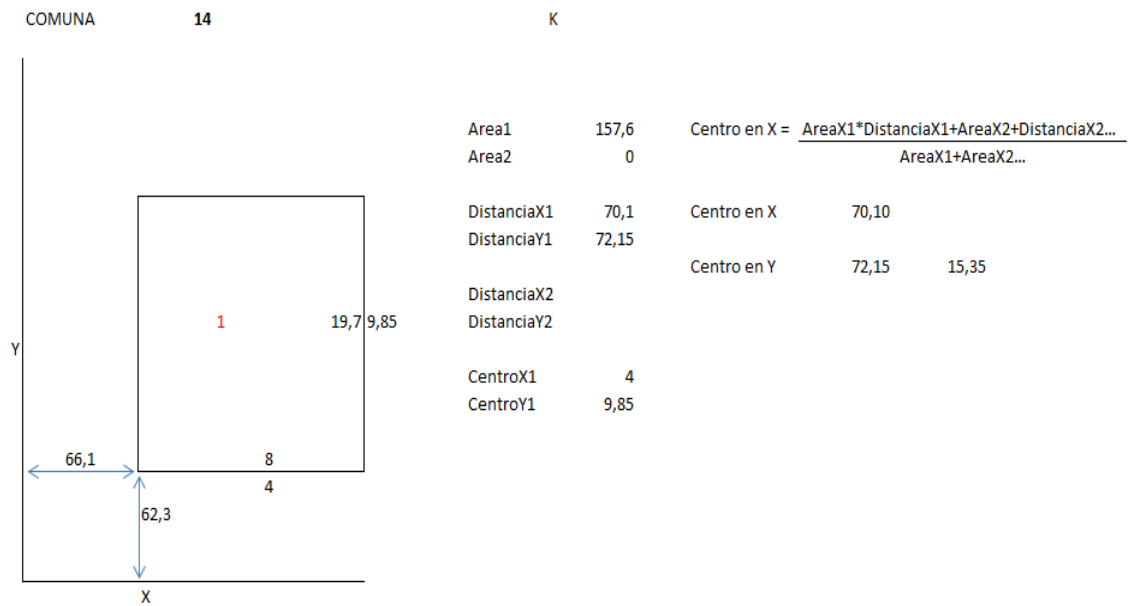


Imagen 18. Calculo distancia comuna 15

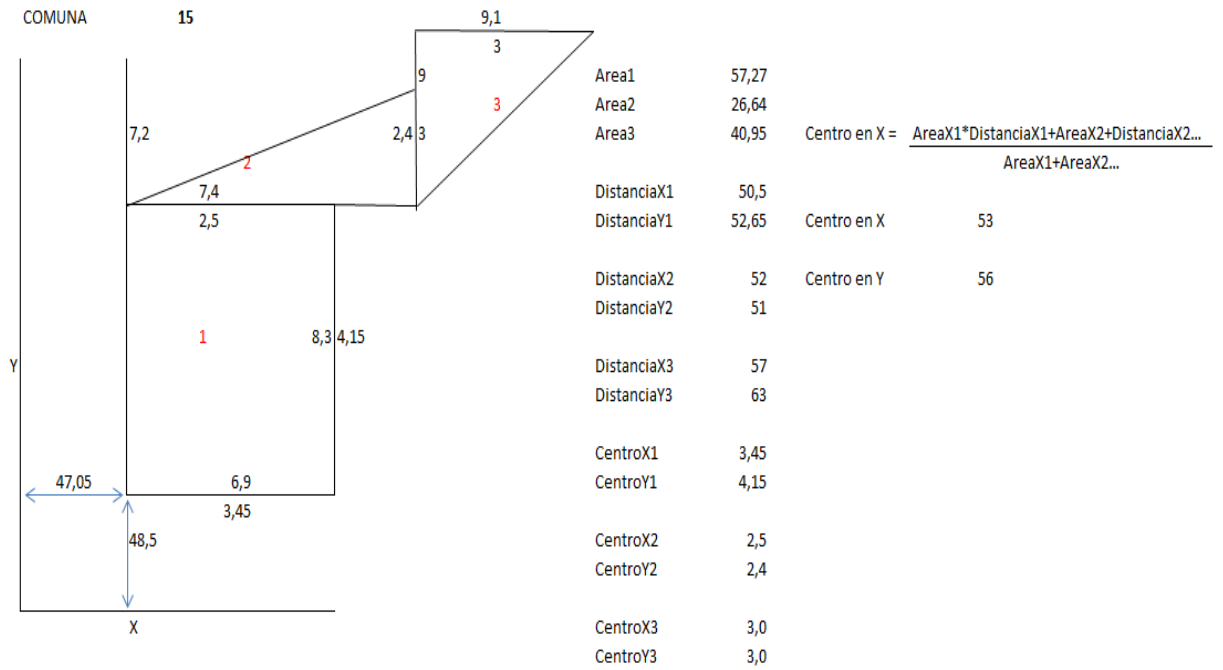


Imagen 19. Calculo distancia comuna 16

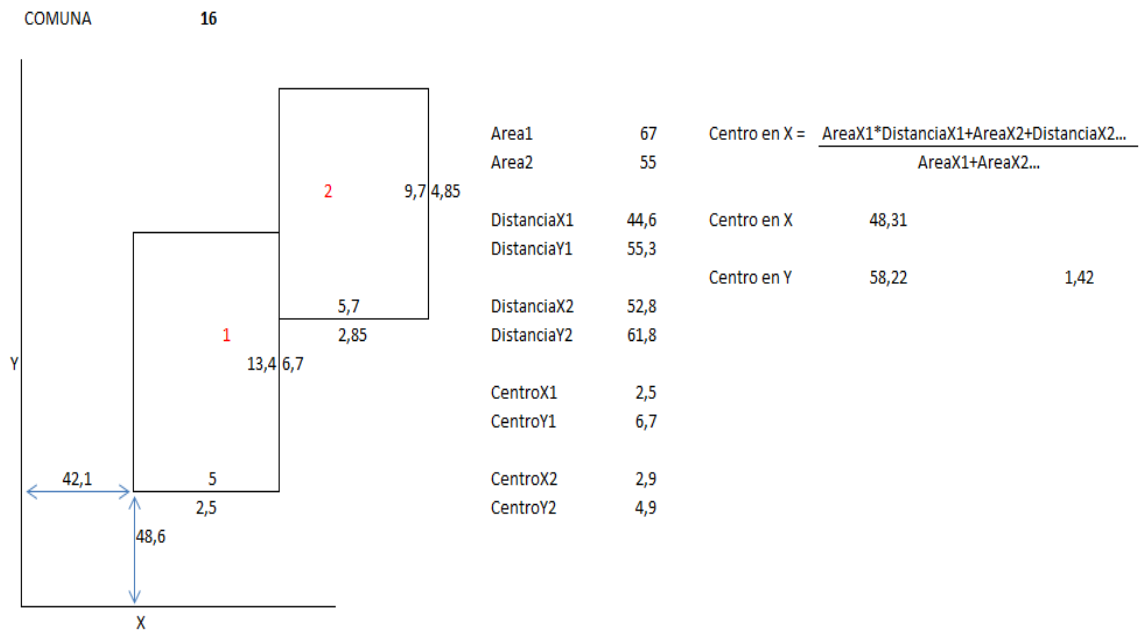


Imagen 20. Calculo distancia comuna 17

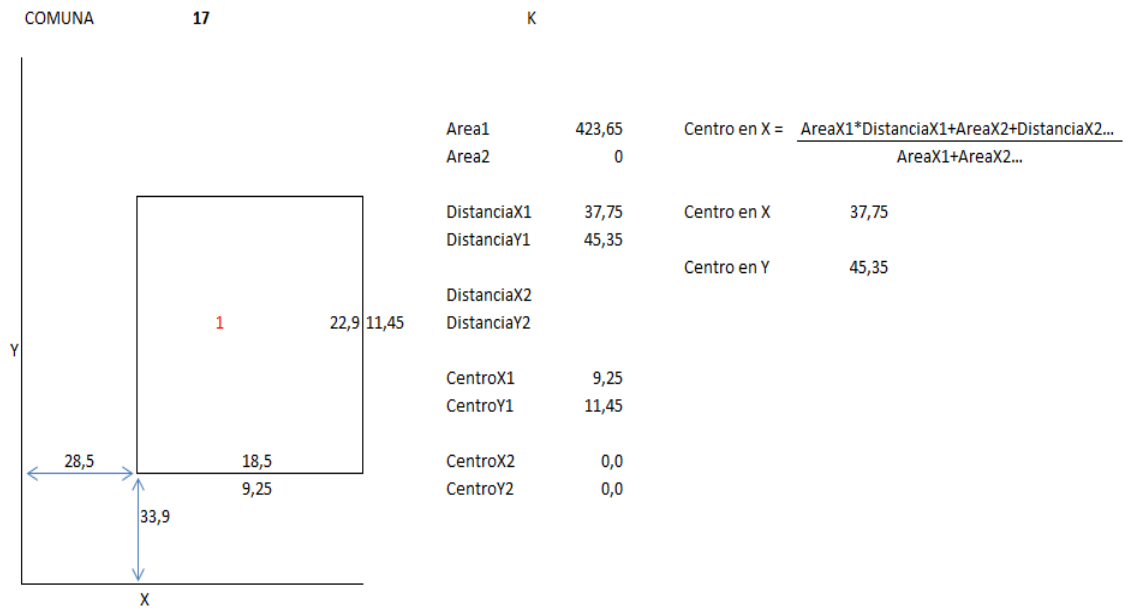


Imagen 21. Calculo distancia comuna 18

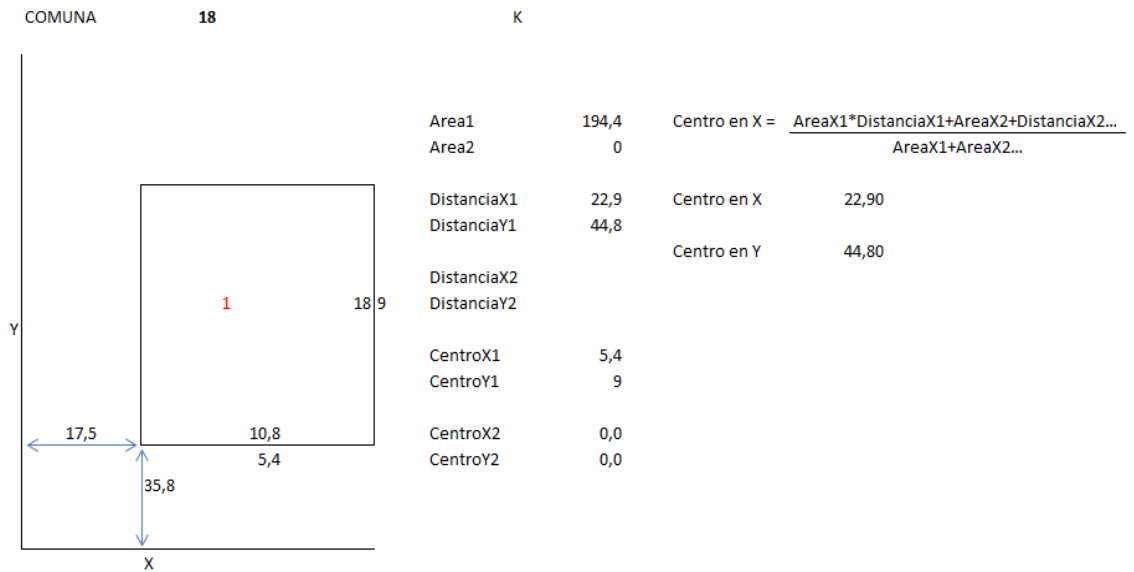


Imagen 22. Calculo distancia comuna 19

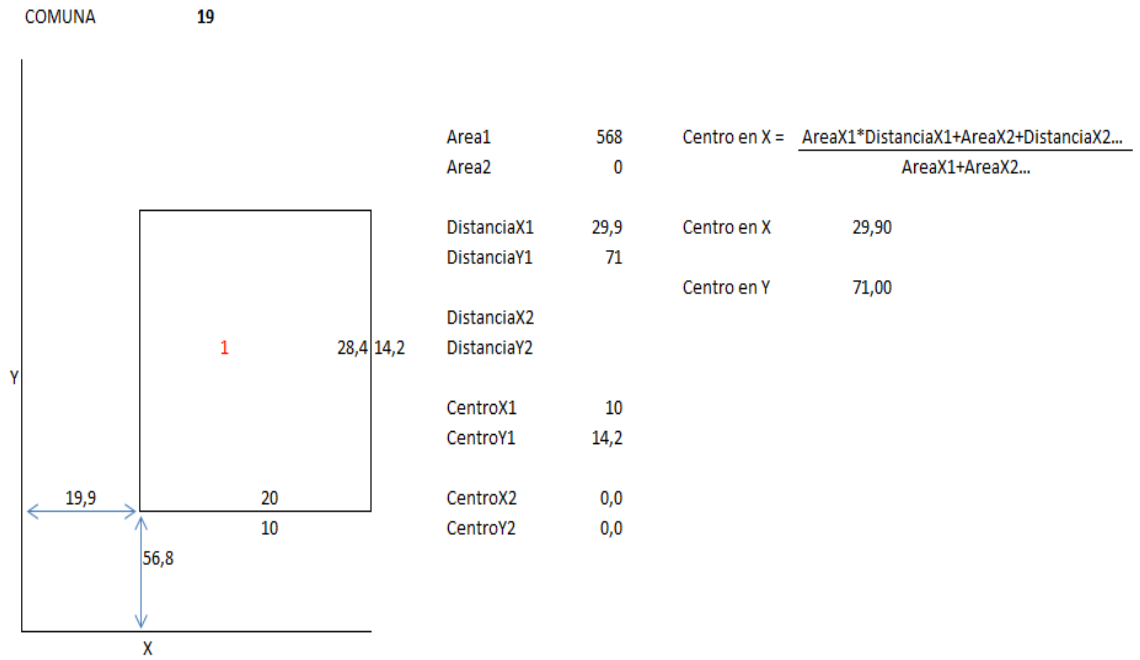


Imagen 23. Calculo distancia comuna 20

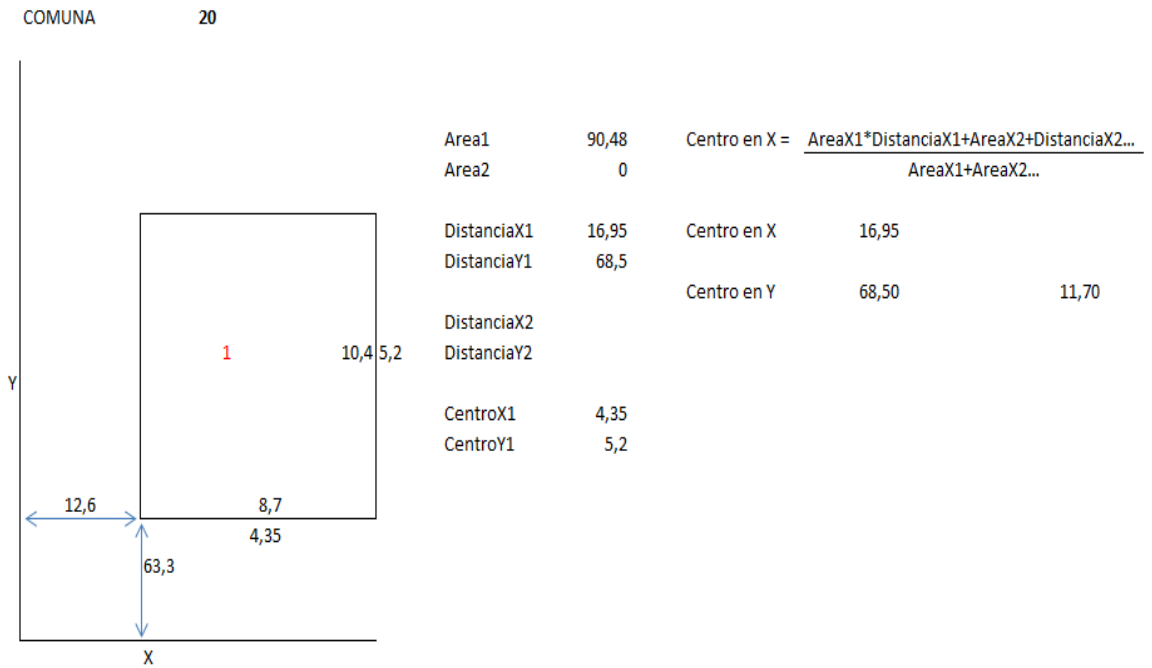


Imagen 24. Calculo distancia comuna 21

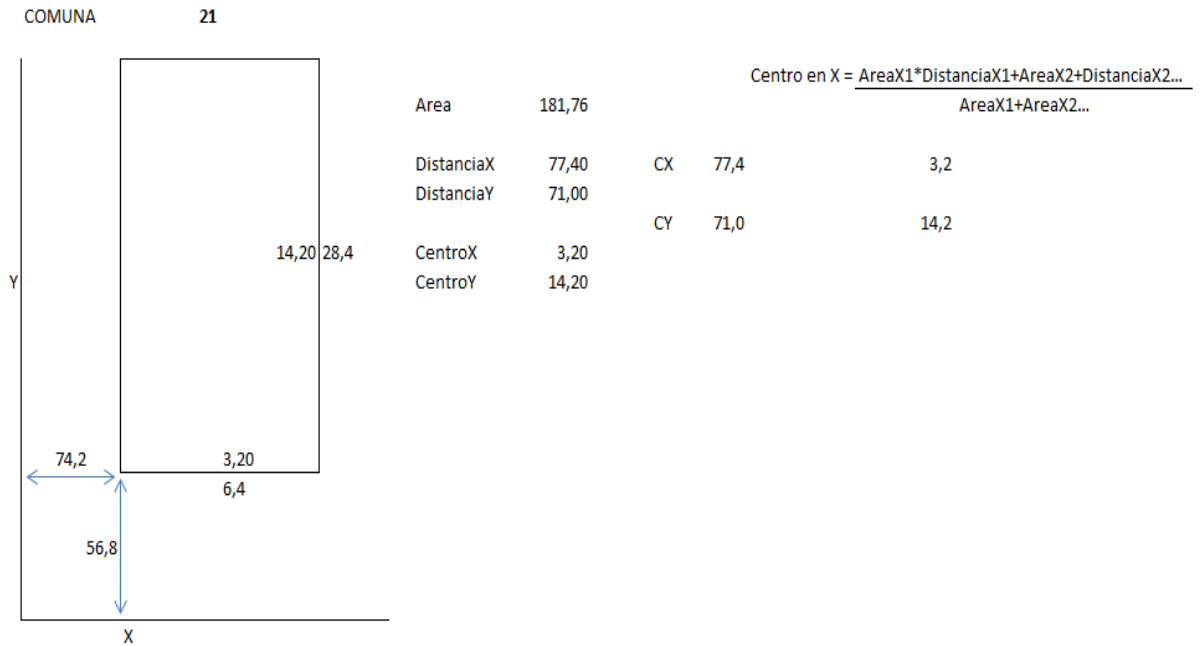


Imagen 25. Calculo distancia comuna 22

