

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:  
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	




DESARROLLO DE UN SOFTWARE BASADO EN EL MODELO VRP PARA LA GENERACIÓN DE RUTAS DE DISTRIBUCIÓN EN LA MIPYME VIDFO

PRESENTADO POR:

OSCAR EDUARDO NARANJO GUILLÉN
PAULA LIZETH PELAYO ANGEL

TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TITULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ, D.C.
2016.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:  
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

DESARROLLO DE UN SOFTWARE BASADO EN EL MODELO VRP PARA LA GENERACIÓN DE RUTAS DE DISTRIBUCIÓN EN LA MIPYME VIDFO

PRESENTADO POR:

OSCAR EDUARDO NARANJO GUILLÉN
PAULA LIZETH PELAYO ANGEL

DIRECTOR

RUBEN DARIO BUITRAGO PULIDO

Magister en Tecnología de la información aplicada a la educación. Especialista en gerencia de mantenimiento. Ingeniero mecánico

UNIVERSIDAD ECCI
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ, D.C.
2016.








	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

TABLA DE CONTENIDO

1.	GLOSARIO	9
2.	RESUMEN.....	10
3.	INTRODUCCIÓN	11
4.	TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	12
5.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
5.1.	Descripción del Problema de Investigación.....	12
5.2.	Formulación del Problema de Investigación.....	13
5.3.	Objetivos de la Investigación	14
5.3.1.	Objetivo General.....	14
5.3.2.	Objetivos Específicos	14
5.4.	Justificación Y Delimitación De La Investigación.....	14
5.4.1.	Justificación.....	14
5.4.2.	Delimitación.....	15
5.5.	Marco de Referencia de la Investigación	16
5.5.1.	Marco Teórico	16
5.5.2	Estado del Arte	22
5.5.	Tipo de Investigación	26
5.5.2.	Diseño Metodológico	26
5.5.3.	Fuentes Para la Obtención de Información.....	28
5.6.	Recursos.....	28
5.7.	Cronograma.....	29
5.8	Presupuesto.....	33
5.8.1	GASTOS DE PERSONAL	33
5.8.2	GASTOS DE EQUIPO.....	34
5.8.3	GASTOS GENERALES.....	35
5.8.4	GASTOS DE SOFTWARE	35



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

6	RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	36
6.1	Diagnóstico	36
6.1.1	Etapa de Conocimiento:	36
6.2	Diseño lógico de solución:	49
6.3	Implementación del diseño lógico:	51
6.3.1	Desarrollo del Software	51
6.3.2	Descripción general.....	53
6.3.3	Desarrollo del Software	55
6.3.4	Código de programación	70
6.4	Análisis y discusión de resultados.....	70
6.4.1	Interfaz Final del Software:.....	70
6.4.2	Pruebas.....	78
7	CONCLUSIONES	88
8	RECOMENDACIONES	89
9	BIBLIOGRAFÍA.....	91
10	ANEXOS.....	94
10.1	Anexo 1 BARRIOS Y LOCALIDADES	94
10.2	Anexo 2 CÓDIGO FUENTE DEL ALGORITMO.....	99

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:  
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	



LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Grafos y Aristas	18
Gráfica 2 Heurística del vecino más cercano	19
Gráfica 3 Ruta 2-OPT	19
Gráfica 4 Ruta original	19
Gráfica 5 Heurística de Clarke & Wright.....	20
Gráfica 6 Causa Problema VIDFO	46

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación de los problemas VRP.....	17
Tabla 2 Presupuesto global del proyecto	33
Tabla 3 Presupuesto para gastos de personal	33
Tabla 4 Presupuesto para gastos de equipo	34
Tabla 5 Presupuesto para gastos generales	35
Tabla 6 Presupuesto para gastos de software	35
Tabla 7 Descripción del producto.....	37
Tabla 8 Interfaz del usuario.....	67
Tabla 9 Interfaz gráfica	67
Tabla 10 Requisitos del algoritmo desarrollado.....	69
Tabla 11 Valores requeridos para el ingreso del problema de aplicación	69
Tabla 12 Ítems para la ventana de ejecución	69
Tabla 13 Resultados prueba real 1	80
Tabla 14 Resultados Prueba No. 1	82
Tabla 15 Resultados prueba real	85
Tabla 16 Resultados Prueba No. 2	87

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Actividades principales de VIDFO	37
Ilustración 2 Bolsa Tipo B	38
Ilustración 3 Bolsa Tipo A	38
Ilustración 4 Bolsa Tipo D	38
Ilustración 5 Bolsa Tipo C	38
Ilustración 6 Bolsa Tipo J	39
Ilustración 7 Método de asignación de rutas VIDFO	43
Ilustración 8 Datos aleatorios de distribución	45
Ilustración 9 Causa - Efecto área de distribución VIDFO	48
Ilustración 10 Modelo de asignación de rutas propuesto	50
Ilustración 11 Logo Software	54
Ilustración 12 Arquitectura del Software	56
Ilustración 13 Paleta de color software	57
Ilustración 14 Interfaz "Home" Software	59
Ilustración 15 Interfaz "Calcula Tu Ruta 1" Software	60
Ilustración 16 Interfaz "Calcula Tu Ruta 2" Software	61
Ilustración 17 Interfaz "Historial 1" Software	62
Ilustración 18 Interfaz "Historial 2" Software	63
Ilustración 19 Interfaz "Actualiza tus Datos 1" Software	64
Ilustración 20 Interfaz "Actualiza Tus Datos - Clientes"	65
Ilustración 21 Interfaz "Actualiza Tus Datos - Recursos"	66
Ilustración 22 Home del software	71
Ilustración 23 Interfaz Calcula tu ruta	72
Ilustración 24 Selección de clientes - Interfaz Calcula Tu Ruta	72
Ilustración 24 Ruta generada - Interfaz Calcula tu Ruta	73
Ilustración 25 Detalles Ruta - Interfaz Calcula tu Ruta	73
Ilustración 26 Interfaz historial	74
Ilustración 26 Selección de historial - Interfaz Historial	74
Ilustración 29 Ruta Cargada - Interfaz Historial	75
Ilustración 30 Detalles ruta cargada - Interfaz Historial	75
Ilustración 31 Interfaz actualizar datos	76
Ilustración 32 Formulario creación de cliente - Interfaz Actualizar Datos	76
Ilustración 33 Formulario de edición de cliente - Interfaz Actualizar Datos	77
Ilustración 34 Eliminar Cliente - Interfaz Actualizar Cliente	77
Ilustración 35 Interfaz Actualizar Datos - Recursos	78
Ilustración 37 Primera Parada Ruta Real	79
Ilustración 36 Punto Inicial Ruta real	79
Ilustración 39 Tercera Parada Ruta Real	79
Ilustración 38 Segunda Parada Ruta Real	79






	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:  
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 25 Tercera Parada	79
Ilustración 42 Vuelta al punto de inicio Ruta Real	80
Ilustración 43 Resultado ODIS ruta inicial	81
Ilustración 44 Cuadro resumen ruta con software	81
Ilustración 46 Segunda parada Prueba No. 2.....	83
Ilustración 45 Primera parada prueba No.2.....	83
Ilustración 48 Detalle tercera parada prueba No.2	84
Ilustración 49 Recorrido total prueba No. 2	84
Ilustración 50 Resultado ODIS prueba No.2	86
Ilustración 51 Cuadro resumen ruta no.2 con software	86

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

1. GLOSARIO

ALGORITMO: Secuencia de instrucciones que representan un modelo de solución para determinado tipo de problemas. O bien un conjunto de instrucciones que realizadas en orden conducen a obtener la solución de un problema.

GRAFOS: Un grafo es un conjunto, no vacío, de objetos llamados vértices (o nodos) y una selección de pares de vértices, llamados aristas (edges en inglés) que pueden ser orientados o no. Típicamente, un grafo se representa mediante una serie de puntos (los vértices) conectados por líneas (las aristas).

HEURÍSTICA: Se conoce como heurística al conjunto de técnicas o métodos para resolver un problema. En matemática se define como el método de encontrar patrones de demostración o reglas para encontrar las demostraciones de los teoremas.

LENGUAJE HEX: Se entiende como el código de color hexadecimal o código de colores html utilizado como recurso en diferentes plataformas para dar color a las mismas, esta tabla contiene códigos de los colores y sus valores van desde #000000 a #FFFFFF.

METAHEURÍSTICA: Las metaheurísticas son estas estrategias generales para construir algoritmos, que quedan por encima de las heurísticas, y van algo más allá, se denominan metaheurísticas. Se entiende también como todas aquellas estrategias inteligentes para diseñar o mejorar procedimientos heurísticos muy generales con un alto rendimiento.



MIPYME: Micro, pequeñas y medianas empresas, cuyos valores o definiciones están regulados en la legislación colombiana el artículo 43 de la ley del Plan Nacional de Desarrollo “Prosperidad para Todos (2010-2014)” (Ley 1450 de 2011) se determinó como criterio de clasificación las ventas y se ordenó al Gobierno nacional.

ODIS: Nombre asignado al desarrollo de software resultado de este trabajo de investigación que significa Óptima Distribución.

TEORÍA DE GRAFOS: También llamada teoría de las gráficas, estudia las propiedades de los grafos también llamadas gráficas.

VIDFO: Nombre de la empresa sobre la cual se desarrollará la investigación y sobre la cual se pondrá a prueba el programa.

VRP: Vehicle Routing Problem o Problema de Ruteo de Vehículos, es uno de los problemas más comunes dentro de las operaciones logísticas, que plantea la búsqueda de la solución óptima con diferentes restricciones tales como: número de vehículos, su capacidad, lugares de destino (clientes) y demanda de los clientes.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

2. RESUMEN



El siguiente trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar un software para la mipyme VIDFO cuya base teórica sea el modelo VRP, que genere rutas óptimas de distribución a los clientes y a su vez sirva para control de costos en la operación.

Para el desarrollo de esta investigación se eligió una pequeña empresa (VIDFO) de la cual se extrajo la información relevante como su organización, funcionamiento, áreas de trabajo, número de empleados y ubicación de clientes.

Fue necesario realizar una revisión bibliográfica, así como el planteamiento de un algoritmo basado en un modelo de solución de problemas de transporte. El modelo VRP es el indicado por que es uno de los modelos de solución claves dentro de este tipo de problemas de ruteo.

Con el fin de presentar una solución funcional a VIDFO se desarrolló un listado de requerimientos técnicos con base en el algoritmo y diseño, los cuales se presentaron a un programador quien fue el encargado de traducir estos desarrollos en un software ajustado a las necesidades explícitas de la empresa y que genera una propuesta de ruta óptima basado en la ubicación de los clientes.

Se realizaron pruebas en las cuales se analizaron y compararon detalladamente las variables medibles como el tiempo, la distancia recorrida y el costo de cada uno de los viajes que realiza VIDFO sin ningún tipo de herramienta que genere rutas. Como resultado se obtuvo un software que es capaz de generar un mapa en tiempo real de la ruta propuesta en la cual se minimiza el tiempo y distancia recorrida con respecto a la forma actual de cálculo en VIDFO, también dio a conocer el costo total de la esta, variable que VIDFO no tenía en cuenta inicialmente y que permite utilizar esta información para beneficio de la mipyme.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

3. INTRODUCCIÓN

En este documento se describirá de forma detallada el problema de distribución de pedidos en una mipyme Bogotana llamada VIDFO y su propuesta de solución por medio de la creación de un software que se basa en un algoritmo creado a partir del modelo de solución de problemas de transporte conocido como VRP.

El proyecto de investigación fue elegido a través de un diagnóstico de observación a la mipyme, en el que se evidencio que el área de despacho y distribución es vital para su funcionamiento, pero está área carece de gestión al momento de clasificar sus clientes y generar el orden de visitas, lo que produce incumplimiento en las entregas y un uso poco eficiente del tiempo, adicional a esto se pudo observar que la empresa no tiene ningún tipo de control o monitoreo de los costos en esta área, lo que la lleva a desconocer el valor de su operación.



Es importante desarrollar esta investigación para dar a conocer a la mipyme las falencias observadas en el área de despacho y distribución, adicional se proporcionaría una solución tecnológica práctica y confiable para el desarrollo de las labores de está. Como ingenieros industriales dentro del desarrollo de nuestra carrera hemos adquirido diversos conocimientos en herramientas como la investigación de operaciones que están enfocados en la solución de problemas como el que presenta VIDFO.

El enfoque elegido para el desarrollo de este proyecto de investigación se centra en la aplicación de herramientas de solución como investigación de operaciones y adicional algunas otras de diagnóstico para hallar las falencias que puedan existir dentro de los procesos propios de las empresas.

Para la ejecución de este enfoque el tipo de investigación que se desarrollará es de carácter descriptivo, el cual propone realizar una revisión bibliográfica del tema principal (Modelos de solución de transporte) y con base en esto decidir si el modelo VRP es el más adecuado para VIDFO; una vez se tenga el modelo de solución se pretende generar un algoritmo, el cual se comprobara por medio de ejercicios prácticos y con hojas de cálculo. Una vez establecido su funcionamiento y efectividad se buscara desarrollarlo en forma de software por medio de un programador con el fin de brindar una solución práctica para VIDFO.

El objetivo para este proyecto de investigación se resume en poder generar rutas óptimas de distribución que VIDFO pueda utilizar para el desarrollo de sus actividades diarias y poder monitorear los costos del área, todo esto con el fin de ampliar el conocimiento de sus operaciones internas y a su vez volver más competitivo su modelo de negocio.

La motivación principal para el desarrollo de este proyecto es poner a prueba las habilidades técnicas y comunicativas, el trabajo en equipo y el conocimiento adquirido

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

en un caso práctico y real consiguiendo que sea útil para el desempeño de una empresa.

Una vez culminado el proyecto se espera tener un software completamente funcional y fácil de utilizar con un nivel de confiabilidad alto para que pueda ser manejado por VIDFO en el área de distribución generando las rutas de entrega de sus productos, monitoreando los costos de esta operación.

Finalmente con este trabajo de investigación se espera tener un nivel importante de aprendizaje y trabajo autónomo, que junto con el trabajo en equipo son factores relevantes para poder cumplir con el objetivo principal de generar un producto que solucione un problema específico para una empresa. Se espera que durante la ejecución de este trabajo se pueda obtener retroalimentación constante de las teorías a consultar y de las pruebas que se puedan realizar; adicional la colaboración y trabajo conjunto con VIDFO y sus colaboradores.

4. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

Desarrollo de un software basado en el modelo vrp para la generación de rutas de distribución en la mipyme vidfo



5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

5.1. Descripción del Problema de Investigación

VIDFO es una mipyme colombiana cuya principal actividad es la producción, comercialización y distribución de bolsas plásticas para diferentes usos desde almacenamiento de basura hasta empaques de productos, la mipyme se encuentra ubicada al sur de Bogotá en la localidad de Kennedy y sus clientes son medianos y pequeños comercios distribuidos a lo largo de toda la ciudad y sus alrededores; una de las áreas más relevantes para el funcionamiento de la mipyme es la de despacho y distribución.

La distribución es a su vez una de las operaciones logísticas más críticas para VIDFO, ya que está sujeta a muchas variables externas que no se pueden controlar fácilmente, como el recorrido del transporte en tiempo real, y esto sumado a la gestión interna puede hacer que la distribución sea óptima o no.

Para la realización de las visitas, VIDFO no cuenta con una clasificación de clientes por zonas y tampoco con un estándar de tiempo, ni ningún control en las

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

entregas, lo genera incertidumbre al momento de calcular los costos de la operación.

Actualmente VIDFO cuenta con un vehículo para la distribución y entrega de sus productos a los clientes y este recurso no está siendo aprovechado de la mejor manera; dependiendo del volumen de pedidos y la ubicación de los clientes, los operadores de los vehículos toman rutas arbitrarias para cumplir con sus entregas, y no tiene en cuenta variables como tiempo, distancia y costo de operación, lo que genera un sistema de entrega y distribución poco eficiente y a su vez costoso.



Estas actividades se pueden enmarcar dentro del campo logístico, por que forman parte de la cadena de valor de la mipyme, iniciando desde el transporte de la materia prima desde su origen, hasta la entrega de la mercancía al consumidor final, la logística en este caso hace referencia al almacenamiento y distribución de los productos que maneja VIDFO.

El área de estudio y análisis elegida para el desarrollo de este proyecto es la distribución, ya que la mipyme se encarga de transportar y entregar directamente sus productos a los clientes. El principal problema es el sobre costo en las actividades de operación al momento de elegir las rutas de distribución de sus productos, como no hay ningún método o herramienta que se utilice para planear, calcular y elegir la ruta de distribución óptima.

5.2. Formulación del Problema de Investigación

La descripción del problema permite a los autores identificar necesidades como, la falta de planeación de rutas de distribución de productos a sus respectivos clientes, esto genera el alto costo de operación en el que incurren las pequeñas y medianas empresas en la ciudad con el fin de satisfacer a sus clientes.

A su vez el costo está relacionado a las variables imposibles de controlar como es el caso del nivel de tráfico, estado de las vías, tiempos de espera no detectados entre otros; es por esto que se busca monitorear el costo .Así que ***¿Cómo desarrollar un software para la mipyme VIDFO cuya base teórica sea el modelo VRP que genere una distribución y rutas a los clientes para el monitoreo de los costos en operación?***

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

5.3. Objetivos de la Investigación

5.3.1. Objetivo General

Desarrollar un software para la mipyme VIDFO cuya base teórica sea el modelo VRP, que genere rutas óptimas de distribución a los clientes y a su vez sirva para control de costos en la operación.

5.3.2. Objetivos Específicos



- Realizar un diagnóstico en el área de distribución de la mipyme VIDFO con el fin de conocer su situación actual en la generación de rutas y así poder determinar un modelo para optimizar esta operación.
- Generar un diseño lógico de solución basado en el modelo VRP con el fin de desarrollar un software que genere rutas de distribución óptimas para la mipyme VIDFO.
- Implementar el diseño lógico de solución para la compilación y desarrollo del software.
- Realizar la ejecución y verificación del funcionamiento del software como herramienta de optimización de rutas de distribución para la disminución de costos.

5.4. Justificación Y Delimitación De La Investigación

5.4.1. Justificación

Realizando un paneo general de la situación actual de VIDFO se han evaluado varios modelos de solución óptima de investigación de operaciones para determinar la solución del problema de rutas y distribución que presenta actualmente la mipyme, Desde esta perspectiva, el siguiente trabajo adquiere relevancia en las dimensiones tecnológica, económica, académica y empresarial ya que son estas áreas las que tienen mayor importancia en el desarrollo del proyecto, las cuales se describen a continuación:

Desde la Dimensión tecnológica este proyecto se hace relevante la problemática que se presenta en VIDFO para la planeación de rutas de distribución es la falta de

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

herramientas y conocimientos tecnológicos, por lo cual se propone el desarrollo de un software basado en un modelo VRP (Vehicle Routing Problem - Problema de Ruteo de Vehículos) el cual le servirá a la mipyme como herramienta tecnológica para optimizar la planeación de rutas a la hora de distribuir sus productos a los clientes.



Una de las características fundamentales propuestas para la herramienta es su fácil manejo, y su capacidad para brindar información acertada sobre cuáles son las rutas de distribución óptimas y de igual forma disminuir los costos de la operación en la mipyme. Cabe aclarar que la herramienta trabajará bajo la información generada por la empresa con una base de datos de clientes compuesta por sus nombres y ubicación geográfica, así como se deben relacionar los costos de operación incluidos el transporte y el mantenimiento.

El estado del arte en este campo es incipiente, por tanto un estudio de esta naturaleza aportará al conocimiento existente, a pesar de los desarrollos de software realizados en el mercado que se utilizan para la solución de problemas de rutas, no se encontró material bibliográfico de un desarrollo de software que solucione problemas de distribución y rutas para mipymes, aunque existen documentos que se refieren a los métodos de solución como el VRP, la teoría de grafos y otros modelos metaheurísticos.

De igual forma otro de los aspectos que hace relevante el desarrollo de este proyecto para la mipyme es el económico, ya que se puede ver que los programas existentes que incluyen la solución del problema de rutas están disponibles en el mercado para todas aquellas empresas dedicadas a la logística de transporte y que cuentan con una flota numerosa de vehículos para su distribución, así como una capacidad de adquisición alta, debido a que son desarrollos costosos; en este caso una mipyme como VIDFO no posee los recursos, la estructura organizacional, ni la capacitación tecnológica para adquirir o manejar uno de estos software.

Desde el aspecto empresarial teniendo en cuenta los sobrecostos que se generan VIDFO al no realizar la planeación, es necesario la definición de rutas antes de la distribución, ya que en las rutas se incurren en costos de fletes, combustibles y tiempo, para esto es necesario gestionarlas de manera óptima por medio de la implementación una herramienta que defina las rutas óptimas según las variables que intervienen.

5.4.2. Delimitación

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

El proyecto inicialmente está previsto para ser aplicado en la mipyme VIDFO de Bogotá, y desarrollado en un lapso de 8 meses, dentro de los cuales se busca generar la fundamentación lógica del software, así como su implementación y análisis de resultados inmediatos dando solución al problema de investigación como ejercicio académico.

Con el fin de dar solución al problema de investigación se busca estudiar la forma actual de trabajo de VIDFO y con base en esta desarrollar un modelo algorítmico que optimice esta labor y crear un software, teniendo como base de comparación los resultados totales de distancia, tiempo y control de costos de transporte de la empresa.

El funcionamiento del software estará basado en la información de tiempos de operación, costos de transporte, posición espacial y bases de datos de los clientes suministradas por VIDFO, la veracidad de la información impacta el resultado final que nos arroja el software, porque este trabaja bajo los criterios suministrados.



5.5. Marco de Referencia de la Investigación

5.5.1. Marco Teórico

Con motivo de resolver el problema planteado para esta investigación se debe iniciar con una revisión teórica de los modelos de transporte y sus soluciones. Como base de la investigación se busca realizar una revisión de varias teorías que servirán para encontrar un modelo que permita desarrollar el diseño lógico necesario para la codificación del software como herramienta optimización en la empresa VIDFO.

El T.P.S (Traveling Salesman Problem o Problema del Agente Viajero) fue el primer problema de distribución de rutas, éste pone como caso de estudio a un vendedor que debe visitar un número determinado de ciudades en un solo viaje con la condición de que debe terminar su viaje en el mismo lugar donde inició estableciendo una ruta que le permita realizar la recorrido en el menor tiempo posible.

De este problema se generan algunas variaciones dependiendo de las características especiales y variable, esto se puede ver con detalle en la Tabla 1.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

V.R.P (Vehicle Routing Problem o Problema de Ruteo de Vehículos), es uno de los problemas más comunes dentro de las operaciones logísticas, que plantea la búsqueda de la solución óptima con diferentes restricciones tales como: número de vehículos, su capacidad, lugares de destino (clientes) y demanda de los clientes, entre otras; En este se deben transportar bienes entre almacenes (depots) y clientes (customers), por medio de vehículos a través de una red de caminos. (Rocha Medina, Linda Bibiana; Gonzales La Rota, Elsa Cristina; Orjuela Castillo, Javier Arturo, 2011)




Los bienes pueden ser transportados, tanto de los almacenes a los clientes, como de los clientes a los almacenes. El VRP es un problema NP-difícil que tiene relación con el Problema del Vendedor Viajero, o TSP.

Tabla 1 Clasificación de los problemas VRP

Problema	Objetivo	Optimizar
Transporte	Diseñar una red de distribución donde se tienen definidos nodos de origen y nodos de destino.	Minimizar los costos de los fletes cumpliendo con las restricciones de oferta y demanda.
TSP	Una ruta para un único vehículo que visita todos los nodos a partir de un único origen.	Distancia recorrida. Costos de fletes.
m-TSP	Diseñar las rutas de m vehículos que tienen que pasar por n nodos a partir de un único origen.	Distancia total de las m rutas.
VRP con un depósito	Diseñar las rutas de m vehículos que visitan cada uno de los n nodos a partir de un único origen.	Función de costo del problema.
VRP con más de un depósito	Se tienen k depósitos, se deben diseñar m rutas que atiendan las demandas de todos nodos	Función de costo del problema.

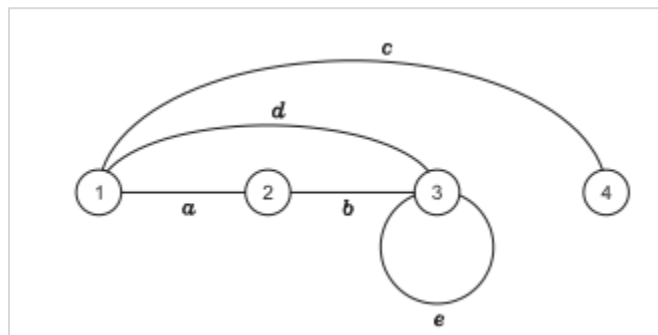
Fuente: (Toro Ocampo, Santa Chávez, & Granada Echeverri, 2013)

Con el fin de comprender y analizar los modelos de rutas es podemos basarnos en la teoría de grafos ya que esta brinda información básica de ubicación y conexión necesarias para la creación e interacción de los modelos de ruteo.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:  
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

La noción matemática de grafo es simplemente unos nodos con algunas conexiones que se llaman aristas. Una arista puede conectar dos nodos, o, como en algunas aplicaciones, un nodo consigo mismo. Una arista está anclada en sus dos extremos a nodos, o posiblemente al mismo nodo en los dos extremos. (hibbard, N.F) Así como se ve en la Gráfica 1 los nodos 1, 2, 3 y 4, están conectados por las aristas a, b, c, d y e.




Gráfica 1 Grafos y Aristas



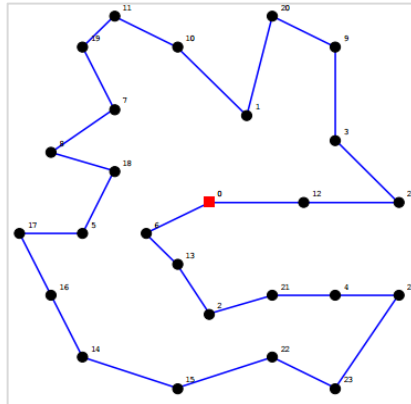
Fuente: (hibbard, N.F)

Como herramienta de solución a los modelos ya descritos se han encontrado diversas heurísticas, en el caso del TSP están la heurística del vecino más cercano y el intercambio de Aristas Or - Opt.

La heurística del vecino más cercano consiste en construir una ruta secuencial a partir del punto de inicio o almacén, eligiendo en cada paso como el nodo siguiente al nodo más cercano al actual; como se puede ver en la Gráfica 2 el primer paso se selecciona el nodo inicial o punto de partida, luego de esto se identifica el nodo más cercano al anterior, siempre y cuando este no haya sido seleccionado antes y así sucesivamente hasta completar todos los nodos del sistema, para este caso es necesario tener relacionada una tabla de costos de traslado entre los nodos, con el fin de conocer cuál es el costo total de la ruta escogida. (Sandoya Sanchez, 2007)

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:  
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

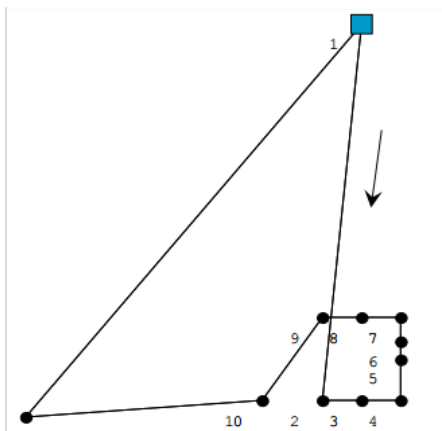
Gráfica 2 Heurística del vecino más cercano



Fuente: (Sandoya Sanchez, 2007)

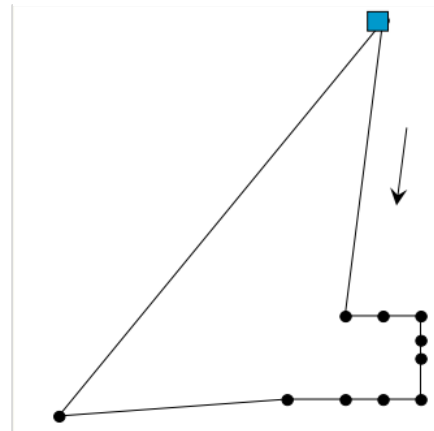
Otra Heurística de solución es la de intercambio de aristas Or - Opt que consiste en disminuir la formación de cruces entre aristas de la ruta, como primer paso se traza una ruta inicial en secuencia con el orden de los nodos luego de esto se genera una ruta 2-OPT donde se borran dos arcos que se estén cruzando hasta obtener una ruta mejorada que reconecte los arcos sin ningún cruce, para el caso de cruce de tres arcos se genera una ruta 3-OPT.

Gráfica 4 Ruta original






Fuente: (Sandoya Sanchez, 2007)

Gráfica 3 Ruta 2-OPT



Fuente: (Sandoya Sanchez, 2007)

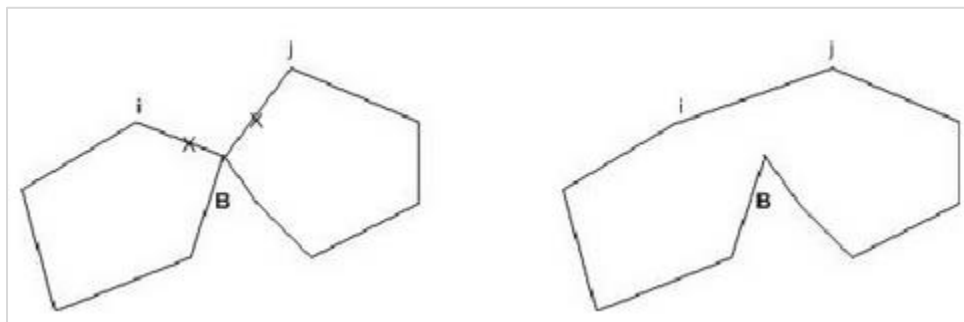
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:  
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Para desarrollar los problemas de tipo VRP se utilizan dos tipos de heurística, la clásica y la meta-heurística, de la primera una de las más reconocidas es la de Clarke & Wright, que consiste en combinar rutas con el fin de crear una sola ruta y producir ahorros en los costos.

En el algoritmo se debe construir para cada cliente i y j las ruta $(0, i, 0)$ y $(0, j, 0)$ respectivamente, donde 0 representa el depósito (D); el nodo i indica el último recorrido de la ruta r_i y el nodo j es el inicio de la ruta r_j . Los costos de las rutas se denotan como $C(0,i,0)$ y $C(0,j,0)$, estas pueden ser combinadas formando una nueva ruta $(0, \dots, i, j, \dots, 0)$ como se muestra en la Gráfica 3 y 4.




El ahorro en distancia obtenido por dicha unión es $S_{ij} = C_{io} + C_{of} - C_{ij}$ pues en la nueva solución los arcos $(i, 0)$ y $(0, j)$ no serán utilizados y se agregará el arco (i, j) . En este algoritmo se parte de una solución inicial y se realizan las uniones que den mayores ahorros, siempre que no violen las restricciones del problema. (VÁSQUEZ MORALES, 2007)

Gráfica 5 Heurística de Clarke & Wright



Fuente: (Sandoya Sanchez, 2007)

Para solucionar el algoritmo supóngase que se tiene un nodo depósito, identificado por 0 y n nodos que representan a los clientes. Se asume que son conocidos los costos de transporte de ir de un nodo i a un nodo j y sus respectivas demandas.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:  
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

El algoritmo supone que hay un vehículo para cada uno de los clientes. Por lo tanto, hay n rutas separadas desde el depósito a cada uno de los clientes. El costo total asociado a ésta solución es: $s_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$.

Se calculan todos los posibles ahorros asociados a las fusiones entre dos rutas. El número total de ahorros es igual a:

$$\binom{n}{2} = \frac{n!}{2!(n-2)!} = \frac{n(n-1)}{2}$$

Para las dos rutas $(0, i, 0)$ y $(0, j, 0)$ el ahorro por la unión de las rutas es igual a:

$$s_{ij} = (C_{0i} + C_{i0} + C_{0j} + C_{j0}) - (C_{0i} + C_{ij} + C_{j0})$$



$$s_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$$

Dónde: c_{ij} es el costo de ir del nodo i al nodo j . (CONTRERAS PINTO, CLAUDIA MARCELA; DÍAZ DELGADO, MARÍA FERNANDA;, 2010)

Sea, $S_{i^*, j^*} = \text{Max } S_{ij}$ donde el máximo se toma entre los ahorros que no han sido considerados aún. Sean r_{i^*} y r_{j^*} las rutas que contienen a i^* y j^* respectivamente. Si i^* es el último cliente del primer cliente de r_{j^*} , y la combinación es factible (capacidad, máxima distancia, etc.), combinarlas. (VÁSQUEZ MORALES, 2007), esto se puede ver mas claramente en la Gráfica 5.

Programación de Software

Se entiende por software aquellos componentes de un sistema informático que no son tangibles, para la programación y desarrollo de un software es necesario conocer y conceptualizar diferentes fases para el cumplimiento del objetivo de desarrollo, en estas fases se comprende el análisis del problema específico como base, el diseño o desarrollo de algoritmo, la transformación del algoritmo en un programa que es la codificación, la compilación y la ejecución del software, la verificación y/o validación, por último un mantenimiento y si se requiere la retroalimentación (T.W. Pratt y M.V. Zelkowitz, Lenguajes de

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

programación: diseño e implementación, Prentice-Hall Hispanoamericana, 3 ed., 1998) (diccionario de informática publicado por la Oxford University Press (1993)



5.5.2 Estado del Arte

Para la selección el método de solución fue necesaria la realización de una búsqueda bibliográfica que nos brindara herramientas y experiencias para el desarrollo del proyecto. En el artículo “Una revisión al estado del arte del problema de ruteo de vehículos: Evolución histórica y métodos de solución” (Rocha Medina, Linda Bibiana; Gonzales La Rota, Elsa Cristina; Orjuela Castillo, Javier Arturo, 2011) se encontró información acerca de la historia, tipologías y métodos de solución del Problema de Ruteo de Vehículos (VRP). Explica las diferentes variaciones que han surgido, y hace referencia a las categorías básicas de VRP, los métodos de solución propuestos, así como sus tendencias. Estas se pueden ver a manera de guía básica lo que nos permitió encontrar puntos de partida y referencias a para revisar en profundidad la literatura que permita abordar el estudio de problemas VRP que sean de su interés.

Estos modelos son ampliamente utilizados en todos los ámbitos, así se identificó en el documento “Solución del problema de ruteo de vehículos en la distribución de papa en Colombia” (Toro Ocampo, Santa Chávez, & Granada Echeverri, 2013) cuyo objetivo es diseñar una ruta que minimice los trayectos en vacío (sin carga) de la flota de vehículos. La solución del problema se realizó mediante diferentes estrategias, tales como: el algoritmo de transporte, la heurística del vecino más cercano, y la técnica Colonia de Hormigas; donde se concluyó que este tipo de problemas puede ser resuelto usando otras técnicas heurísticas y metaheurísticas e incluso planteando híbridos entre ambas a fin de evaluar el desempeño y medir la calidad de las respuestas.

De acuerdo a lo que mencionan los (Puchades Cortés, Vanesa; Mula Bru, Josefa; Rodríguez Villalobos, Alejandro;, 2008) en el artículo Aplicación de la Teoría de Grafos para mejorar la planificación de rutas de trabajo de una empresa del sector de la distribución automática, tienen como objetivos evaluar la efectividad de una política actual de rutas de una empresa y compararla con la política óptima obtenida mediante las aplicaciones informáticas grafos y rutas.

En este trabajo se aplica el algoritmo del problema del viajante, que se adapta a las características del problema de la empresa y minimiza los costos, así como evaluar la política actual de gestión de rutas; dentro del desarrollo de este



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

artículo se observa una similitud con el proyecto a implementar en VIDFO, debido a que se plantean un problema de rutas y generar su solución mediante herramientas informáticas basadas en grafos, donde mencionan que la mejor opción es re ajustar las rutas iniciales para optimizarlas, ya que el sistema propuesto facilitará a la empresa poder planificar nuevas rutas o añadir nuevos clientes a las rutas existentes en la jornada.

Se logró identificar la importancia de la teoría de grafos en el análisis y desarrollo de los problemas de ruteo, así se evidencia en el artículo “Solución de problemas de ruteo de vehículos con restricciones de capacidad usando la teoría de grafos”, donde se utiliza la teoría de grafos como herramienta para la solución de problemas de ruteo de vehículos con restricciones de capacidad (Capacitated Vehicle Routing Problem, CVRP) mostrando la aplicación de una herramienta informática basada en la teoría de grafos para analizar y resolver un CVRP en una empresa de transporte de carga a nivel nacional. Este documento se encuentra alineado con el fin de desarrollar un software que optimice el ruteo de la empresa VIDFO, adicional de este se pudo conocer que la aplicación desarrollada para la solución del CVRP permitió demostrar la importancia de la utilización de herramientas informáticas para resolver problemas de ruteo con el fin de optimizar costos para la obtención de ventajas competitivas en sistemas de distribución comercial caracterizados por altos costos operacionales e incremento permanente en los fletes; (Correa Espinal, Alexander; Cogollo Flórez, Juan; Salazar López, Juan,; 2011), lo que nos orienta en el desarrollo de un software conociendo que es posible hacerlo y que sus resultados son exitosos.

Dentro de esta misma línea se encontró que el tema de trabajo de “El hombre y la máquina Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte” desarrollado por (Bermeo Muñoz, Elver A.; Calderón Sotero, Jaime Hernán,; 2009) busca diseñar un modelo de optimización de rutas de transporte aplicable a las empresas por medio de la creación de programas de simulación que le permitan la evaluación de alternativas operativas para recrear la actividad actual de cualquier organización y tomar decisiones no tan apresuradamente, como suele hacerse.

También dentro de su artículo fueron notorios los ahorros de la simulación se comprueban al identificar y eliminar problemas e ineficiencias que no podrían ser detectadas antes de la implementación, reduce costos al eliminar sobre diseños y factores excesivos de seguridad que son añadidos cuando algunos proyectos son inciertos; ayuda importante para el desarrollo de este proyecto ya que se



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

demonstró que es posible reducir los costos de una empresa por medio de la implementación de un software.

En la búsqueda bibliográfica se evidencio que hay diversos algoritmos para la solución de problemas de ruteo, uno de ellos fue el expuesto por (Crichigno, Jorge; Talavera, Francisco; Prieto, Joel ; Barán, Benjamín ;) en su trabajo “Enrutamiento Multicast Utilizando Optimización Multiobjetivo” que propone un algoritmo de enrutamiento multicast multiobjetivo, basado en un Algoritmo Evolutivo de Optimización Multiobjetivo (MOEA) con una población externa de soluciones Pareto óptimas, llamado Strength Pareto Evolutionary Algorithm (SPEA). Dicho algoritmo halla un árbol multicast optimizando varias funciones objetivo simultáneamente; con este se pudo identificar que el la propuesta de un nuevo algoritmo de solución basado en otros ya creados no se alinea con la intensidad de solución de nuestro proyecto.

En la presentación EL Problema del Vendedor Viajero (TSP) y Programación Entera (IP) dan a conocer muchas técnicas generales que han nacido del TSP, En el desarrollo de las diferentes metodologías se establece el algoritmo genético modificado como una metaheurística para la solución del problema, para lo cual se implementa el código en el software matlab, el que por su gran capacidad de manejo matemático por funciones, facilita en gran medida la operatividad de la codificación algorítmica, identificamos de esta presentación la búsqueda de solución por medio de herramientas tecnológicas académicas, esto nos un panorama para el desarrollo de una herramienta tecnológica enfocada en las mipymes para la solución de problemas de ruteo. (Espinoza, 2006)

Otro de los documentos presenta el desarrollo de un framework o estructura conceptual de software llamada SIM-EPSO, para la solución del Problema de Ruteo de Vehículos con Demandas Estocásticas (VRPSD) con descarga preventiva para el caso de un solo vehículo, donde se desarrolló la metaheurística híbrida Optimización de Enjambre de Partículas Evolutivo (EPSO) y Simulación Monte Carlo para la evaluación de la función objetivo. Con este se pudo determinar que para cada variable del VRP hay una alternativa de solución que busca utilizar los algoritmos existentes para la creación de software que evidencian la eficiencia de estos para encontrar mejores soluciones. (Galvan, Silvia; Arias, Javier; Lamos, Henry;, 2013). Con esta revisión bibliográfica se pudo identificar y conocer los diversos modelos y algoritmos heurísticos que se pueden utilizar para la solución de los problemas de ruteo, adicional se ve la eficiencia de estos al aplicarlos en las simulaciones o empresas ya que presentan un paralelo de disminución de costos de transporte



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

con la implementación de las herramientas ya sea como sistemas de información o simplemente en el desarrollo del mismo.

Dentro de las metodologías que existen para la solución de problemas de ruteo encontramos en el artículo **BRANCH & BOUND Y EL PROBLEMA DEL AGENTE VIAJERO** una técnica de diseño algorítmica nombrada Branch and Bound o poda, El diseño de Ramificación y Poda puede seguir un recorrido de su árbol de expansión en anchura ,en profundidad, o utilizando el cálculo de funciones de costos para seleccionar el nodo que en principio parezca más prometedor a analizar (estrategia del mínimo costo).Es por eso que sigue siendo de interés el estudio de este tipo de problemas y dentro de la investigación de los TSP, se ha planteado la posibilidad de tener una implementación paralela del problema del Agente Viajero utilizando como técnica algorítmica de solución la de Ramificación y Poda (Branch and Bound) , lo que genera soluciones en cuanto paradigmas algorítmicos computacionales , con esto se puede identificar un complemento a las soluciones de VRP que se plantea en el para VIDFO, siendo una alternativa de solución. (Rossainz López, N.F)

En la presentación de Métodos Exactos y Heurísticos para resolver el problema del agente viajero (TSP) y el problema de ruteo de vehículos (VRP), se da a conocer las clases de VRP que existen, sus variable , los métodos heurísticos para el VRP, redes físicas y grafos , esta presentación de la (Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2007), nos amplía la información sobre estas metodologías de soluciones siendo de gran importancia en nuestra búsqueda de bases para la elección de la metodología más adecuada y que nos de los resultados óptimos para lograr su implementación computacional que pueden servir de núcleo para la generación de software de interés comercial.

En el artículo de solución del problema de ruteo de vehículos dependientes del tiempo utilizando un algoritmo genético modificado, el tema central es desarrollar e implementar una metodología basada en el Algoritmo Genético modificado que permita establecer las rutas de los vehículos en el problema de ruteo de vehículos dependientes de tiempo, teniendo en cuenta como función objetivo la minimización de los costos requeridos en la ejecución de todas las visitas desde el depósito. Teniendo en cuanta el desarrollo de este artículo, se puede identificar la manera de minimizar los costos de una manera eficiente mediante la solución de problemas de ruteo lo que nos da un idea de cómo enfocar estas herramientas en los pilares económicos de VIDFO, ya que el variable del tiempo

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

es fundamental en la ciudad de Bogotá para determinar costos de operación de rutas. (GUASMAYAN GUASMAYAN, 2014)

5.5. Tipo de Investigación

El tipo de investigación a utilizar para el desarrollo del problema planteado es de tipo descriptivo, se basa en una revisión documental y un estudio de caso dentro del cual se busca identificar características y cualidades del modelo actual de distribución y ruteo de VIDFO, esto con el fin de conocer la situación real de la operaciones dentro de estas áreas y así poder plantear posibles soluciones enfocadas a optimizar el proceso de entrega mediante el desarrollo de una herramienta tecnológica específica.



5.5.2.1. Diseño Metodológico

El tipo de investigación utilizada para el desarrollo de este proyecto es descriptiva, enfocada en el conocimiento de los procesos actuales del área de distribución en VIDFO, sus respectivas características y necesidades, comparándolos frente a la teoría de modelos de ruteo, con el fin de encontrar el más alineado a estas y que genere una solución óptima en el desarrollo de rutas y monitoreo de costos de la mipyme.

La ejecución de la investigación se realizó por fases orientado al alcance de los objetivos específicos del proyecto, definidas así:

Fase 1: Investigación General

- Revisión y análisis documental con base en bibliografía indexada para el marco teórico y el estado del arte.
- Acercamientos iniciales con VIDFO.
- Identificación de modelos y métodos heurísticos de solución para problemas de ruteo.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Fase 2: Etapa de conocimiento VIDFO

- Conocimiento las actividades generales de la mipyme
- Descripción del producto
- Entrevista con un miembro del equipo de trabajo para conocer el funcionamiento del área de distribución
- Descripción de la asignación de rutas en VIDFO
- Identificación de los factores limitantes en la asignación de rutas

Fase 3: Modelo de solución

- Identificación de la limitación principal en la asignación de rutas
- Selección del modelo de solución de acuerdo a las necesidades encontradas
- Propuesta de algoritmo de solución a partir de un modelo matemático
- Comprobación del algoritmo de solución

Fase 4: Desarrollo del Software




- Explicación del algoritmo de solución al programador
- Delimitación del alcance del software
- Levantamiento de requerimientos técnicos y de diseño para el software
- Seguimiento del desarrollo del software

Fase 5: Pruebas

- Creación de rutas con el método VIDFO
- Medición y seguimiento de una ruta real con equipo de trabajo VIDFO
- Creación de rutas con el algoritmo de solución propuesto
- Revisión de la efectividad de funcionamiento del software
- Medición y seguimiento de la ruta con el algoritmo propuesto
- Comparación de rutas y datos recolectados
- Análisis de los datos recolectados
- Conclusiones de funcionamiento y efectividad del software

Para la fase 5 se utilizaron diversas aplicaciones disponibles en el mercado y de gratis acceso que proporcionan la medición y control de la distancia recorrida, el tiempo empleado para esta, así como el mapa del recorrido realizado; todo en tiempo real y proporcionando datos verídicos comparables con los arrojados por el software.

Durante la ejecución de este proyecto y dentro del desarrollo del algoritmo de solución se identificó que las variables dependientes de investigación son: tiempo de recorrido y

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:  
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

costos de ruta, así como las independientes son la forma de creación de la ruta y los km recorridos de acuerdo a la creación de la ruta.

5.5.3. Fuentes Para la Obtención de Información

Fuentes Primarias:

- Mipyme para el caso de estudio VIDFO

Fuentes Secundarias:

- Periódicos
- Libros Especializados
- Artículos Científicos
- Trabajos de investigación

5.6. Recursos

- **Físicos:**

- a. Espacios adecuados para desarrollar el trabajo

- **Tecnológicos:**



- a. Equipo con especificaciones técnicas para el desarrollo de software.
- b. Software de programación.
- c. Acceso a bases de datos.

- **Informativos:**

- a. Material Bibliográfico
- b. Históricos de ventas de VIDFO
- c. Bases de datos de clientes de VIDFO
- d. Información de los producto
- e. Información acerca de la logística actual que tiene la Mipyme

- **Económicos:**

- a. Programador de software
- b. Papelería
- c. Transporte
- d. Alimenticios

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

5.8 Presupuesto

Tabla 2 Presupuesto global del proyecto



RUBRO	FUENTE		TOTAL
	CONTRAPARTIDA	INSTITUCIÓN	
Personal	\$ 9.568.000	\$ 2.455.000	\$ 12.023.000
Equipo	\$ 1.530.000		\$ 1.530.000
Gastos generales	\$ 234.600		\$ 234.600
Software	\$ 925.000		\$ 925.000
Imprevistos	\$ 823.600		\$ 823.600
TOTAL			\$ 15.536.200

Fuente: Autores

5.8.1 GASTOS DE PERSONAL

Tabla 3 Presupuesto para gastos de personal

RUBRO	FUNCIONES	DEDICACIÓN H/S	RECURSOS		TOTAL
			CONTRAPARTIDA	INSTITUCIÓN	
Investigador principal	A. Liderar	2			\$ 430.000
	B. Organizar			\$ 43.000	
	C. Asesor-director				
Coinvestigadores	A. Diseño y aplicación de instrumentos.	16	\$ 26.000		\$ 9.568.000

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

	B. Procesamiento y análisis de resultados.				
	C. Elaboración de informes.				
Programador	A. Codificación	5		\$ 45.000	\$ 2.025.000
	B. Compilar				
	C. Validar				
TOTAL					\$ 12.023.000



Fuente: Autores

5.8.2 GASTOS DE EQUIPO

Tabla 4 Presupuesto para gastos de equipo

RUBRO	RECURSOS		TOTAL
	CONTRAPARTID A	INSTITUCIÓN	
Equipo portátil Intel Corei 5	\$ 1.400.000		\$ 1.400.000
Impresora HP Deskjet 2050 Incluye cartucho de tinta negra HP 300 y de tinta tricolor HP 300, CD con software HP.	\$ 130.000		\$ 130.000
TOTAL			\$ 1.530.000

Fuente: Autores

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

5.8.3 GASTOS GENERALES

Tabla 5 Presupuesto para gastos generales

RUBRO	RECURSOS		TOTAL
	CONTRAPARTIDA	INSTITUCIÓN	
Transporte	\$ 129.600		\$ 129.600
Resma de papel tamaño carta	\$ 15.000		\$ 15.000
Fotocopias	\$ 30.000		\$ 30.000
Internet	\$ 60.000		\$ 60.000
TOTAL			\$ 234.600



Fuente: Autores

5.8.4 GASTOS DE SOFTWARE

Tabla 6 Presupuesto para gastos de software

RUBRO	RECURSOS		TOTAL
	CONTRAPARTIDA	INSTITUCIÓN	
Sistema operativo Windows 10 Pro	\$ 525.000		\$ 525.000
Lic. Office hogar y pequeña empresa 2010. Incluye Word 2013, Excel 2013, PowerPoint 2013, OneNote 2013 y Outlook 2013	\$ 400.000		\$ 400.000
TOTAL			\$ 925.000

Fuente: Autores

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

6 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

6.1 Diagnóstico

Con el fin de dar solución al objetivo general del proyecto, donde se pretende desarrollar un software para la distribución de productos de VIDFO se iniciara con la aplicación de un diagnóstico donde se busca conocer aspectos generales de la empresa que influyen en la distribución de rutas, así como los factores directamente relacionados con esta actividad.

6.1.1 Etapa de Conocimiento:

Para el desarrollo del diagnóstico es necesario recordar que VIDFO es una mipyme Bogotana, dedicada a la producción y distribución de bolsas de basura en diferentes presentaciones; se encuentra ubicada en la Cra 80 G No. 55 – 48 Sur, siendo este su punto de operación y centro de distribución.

En la actualidad cuenta con 56 clientes principales entre los que se destacan tiendas de barrio, Cooratiendas y Mini Surtimax, ubicados en la ciudad de Bogotá y sus alrededores, adicional a esto VIDFO cuenta con un automóvil particular destinado a la distribución de sus productos, labor que se realiza de lunes a sábado en los horarios de 8:30 a.m. a 4:30 p.m., con un tiempo de atención de 6 horas totales al día, teniendo en cuenta los tiempos de alistamiento y entrega estimado en 20 minutos por cada cliente y el depósito. Este vehículo permite cumplir con las entregas sin verse afectados por las restricciones de pico y placa establecidas actualmente para la ciudad.

La mipyme se encuentra conformada por 4 personas, siendo 3 los encargados de la producción y uno encargado de la distribución; el proceso de distribución de productos y la asignación de rutas es lo que estudiaremos en el desarrollo de este proyecto de investigación debido a que estas actividades generan altos costos de operación para la mipyme.

6.1.1.1 Actividades principales:

Las actividades que desarrolla VIDFO en su operación diaria se pueden ver en el diagrama de procesos representado en la Ilustración 1.



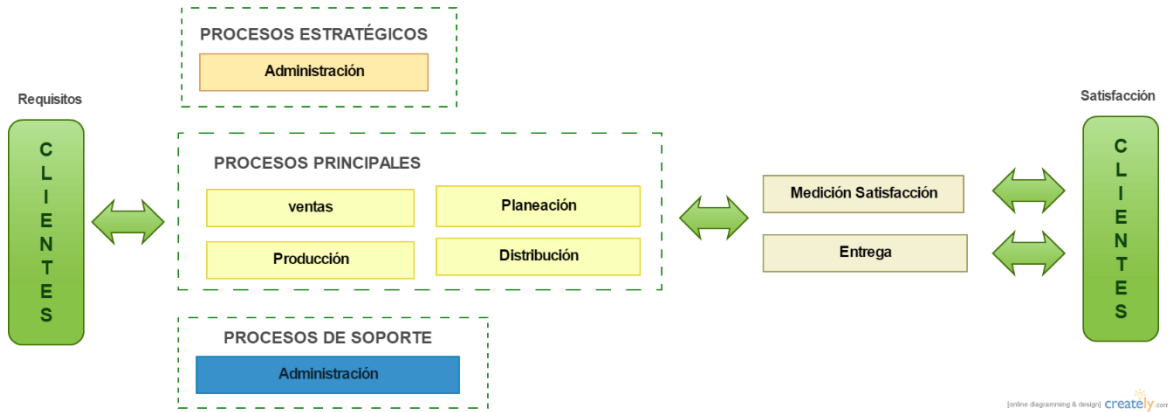
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 1 Actividades principales de VIDFO



Fuente: Autores, diseñado con creately.com/

6.1.1.2 Descripción del producto:

El producto de VIDFO como lo hemos mencionado anteriormente son bolsas de basuras, sus diferentes características se pueden ver en la Tabla 7, así como se puede apreciar su empaque en las Ilustraciones 2, 3, 4, 5 y 6:

Tabla 7 Descripción del producto

Tipo de producto	Tamaño	Dimensión	Calibre	Unidades
Tipo A Semi-Industrial	Grande	66x90 cm	1.6	6
Tipo B Industrial	Gigante	71x100 cm	3	6
Tipo C Apartamento	Mediano	56x76 cm	1.3	6
Tipo D Oficina Especial	Pequeño	51x65 cm	1.2	6
Tipo J Súper Industrial	Jumbo	83x110 cm	2.8	6

Fuente VIDFO




	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:  
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 3 Bolsa Tipo A



Fuente VIDFO

Ilustración 2 Bolsa Tipo B



Fuente VIDFO

Ilustración 5 Bolsa Tipo C



Fuente VIDFO

Ilustración 4 Bolsa Tipo D



Fuente VIDFO





	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:   
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 6 Bolsa Tipo J



Fuente VIDFO

6.1.1.3 Entrevista:



Con el fin de conocer a profundidad el proceso de asignación de rutas que se lleva a cabo en el área de distribución, en el cual se enfocará el desarrollo de este proyecto, se escogió el instrumento de entrevista para la recolección de datos relevantes en el proceso de asignación de rutas, a la persona encargada del área se le realizó la siguiente entrevista:

Universidad ECCI
Trabajo de grado Ingeniería Industrial
Asesor: Rubén Darío Buitrago

Cuestionario Dirigido a trabajadores VIDFO

Objetivo: El presente cuestionario tiene como finalidad recolectar datos importantes para realizar el trabajo de campo del desarrollo del proyecto de grado **“Desarrollo de un software basado en el modelo VRP para la generación de rutas de distribución óptimas para la reducción de costos de operación en la mipyme VIDFO”** de los estudiantes de 10mo semestre de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad ECCI.

Tales datos serán de vital importancia para realizar el diagnóstico interno de la empresa VIDFO que fue escogida como unidad de análisis para este

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

estudio. En virtud a lo anterior, se le agradecerá de forma muy especial su colaboración para responder las preguntas que encontrará a continuación. Cabe señalar que los datos que usted exponga, serán tratados con profesionalismo, discreción y responsabilidad. Muchas gracias.



Instrucciones: Conteste las siguientes preguntas con responsabilidad y honestidad de acuerdo a las experiencias que ha vivido como trabajador en este establecimiento.

1. **¿Cuáles son las actividades y/o operaciones que tiene el proceso de producción de VIDFO?**
2. **Describa cómo es el proceso de toma de pedidos de los clientes**
3. **Cuántos clientes tienen y como los clasifican para los clientes**
4. **¿Cuántos vehículos tiene?**
5. **¿Cuántos clientes visitan en un día?**
6. **¿Cuánto tiempo se demoran llevando y entregando los pedidos?**
7. **¿Utilizan algún tipo de dispositivo o herramienta para calcular la ruta de entregar los pedidos?**
8. **¿Conocen la distancia hasta cada cliente?**

Respuestas:

1. **¿Cuáles son las actividades y/o operaciones que tiene el proceso de producción de VIDFO?**

- Toma de pedidos
- Revisión/ compra de materiales
- Producción
 - Alistamiento de materiales
 - Corte y adecuación
 - Sellamiento
 - Empaque del producto
 - Sellamiento del empaque
 - Alistamiento para distribución
- Programación de ruta
- Distribución

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

2. Describa cómo es el proceso de toma de pedidos de los clientes

La toma de pedidos de los clientes se realiza por vía telefónica o visita, donde estos hacen sus pedidos; o en algunas ocasiones el encargado de ventas está en contacto con ellos y toda directamente el pedido.

3. Cuantos clientes tienen y como los clasifican para los clientes

VIDFO cuenta con 56 clientes recurrentes y están clasificados por:

- Tiendas de barrio
- Cooratiendas
- Mini Surtimax

4. ¿Cuántos vehículos tiene?

VIDFO cuenta con un vehículo

5. ¿Cuántos clientes visitan en un día?

Dependiendo de los pedidos que se tengan planeados para el día y del tamaño de estos.

6. ¿Cuánto tiempo se demoran llevando y entregando los pedidos?

El tiempo del recorrido depende de la ruta, el tráfico y el número de clientes, y no se tiene determinado ningún tiempo específico para los recorridos.

Una vez se llega donde el cliente el tiempo estimado en las entregas es de 20 minutos.

7. ¿Utilizan algún tipo de dispositivo o herramienta para calcular la ruta de entregar los pedidos?



No, esto se hace de acuerdo a la experiencia del conductor.

8. ¿Conocen la distancia hasta cada cliente?

No, pero se tiene un estimado de donde está ubicado cada uno.

6.1.1.4 Asignación de Rutas:

La asignación de rutas es el punto clave dentro de la distribución de producto, puesto que permite organizar los viajes y cumplir con las necesidades de los clientes. Actualmente está se encuentra definida de acuerdo al tipo de negociación con el cliente, ya que algunos solicitan sus

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

pedidos de acuerdo al stock en sus almacenes y otros prefieren esperarlos de forma periódica.

VIDFO genera sus rutas de distribución de una forma absolutamente empírica, se hace referencia de esto en la Ilustración 7.

En los casos periódicos ya se conoce la frecuencia, la ubicación del cliente y la cantidad de pedido, esta información es clave para el alistamiento y la asignación de las rutas. De lo contrario es necesario contactar a los clientes con el fin de tomar sus pedidos; estas llamadas se realizan semanalmente para programar los pedidos.

Una vez se conozcan todos los pedidos para la semana se clasifican los clientes por sector, al realizar este consolidado si se encuentran más de 3 pedidos por sector se establece una ruta única para este, de lo contrario se organiza la visita del sector más cercano al más lejano. El resto de visitas se van organizando de acuerdo a su sector y se le asigna a cada uno un día de la semana para hacer la entrega. Se establecen 3 visitas diarias con el fin de cubrir los pedidos de cada sector.





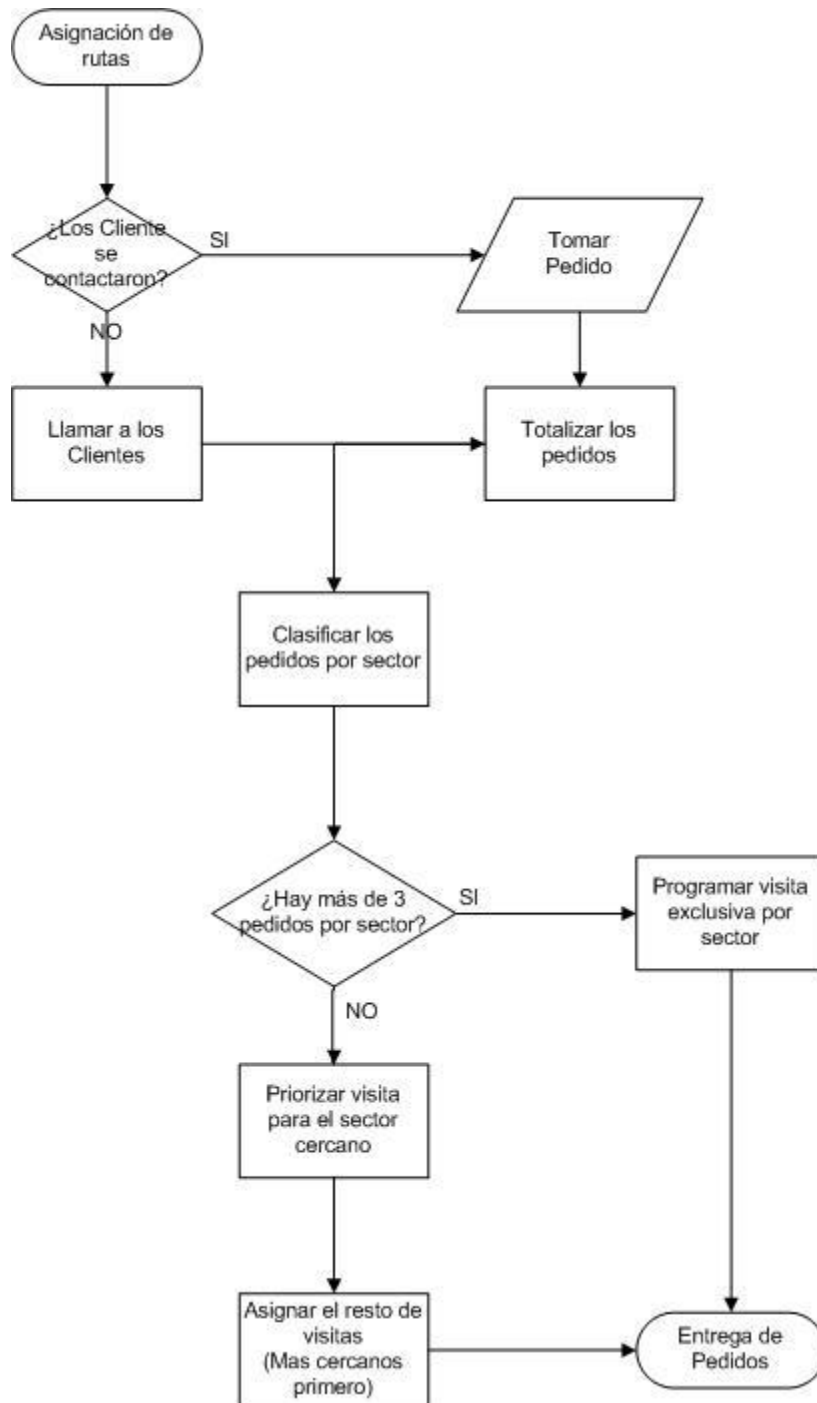


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:   
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 7 Método de asignación de rutas VIDFO



Fuente Autores

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

6.1.1.5 Factores limitantes:

Dentro del proceso de asignación de rutas se han identificado varios factores que afectan y limitan directamente del proceso como lo son:

- Número de clientes en el día
- Tiempo total de distribución
- Distancia total de distribución
- No. de vehículos para la distribución
- **Capacidad de los vehículos**
- Inventario
- Costo Total de una ruta
- Nivel de cumplimiento

Actualmente VIDFO cuenta con 56 clientes a los cuales entrega mercancía frecuentemente, estos son priorizados de acuerdo a las fechas pactadas inicialmente como lo pueden ser 1 vez a la semana, 2 veces al mes, 1 vez al mes, etc.; esto puede variar de acuerdo al volumen de ventas de cada proveedor o la frecuencia de rotación de su stock, en su mayoría se ve como los clientes realizan sus pedidos de acuerdo a la necesidad inmediata, VIDFO atiende estos pedidos de forma inmediata.

Como se mencionaba anteriormente VIDFO cuenta con 1 vehículo particular (placa amarilla),

VIDFO no cuenta con políticas de inventarios claramente definidas, debido a que en su mayoría maneja cero inventarios por el alto nivel de rotación del producto y adicional por el hecho de que la producción se realiza sobre pedido, con anterioridad se llama a confirmar los pedidos realizados y en la mayoría de las ocasiones son los clientes quienes solicitan productos de acuerdo a sus necesidades inmediatas.

Con el fin de tener un acercamiento real a los factores no mencionados como el Tiempo total de distribución, la Distancia total de distribución, el Costo Total de una ruta y el Nivel de cumplimiento, se tomaron los datos reales de una distribución al azar, en esta se evidencio como es el proceso de distribución y se tomaron los datos reales como se puede ver a en la Ilustración 8 :



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 8 Datos aleatorios de distribución



PRUEBA INICIAL			
Fecha de Entrega		12/05/2015	
No. De clientes		3	
Orden visita	Dirección	Distancia km	Tiempo
0	Carrera 80g # 55 sur - 48	-	-
1	Cl. 45 Sur # 81c - 02	0,96	05:45 min
2	Cra 87. 87d # 40 sur - 52	3,86	48:46 min
3	Cl. 78 Sur # 8 -67	5,14	02:07:19 horas
Distancia total del recorrido		9,65 km	
Tiempo total del recorrido		02:51:44 horas	
Valor del combustible		No estimado	
Costo total del recorrido		No estimado	

Fuente VIDFO y Autores

6.1.1.6 Identificación del problema:

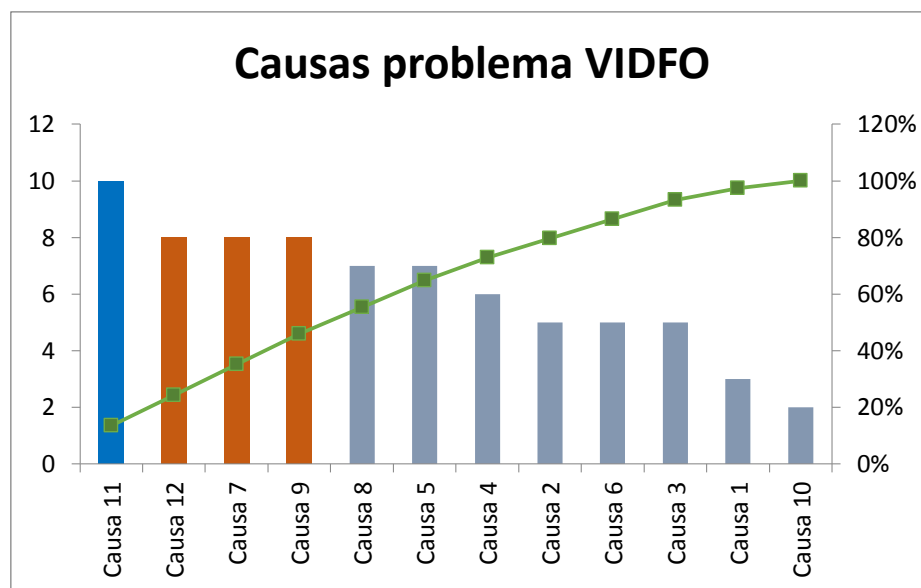
De acuerdo a la información recolectada durante la etapa de conocimiento de este diagnóstico se identificaron varios problemas que se presentan en el proceso de distribución de VIDFO:

1. Niveles de Stock Variables
2. No se tiene una base de datos de clientes delimitada
3. No hay clasificación de los clientes
4. No hay un proceso de toma de pedidos claramente identificada
5. La asignación de rutas se da de acuerdo a la prioridad de entrega
6. Demoras e incumplimientos en las horas y/o fechas acordadas con el cliente para la entrega
7. No hay criterios sólidos para determinar el orden de una ruta
8. Las rutas de entrega no están definidas y son variables
9. Las rutas de distribución no son óptimas ya que se escogen arbitrariamente
10. No se conocen los costos de distribución
11. Falta de planeación de las rutas de distribución
12. No se utiliza ninguna herramienta para planear las rutas

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Las causas están identificadas con un número para hacer mucho más fácil su ponderación, luego de realizar la entrevista consignada en la sección anterior; se le pidió al entrevistado identificar varios problemas y según su criterio definiera cuales son los que más afectan el proceso de distribución de la empresa (VIDFO), el paso a seguir es calificar en una escala del 1 a 10 como el problema afecta a la empresa, siendo 1 el problema que menos afecta el proceso de distribución y 10 el que más lo afecta; cómo resultado de esta clasificación se obtiene el diagrama de Pareto que se ve en la Gráfica 6.

Gráfica 6 Causa Problema VIDFO





Fuente Autores

Una vez identificados la mayor cantidad de problemas que generan afectación al proceso de distribución se determina que el principal a estudiar es el de **falta de planeación de rutas de distribución**, identificado con la barra de color azul oscuro, siendo este el que analizaremos a profundidad y sobre el cual se busca desarrollar una solución que beneficie de forma evidente el proceso de distribución.

Junto con esta podemos ver como las causas presentadas en barras naranja también muestran cuales son los otros factores de afectación dentro del proceso de distribución como:

- No se utiliza ninguna herramienta para planear las rutas
- No hay criterios sólidos para determinar el orden de una ruta

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

- Las rutas de distribución no son óptimas ya que se escogen arbitrariamente

6.1.1.7 Relación Causa – Efecto:

Una vez identificado que el problema que más afecta la distribución es **falta de planeación de rutas de distribución** y con respecto a la información recolectada en la prueba inicial de distribución del producto y la identificación de problemas se busca conocer las causas de este y así poder darle una solución que favorezca y añada valor al proceso; para esto se utilizó el diagrama Ishikawa que se puede ver en la Ilustración 9:



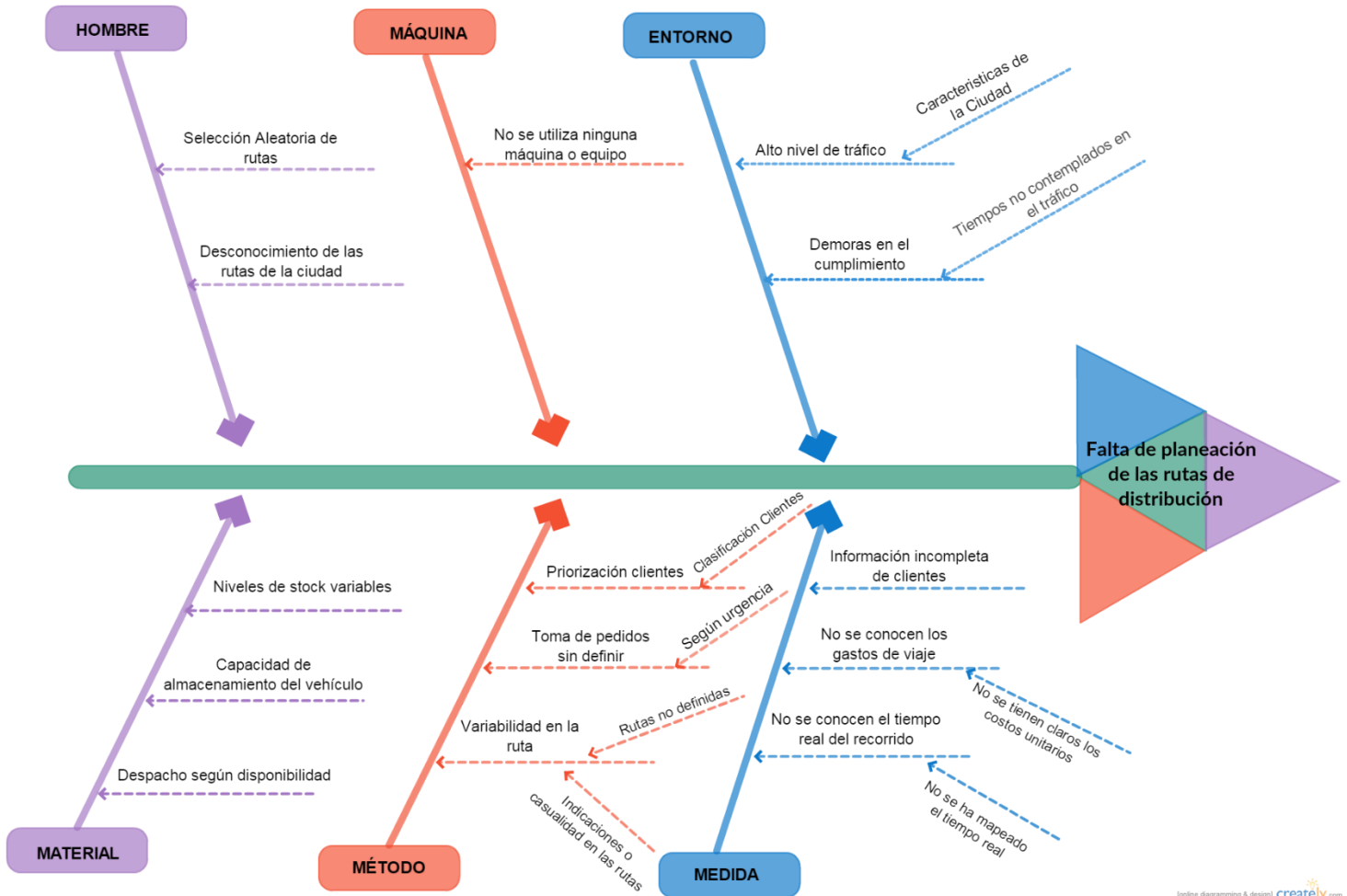


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 9 Causa - Efecto área de distribución VIDFO



Fuente Autores

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Una vez se conoce cuál es el procedimiento para generación de rutas que maneja VIDFO actualmente, se procede con el diseño lógico de solución con base en la información recolectada como se ve a continuación:

6.2 Diseño lógico de solución:

Una vez estudiados los métodos de solución logísticos y analizando las variables encontradas en el diagnóstico inicial de VIDFO se eligió el modelo heurístico de solución del vecino más cercado conocido como VRP (Sandoya Sanchez, 2007), ya que los datos obtenidos se ajustan a este modelo de solución que apareció por primera vez en 1954 siendo el mayor trabajo desarrollado para este algoritmo, hecho por P. J. Clark y F. C. Evans.

Este modelo busca una ruta lineal que inicia desde el depósito pasando por los clientes y regresando al mismo, teniendo en cuenta que no puede pasar dos veces por un mismo cliente, este es ampliamente utilizado en la búsqueda de soluciones óptimas con diferentes restricciones tales como: número de vehículos, su capacidad, lugares de destino (clientes) y demanda de los clientes. (Rocha Medina, Linda Bibiana; Gonzales La Rota, Elsa Cristina; Orjuela Castillo, Javier Arturo, 2011)

Así como se evidencia en el diagrama de flujo del asignación de rutas de VIDFO, Ilustración 7, no tienen en cuenta herramientas técnicas para generar un ruta lineal sin embargo la generan empíricamente mas no es la óptima, esto hace que no tengan datos reales del tiempo y distancia que utilizan para llevar acabo la ruta, ni tampoco conocimiento de los costos reales en los que incurren.

Es debido a esto que se busca implementar el modelo de solución VRP que es uno de los métodos más adecuados para brindar solución al problema de ruteo de vehículos: esté será la base para la creación de una herramienta tecnológica que genere cálculos de rutas óptimas que pueda brindarle a VIDFO un mayor control e información real sobre su manejo logístico.





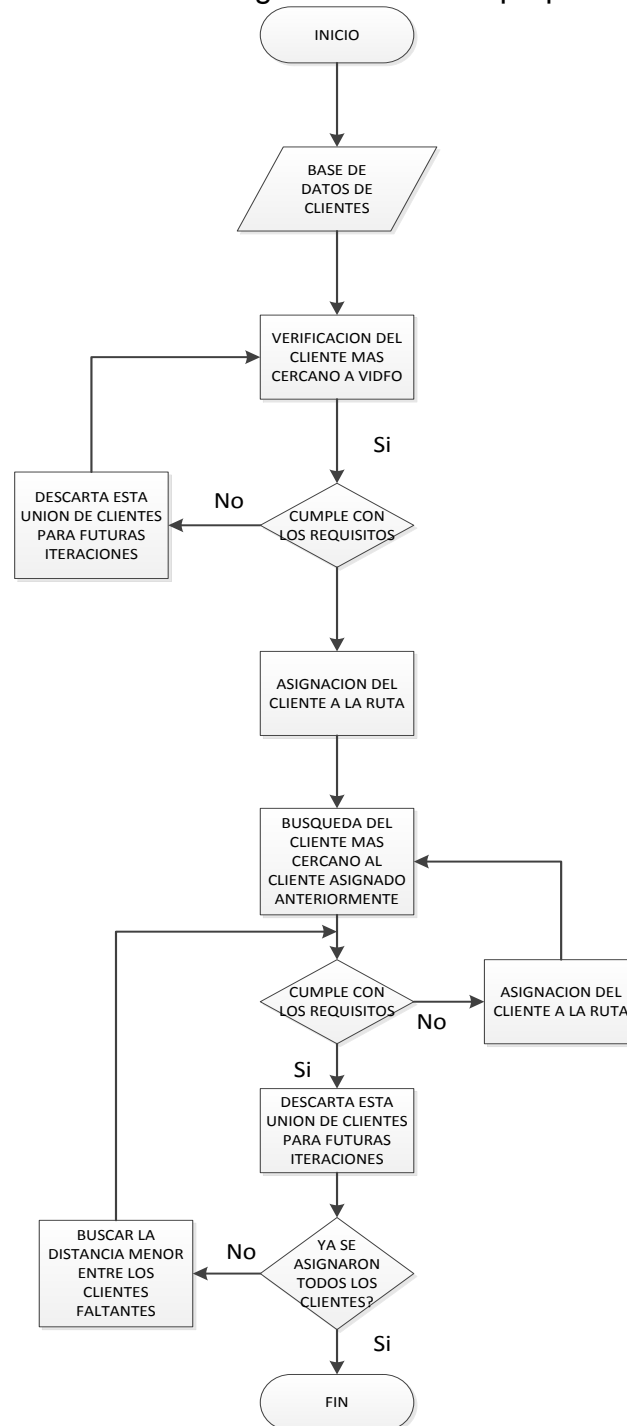


	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:   
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 10 Modelo de asignación de rutas propuesto



Fuente Autores

El modelo VRP es el elegido para el desarrollo de esta investigación debido a que es el adecuado para buscar la solución al problema de VIDFO, las variables comunes en ambos casos son: cuentan con un

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

viajero que realiza el recorrido, tienen varios puntos que recorrer, ninguno de los puntos se pueden tocar más de una vez, se debe retornar al punto inicial o depósito al final y se cuenta con un tiempo limitado para realizar las entregas.

Con base en esta información de funcionamiento del modelo y con la información recolectada de VIDFO se procede a establecer un algoritmo de solución que cumpla con las restricciones descritas anteriormente, se puede ver en la Ilustración 10 el modelo de asignación de rutas propuesto.

A continuación se describe el algoritmo de solución planteado para la creación de rutas de VIDFO:

1. Ubicarse en el nodo inicial (Ubicación VIDFO)
2. Tomar la distancia desde el depósito hacia todos los clientes y a cada uno de los clientes restantes.
3. Escoger el cliente que tenga mejor distancia con el último cliente agregado, siempre y cuando no se haya considerado.
4. Repetir el paso 2 hasta incluir todos los clientes, de esta forma se construye la trayectoria.
5. Evaluar el tiempo total de la ruta, teniendo en cuenta que hay un límite diario de trabajo.
6. El algoritmo termina cuando se han unido todos los clientes según su cercanía y no supera el tiempo límite de 6 horas.
7. Después de haber construido toda la trayectoria, unir el último cliente encontrado con el depósito, para indicar que la ruta regresa al depósito de donde partió inicialmente.
8. Una vez diseñada la ruta se sumará al tiempo de trayectoria los tiempos de cargue y descargue, 20 minutos estimados para cada cliente contando con el depósito, esto con el fin de obtener el tiempo total de la ruta.



6.3 Implementación del diseño lógico:

6.3.1 Desarrollo del Software

6.3.1.1 Propósito

Desarrollar un software de cálculo de rutas óptimas para VIDFO, mipyme que se dedica a fabricar y distribuir bolsas plásticas en la ciudad de Bogotá, basado en el modelo del vecino más cercano que plantea un método de solución para el problema de ruteo de vehículos o más conocido como VRP que se ajusta a las necesidades de entregas de la mipyme.

Todo esto dentro del desarrollo de la tesis de investigación propuesta cuyo objetivo justamente es “Desarrollar un software para la mipyme VIDFO cuya base teórica sea el modelo VRP que genere una distribución y rutas a los clientes para la reducción de los costos en operación”.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Para esto se creó un algoritmo lógico con la base teórica del modelo VRP donde se busca encontrar la ruta más corta desde un punto inicial o depósito a otros con el fin de proporcionar la solución mencionada.

Este software está dirigido al dueño y los trabajadores de la mipyme VIDFO, con el fin de que puedan prestar un mejor servicio a sus clientes reduciendo los tiempos de entrega.



6.3.1.2 Alcance

Se requiere que sea un desarrollo sencillo para el manejo del usuario principal, es decir el dueño de la microempresa, donde este pueda seleccionar la fecha del recorrido, sus clientes frecuentes e insertar nuevos, así como cambiar los precios de la gasolina en COP según sea la variación del mercado, calcular la mejor ruta para realizar las entregas entre los clientes seleccionados, visualizar esta ruta, imprimirla y guardarla con el fin de tener un historial de sus recorridos.

Para este desarrollo se dejan abiertas las posibilidades de que corra por medio de web o en el equipo según las posibilidades y opciones que brinden los desarrolladores; es importante tener en cuenta que el usuario final cuenta con un equipo y conexión a internet.

6.3.1.3 Definiciones, acrónimos y abreviaturas

- **ID:** Número de identificación del cliente dentro de la base de datos.
- **Localidad:** Hace referencia a que localidad en la ciudad de Bogotá pertenece, la lista de localidades se puede ver en el Anexo 1.
- **Zona:** Es la respetiva zona de agrupación dentro de la ciudad de Bogotá, las opciones son:
 - Norte
 - Sur
 - Occidental
 - Noroccidente
- **Dirección, Teléfono y Empresa:** Son los datos de cada uno de los clientes.
- **Ruta de distribución:** Orden de ruta después de haber aplicado el algoritmo de cálculo de ruta.
- **Distancia total (km):** Suma del total de km de la ruta propuesta
- **Costo total (\$):** Cantidad total de dinero invertido en la ruta propuesta.
- **Tiempo total estimado:** Cantidad total de tiempo en horas que se tarda la ejecución de la ruta estimada.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

6.3.2 Descripción general

6.3.2.1 Perspectiva del producto

Este es un producto que busca suplir las necesidades específicas de la microempresa VIDFO; es cierto en el mercado se pueden ver otro tipo de soluciones más robustas este desarrollo específico soluciona de manera sencilla y práctica el problema de distribución de rutas que tiene la mipyme.

6.3.2.2 Funcionalidad del producto

Se requiere que sea un desarrollo sencillo para el manejo del usuario principal, es decir el dueño de la microempresa, donde este pueda seleccionar la fecha del recorrido, sus clientes frecuentes e insertar nuevos, así como cambiar los precios de la gasolina según sea la variación del mercado, calcular la mejor ruta para realizar las entregas entre los clientes seleccionados, visualizar esta ruta, imprimirla y guardarla con el fin de tener un historial de sus recorridos.

Para este desarrollo se dejan abiertas las posibilidades de que corra por medio de web o en el equipo según las posibilidades y opciones que brinden los desarrolladores; es importante tener en cuenta que el usuario final cuenta con un equipo y conexión a internet.

6.3.2.3 Nombre del Software

Como parte inicial del proceso de creación del software se ha realizado una revisión de los objetivos y la funcionalidad para el mismo, dándole el nombre de **ODIS**, siglas que significan “Óptima Distribución”. Este nombre transmite de forma clara que la función principal del software es generar rutas que optimicen la distribución de productos.

6.3.2.4 Logo

El logotipo de ODIS está conformado por las siglas, sobre una vía en forma diagonal que da la perspectiva de estar avanzando, adicional el punto de la letra i es un marcador de ubicación, común en los mapas y de fácil interpretación; debajo de la ruta se puede ver el significado de las siglas, en la Ilustración 11 se aprecia claramente el logo.





	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:   
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 11 Logo Software



6.3.2.5 Características de los usuarios



- **Tipo de usuario:** Frecuente
- **Formación:** Básica Primaria
- **Habilidades:** Conoce los clientes y las rutas que ha desarrollado
- **Actividades:**
 - Tomar los pedidos de los clientes
 - Hacer las entregas del pedido
 - Administrar la empresa

El software está dirigido a la persona encargada del área de despacho y distribución de los pedidos a los clientes con el fin de que este pueda ser usado como herramienta para la planeación de rutas óptimas.

Para el manejo de este software no se requiere ningún conocimiento especializado, es suficiente con haber manejado alguna vez páginas web, se puede ver el su navegación e interfaz es muy agradable y sencilla de manejar.

6.3.2.6 Restricciones

A la hora de diseñar y desarrollar el sistema se debe tener en cuenta que el usuario final cuenta con un equipo estándar donde puede acceder a la web, este tiene un conocimiento limitado en el uso de todas las herramientas y

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

funcionalidad de uso, es por esto que debe ser sencillo para acceder, visualizar y manejar.

6.3.2.7 Evolución previsible del sistema

Una de la mejoras futuras que puede llegar a tener el sistema puede ser su implementación como aplicación móvil para diversos sistemas operativos y que esta tenga la funcionalidad de identificar y transmitir la ubicación en tiempo real de cada punto, así como desde la aplicación móvil generar notificaciones de cumplimiento donde cada vez que se llegue al punto propuesto en la ruta se envíe una notificación al punto principal con el fin de hacer seguimiento de la correcta ejecución de las entregas.

6.3.3 Desarrollo del Software

6.3.3.1 Diseño del software

6.3.3.1.1 Arquitectura del Software

El manejo de las utilidades del programa se podrá realizar a través del mouse y el teclado convencional; al ejecutar el programa el usuario se podrá logear y una vez dentro podrá ver las siguientes pestañas principales diversas utilidades para el manejo del programa:

- Calcular tu ruta
- Historial
- Actualizar Datos

Las funcionalidades ubicadas en pestañas con el fin de que la navegabilidad dentro del programa sea más sencilla, se muestran a continuación en la Ilustración 12 , un árbol de contenidos con el fin de ilustrar la navegabilidad del programa:





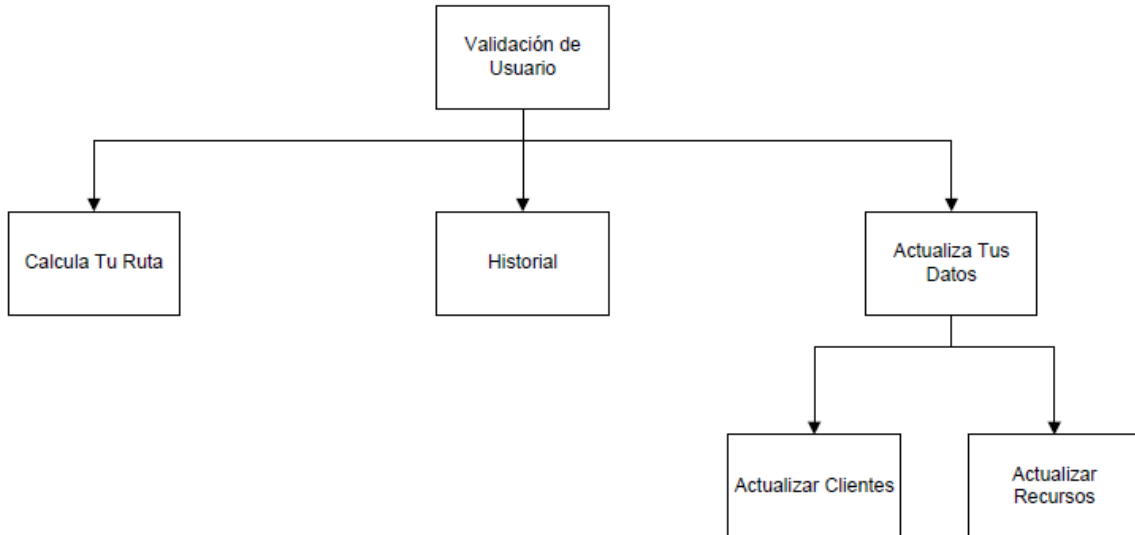
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:   
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 12 Arquitectura del Software







Fuente Autores

6.3.3.1.2 Metáfora de Navegación

La metáfora de navegación se entiende como una figura del lenguaje donde se realiza una comparación entre dos objetos que no tienen ninguna relación aparente, el objetivo de estas en los software y páginas web es presentarle al usuario una función abstracta dentro del uso de una aplicación es estableciendo una comparación entre esa funcionalidad y un objeto tangible del mundo real con el que esté familiarizado. (dismul.blogspot.com.co, 2006)

Con el fin de facilitar la navegación y la experiencia de uso con el software ODIS, para este se planteó una metáfora de navegación denominada de actividades (Orihuela & Santos, 1999), la cual se caracteriza por utilizar palabras relativas a actividades para las pestañas o secciones del software con el fin de orientar el tipo de material o la funcionalidad que se puede encontrar en cada una.

Las secciones del software son: Calcula tu ruta, Historial y Actualizar datos

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:   
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

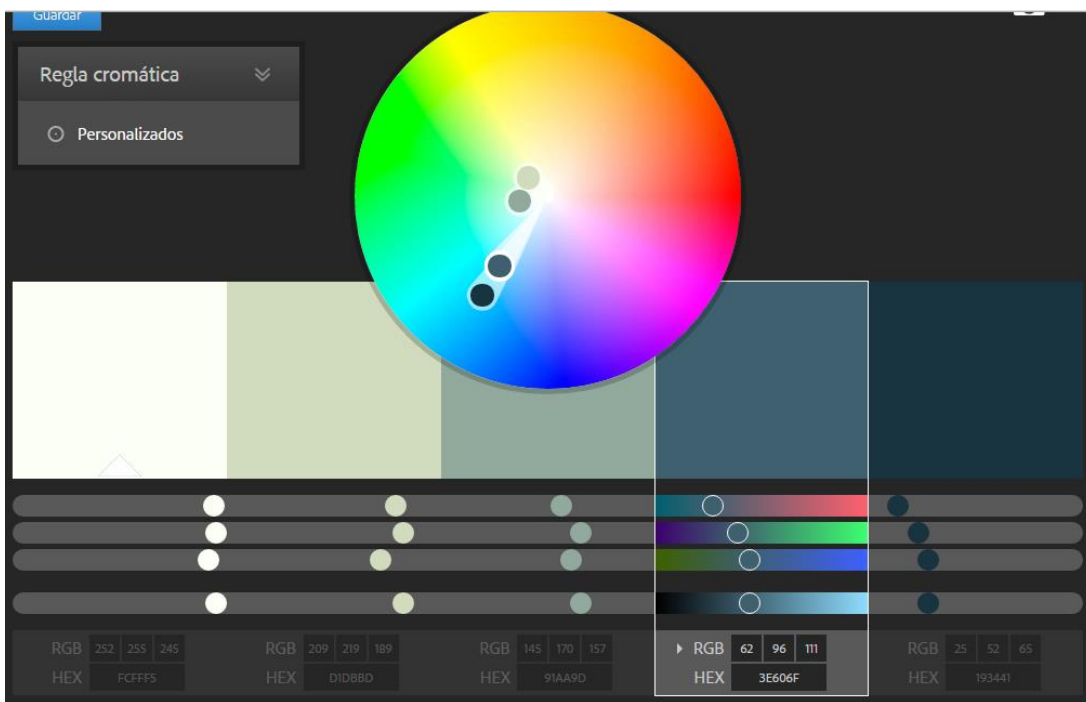
6.3.3.1.3 Intencionalidad

Con el fin de definir el mensaje que se quiere transmitir con el diseño del programa es necesario conocer las estructuras de diseño de páginas web, así como entender la teoría del color y sus efectos sobre los individuos que interactúan con el programa.

Luego de una revisión bibliográfica y un comparativo de diversos programas con el mismo enfoque y funcionalidad que ODIS se estableció que la mejor forma para organizar el diseño de la página web es dándole prioridad a la información, es decir se organizarán las secciones mostradas en el árbol de navegación por pestañas ubicadas en la parte superior de la página, esto con el fin de que estén accesibles todo el tiempo.



Una vez definido el diseño se seleccionan los colores de la página web, para este caso se escogió la paleta “Neutral Blue” disponible en la página de color adobe (Adobe, 2016), como se puede ver a en la Ilustración 13, esta paleta cromática consta de 5 colores pasando por tonos del blanco hueso hasta el azul marino.

Ilustración 13 Paleta de color software



Fuente color.adobe.com

Se eligió esta combinación de colores que según la teoría del color los tonos azules brindan a los usuarios una sensación de tranquilidad y confiabilidad al momento de interactuar con la información; es importante transmitir este mensaje debido a que el ideal es que este software sea una herramienta de trabajo para VIDFO, donde se podrá encontrar información verídica y adicional se espera que

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

el uso del programa sea frecuente por lo que debe resultar muy amigable a la hora de trabajar. (jimdo.com, 2015)

Como parte del diseño y la atmosfera de tranquilidad y confiabilidad que se quiere transmitir con el programa se seleccionaron tres colores de la paleta presentada:

- Color predominante, identificado en el lenguaje HEX como FCFFF5 que se utilizará en el fondo del programa, es por esto que se ha saturado al 60% con el fin de proporcionar un ambiente cómodo visualmente.
- Color secundario: identificado como HEX 3E606F con una saturación al 30%, será utilizado para identificación de clientes en las selecciones o en los encabezados repetitivos con el fin de no saturar la vista del usuario y de igual forma resaltar el contenido seleccionado para trabajar.
- Color terciario, identificado como HEX 193441 será con una saturación propuesta del 10% será el asignado a los títulos de más importancia así como los encabezados de la página y botones o iconos que deban resaltar entre el fondo, este cumple con la función de ser más llamativo que los demás para enfocar la atención del usuario en las secciones principales y las acciones importantes.

6.3.3.1.4 Interfaces de usuario

Como parte de los requerimientos para el diseño del software es necesario ver en conjunto todos los puntos anteriormente mencionados, arquitectura, metáfora de navegación e intencionalidad; es por esto que se diseñaron ejemplos visuales de interfaces interactivas con el fin de asegurar la estética y funcionalidad del software.

Las interfaces interactivas fueron generadas por los autores con ayuda de contenidos online, en el siguiente link se pueden encontrar con mayor detalle, <https://moqups.com/paulapelayo/ZD4z04EQ>.

De acuerdo al árbol de navegación podemos ver que el programa cuenta con las pestañas de “Home”, “Calcula Tu Ruta”, “Historial” y “Actualiza Tus Datos”; como se mencionaba anteriormente es necesario que el programa cumpla con los requerimientos de un Home donde los usuarios se puedan logear, inicialmente se crea un usuario por el hecho de ser netamente aplicado a VIDFO pero se deja la interfaz como medio de seguridad de la información y adicional se deja abierta la posibilidad de crear nuevos usuarios de acuerdo a la necesidad del mismo, así como se puede ver en la Ilustración 14.



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 14 Interfaz "Home" Software



Fuente Autores

Es de aclararse que las imágenes aquí representadas son ejemplos gráficos que ayudarán a darle mayor perspectiva a la visual del programa.

La siguiente pestaña y la función principal del programa es “Calcula Tu Ruta” (Ilustración 15) es aquí donde se encuentra la base de datos conocida de los clientes de VIDFO con sus respectivos datos como un ID único que le da la empresa para su reconocimiento, el nombre, la localidad, la dirección, la zona y el teléfono. Aquí se puede seleccionar cada los clientes sobre los cuales se quiere generar la ruta; adicional cuenta con una barra de búsqueda que permite encontrar los clientes por cualquiera de los rangos antes mencionados.

Por último se puede ver el botón de calcular ruta, es este el que permite la ejecución del algoritmo del vecino más cercano ya programado bajo el diseño lógico establecido.



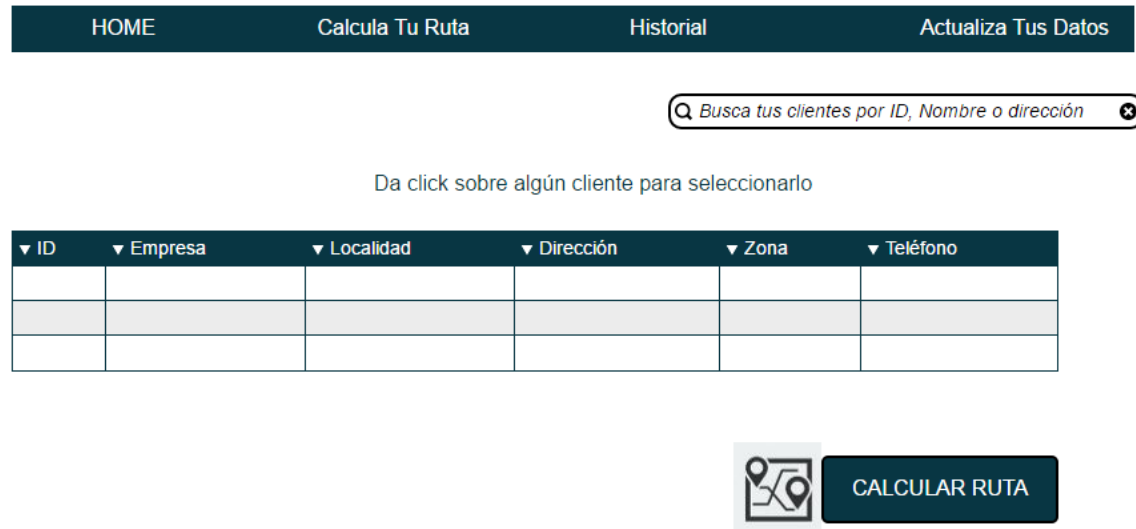
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 15 Interfaz "Calcula Tu Ruta 1" Software



Fuente Autores

Una vez se desarrolla el algoritmo tenemos efectivamente el cálculo de la mejor ruta generada por la implementación del vecino más cercano teniendo en cuenta las restricciones del programa, la interfaz del programa se puede ver en la Ilustración 16; en esta se puede ver el mapa de la ruta de cada uno de los clientes seleccionados, así como el orden en que deben ser visitados para lograr la ruta óptima; adicional está el orden de visitas partiendo del depósito y llegando nuevamente a él, un cuadro resumen que genera los km totales recorridos, el tiempo total que se empleó en esta, así como el costo y el número de vehículos empleados, en este caso se inicia trabajando únicamente con uno pero se deja abierto el rango en el caso que se aumente el no de vehículos.

Por último una lista de los clientes en el orden que deben ser visitados con todos los detalles como id, nombre, ubicación, etc. Adicional se dan las opciones de imprimir o guardar la ruta con el fin de que sea almacenada en él historia y manejada fácilmente por quienes harán las entregas.





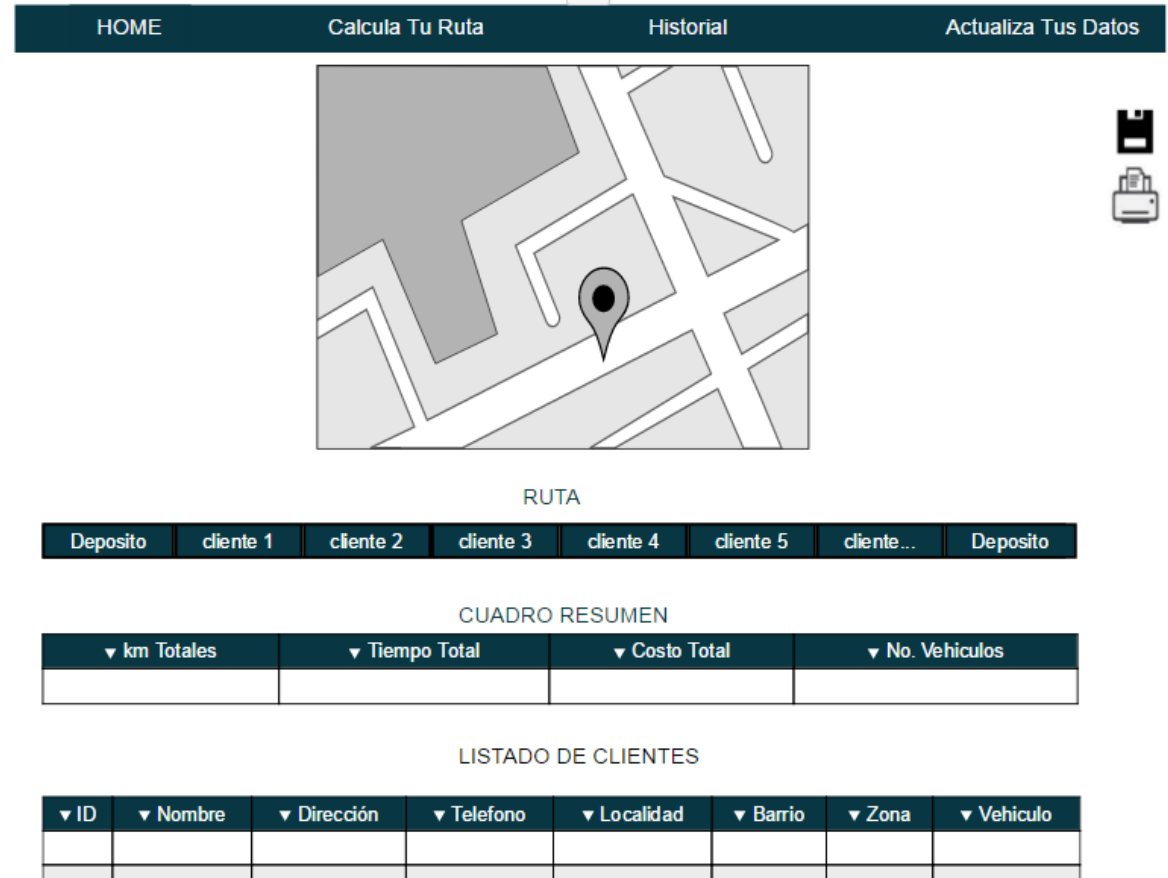
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	<small>CERTIFICADA POR:</small>   
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 16 Interfaz "Calcula Tu Ruta 2" Software



HOME **Calcula Tu Ruta** Historial Actualiza Tus Datos

RUTA

Deposito	cliente 1	cliente 2	cliente 3	cliente 4	cliente 5	cliente...	Deposito
----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	----------

CUADRO RESUMEN

▼ km Totales	▼ Tiempo Total	▼ Costo Total	▼ No. Vehiculos

LISTADO DE CLIENTES

▼ ID	▼ Nombre	▼ Dirección	▼ Telefono	▼ Localidad	▼ Barrio	▼ Zona	▼ Vehiculo

Fuente: Autores

En la pestaña de historial, seleccionada en la Ilustración 17, se puede ver un calendario donde se selecciona fácilmente las rutas de días anteriores guardadas, es necesario activar el icono de "Cargar tu informe" con el fin de visualizar en detalle la ruta del día seleccionado.



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 17 Interfaz "Historial 1" Software



Selecciona una fecha



Carga tu informe

Fuente Autores

El informe cargará exactamente igual como la interfaz 2 de la pestaña calcula tu ruta, esta es la información que se ha guardado, Ilustración 18.



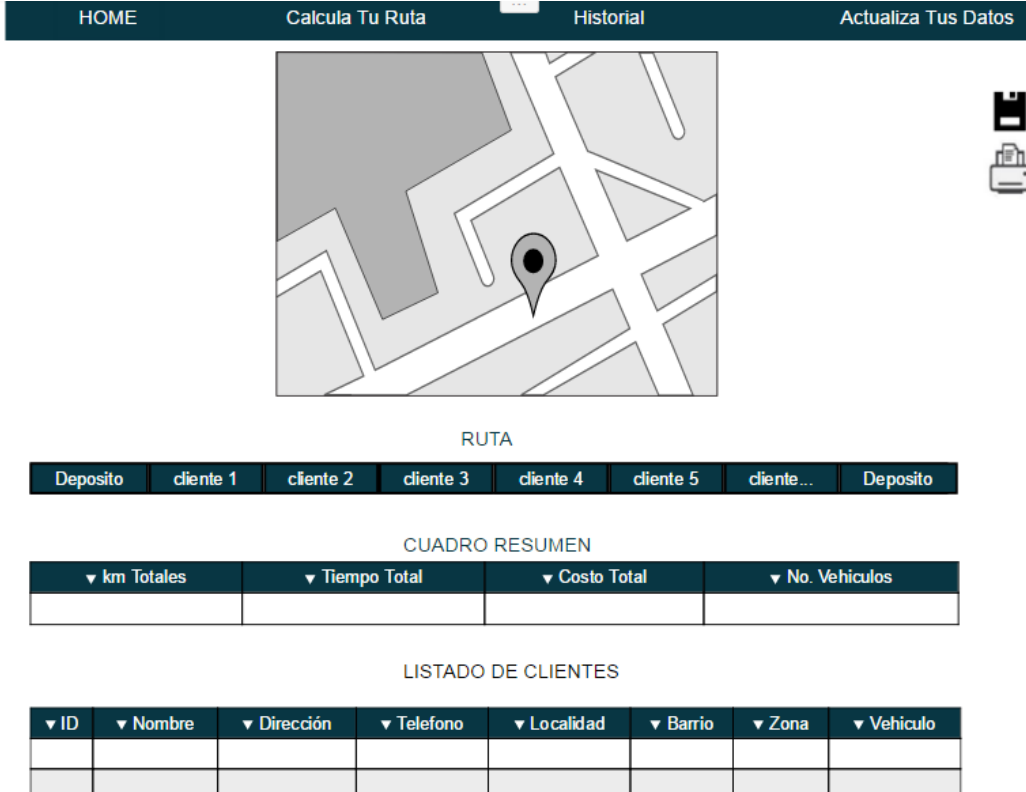
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 18 Interfaz "Historial 2" Software



HOME Calcula Tu Ruta Historial Actualiza Tus Datos

RUTA

Deposito	cliente 1	cliente 2	cliente 3	cliente 4	cliente 5	cliente...	Deposito
----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	----------

CUADRO RESUMEN

▼ km Totales	▼ Tiempo Total	▼ Costo Total	▼ No. Vehiculos

LISTADO DE CLIENTES

▼ ID	▼ Nombre	▼ Dirección	▼ Telefono	▼ Localidad	▼ Barrio	▼ Zona	▼ Vehiculo

Fuente Autores

La última pestaña es la de Actualiza Tus Datos, es en esta donde se pueden actualizar clientes o recursos existentes, así como añadir nuevos; los recursos se definen como vehículos y sus características de uso y costo. Al ingresar en la pestaña se pueden ver las opciones de actualizar clientes y recursos con sus respectivos iconos como se ve a continuación en la Ilustración 19.



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 19 Interfaz "Actualiza tus Datos 1" Software



Fuente Autores

Al seleccionar la opción "Actualizar Clientes" aparecen en la pantalla dos formularios con las opción de modificar algún dato de los clientes existentes o de crear uno nuevo, en ambos casos se puede ver que están los campos de ID, Nombre y ubicación de los clientes, siendo estos datos los básicos para poner a correr el algoritmo, Ilustración 20.

Se ve que debajo de cada uno de los formularios están las opciones de actualizar o guardar, una vez se utilice cualquiera de las opciones los datos quedarán registrados en el sistema y se abran hecho las respectivas modificaciones.




	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	


Ilustración 20 Interfaz "Actualiza Tus Datos - Clientes"


HOME
Calcula Tu Ruta
Historial
Actualiza Tus Datos

 Actualizar Clientes

Formulario de modificación de clientes existentes

ID	Nombre	Dirección	Telefono	Localidad	Barrio	Zona

 Guardar

 Crear Clientes

Formulario de creación de nuevos clientes

ID	Nombre	Dirección	Telefono	Localidad	Barrio	Zona

 Añadir

Fuente Autores

Se puede ver en el icono de recursos que se tiene la información básica de los vehículos que se utiliza actualmente y la opción de creación de algunos nuevos en el caso que se llegarán a necesitar en el futuro por VIDFO.

En este caso además de contar con los formularios de actualización y creación existe uno que permite modificar el valor actual de la gasolina, este con el fin de realizar los cálculos de costo de ruta de forma exacta, ver Ilustración 21; este rango debe ser modificado periódicamente por quien esté utilizando el programa para asegurar la veracidad del costo.



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 21 Interfaz "Actualiza Tus Datos - Recursos"

HOME
Calcula Tu Ruta
Historial
Actualiza Tus Datos

↶
Actualizar Recursos

"Formulario de modificación de recursos existentes"

▼ vehiculo	▼ Referencia	▼ Consumo km/galon

💾 Guardar

➦
Crear Recurso

"Formulario de creación de nuevos Recursos"

▼ vehiculo	▼ Referencia	▼ Consumo km/galon

+ Añadir

📄
Valor combustible

"Formulario valor actual de la gasolina"

▼ Valor Actual Gasolina \$

💾 Guardar

Fuente Autores



6.3.3.2 Interfaces de hardware

La herramienta de software está diseñada para trabajar en equipos de cómputo que cumplan como mínimo las siguientes especificaciones:

- Teclado convencional
- Mouse
- Monitor sin especificaciones de resolución mínima
- Equipo de cómputo con cualquier tipo de procesador

6.3.3.3 Interfaces de software

Para el funcionamiento del software se necesita que el equipo donde será instalado tenga cualquier sistema operativo debido a que el software corre bajo web lo único necesario es conexión a internet; el programa funciona con el explorador Google Chrome.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Entradas:

- Base de Datos de información, coordenadas o dirección de los clientes
- No. del vehículo que realizará la ruta

Salidas:

- Mapa
- Ruta
- Cuadro Resumen
- Lista Detalle
- Guardar informe

6.3.3.4 Requisitos funcionales

En las tablas de la 8 a las 12 se muestran los requisitos funcionales para el desarrollo del software



Tabla 8 Interfaz del usuario

No.	Descripción De Los Requerimientos Para La Interfaz Del Usuario
RQ.1.1	ROUT FOR VIDFO utiliza archivos para grabar información de los datos del problema.
RQ. 1.2	ROUT FOR VIDFO puede utilizar archivos para grabar información de la solución del problema.
RQ. 1.3	ROUT FOR VIDFO necesita una base de datos para el manejo de información requerida para el desarrollo del problema.
RQ.1.4	ROUT FOR VIDFO utiliza búsquedas web para cargar información con los datos del problema

Fuente Autores

Tabla 9 Interfaz gráfica

No.	Descripción De Los Requerimientos Para La Interfaz Gráfica
RQ. 1.5	El programa ROUT FOR VIDFO presenta un registro y autenticación del usuario
RQ. 1.6	El programa presenta pestañas interactivas para la navegación dentro de este.
RQ. 1.7	Las pestañas del programa tienen las mismas características entre sí, como color, tamaño de las letras, botones etc.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

RQ. 1.8	El programa permite el almacenamiento de nuevos clientes para el cálculo de nuevas soluciones.
RQ. 1.9	El programa permite la modificación de clientes existentes para el cálculo de nuevas soluciones.
RQ. 1.10	El programa permite el almacenamiento de recursos para el cálculo de nuevas soluciones.
RQ. 1.11	El programa permite la modificación de recursos existentes para el cálculo de nuevas soluciones.
RQ. 1.12	El programa muestra en forma de lista los clientes de VIDFO donde se muestran sus datos completos con el fin de seleccionar los que se van a visitar.
RQ. 1.13	El programa muestra buscadores asociados a referencias que identifican cualquier palabra o número que corresponda con las listas cargadas.
RQ. 1.14	La capacidad de selección de los clientes para hacer una ruta es no superar el límite de 6 horas diarias.
RQ. 1.15	Las coordenadas de ubicación de los nodos permite el uso de enteros negativos.
RQ. 1.16	La captura de las coordenadas de ubicación de los nodos y las distancias de recorrido entre ellos para el cálculo de la solución se hace por medio de google maps en tiempo real.
RQ. 1.17	El botón de calcular ruta permite utilizar el algoritmo del vecino más cercano para calcular la ruta óptima de recorrido entre los clientes seleccionados.
RQ. 1.18	Para el desarrollo de problema por medio de la heurística del vecino más cercano se deben cargar los datos de km y tiempos de recorrido entre los nodos seleccionados.
RQ. 1.19	Con la información de km y tiempo de recorrido se debe generar una matriz para cada uno de los ítems y con base en esto se aplica el algoritmo de solución.
RQ. 1.20	Para graficar en orden la solución óptima es necesario que los nodos cuenten con coordenadas reales de ubicación en el mapa.
RQ. 1.21	La tabla ruta mostrara en forma textual la solución del problema.
RQ. 1.22	La tabla cuadro resumen se encargara de pasar los datos necesarios que se obtendrán de la información inicial cargada y guiado por el orden de la ruta.
RQ. 1.23	La tabla listado de clientes llama en el orden de la solución los datos de los clientes asignados.
RQ. 1.24	El menú de búsqueda de la pestaña historia es un calendario para cargar las soluciones por fechas de creación.
RQ. 1.25	La vista de la pestaña de historial llama la solución, mapa y tablas generadas en la fecha seleccionada.

Fuente Autores



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Tabla 10 Requisitos del algoritmo desarrollado

No.	Descripción De Los Requerimientos De Los Algoritmos De Solución
RQ. 1.26	ROUT FOR VIDFO conoce los datos de posición de cada uno de los clientes registrados.
RQ. 1.27	El número de clientes seleccionados para la operación siempre debe ser mayor a cero.
RQ. 1.28	Siempre habrá un único depósito que será el mismo punto de llegada para todos los casos.
RQ. 1.29	La capacidad de atención de cada vehículo son 10 clientes.
RQ. 1.30	El tiempo límite de operación por vehículo es de 6 horas al día.
RQ. 1.31	El sistema debe contar con un módulo de procesos y otro de interfaces.
RQ. 1.32	El módulo de procesos es independiente a la interfaz con la que interactúa el usuario.

Fuente Autores



Tabla 11 Valores requeridos para el ingreso del problema de aplicación

PARAMETROS	DESCRIPCIÓN	REQUISITOS
Cientes	Cantidad de nodos a atender	RQ. 1.8, RQ. 1.9, RQ. 1.12, RQ. 1.27 y RQ. 1.28
Recursos	No. de vehículos disponibles para las rutas y costo del galón/km de gasolina actualizado a la fecha.	RQ. 1.10, RQ. 1.11, RQ. 1.29
Coordenadas	Ubicación real de cada uno de los nodos en el plano cartesiano	RQ. 1.15, RQ. 1.16, RQ. 1.20, RQ. 1.26
Distancia	Distancia expresada en km entre los nodos y el depósito, de nodo a nodo.	RQ. 1.18 y RQ. 1.19
Tiempo	Tiempo expresado en horas entre los nodos y el depósito, de nodo a nodo.	RQ. 1.16, RQ. 1.18, RQ. 1.19 y RQ. 1.30

Fuente Autores

Tabla 12 Ítems para la ventana de ejecución

Ítem	DESCRIPCIÓN	REQUISITOS
Vecino más cercano	Metodología heurística para la solución de problema VRP	RQ. 1.18, RQ. 1.19 y RQ. 1.20
Calcular	Permite correr el programa y encontrar la ruta más óptima con	RQ. 1.21, RQ. 1.22 y RQ. 1.23

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

	base en el modelo se solución del vecino más cercano.	
Historial	Permite consultar las rutas generadas en fechas diferentes	RQ. 1.24 y RQ. 1.25

Fuente Autores

6.3.4 Código de programación

De acuerdo a los requerimientos realizados para la creación del algoritmo basado en el modelo de solución VRP, y siguiendo el diagrama de flujo presentado en la Ilustración 10, se desarrolló el código de programación que se puede ver al detalle en el Anexo 2.

6.4 Análisis y discusión de resultados

6.4.1 Interfaz Final del Software:

Una vez finalizada la programación y compilación del software, y teniendo en cuenta todas las variables que maneja VIDFO frente a las herramientas evaluadas en el modelo VRP, se obtiene como resultado la versión final del software, donde se podrán realizar comparación de rutas de clientes aleatorios que hace la mipyme en un día de trabajo normal versus los mismos clientes aleatorios con una ruta generada por medio del algoritmo en él software.

Luego de haber proporcionado al diseñador del software todos los requerimientos técnicos y gráficos del software y después de varias sesiones de trabajo conjunto se obtuvo como resultado un modelo de interfaz que se podrá apreciar en las Ilustraciones 22 a la 35, que presenta variaciones notables con el moqup (Autores, 2016) inicialmente planteado pero conserva su misma estructura y funcionalidad:



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 22 Home del software



Fuente Autores



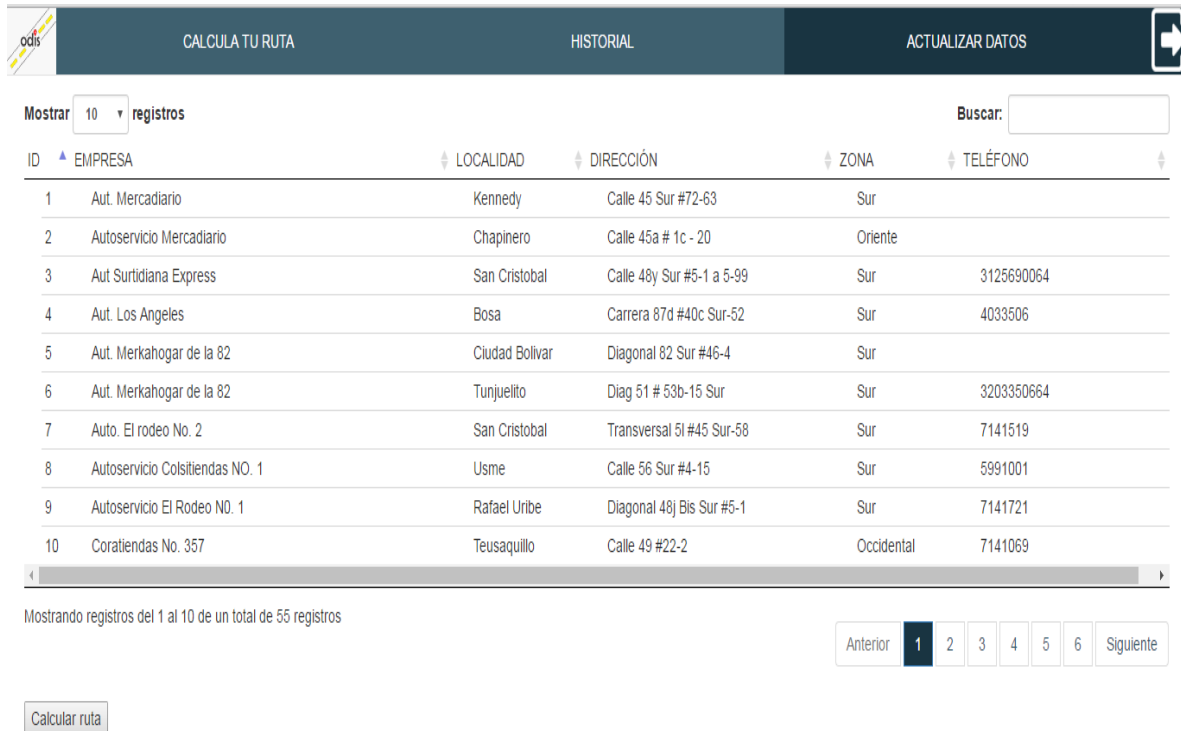
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 23 Interfaz Calcula tu ruta



odis CALCULA TU RUTA HISTORIAL ACTUALIZAR DATOS

Mostrar 10 registros Buscar:

ID	EMPRESA	LOCALIDAD	DIRECCIÓN	ZONA	TELÉFONO
1	Aut. Mercadario	Kennedy	Calle 45 Sur #72-63	Sur	
2	Autoservicio Mercadario	Chapinero	Calle 45a # 1c - 20	Oriente	
3	Aut Surtidiana Express	San Cristobal	Calle 48y Sur #5-1 a 5-99	Sur	3125690064
4	Aut. Los Angeles	Bosa	Carrera 87d #40c Sur-52	Sur	4033506
5	Aut. Merkahogar de la 82	Ciudad Bolivar	Diagonal 82 Sur #46-4	Sur	
6	Aut. Merkahogar de la 82	Tunjuelito	Diag 51 # 53b-15 Sur	Sur	3203350664
7	Auto. El rodeo No. 2	San Cristobal	Transversal 5l #45 Sur-58	Sur	7141519
8	Autoservicio Colstitiendas NO. 1	Usme	Calle 56 Sur #4-15	Sur	5991001
9	Autoservicio El Rodeo NO. 1	Rafael Uribe	Diagonal 48j Bis Sur #5-1	Sur	7141721
10	Coratiendas No. 357	Teusaquillo	Calle 49 #22-2	Occidental	7141069

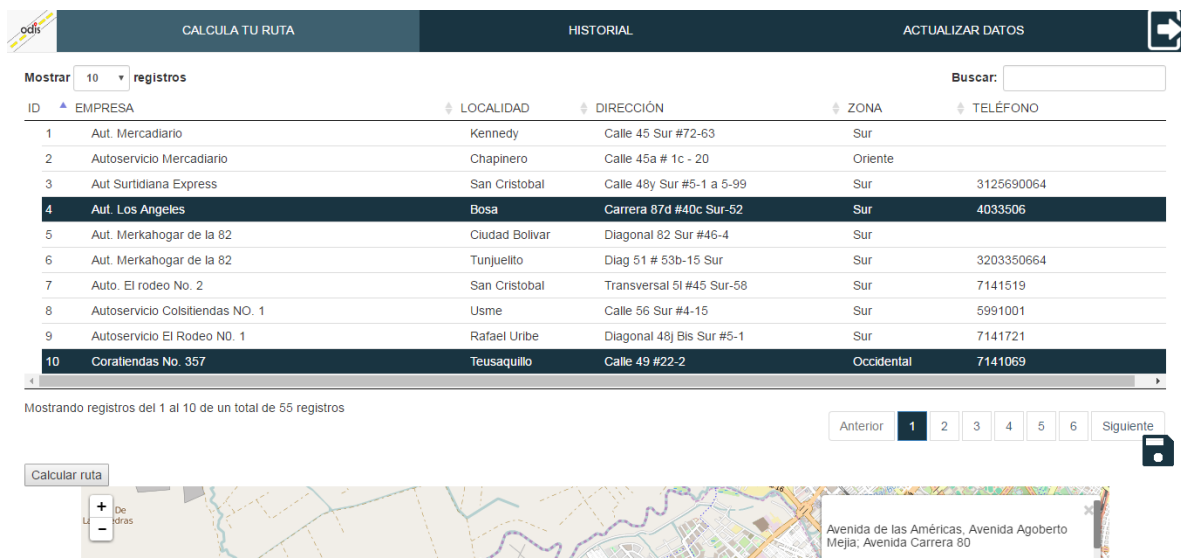
Mostrando registros del 1 al 10 de un total de 55 registros

Anterior 1 2 3 4 5 6 Siguiente

Calcular ruta

Fuente Autores

Ilustración 24 Selección de clientes - Interfaz Calcula Tu Ruta



odis CALCULA TU RUTA HISTORIAL ACTUALIZAR DATOS

Mostrar 10 registros Buscar:

ID	EMPRESA	LOCALIDAD	DIRECCIÓN	ZONA	TELÉFONO
1	Aut. Mercadario	Kennedy	Calle 45 Sur #72-63	Sur	
2	Autoservicio Mercadario	Chapinero	Calle 45a # 1c - 20	Oriente	
3	Aut Surtidiana Express	San Cristobal	Calle 48y Sur #5-1 a 5-99	Sur	3125690064
4	Aut. Los Angeles	Bosa	Carrera 87d #40c Sur-52	Sur	4033506
5	Aut. Merkahogar de la 82	Ciudad Bolivar	Diagonal 82 Sur #46-4	Sur	
6	Aut. Merkahogar de la 82	Tunjuelito	Diag 51 # 53b-15 Sur	Sur	3203350664
7	Auto. El rodeo No. 2	San Cristobal	Transversal 5l #45 Sur-58	Sur	7141519
8	Autoservicio Colstitiendas NO. 1	Usme	Calle 56 Sur #4-15	Sur	5991001
9	Autoservicio El Rodeo NO. 1	Rafael Uribe	Diagonal 48j Bis Sur #5-1	Sur	7141721
10	Coratiendas No. 357	Teusaquillo	Calle 49 #22-2	Occidental	7141069

Mostrando registros del 1 al 10 de un total de 55 registros

Anterior 1 2 3 4 5 6 Siguiente

Calcular ruta

De a

Avenida de las Américas, Avenida Agoberto Mejía, Avenida Carrera 80

Fuente Autores



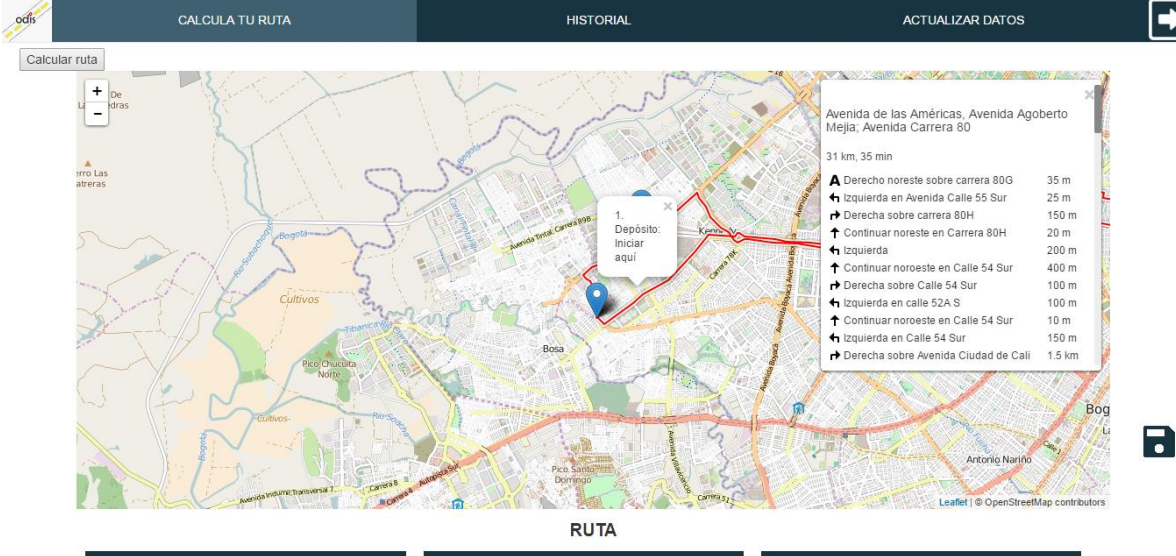
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 25 Ruta generada - Interfaz Calcula tu Ruta



Calcula tu Ruta

De: A:

1. Depósito: Iniciar aquí

Avenida de las Américas, Avenida Agoberto Mejía; Avenida Carrera 80

31 km, 35 min

- ↗ Derecho noreste sobre carrera 80G 35 m
- ↖ Izquierda en Avenida Calle 55 Sur 25 m
- ↗ Derecha sobre carrera 80H 150 m
- ↗ Continuar noreste en Carrera 80H 20 m
- ↖ Izquierda 200 m
- ↖ Continuar noreste en Calle 54 Sur 400 m
- ↗ Derecha sobre Calle 54 Sur 100 m
- ↖ Izquierda en calle 52A S 100 m
- ↖ Continuar noreste en Calle 54 Sur 10 m
- ↖ Izquierda en Calle 54 Sur 150 m
- ↗ Derecha sobre Avenida Ciudad de Cali 1.5 km

RUTA

Fuente Autores

Ilustración 26 Detalles Ruta - Interfaz Calcula tu Ruta



Calcula tu Ruta

RUTA

1. (Id. 0) VIDFO 2. (Id. 4) Aut. Los Angeles 3. (Id. 10) Coratiendas No. 357

CUADRO RESUMEN

KM Totales	Tiempo Total	Costo Total
30.71 km	1 h, 43 m	\$ 7,510.90

LISTADO DE CLIENTES

ID	EMPRESA	LOCALIDAD	DIRECCIÓN	ZONA	TELÉFONO
0	VIDFO	Kennedy	Cra 80 G # 55 - 48 sur	Sur	
4	Aut. Los Angeles	Bosa	Carrera 87d #40c Sur-52	Sur	4033506
10	Coratiendas No. 357	Teusaquillo	Calle 49 #22-2	Occidental	7141069

Comentarios:

Fuente Autores



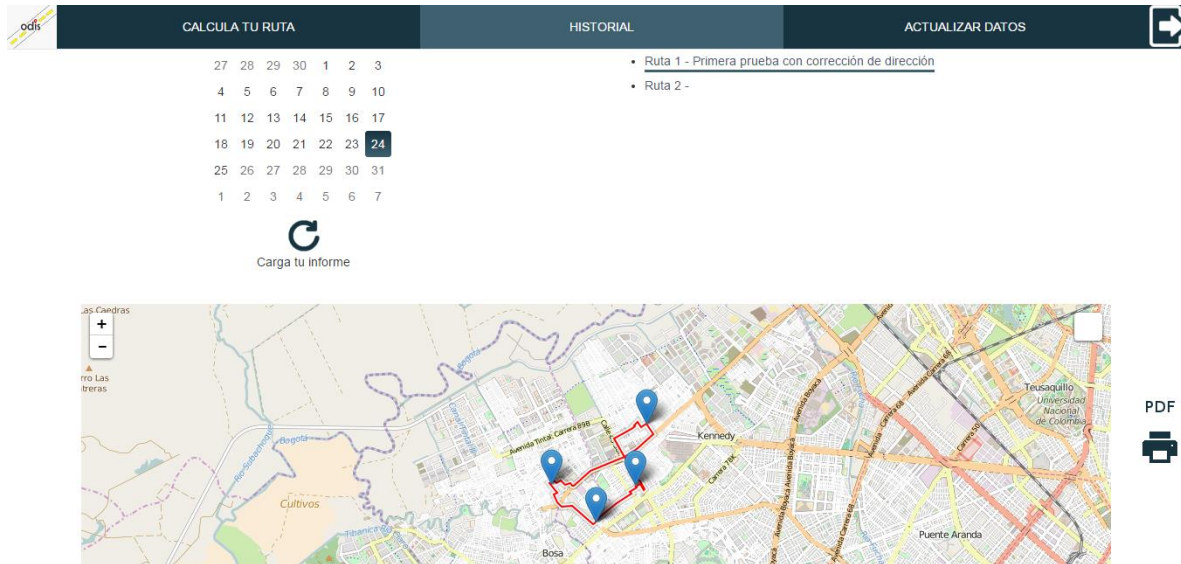
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)	Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	

Ilustración 27 Interfaz historial



Fuente Autores

Ilustración 28 Selección de historial - Interfaz Historial



Fuente Autores



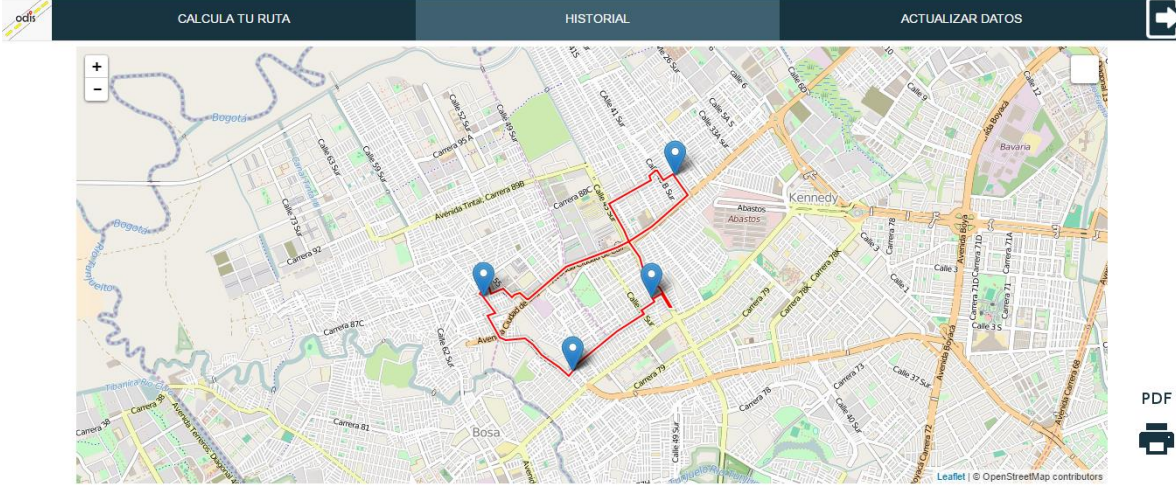
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 29 Ruta Cargada - Interfaz Historial



RUta

Fuente Autores

Ilustración 30 Detalles ruta cargada - Interfaz Historial



RUta

1. (Id: 0) VIDFO 2. (Id: 23) Aut. Supertodo 3. (Id: 54) Super Bosa

4. (Id: 53) Super X

CUADRO RESUMEN

KM Totales	Tiempo Total	Costo Total
8.97 km	1 h, 18 m	\$ 2,193.84

LISTADO DE CLIENTES

ID	EMPRESA	LOCALIDAD	DIRECCIÓN	ZONA	TELÉFONO
0	VIDFO	Kennedy	Cra 80 G # 55 - 48 sur	Sur	
23	Aut. Supertodo	Kennedy	Cl. 45 Sur # 81c-02	Occidental	4502653
54	Super Bosa	Bosa	cra 87 # 40 sur -52		
53	Super X	Bosa	Cra 87 # 57 sur - 2		

COMENTARIOS

Fuente Autores



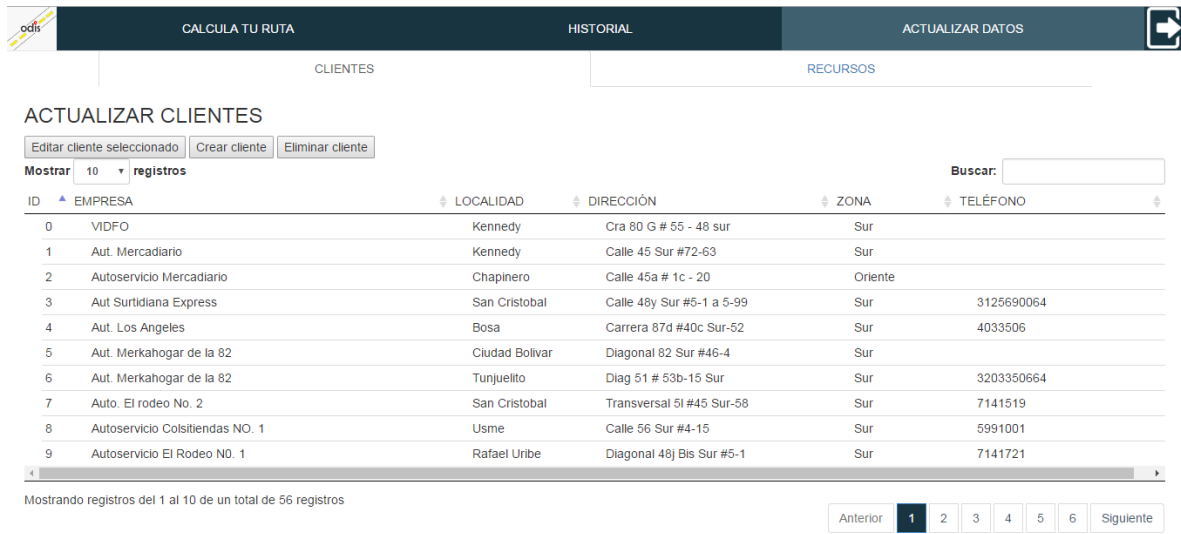
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 31 Interfaz actualizar datos



ACTUALIZAR CLIENTES

Editar cliente seleccionado | Crear cliente | Eliminar cliente

Mostrar 10 registros

Buscar:

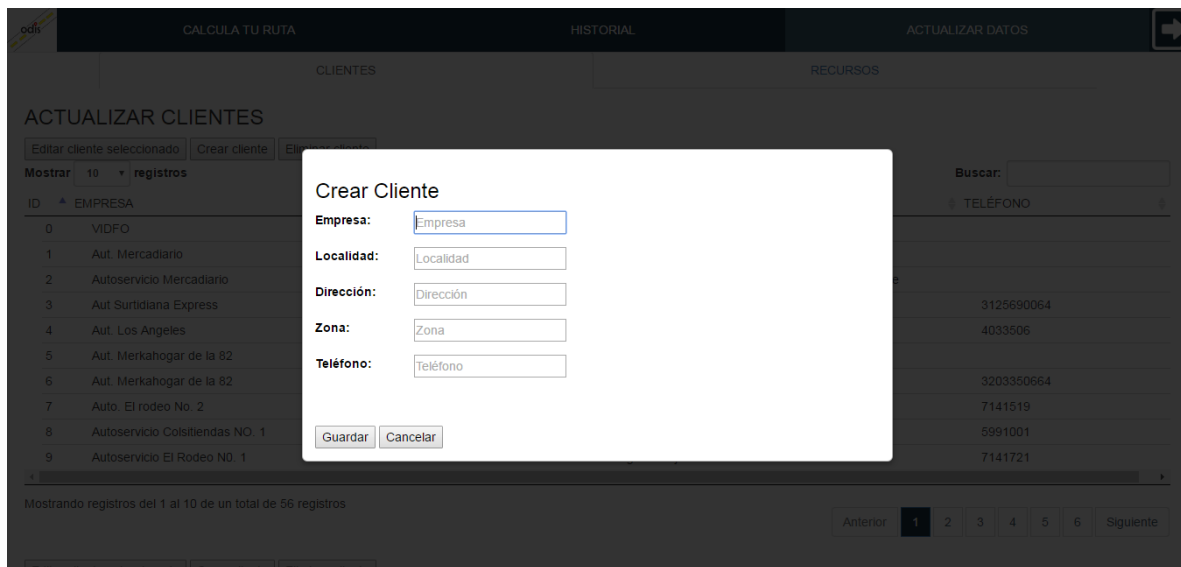
ID	EMPRESA	LOCALIDAD	DIRECCIÓN	ZONA	TELÉFONO
0	VIDFO	Kennedy	Cra 80 G # 55 - 48 sur	Sur	
1	Aut. Mercadario	Kennedy	Calle 45 Sur #72-63	Sur	
2	Autoservicio Mercadario	Chapinero	Calle 45a # 1c - 20	Oriente	
3	Aut Surtidiana Express	San Cristobal	Calle 48y Sur #5-1 a 5-99	Sur	3125690064
4	Aut. Los Angeles	Bosa	Carrera 87d #40c Sur-52	Sur	4033506
5	Aut. Merkahogar de la 82	Ciudad Bolivar	Diagonal 82 Sur #46-4	Sur	
6	Aut. Merkahogar de la 82	Tunjuelito	Diag 51 # 53b-15 Sur	Sur	3203350664
7	Auto. El rodeo No. 2	San Cristobal	Transversal 5l #45 Sur-58	Sur	7141519
8	Autoservicio Colsitendas NO. 1	Usme	Calle 56 Sur #4-15	Sur	5991001
9	Autoservicio El Rodeo NO. 1	Rafael Uribe	Diagonal 48j Bis Sur #5-1	Sur	7141721

Mostrando registros del 1 al 10 de un total de 56 registros

Anterior 1 2 3 4 5 6 Siguiente

Fuente Autores

Ilustración 32 Formulario creación de cliente - Interfaz Actualizar Datos



ACTUALIZAR CLIENTES

Editar cliente seleccionado | Crear cliente | Eliminar cliente

Mostrar 10 registros

Buscar:

TELÉFONO

Crear Cliente

Empresa:

Localidad:

Dirección:

Zona:

Teléfono:

Guardar Cancelar

Mostrando registros del 1 al 10 de un total de 56 registros

Anterior 1 2 3 4 5 6 Siguiente

Fuente Autores



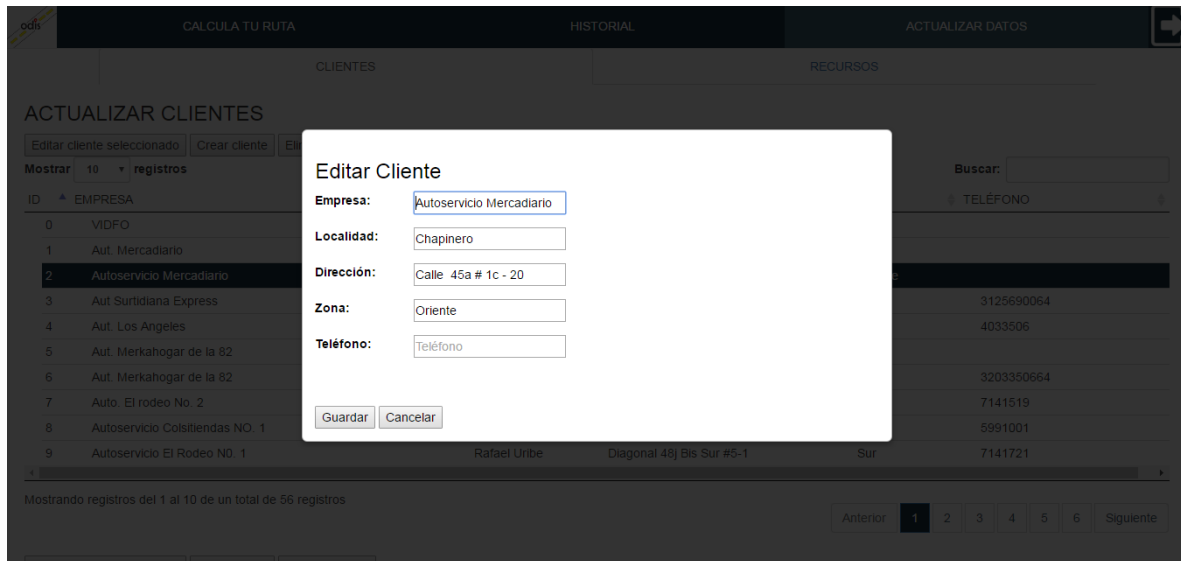
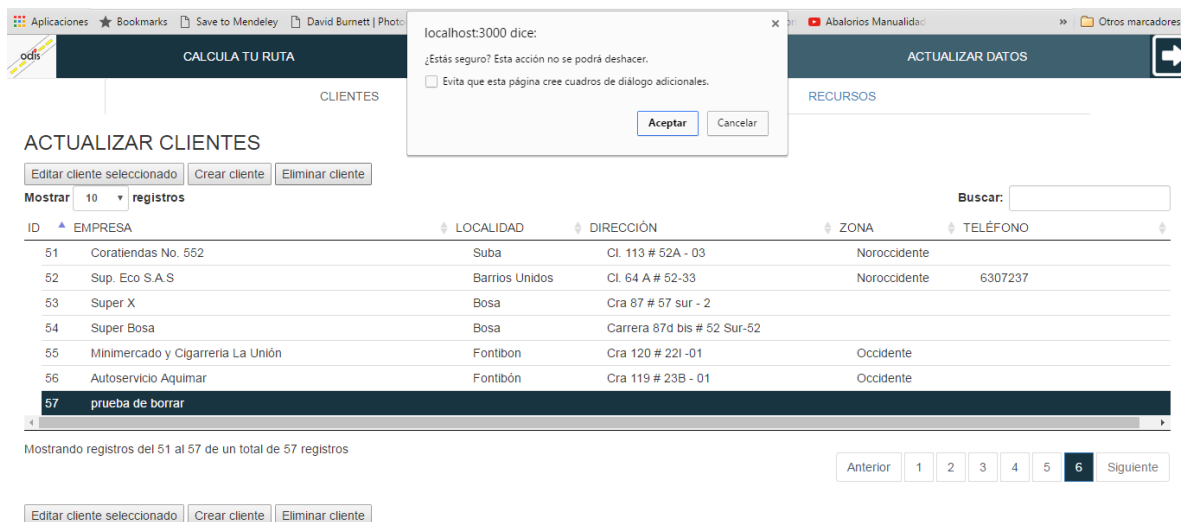
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 33 Formulario de edición de cliente - Interfaz Actualizar Datos



Fuente Autores

Ilustración 34 Eliminar Cliente - Interfaz Actualizar Cliente



Fuente Autores



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 35 Interfaz Actualizar Datos - Recursos



Fuente Autores

6.4.2 Pruebas

A continuación se mostrarán dos pruebas reales versus su aplicación con el software.

Con base en los resultados del diagnóstico inicial a VIDFO donde se encontró que esta mipyme no tiene establecido un sistema para la creación de rutas, y tampoco monitorea los costos generados de esta operación, se utilizó la aplicación móvil Strava, basada únicamente en navegación, para simular y medir las variables de dos día de trabajo donde se acompañó al equipo de entrega de VIDFO.

6.4.2.1 Prueba No. 1

Para este día existían tres clientes que estaban pendientes de visitar y habían realizado su pedido en los días anteriores, debido a que ya existía una promesa de entrega con los clientes no fue necesario establecer ningún tipo de prioridad en particular. Se procedió a alistar la mercancía para entregar y se revisaron las direcciones, el orden de la ruta fue establecido de acuerdo a la solicitud del pedido.

Los clientes seleccionados y su respectiva dirección se pueden ver a continuación:

1. Automercado Supertodo, Cl. 45 sur No. 81C – 02
2. Super Bosa, Cra 87 D No. 40 Sur – 52
3. Supermercado X, Cl. 78 Sur No 8 – 67

Para tener datos de referencia se tomaron tiempos y distancia del recorrido realizado, para este caso fue necesario el uso de aplicaciones en dispositivos móviles con GPS integrado para registrar la información en tiempo real; los resultados obtenidos están compilados en la Tabla 8, así como las Ilustraciones de la 36 a la 42, muestran la ubicación de cada uno de los clientes seleccionados en el mapa y adicional la ruta seguida para hacer la respectiva distribución:




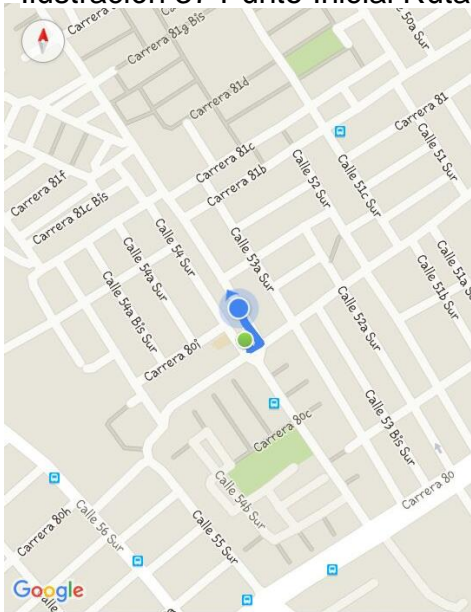
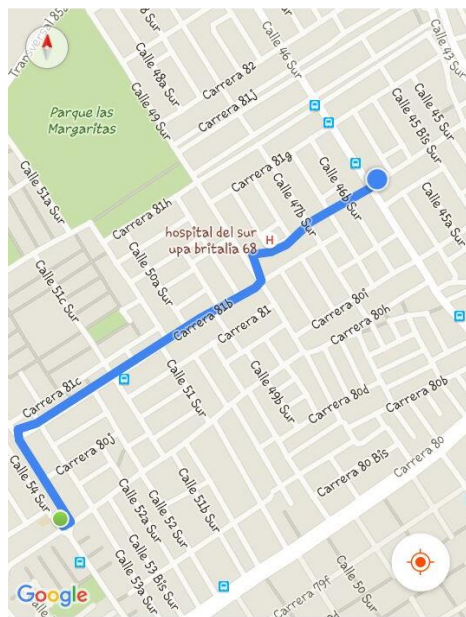
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:  
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 37 Punto Inicial Ruta



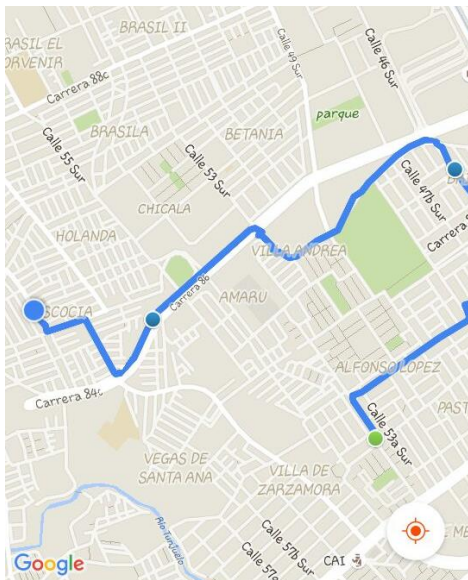
Fuente Strava

Ilustración 36 Primera Parada Ruta Real



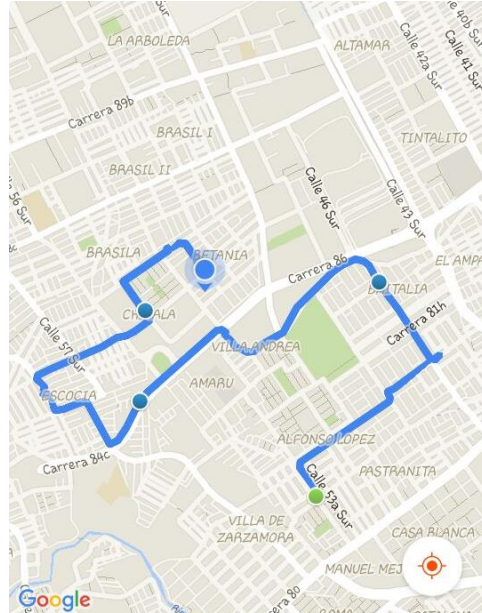
Fuente Strava

Ilustración 39 Segunda Parada Ruta Real



Fuente Strava

Ilustración 38 Tercera Parada Ruta Real



Fuente Strava



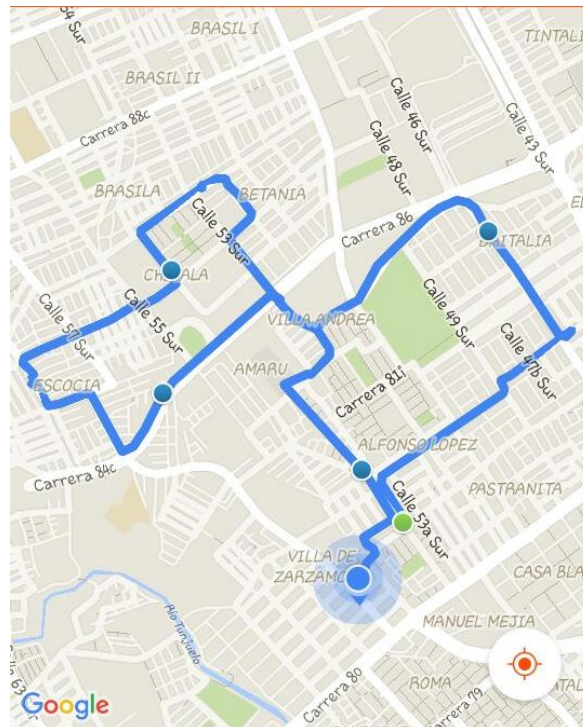
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 41 Vuelta al punto de inicio Ruta Real



Fuente Strava

Tabla 13 Resultados prueba real 1



#	Cliente	Dirección	Km- acum	Tiempo acum
0	VIDFO	Cra 80 G # 55 - 48 sur	-	-
1	Automercado Supertodo	Cl. 45 sur No. 81C – 02	0,96	05:45 min
2	Super Bosa	Cra 87 D No. 40 Sur – 52	3,86	48:46 min
3	Supermercado X,	Carrera 87 #57 Sur-2	5,14	2:07:19 min
0	VIDFO	Cra 80 G # 55 - 48 sur	9,65	2:51:44 min

Fuente Autores

Dentro de estos resultados se puede ver la distancia y el tiempo real empleado en los desplazamientos desde el punto inicial o depósito señalado con el cero a cada uno de los puntos seleccionados y de vuelta al inicio, en la Tabla 13 se expresa la duración de llegada y tiempos de espera en cada punto obteniendo como resultado total una distancia acumulada de 9,65 km en un tiempo de 2 horas 51 minutos.

Estos resultados teniendo en cuenta que fue información en tiempo real y con todas las dificultades de tráfico que se ven en la ciudad además de que el orden y los caminos de ruta fueron

elegidos bajo el criterio del conductor del vehículo de entregas; A continuación con el fin de comprobar la efectividad del programa y adicional proporcionar datos

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

más exactos se procede a correr esta información en el software creado para optimizar los tiempos y controlar los costos; los resultados obtenidos de este son:

Ilustración 42 Resultado ODIS ruta inicial



Fuente ODIS

Ilustración 43 Cuadro resumen ruta con software

KM Totales	Tiempo Total	Costo Total
6.11 km	1 h, 10 m	\$ 1,493.62

Fuente ODIS



Se puede ver que para este caso el cálculo de distancia y tiempo entre cada uno de los clientes no se presenta de forma explícita, esto se debe a que el software realiza esta ponderación tomando los valores de distancia y tiempo en tiempo real desde la web, esto permite una exactitud mayor en el cálculo final y además evalúa las opciones y presenta la ruta más corta para llegar a cada punto, el mapa de la ruta óptima se puede apreciar en la Ilustración 43 así como los resultados finales en la Ilustración 44.

Comparando los resultados de los dos ejercicios se pueden apreciar varias diferencias como: el mapa de la ruta, la distancia total recorrida y el tiempo total recorrido.

Mapa de la ruta:

Como se puede ver en las Ilustraciones 42 y 43 estos realizan recorridos similares, aunque con variaciones notables a la hora de elegir ciertas calles, en la realizada por VIDFO los recorridos son entre calles, mientras en la realizada por ODIS el recorrido se presenta por calles principales.

Resultados de la prueba:

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Las diferencias en las variables entre VIDFO y ODIS se ve en la Tabla 14, donde el ahorro en tiempo con el software es de 1 hora 05 minutos y la distancia es de 3,54km, resultados favorables para la optimización de la operación de VIDFO.

Tabla 14 Resultados Prueba No. 1

	Distancia (Km)	Tiempo (h,min)	Costo (\$)
VIDFO	9,65	2,14	Desconocido
ODIS	6,11	1,10	\$1.493,62
Diferencia	3,54	1,05	\$1.493,62

Fuente Autores

Distancia total recorrido:

En el caso de VIDFO se ve una distancia total de 9,65 km mientras que ODIS presenta presento una distancia de 6,11 km, en este caso se ve que el recorrido realizado por VIDFO es menor en distancia, donde se interpreta como que el recorrido de la empresa es mejor que el generado por medio del software ODIS:





Tiempo total recorrido:

El tiempo total obtenido por VIDFO en su recorrido de 9,65 km fue de 2 horas 14 minutos, y el calculado por el software fue de 1 hora 10 minutos; a pesar de que la distancia calculada por ODIS fue mayor, el hecho de que el tiempo total de recorrido sea menor indica que software está presentando una mejoría en la ruta implementada.

Un punto para tener en cuenta es que debido a que ODIS extrae la información on-line en tiempo real los datos sobre tráfico en la ciudad son bastantes acertados, al igual que el tiempo; en este caso en particular se observa que el orden de ruta óptimo calculado por el software concuerda con la selección aleatoria que realizaron los encargados de la distribución en VIDFO.

Costo total recorrido:

Este es un dato que VIDFO no tiene calculado actualmente, para cumplir con el objetivo de controlar y monitorear los costos de ruta del programa se plantea un cálculo aplicable al software donde se toma el valor actual del galón de gasolina, se establece el consumo promedio por kilómetro y con respecto a esta relación se calcula el gasto real de gasolina por el total de kilómetros recorridos.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:   
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

6.4.2.2 Prueba No. 2

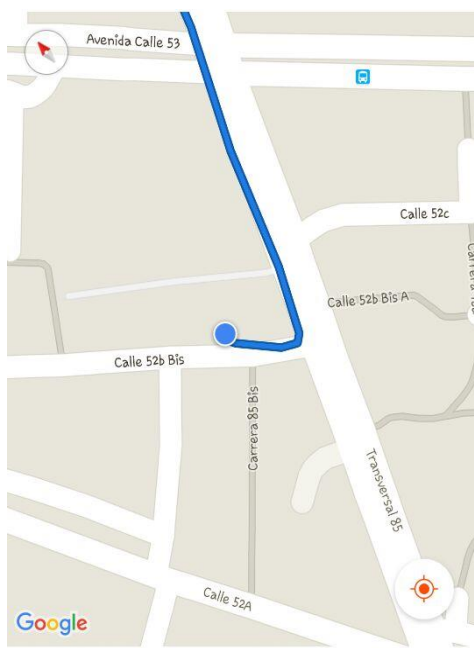
Con el fin de comprobar la efectividad del software, ODIS, se realizó una segunda prueba. Para este caso se utilizaron cuatro clientes diferentes, al igual que en la primera prueba el encargado de VIDFO de distribuir los pedidos escogió el orden de visita de los mismos, para esta ocasión fueron elegidos en orden de pedido, los clientes son los siguientes:

1. Autoservicio la bodega boyacense, Cll 52 b bis # 85 – 42
2. Súper La gran Bodega, Cra 85 F# 53 -10
3. Mini mercado La unión, Cra 120 # 22l – 01
4. Auto Aquimar, Cra 119 a # 23B -01

Para realizar seguimiento en el tiempo, distancia y posición recorrida, se acompañó al equipo de VIDFO a realizar las entregas y de forma simultánea se realizó la medición de las variables por medio de una aplicación móvil de libre distribución con el fin de generar un comparativo frente a la ruta proyectada por ODIS.

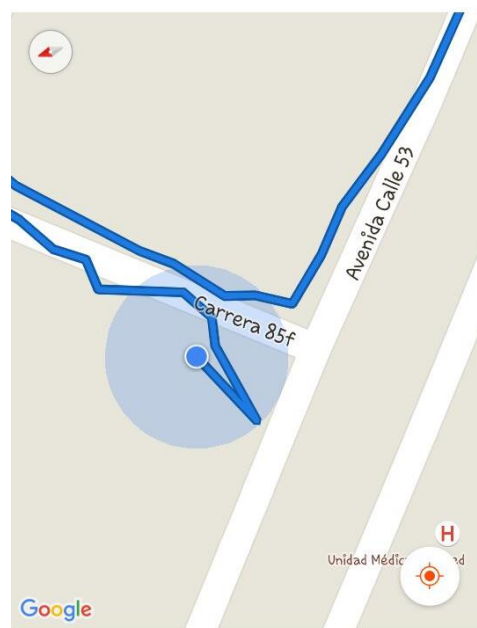
Las Ilustraciones de la 45 a la 49 muestran el recorrido realizado por el vehículo de entregas de VIDFO, estos mapas incluyen de forma clara cada uno de los puntos y el trayecto recorrido para llegar a cada uno, es de tenerse en cuenta que los trabajadores ya conocen los puntos y utilizan rutas habituales aprendidas de la práctica de las entregas.

Ilustración 45 Primera parada prueba No.2



Fuente Strava

Ilustración 44 Segunda parada Prueba No. 2



Fuente Strava



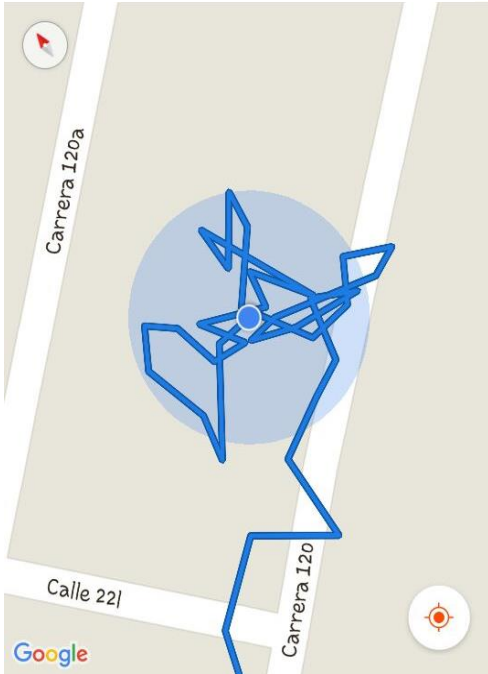
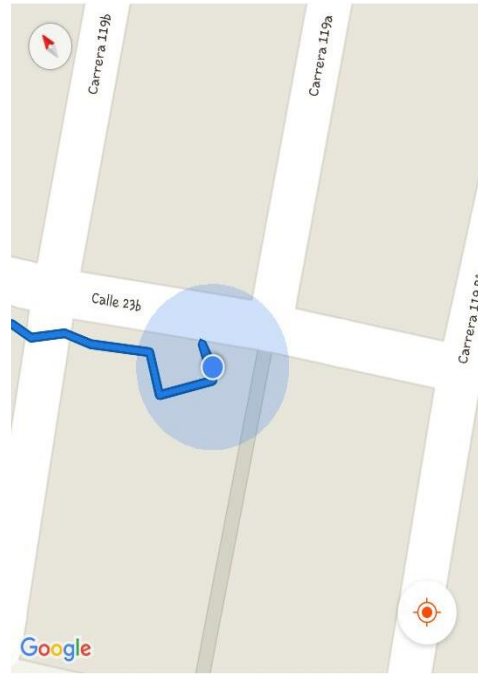
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 47 Tercera parada prueba No. 2



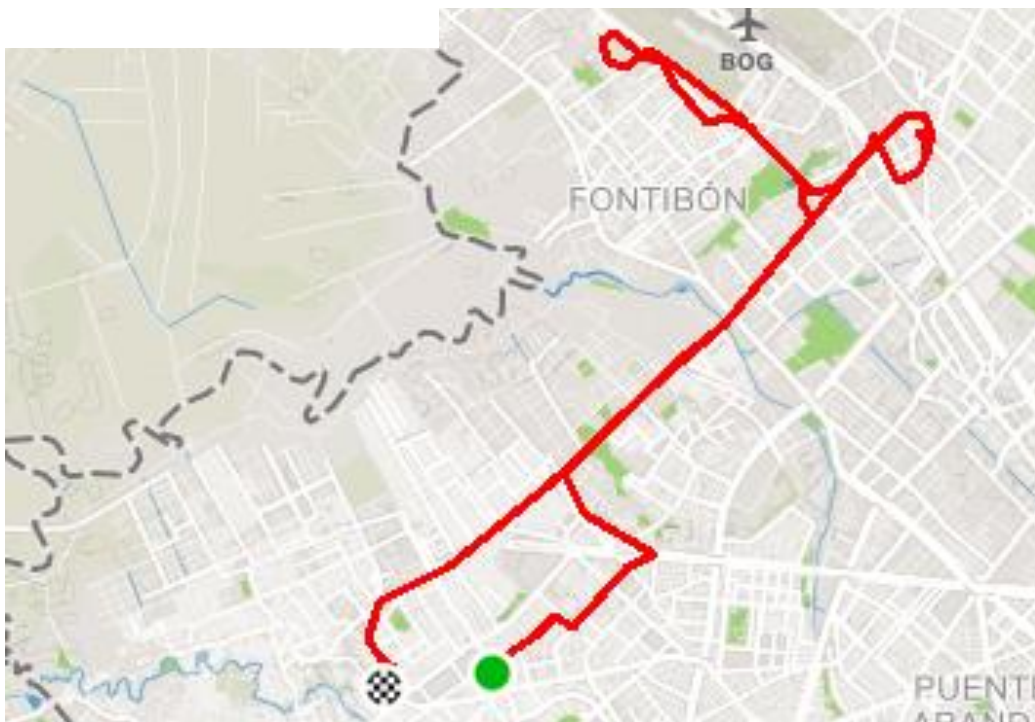
Fuente Strava

Ilustración 46 Detalle tercera parada prueba No.2



Fuente Strava

Ilustración 47 Recorrido total prueba No. 2



Fuente Strava



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Tabla 15 Resultados prueba real

#	Cliente	Dirección	Km-acum	Tiempo Acum
0	VIDFO	Cra 80 G # 55 - 48 sur	13,8	104,25 min
1	Autoservicio la bodega boyacense	Cl. 52B bis # 85-42	0,95	82,5 min
2	Súper La gran Bodega	Cr. 85F # 53-10	7	91 min
3	Mini mercado La unión	Carrera 120 # 221-01	0,25	79,2 min
4	Auto Aquimar	Carrera 119 # 23b-01	13,5	107,3 min
0	VIDFO	Cra 80 G # 55 - 48 sur	35,5	4h 27min

Fuente Autores

Dentro de estos resultados se puede ver la distancia y el tiempo real empleado en los desplazamientos desde el punto inicial o depósito señalado con el cero a cada uno de los puntos seleccionados y de vuelta al inicio, en la tabla 15 se expresa la duración de llegada y tiempos de espera en cada punto obteniendo como resultado total una distancia acumulada de 35,5 km en un tiempo de 4 horas 27 minutos.

Obteniendo los resultados del recorrido real; Se procede a correr el software creado para optimizar los tiempos, distancia y controlar los costos con los clientes seleccionados; los resultados obtenidos de este se pueden ver en las Ilustraciones 50 y 51:



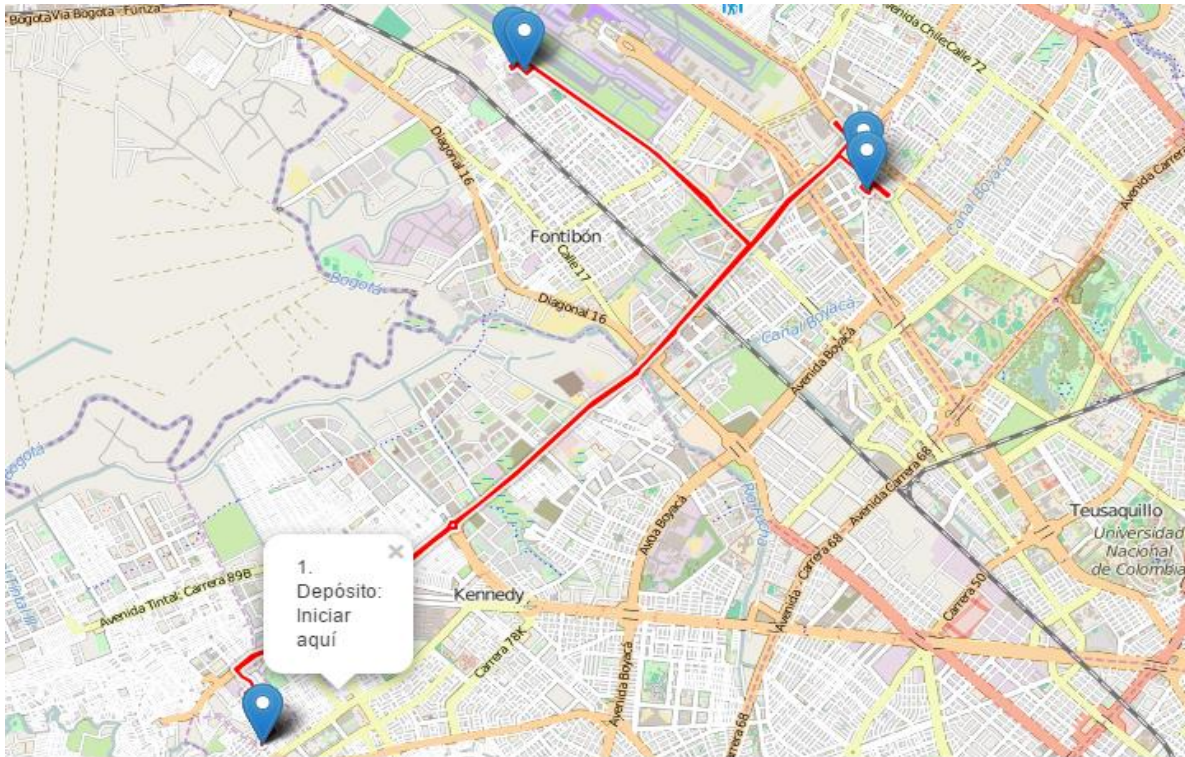
	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Ilustración 48 Resultado ODIS prueba No.2



Fuente ODIS



Ilustración 49 Cuadro resumen ruta no.2 con software

KM Totales	Tiempo Total	Costo Total
35.05 km	2 h, 23 m	\$ 8,572.60

Fuente Autores

Para este caso el cálculo de distancia y tiempo entre cada uno de los clientes no se presenta de forma explícita, esto se debe a que el software realiza esta ponderación tomando los valores de distancia y tiempo en tiempo real desde la web, esto permite una exactitud mayor en el cálculo final y además evalúa las opciones y presenta la ruta más corta para llegar a cada punto, el mapa de la ruta óptima se puede apreciar en la Ilustración 50 así como los resultados finales en la Ilustración 51.

Comparando los resultados de los dos ejercicios se pueden apreciar varias diferencias como: el mapa de la ruta, la distancia total recorrida y el tiempo total recorrido.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Mapa de la ruta:

Como se puede ver en las Ilustraciones 49 y 50 estos realizan recorridos similares, aunque con variaciones notables a la hora de elegir las calles y carreras del recorrido, en la realizada por VIDFO los recorridos son entre calles, mientras en la realizada por ODIS el recorrido se presenta por calles principales.

Resultados de la prueba:

Las diferencias en las variables entre VIDFO y ODIS se pueden ver en la Tabla 16, donde el ahorro en tiempo con el software es de 2 horas 19 minutos y la distancia es de 2,11 km, resultados favorables para la optimización de la operación de VIDFO.

Tabla 16 Resultados Prueba No. 2

	Distancia (Km)	Tiempo (h,min)	Costo (\$)
VIDFO	35,5	4,45	Desconocido
ODIS	33,39	2,26	\$8.572,60
Diferencia	2,11	2,19	\$8.572,60

Fuente Autores

Distancia total recorrido:

En el caso de VIDFO se ve una distancia total recorrida de 35,5 km mientras que ODIS presentó una distancia de 33.39 km, en este caso se ve que existe una diferencia muy pequeña en la distancia total del recorrido realizado entre ambas, donde esta diferencia es favorable para ODIS, hay que tener en cuenta que el software genera sus rutas en tiempo real y selecciona los mejores caminos disponibles según la hora de consulta y la ubicación de cada uno de los puntos;



Tiempo total recorrido:

El tiempo total obtenido por VIDFO en su recorrido de 35,5 km fue de 4 horas 45 minutos, y el calculado por el software fue de 2 horas 26 minutos; el hecho de que el tiempo total de recorrido sea menor indica que el programa está presentando una mejoría en la ruta implementada.

Un punto para tener en cuenta es que debido a que ODIS extrae la información on-line en tiempo real los datos sobre tráfico en la ciudad son bastantes acertados, al igual que el tiempo; en este caso en particular se observa que el orden de ruta óptimo calculado por el software concuerda con la selección aleatoria que realizaron los encargados de la distribución en VIDFO.

Costo total recorrido:

Este es un dato que VIDFO no tiene calculado actualmente, para cumplir con el objetivo de controlar y monitorear los costos de ruta del programa se plantea un cálculo aplicable al software donde se toma el valor actual del galón de gasolina,

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

se establece el consumo promedio por kilómetro y con respecto a esta relación se calcula el gasto real de gasolina por el total de kilómetros recorridos.



7 CONCLUSIONES

Actualmente la generación de rutas en VIDFO es realizada de forma empírica, lo que genera que la mipyme no tenga ningún fundamento técnico para la creación de rutas ni control o seguimiento de los costos que generan; esto se pudo comprobar mediante la realización de un diagnóstico donde por medio de herramientas como un diagrama de Pareto y un análisis causa efecto, se halló que el proceso de distribución presenta las siguientes fallas; niveles de stock variables, una base de datos de clientes limitada, no existe clasificación de los clientes, no hay un proceso de toma de pedidos claramente identificada, la asignación de rutas se realiza de acuerdo a la prioridad de entrega, demoras e incumplimientos en las horas y/o fechas acordadas con el cliente para la entrega, no hay criterios sólidos para determinar el orden de una ruta, las rutas de entrega no están definidas y son variables, las rutas de distribución no son óptimas ya que se escogen arbitrariamente, no se conocen los costos de distribución, existe una falta de planeación de las rutas de distribución y no se utiliza ninguna herramienta para planear las rutas; de las anteriores la falta de planeación de rutas fue seleccionada como la falla que más afecta el área de distribución.

Una vez conocido el problema principal del área de distribución de la mipyme VIDFO, se plantea la búsqueda de un modelo lógico de creación de rutas y se logran determinar las variables principales del modelo gracias al diagnóstico realizado a la empresa. Las variables encontradas fueron el uso de un solo vehículo, la visita a un número determinado de clientes en un día delimitado por 6 horas de trabajo, la menor distancia a recorrer desde el depósito a los puntos y su regreso, y el costo de la ruta. Todo esto para conocer el funcionamiento real del área de distribución y de igual forma poder tener control sobre este.

Una vez conocidas las restricciones del área de distribución de VIDFO se encontraron diversos modelos de transporte y heurísticas de solución que toman estas mismas restricciones y plantean un esquema para resolverlo, se analizaron los modelos T.S.P y el V.R.P, así como las heurísticas del Vecino más Cercano, Intercambio de Aristas OR – OPT y Clarke & Write, Seleccionando para este caso en particular el modelo V.R.P y la heurística de solución del vecino más cercano los cuales presentan características más alineadas al funcionamiento del área de distribución de VIDFO como el hecho de visitar una vez por recorrido a cada punto, volver al punto de inicio y tener en cuenta la distancia más corta de punto a punto.

Conociendo la dinámica del área de distribución de VIDFO, con el fin de generar rutas óptimas en tiempo y costo, y habiendo seleccionado el modelo de solución VRP junto con la heurística del vecino más cercano; se genera un diseño lógico de solución, que consiste en seleccionar la menor distancia desde el depósito a

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

los clientes que se ha visitar, seguido por la menor distancia del cliente anterior a los faltantes y así sucesivamente hasta volver al depósito sin pasar dos veces por ninguno de los puntos ya visitados.

Para la creación del software fue necesario un trabajo constante entre el programador y el equipo investigador de este proyecto, donde se fueron estableciendo y mejorando puntos determinantes para obtener una ruta óptima; algunos de estos fueron: la creación de un software tipo página web que funcione con internet y que a su vez se pueda instalar de forma local en el equipo del personal encargado de la distribución en VIDFO, la consulta de posición real de los puntos a visitar por medio de su localización en un mapa interactivo y la consulta web en tiempo real del estado de tráfico en los recorridos. Estas mejoras fueron establecidas debido a que facilita el manejo del programa así como brinda información verídica y confiable sobre la ruta que se genera.

Para verificar la funcionalidad del software como herramienta de optimización de rutas y control de costos para el área de distribución de VIDFO se realizaron dos pruebas donde se compararon rutas generadas empíricamente por los encargados de la distribución contra las generadas por el software, ambas son monitoreadas en tiempo real y se miden las variables inicialmente establecidas como tiempo total, distancia total y costos de la ruta, el resultado de estas pruebas fue un ahorro en tiempo de 1,67 horas para la primera prueba y para segunda 2,07 horas , una reducción en distancia de 3,38 km para la primera prueba y para segunda 0,45 km , y se pudo determinar el costo de las dos rutas siendo \$ 1.532,51 para la primera prueba y para la segunda \$ 8.572,60.



A demás de esto se generó un historial de las rutas realizadas y el costo de estas, para el análisis o trazabilidad que requería hacer la empresa, también se estableció una base de datos de los clientes y recursos más detallada y organizada, ayudándole a VIDFO a mejorar el área de distribución por medio del control de sus operaciones y así impactando positivamente su modelo de negocio.

8 RECOMENDACIONES

Se recomienda que VIDFO realizar mediciones de las variables de operación del área de despacho y distribución así como generar el historial de rutas para tener la trazabilidad de las variables.

También que la mipyme evalúe al final del recorrido los niveles de cumplimiento de la ruta generada por el software, con el fin de realizar ajustes a las operaciones.

Un punto importante es que VIDFO realice revisiones y/o actualizaciones periódicas en la base de datos de clientes así como en los recursos (vehículo) para tener la información real al momento de calcular la ruta.



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

Así como utilizar la información suministrada por el software para el mejoramiento del costo de sus productos.

Capacitar al personal que va a utilizar el software para el correcto uso de la misma y así poder utilizar todo el potencial de la herramienta

Otra recomendación es probar el software en otro tipo de modelos de negocio con el fin de comprobar su funcionalidad.

El software en la actualidad cuenta con la capacidad para calcular rutas solamente con un vehículo, en adelante se recomienda ampliar esta restricción a una cantidad de vehículos más amplia, esto con el fin de calcular rutas independientes donde no se toquen los mismos puntos por ninguno de los vehículos, y así poder asegurar el uso a futuro del software de acuerdo a la expansión de la mipyme o cubrir la necesidad de cualquier otra empresa que se interese en la adquisición del software.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

9 BIBLIOGRAFÍA

Sandoya Sanchez, F. (2007). Metodos Exactos y Heuristicos para resolver el problema del agente viajero (TSP) y el problema de ruteo de vehiculos (VRP). *Escuela superior politecnica del litoral.*

Adobe. (06 de Junio de 2016). *color.adobe*. Obtenido de <https://color.adobe.com/es/Neutral-Blue-color-theme-22361/edit/?copy=true&base=0&rule=Custom&selected=3&name=Copia%20de%20Neutral%20Blue&mode=rgb&rgbvalues=0.988235,1,0.960784,0.819608,0.858824,0.741176,0.568627,0.666667,0.615686,0.243137,0.376471,0.43529>

Alaimo, K. (08 de 12 de 2014). *www.entrepreneur.com*. Obtenido de <https://www.entrepreneur.com/article/267724>

Autores. (2016). *moqups.com*. Obtenido de <https://moqups.com/paulapelayo/ZD4z04EQ>.

Bermeo Muñoz, Elver A.; Calderón Sotero, Jaime Hernán;. (2009). El hombre y la máquina Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte. *Diseño de un modelo de optimización de rutas de transporte*, 52-67.



CONTRERAS PINTO, CLAUDIA MARCELA; DÍAZ DELGADO, MARÍA FERNANDA;. (2010). MÉTODOS HEURÍSTICOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE RUTEO. Bucaramanga, Colombia: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER, FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECAÑICAS, ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES.

Correa Espinal, Alexander; Cogollo Flórez, Juan; Salazar López, Juan;. (2011). Solución de problemas de ruteo de vehículos con restricciones de capacidad usando la teoría de grafos . *Revista Avances en Sistemas e Informática, Vol.8 No. 3, diciembre de 2011 - Medellín. ISSN 1657-7663*, 32-37.



Crichigno, Jorge; Talavera, Francisco; Prieto, Joel ; Barán, Benjamín ;. (s.f.). Enrutamiento Multicast Utilizando Optimización Multiobjetivo. *Ciencias y Tecnología - Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción Centro Nacional de Computación - Universidad Nacional de Asunción*.

Departamento Nacional de Planeación, D. (3 de Agosto de 2015). <http://www.mipymes.gov.co/>. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/434.pdf>

dismul.blogspot.com.co. (22 de Agosto de 2006). *dismul.blogspot.com.co*. Obtenido de <http://dismul.blogspot.com.co/2006/08/metforas-visuales.html>

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

- EL TIEMPO. (2014). *EL TIEMPO.COM*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento-2013/CMS-13991539>
- Escuela Superior Politécnica del Litoral. (2007). *Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador*.
- Espinoza, D. (2006). Universidad de Chile Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas Departamento de Ingeniería Industrial,.
- Galvan, Silvia; Arias, Javier; Lamos, Henry;. (2013). OPTIMIZACIÓN POR SIMULACIÓN BASADO EN EPSO PARA EL PROBLEMA DE RUTEO DE VEHÍCULOS CON DEMANDAS ESTOCÁSTICAS. *Galván et al - Dyna, 179, 2013 Universidad Industrial de Santander, 60-69*.
- GUASMAYAN GUASMAYAN, F. (2014). *UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL*.
- hibbard. (N.F). *www.unsa.edu.ar/*. Recuperado el 07 de 2015, de <http://www.unsa.edu.ar/~hibbard/discreta/grafos.pdf>
- jimdo.com. (10 de 02 de 2015). *jimdo.com*. Obtenido de <http://es.jimdo.com/2015/02/10/psicolog%C3%ADa-del-color-en-el-dise%C3%B1o-web-parte-1/>
- Lodos, H. (04 de 2011). *www.palermo.edu*. Obtenido de http://www.palermo.edu/dyc/opendc/opendc2011_1/036.pdf
- Nordeste, U. N. (2014). *www.unne.edu.ar*. Obtenido de http://ing.unne.edu.ar/pub/informatica/Alg_diag.pdf
- Orihuela, J. L., & Santos, M. L. (1999). <http://www.javeriana.edu.co/>. Obtenido de http://www.javeriana.edu.co/relato_digital/r_digital/taller/introdis/cap01-navega.htm
- Pamplona, U. d. (11 de Julio de 2012). <http://www.unipamplona.edu.co/>. Obtenido de http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_23/recursos/general/11072012/graf03.pdf
- Pérez., J. A. (2004). <http://www.tebadm.ulpgc.es/>. Obtenido de <http://www.tebadm.ulpgc.es/almacen/seminarios/MH%20Las%20Palmas%20202.pdf>
- Puchades Cortés, Vanesa; Mula Bru, Josefa; Rodríguez Villalobos, Alejandro;. (2008). Aplicación de la Teoría de Grafos para mejorar la planificación de rutas de trabajo de una empresa del sector de la distribución automática. *REVISTA DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA LA ECONOMÍA Y LA EMPRESA, 7-22*.

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

PuroMarketing. (2012). *www.puromarketing.com*. Obtenido de <http://www.puromarketing.com/3/10927/elegir-color-adecuado-para-marca-imagen-nuestro-negocio.html>



Rocha Medina, Linda Bibiana; Gonzales La Rota, Elsa Cristina; Orjuela Castillo, Javier Arturo. (2011). Una revisión al estado del arte del problema de ruteo de vehículos: Evolución histórica y métodos de solución. *Ingeniería, Vol. 16, No. 2*, 35-55.

Rossainz López, M. (N.F). BRANCH & BOUND Y EL PROBLEMA DEL AGENTE VIAJERO.

Toro Ocampo, E., Santa Chávez, J., & Granada Echeverri, M. (2013). Solución del problema de ruteamiento de vehículos en la distribución de papa en Colombia. *Scientia et Technica Año XVIII, Vol. 18, No 1, Abril de 2013. Universidad Tecnológica de Pereira. ISSN 0122-1701*, 139-148.

VÁSQUEZ MORALES, M. (2007). DESARROLLO DE UN FRAMEWORK PARA EL PROBLEMA DE RUTEO DE VEHÍCULOS. Santiago de Chile, Chile: UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.

www.significados.com. (2016). *www.significados.com*. Obtenido de <http://www.significados.com/heuristica/>





	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

10 ANEXOS

10.1 Anexo 1 BARRIOS Y LOCALIDADES



LOCALIDAD	NOMBRE BARRIO	CIUDAD
	ANTONIA SANTOS	BOGOTA
	BOSA	BOGOTA
	BRASIL	BOGOTA
	BRASIL	BOGOTA
	CANAVERALEJO	BOGOTA
	EL CORZO	BOGOTA
	EL PORVENIR	BOGOTA
	ESTACION BOSA	BOGOTA
	ISLANDIA	BOGOTA
	JIMENEZ DE QUESADA	BOGOTA
	JOSE MARIA CARBONELL	BOGOTA
BOSA	LA CABAÑA	BOGOTA
	LA LIBERTAD	BOGOTA
	LA PAZ BOSA	BOGOTA
	LAS MARGARITAS	BOGOTA
	LOS LAURELES	BOGOTA
	OSORIO DIEZ	BOGOTA
	PARCELA EL PORVENIR	BOGOTA
	SAN ANTONIO	BOGOTA
	SAN BERNARDINO	BOGOTA
	SAN BERNARDINO DIECISIETE	BOGOTA
	SAN BERNARDINO XIX	BOGOTA
	SAN BERNARDINO XVI	BOGOTA
	SAN BERNARDINO XVIII	BOGOTA
	SAN BERNARDINO XXII	BOGOTA
	SAN BERNARDINO XXV	BOGOTA
	SANTA FE DE BOSA	BOGOTA
	BOSQUE CALDERON TEJADA	BOGOTA
	INGEMAR	BOGOTA
	PARDO RUBIO NOROCCIDENTAL	BOGOTA
CHAPINERO	PARDO RUBIO NOROCCIDENTAL	BOGOTA
	SAN MARTIN DE PORRES I Y II	BOGOTA
	VILLA ANITA	BOGOTA
	VILLA DEL CERRO III SECTOR	BOGOTA
	VILLAS DEL CERRO	BOGOTA
	ALVARO BERNAL SEGURA	BOGOTA
	ARBORIZADORA ALTA	BOGOTA
	ARBORIZADORA BAJA	BOGOTA
	BELLA FLOR	BOGOTA
	BELLA FLOR SUR	BOGOTA
	BELLA VISTA	BOGOTA
	BELLA VISTA	BOGOTA
	BELLAVISTA LUCERO ALTO	BOGOTA
	BOGOTA PROTECHO II	BOGOTA
	BRISAS	BOGOTA
	BUENOS AIRES	BOGOTA
	CANDELARIA LA NUEVA II SECTOR	BOGOTA
	CANTERAS MEDIA LOMA	BOGOTA
	CASA DE TEJA	BOGOTA
	CERRITOS DEL SUR II SECTOR	BOGOTA
	CERRITOS DEL SUR III SECTOR	BOGOTA
	CORDILLERA SUR	BOGOTA
	EL BOSQUE	BOGOTA
	EL DIAMANTE	BOGOTA
	EL GALPON	BOGOTA
	EL LIMONAR	BOGOTA
	EL MIRADOR	BOGOTA
	EL MIRADOR	BOGOTA
	EL MOCHUELO	BOGOTA
	EL PARAISO	BOGOTA

LOCALIDAD	NOMBRE BARRIO	CIUDAD
	BOSQUE IZQUIERDO	BOGOTA
	CARTAGENA	BOGOTA
	EL CONSUELO	BOGOTA
	EL DORADO	BOGOTA
	EL DORADO SUR	BOGOTA
	EL GUAVIO	BOGOTA
	EL MIRADOR	BOGOTA
	EL ROCIO	BOGOTA
SANTAFE	EL ROCIO CENTRO ORIENTAL	BOGOTA
	JULIO CESAR TURBAY	BOGOTA
	LOS LACHES	BOGOTA
	ROCIO ORIENTAL	BOGOTA
	ROCIO PARTE BAJA	BOGOTA
	SAN DIONICIO	BOGOTA
	SANTA ROSA DE LIMA	BOGOTA
	VITELMA	BOGOTA
	ACACIAS	BOGOTA
	BERLIN	BOGOTA
	BERLIN IV	BOGOTA
	CIUDAD HUNZA	BOGOTA
	EL CONDOR	BOGOTA
	EL TABOR	BOGOTA
	LISBOA	BOGOTA
	NARANJOS	BOGOTA
SUBA	PALMA ALDEA	BOGOTA
	SAN PEDRO DE TIBABUYES	BOGOTA
	SANTA CECILIA	BOGOTA
	SANTA RITA	BOGOTA
	TOBERIN	BOGOTA
	VILLA CINDY	BOGOTA
	VILLA ESPERANZA	BOGOTA
	VILLAS ALASKA	BOGOTA
	VILLAS DEL CAMPO	BOGOTA
	VILLAS HERMOSA	BOGOTA
	AREA ARTILLERIA	BOGOTA
	CENTRAL DE MEZCLAS	BOGOTA
TUNJUELITO	LAS MANAS	BOGOTA
	MEXICO I	BOGOTA
	BUENAVISTA	BOGOTA
	EL CODITO	BOGOTA
	EL CODITO III	BOGOTA
	EL PITE	BOGOTA
USAQUEN	LOS CERROS DE SANTA CRIS	BOGOTA
	SANTA CECILIA	BOGOTA
	SANTA CECILIA NORTE PARTE ALTA	BOGOTA
	SANTA CECILIA PARTE ALTA	BOGOTA
	URBANIZACION LA PERLA	BOGOTA
	A.J. SUCRE I	BOGOTA
	A.J. SUCRE II	BOGOTA
	ALASKA	BOGOTA
	ALFONSO LOPEZ	BOGOTA
	ALLANTUZ	BOGOTA
	ALTOS DE PINOS	BOGOTA
	ARIZONA	BOGOTA
	ARRAYANES	BOGOTA
	ARRAYANES I	BOGOTA
	BELLA VISTA	BOGOTA
	BOLONIA	BOGOTA
	BRASUELOS	BOGOTA
	BUENOS AIRES	BOGOTA

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	CERTIFICADA POR:   
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	



	EL TESORO	BOGOTA
	EL TESORO	BOGOTA
	ESTRELLA DEL SUR	BOGOTA
	FLORIDA SUR ALTA	BOGOTA
	INES ELVIRA	BOGOTA
	JERUSALEN	BOGOTA
	JERUSALEN	BOGOTA
	LA ALAMEDA	BOGOTA
	LA CONCEPCION	BOGOTA
CIUDAD BOLIVAR	LA ESCALA	BOGOTA
	LA ESPERANZA	BOGOTA
	LA ESTANCIA	BOGOTA
	LA PREDERA	BOGOTA

	BULEVAR SUR	BOGOTA
	CHAPINERITO	BOGOTA
	CHAPINERITO	BOGOTA
	CHARALA	BOGOTA
	CHICO SUR	BOGOTA
	CHUNIZA	BOGOTA
	COMPOSTELA	BOGOTA
	COMUNEROS	BOGOTA
	COOPERATIVA VIRREY	BOGOTA
	COSTA RICA	BOGOTA
	CURUBO	BOGOTA
	DANUBIO AZUL	BOGOTA
	DONA LILIANA	BOGOTA



	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

	LAS QUINTAS DEL SUR	BOGOTA
	LOS DUQUES	BOGOTA
	LOS URAPANES DEL SUR	BOGOTA
	LUCERO ALTO	BOGOTA
	LUCERO DEL SUR	BOGOTA
	LUCERO SUR	BOGOTA
	MEISEN	BOGOTA
	MEXICO	BOGOTA
	MINUTO DE LA MARIA	BOGOTA
	NACIONES UNIDAS	BOGOTA
	PARCELACION BOGOTA	BOGOTA
	PERDOMO ALTO	BOGOTA
	POTOSI	BOGOTA
	POTRERITOS	BOGOTA
	QUIBA	BOGOTA
	ROCIO ALTOS DEL SUR	BOGOTA
	SADEC UNO	BOGOTA
	SAN JUAQUIN DEL VATICANO	BOGOTA
	SAN RAFAEL	BOGOTA
	SIERRA MORENA	BOGOTA
	SOTAVENTO	BOGOTA
	SOTAVENTO	BOGOTA
	SOTAVENTO II	BOGOTA
	URBANIZACION BUENAVISTA	BOGOTA
	URBANIZACION VILLA DE LOS ALPES	BOGOTA
	VILLA DIANA LOPEZ	BOGOTA
	VILLA GLORIA	BOGOTA
	VILLAS DEL DIAMANTE	BOGOTA
	EL CEDRO	BOGOTA
	LOS LAURELES	BOGOTA
ENGATIVA	VILLA CLAVER I	BOGOTA
	VILLA CLAVER II	BOGOTA
	VILLA CLAVER III	BOGOTA
	ALAMEDA	BOGOTA
	EL CHIRCAL	BOGOTA
FONTIBON	FLORENCIA	BOGOTA
	JERICO	BOGOTA
	KASANDRA	BOGOTA
	PUENTE GRANDE	BOGOTA
	VILLA FLOR	BOGOTA
	ALTAMAR	BOGOTA
	EL AMPARO	BOGOTA
	LAS LUCES	BOGOTA
KENNEDY	LAS VEGAS	BOGOTA
	MARGARITAS OCCIDENTAL	BOGOTA
	OSORIO XII	BOGOTA
	URBANIZACION DINDALITO I ETAPA	BOGOTA
LA CANDELARIA	EL GUAVIO EGIPTO	BOGOTA
	BOSQUE LOS MOLINOS	BOGOTA
	CERROS DE ORIENTE	BOGOTA
	CERROS DE ORIENTE	BOGOTA
	DIANA TURBAY	BOGOTA
	DIANA TURBAY CULTIVOS	BOGOTA
	DIVISION PICOTA	BOGOTA
	EL PESEBRE	BOGOTA
	EL PORTAL	BOGOTA
	EL PORTAL II SECTOR	BOGOTA
	EL TRIANGULO	BOGOTA



	DURO GRES	BOGOTA
	EL BOSQUE	BOGOTA
	EL BOSQUE KM 14 BOQUERON	BOGOTA
	EL MORTIDO	BOGOTA
	EL PARLANTE	BOGOTA
	EL PROGRESO	BOGOTA
	EL REFUGIO II	BOGOTA
	EL TUNO	BOGOTA
	EL UVAL I	BOGOTA
	EL UVAL II	BOGOTA
	JUAN JOSE RONDON	BOGOTA
	LA ALBORADA	BOGOTA
	LA ESMERALDA	BOGOTA
	LA ESPERANZA	BOGOTA
	LA FISCALA	BOGOTA
USME	LA FLORA	BOGOTA
	LA ORQUIDEA	BOGOTA
	LA PICOTA SUR	BOGOTA
	LA REFORMA	BOGOTA
	LAS MERCEDES	BOGOTA
	LIBANO	BOGOTA
	LOS SAUSES	BOGOTA
	LOS SOCHES	BOGOTA
	MANZANARES	BOGOTA
	MONTE BLANCO	BOGOTA
	NUEVO PORVENIR	BOGOTA
	NUEVO SAN LUIS	BOGOTA
	OLIVARES	BOGOTA
	PACHITA	BOGOTA
	PALERMO SUR	BOGOTA
	PLAZA	BOGOTA
	PORTAL	BOGOTA
	PORTAL DEL DIVINO NINO	BOGOTA
	PORVENIR I	BOGOTA
	PORVENIR II	BOGOTA
	PUERTA AL LLANO	BOGOTA
	REINA ISABEL	BOGOTA
	ROSAL MIRADOR	BOGOTA
	SAN ANDRES	BOGOTA
	SAN DIEGO	BOGOTA
	SAN FELIPE	BOGOTA
	SAN GERMAN II	BOGOTA
	SAN ISIDRO	BOGOTA
	SERRANIAS	BOGOTA
	SERRANIAS	BOGOTA
	TENERIFE I	BOGOTA
	TIBAQUE SUR	BOGOTA
	TIGUAQUE	BOGOTA
	TOCAIMITA	BOGOTA
	USMINIA	BOGOTA
	VILLA ALEMANIA II	BOGOTA
	VILLA DE CAFAM	BOGOTA
	VILLA DIANA	BOGOTA
	VILLA HERMOSA	BOGOTA
	VILLA ISRAEL	BOGOTA
	VILLAS DEL EDEN	BOGOTA
	VIRREY	BOGOTA
	YOMASA NORTE	BOGOTA
	YOMASITA	BOGOTA

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

	GUIPARMA	BOGOTA
	INESUR	BOGOTA
RAFAEL URIBE	LA ESPERANZA	BOGOTA
	LA MARQUEZA	BOGOTA
	LA PICOTA ORIENTAL	BOGOTA
	LA PLAYA	BOGOTA
	LA RECONQUISTA	BOGOTA
	LOS ARRAYANES	BOGOTA
	LUIS LOPEZ DE MESA	BOGOTA
	MARRUECOS II SECTOR	BOGOTA
	MARRUECOS II SECTOR	BOGOTA
	MOLINOS II SECTOR	BOGOTA
	NUEVO PENNSILVANIA DEL SUR	BOGOTA
	PALERMO SUR	BOGOTA
	PROVIDENCIA ALTA	BOGOTA
	SAN AGUSTIN	BOGOTA
	ALTAMIRA	BOGOTA
	ALTAMIRA	BOGOTA
	ALTOS DEL POBLADO	BOGOTA
	AMAPOLAS	BOGOTA
	ANTIOQUIA	BOGOTA
	ATENAS	BOGOTA
	BELLAVISTA SUR	BOGOTA
	BELLO HORIZONTE	BOGOTA
	CANADA O GUIRA	BOGOTA
	CANADA SECTOR LA GUIRA II	BOGOTA
	CERROS SAN VICENTE	BOGOTA
	COLMENA I LOS PINARES	BOGOTA
	CONTINENTAL	BOGOTA
	EL FUTURO	BOGOTA
	EL PARAISO	BOGOTA
	EL PINAR	BOGOTA
	EL QUINDIO II	BOGOTA
	EL TRIANGULO	BOGOTA
	EL TRIANGULO	BOGOTA
	GLORIETA ALTA	BOGOTA
	HORACIO ORJUELA	BOGOTA
	JUAN REY	BOGOTA
	LA BELLEZA	BOGOTA
	LA COLMENA	BOGOTA
	LA GLORIA	BOGOTA
	LA GLORIA BAJA	BOGOTA
	LA GLORIA MANZANA II	BOGOTA
	LA NUEVA GLORIA	BOGOTA
	LA SIERRA	BOGOTA
	LA VICTORIA	BOGOTA
	LAS GAVIOTAS	BOGOTA
	LAS GUACAMAYAS	BOGOTA
	LOS FAROLES DE SANTA INES	BOGOTA
	LOS LIBERTADORES	BOGOTA
	LOS LIBERTADORES DE SAN IGNACIO	BOGOTA
SAN CRISTOBAL	LOS LIBERTADORES DE SAN MIGUEL	BOGOTA
	LOS LIBERTADORES EL TESORO	BOGOTA
	LOS LIBERTADORES SAN LUIS	BOGOTA
	LOS LIBERTADORES USJAL	BOGOTA
	LOS PINOS	BOGOTA
	LOS PUENTES	BOGOTA
	MACARENA LOS ALPES	BOGOTA
	MIRAFLORES	BOGOTA
	MOLINOS DE ORIENTE	BOGOTA
	MONTE CARLO	BOGOTA
	MORALBA	BOGOTA

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

NUEVA DELLY	BOGOTA
NUEVA ESPADA	BOGOTA
PENSILVANIA	BOGOTA
PUENTE COLORADO	BOGOTA
RAMAJAL	BOGOTA
REPUBLICA DE CANADA	BOGOTA
SAN ANTONIO	BOGOTA
SAN JACINTO	BOGOTA
SAN JOSE ORIENTAL	BOGOTA
SAN MARTIN	BOGOTA
SAN RAFAEL (USME)	BOGOTA
SAN VICENTE	BOGOTA
SAN VICENTE ALTO	BOGOTA
SANTA INES	BOGOTA
SANTA RITA SUR ORIENTAL	BOGOTA
SANTA RITA SUR ORIENTAL II ETAPA	BOGOTA
SANTA RITA SUR ORIENTAL III ETAPA	BOGOTA
SECTOR EL LUCERO	BOGOTA
URBANIZACION DARDANEROS NUEVA	BOGOTA
URBANIZACION EL DORADO	BOGOTA
URBANIZACION SIDEL	BOGOTA
URBANIZACION VILLA DEL CERRO	BOGOTA
VALPARAISO	BOGOTA
VILLA ANGELICA	BOGOTA
VILLA BEGONIA	BOGOTA
VILLABEL	BOGOTA

	GUIA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	



10.2 Anexo 2 CÓDIGO FUENTE DEL ALGORITMO

```

calculateRoute = function(clientsID, socket){
    var clientsWithLocation = []
    var clients = []
    var dataMatrix = []
    var dataMatrixComputable = [];

    if (clientsID.length > 0){
        async.waterfall([
            function(callback_waterfall){
                _this.findStoreHouse(function(err, storeHouse){
                    if(!err){
                        clients.push(storeHouse)
                        callback_waterfall(null, "Agregando
storehouse")
                    }
                })
            },
            function(message, callback_waterfall){
                // Get info of all clients to be procesed.
                async.each(clientsID,
                    function(clientID, callback){
                        _this.findClientByID(clientID, function(err,
client){
                            if(!err){
                                clients.push(client)

```



	GUIA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

```

        callback()
    }
}
},
function(err){
    if(!err)
        callback_waterfall(null, clients)
})
},
function(clientsArray, callback_waterfall){
    // Build matrix to run algorithm.
    async.eachSeries(clientsArray,
        function(client, callback2){
            _this.getDataFromClientToOthers2(client,
clientsArray, dataMatrix, callback2)

        }, function(err){
            if(!err)
                callback_waterfall(null, dataMatrix)
        })
    },
function(dataMatrix, callback_waterfall){
    // Make a copy of dataMatrix
    copyDataMatrix(dataMatrix, callback_waterfall)
},
function (dataMatrixCopy, callback_waterfall){

```

	GUIA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

```

// Algorithm
dataMatrixComputable = dataMatrixCopy;
infoToStorehouseMap = new Map();
path = [];

cont = 0;

async.waterfall([
    function(callback_waterfall_2){
        // Find Storehouse
        _this.findStoreHouse(callback_waterfall_2)
    },
    function(deposito, callback_waterfall_2){
        // Find first path: Deposit to first point
        nextOrigin = {};



        currentClientInLoop = deposito;

        tiempoCargaEnDeposito = 900; // 15 mins
        tiempoDescargue = 900; // 15 mins
        tiempoAcumuladoDeRuta =
tiempoCargaEnDeposito;

        tiempoConDevolucionAlDeposito =
tiempoCargaEnDeposito;

        maxTime = 21600; // 6 horas

```

	GUIA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

times = 0;

done = false;

areThereClientsToVisitNextDay = false;

// Save time from each client to storehouse to check returning times

getInfoToStorehouse(deposito._id, dataMatrixComputable, infoToStorehouseMap)

//path.push(dataMatrixComputable[0].destinos[0]); // Referencia

minDistance =
Number(dataMatrixComputable[0].destinos[0].googleInfo.distanceValue); //
Agregar dist. de referencia

nextOrigin =
dataMatrixComputable[0].destinos[0].destino; // Siguiente pivote, referencia



distance =
dataMatrixComputable[0].destinos[0].googleInfo.distanceValue;

duration =
dataMatrixComputable[0].destinos[0].googleInfo.durationValue;

originIndex = 0;

while(!done){

times++;

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

```

for(k = 0; k <
dataMatrixComputable.length; k++){

    if(dataMatrixComputable[k].origen._id.equals(currentClientInLoop._id)){

        for(l = 0; l <
dataMatrixComputable[k].destinos.length; l++){

            cont++;

            if(Number(dataMatrixComputable[k].destinos[l].googleInfo.distanceValue) <
minDistance){

                minDistance =
Number(dataMatrixComputable[k].destinos[l].googleInfo.distanceValue);

                nextOrigin = dataMatrixComputable[k].destinos[l].destino;

                distance
= dataMatrixComputable[k].destinos[l].googleInfo.distanceValue;
                duration
= dataMatrixComputable[k].destinos[l].googleInfo.durationValue;

            }

        }



        originIndex = k;

    }

}

tiempoAcumuladoDeRuta =
tiempoAcumuladoDeRuta + duration + tiempoDescargue;

```

	GUIA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

```

tiempoConDevolucionAlDeposito =
tiempoAcumuladoDeRuta + infoToStorehouseMap.get(nextOrigin._id);

if(tiempoConDevolucionAlDeposito
<= maxTime){

path.push({client: nextOrigin,
distance: distance, duration: (duration+tiempoDescargue)});

infoToStorehouseMap.delete(nextOrigin._id);
}
else{
done = true;

areThereClientsToVisitNextDay = true;
}
// If it's the first iteration delete
Storehouse from Destination arrays



if(times == 1)

deleteNextClientFromDestinationArrays(deposito._id,
dataMatrixComputable);

// Delete row of current client
deleteRowOfOrigin(originIndex,
dataMatrixComputable);

// Delete next client from destination
arrays

```


	GUIA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

```
deleteNextClientFromDestinationArrays(nextOrigin._id,
dataMatrixComputable);
```

```

currentClientInLoop = nextOrigin;
minDistance = Number(100000000);



1) if(dataMatrixComputable.length ==

done = true;
}

// If there is at least one client to visit
if(path.length > 0){

clientsToVisitNextDayList = [];



infoToStorehouseMap.forEach(function(value, key, infoToStorehouseMap) {
function(err, c){
_this.findClientByID(key,
if(!err){
clientsToVisitNextDayList.push(c)
}
})
})
})
```

	GUIA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

```

        callback_waterfall_2(null, path,
deposito, clientsToVisitNextDayList)
    }
    else
        callback_waterfall(null, {message:
noClients})
    },
    function(clientsPath, storeHouse, pendingClients,
callback_waterfall_2){
        // Find distance and time from last point to
storeHouse
        _this.getDataBetweenTwoPoints(clientsPath[clientsPath.length-1].client,
storeHouse, function(err, data){
            clientsPath.push({client:
storeHouse, distance: data.distanceValue, duration: data.durationValue});
            callback_waterfall_2(null,
{clientsPath: clientsPath, storeHouse: storeHouse, pendingClients:
pendingClients});
        })
    },
    function(summary, callback_waterfall_2){
        _this.findResource(function(err, car){
            if(err) callback_waterfall_2(err, null)
            _this.findGas(function(err2, gas){
                console.log(gas)
                if(err2)
callback_waterfall_2(err2, null)
                totalCost = 0;



```

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

```

totalDistance = 0;
totalTime = 0;
for(i = 0; i <
summary.clientsPath.length; i++){
totalDistance +=
summary.clientsPath[i].distance;
totalTime +=
summary.clientsPath[i].duration;
}
totalDistance = totalDistance
/ 1000;
totalCost = ( 1 /
parseFloat(car.consumo) ) * totalDistance * parseFloat(gas.value);
summary.totalDistance =
totalDistance;
summary.totalTime =
totalTime;
summary.totalTimeHumanized = getTotalTimeHumanized(totalTime);
summary.totalCost =
totalCost;
callback_waterfall_2(null,
summary)
})
})
}
], function (err, result2){

```

	GUÍA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	



```

        callback_waterfall(null, result2)
    }
)
}
],
function(err, result){
    // result is an object {route, storeHouse, pendingClients,
    totalDistance, totalTime, totalCost}
    // route already contains storeHouse as last point
    // First point in route is first client to visit (not storehouse)
    // Route is an object {clientA, distance, duration}.
    Distance and duration from previous client to clientA
    // For the first client, it's the distance and duration from
    storeHouse
    socket.emit("deliverRouteProvisional", result)
})
}

}

}
exports.findStoreHouse = function (callback){
    Client.findOne({"deposito":true}, function(err, deposito){
        if(err) callback(err, null);
        callback(null, deposito);
    });
}

```



	GUIA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

```

exports.findClientByID = function (id, callback){
    Client.findOne({"_id":id}, function(err, client){
        if(err) callback(err,null);
        callback(null, client);
    });
}

exports.getDataFromClientToOthers2 = function(currentClient, clientsArray,
dataMatrix, callback){
    currentClientData={}
    currentClientData.origen = currentClient;
    destinos = [];
    async.each(clientsArray,
        function(client, callback2){
            if(currentClient._id !== client._id){
                _this.getDataBetweenTwoPoints(currentClient, client,
function(err, data){
                    if(!err){
                        destinos.push({
                            destino: client,
                            googleInfo: data
                        });
                    }
                    callback2()
                }
            }
        }
    );
}

```

	GUIA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

```



    }
  })
  }else{
    callback2();
  }

}, function(err){
  if(!err){
    currentClientData.destinos = destinos;
    dataMatrix.push(currentClientData)
    callback(null,"done");
  }
})
}

exports.getDataBetweenTwoPoints = function(pointFrom, pointTo, callback){
  origen = pointFrom.coordenadas.latitud + "," +
pointFrom.coordenadas.longitud

  destino = pointTo.coordenadas.latitud + "," + pointTo.coordenadas.longitud
  google_distance.get({
    index: 1,
    origin: origen,
    destination: destino
  },
  function(err, data){
    if(!err){



```

	GUIA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

```

        callback(null, data)
    }else{
        console.log(err);
    }
});
}

```

	GUIA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

```

copyDataMatrix = function(originMatrix, callback){
    destinationMatrix = []
    for (i=0; i < originMatrix.length; i++){
        destinationMatrix.push(originMatrix[i]);
    }
    callback(null, destinationMatrix)
}

```

```



// Sets a new key: value pair to infoToStorehouseMap which contains
// origin's id and the its distance to the storehouse
getInfoToStorehouse = function (storehouseId, matrix, infoToStorehouseMap){
    for(i = 0; i < matrix.length; i++){
        for(j = 0; j < matrix[i].destinos.length; j++){
            if(matrix[i].destinos[j].destino._id.equals(storehouseId)){
                infoToStorehouseMap.set(matrix[i].origen._id,
matrix[i].destinos[j].googleInfo.durationValue);
            }
        }
    }
}

```

```

deleteNextClientFromDestinationArrays = function(id, matrix){
    for(i = 0; i < matrix.length; i++){
        for(j = 0; j < matrix[i].destinos.length; j++){
            if(matrix[i].destinos[j].destino._id.equals(id)){

```


	GUIA PARA PRESENTACIÓN Y ENTREGA DE TRABAJOS DE GRADO (TESIS, MONOGRAFÍA, SEMINARIO DE INVESTIGACIÓN, PASANTÍA)		Código: IF-IN-002 Versión:04	
	Proceso: Investigación	Fecha de emisión: 15-Feb-2015	Fecha de versión: 28-Sep-2012	

```

matrix[i].destinos.splice(j, 1);
    }
}
}
}

deleteRowOfOrigin = function(index, matrix){
    matrix.splice(index, 1);
}

```