



A.F. 132496

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

"APS DE RUTAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS"

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del título de:

INGENIERO EN COMPUTACIÓN

ESPECIALIZACIÓN SISTEMAS TECNOLÓGICOS

ESPECIALIZACIÓN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Presentada por:

LOURDES VACA SEMINARIO

JOHANA TREJO ALARCÓN

JANETH CARPIO GÓMEZ

Guayaquil - Ecuador

2005

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

“APS DE RUTAS PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS”

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

INGENIERO EN COMPUTACIÓN

ESPECIALIZACIÓN SISTEMAS TECNOLÓGICOS

ESPECIALIZACIÓN SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Presentada por:

LOURDES VACA SEMINARIO

JOHANA TREJO ALARCÓN

JANETH CARPIO GÓMEZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

2005


AGRADECIMIENTO

**Agradecemos sobre todo a Dios por su ayuda
y fortaleza, también al apoyo brindado por
nuestros familiares, amigos y maestros, que
supieron tenernos paciencia y confiaron en
nuestro esfuerzo diario.**


DEDICATORIA

**Dedicamos este trabajo a todos aquellos que
creyeron en nosotros y nos apoyaron en
todo momento**


TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



ING. MIGUEL YAPUR
SUB DECANO DE LA FIEC



ING. FABRICIO ECHEVERRÍA
DIRECTOR DEL TÓPICO



ING. LORENA CARLÓ
VOCAL PRINCIPAL



ING. SOLDI AMAR MATAMOROS
VOCAL PRINCIPAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de exámenes y títulos profesionales de la ESPOL.)


JANETH CAPIO GÓMEZ


JOHANA TREJO ALARCÓN


LOURDES VACA SEMINARIO

RESUMEN

Debido a la necesidad que poseen las empresas de encontrar el mejor recorrido para realizar la entrega de productos a domicilio. Se propuso la siguiente solución a dicho planteamiento:

Estas rutas deben ser elegidas teniendo en cuenta factores tales como el camino más corto, la ruta que implique el tráfico menos congestionado o el recorrido por los sectores menos peligrosos. Estos problemas dan como resultado pérdidas a nivel económico tanto para la empresa en factores materiales, como por ejemplo el vehículo que se utiliza para realizar las entregas (motos, autos, etc.), como para el cliente en relación a la pérdida de los paquetes a ser entregados.

Además de los problemas mencionados, se tiene otro tipo de pérdidas en cuanto al tiempo utilizado al atravesar zonas con tráfico de gran congestionamiento, debido a la falta de conocimiento de las horas de alto tránsito vehicular producidas en la ciudad. También es importante destacar los problemas que tienen los repartidores novatos como robos, pérdida de paquetes, etc., por la falta de conocimiento y experiencia en el manejo de las rutas.

Todo esto nos conlleva a un problema global el cual consiste en la ineficiencia de la repartición de los objetos a ser entregados por los repartidores, por ejemplo si existe una ruta por la cual se puedan entregar tres paquetes y no se tiene conocimiento de esta, posiblemente se entreguen dos paquetes a un repartidor y el tercero a otro, en lugar de asignar los tres paquetes a un solo repartidor debido a que no se tenía conocimiento de la ruta óptima, causando desperdicio de recursos, ocasionando pérdidas a la empresa, y mayor demanda de empleados.

La empresa trabaja con repartidores por sectores; Norte, Sur y Centro, de esta misma forma el sistema se manejará (ver gráfico 1), entregando la mejor ruta a los repartidores por sectores.

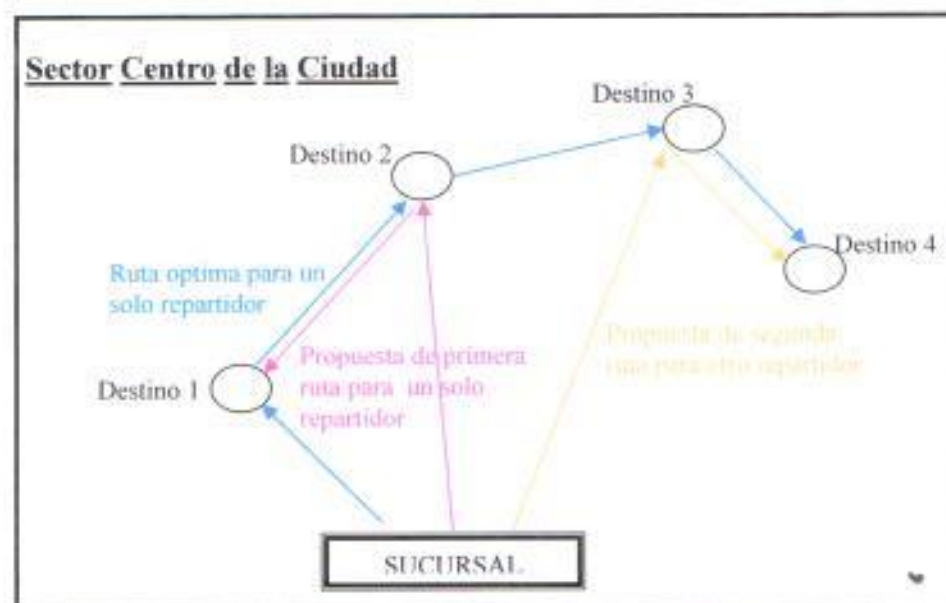


Figura 1 Descripción gráfica de una de las soluciones

Con la ruta óptima se propone entregar los paquetes o productos por cada ciudadela, utilizando únicamente a un repartidor que realice todo el recorrido, caso contrario puede darse la posibilidad de que se asignen dos paquetes a dos diferentes repartidores, los cuales cumplirán con su trabajo, pero se habrán malgastado recursos y tiempo ya que se le pudo haber asignado una ruta diferente (en otro sector) a uno de los repartidores.

El modelo propuesto tiene como objetivo generar la mejor ruta a seguir por el usuario según el punto de salida (local de distribución) a su punto de llegada (domicilio o empresa que requiere el servicio, destino).

La mejor ruta será determinada indicando el camino más corto a seguir y que demande el menor tiempo de recorrido y de mayor seguridad entre las rutas existentes. El camino más corto se lo obtendrá por alguno de los métodos de planificación estudiados y el menor tiempo de recorrido se lo obtendrá por medio de la optimización de las rutas.

La obtención de los sectores de mayor seguridad se realizará por medio de una base de datos con la información adecuada (recaudada por la experiencia histórica de los repartidores de mayor experiencia).

Las rutas menos congestionadas se obtendrán mediante la planeación de acuerdo a diversos factores como por ejemplo las horas pico. De esta manera el modelo proporcionará al usuario (repartidores antiguos o novatos) las mejores rutas a ser recorridas.

El problema global será solucionado por medio de la optimización y planeación de las mejores rutas a seguir de acuerdo al número de paquetes a ser entregados por un repartidor.

INDICE GENERAL

RESUMEN

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Sistemas de optimización de rutas

Justificación

Posibles usuarios del sistema

CAPÍTULO 1: Fundamentos teóricos	2
1.1. Definición de Métodos Metaheurísticos	2
1.2. Definición de sistemas APS's	9
1.3. Aplicaciones de los APS's	11
CAPÍTULO 2: Análisis y Especificaciones	
2.1. Análisis del Sistema	15
2.1.1. Identificación del ámbito del sistema	15
2.1.2. Análisis de la Interacción hombre - máquina	16

2.2. Especificaciones del sistema	18
2.3. Herramientas para la implementación del sistema	19
2.3.1. Plataforma	20
2.3.2. Componentes de software	21
2.3.3. Herramientas de desarrollo	21
CAPÍTULO 3: Análisis económico	24
3.1. Análisis de costos	24
3.1.1. Costos directos	25
3.1.2. Costos Indirectos	25
3.2. Análisis de viabilidad	26
3.2.1. Análisis costo – beneficio	26
CAPÍTULO 4: Diseño e implementación	31
4.1. Diseño	31
4.1.1. Diseño de Clases	31
4.1.2. Diseño de la base de datos	72
4.1.3. Diagrama de interacción de objetos	74
4.1.4. Diagrama de componentes del sistema	76
4.1.5. Acoplamiento de Componentes	77
4.1.6. Diseño de flujo de información	78
4.1.7. Diseño de la interfaz del usuario	79

4.2. Implementación	82
4.2.1. Lenguajes de Programación	82
4.2.2. Procedimientos y métodos metaheurísticos	83
CAPÍTULO 5: Resultados	97
5.1. Resultados generales del estudio realizado	97
5.2. Resultados generales del uso de este tipo de sistemas en otros países del mundo	98
Conclusiones y Recomendaciones	102
APÉNDICES	104
Manual del Usuario	105
Manual Técnico	115
Manual de Diseño	122
BIBLIOGRAFÍA	133

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Descripción gráfica de una de las soluciones	RESUMEN
Figura 1.1	Clasificación de los algoritmos de optimización	5
Figura 1.2	Representación de Colonia de Hormigas	6
Figura 4.1	Diagrama de Contexto de Casos de Uso	33
Figura 4.2	Escenario 1.1.- Ingreso exitoso de usuario y contraseña	56
Figura 4.3	Escenario 1.2.- Ingreso no exitoso por usuario incorrecto	56
Figura 4.4	Escenario 1.3.- Ingreso no exitoso por contraseña incorrecto	56
Figura 4.5	Escenario 1.4.- Ingreso no exitoso por no haber ingresado los datos que son exigidos	57
Figura 4.6	Escenario 1.5.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas correspondientes al ingreso del <i>Usuario</i> o <i>Contraseña</i>	57
Figura 4.7	Escenario 2.1.- Ingreso exitoso de los datos del Repartidor	57
Figura 4.8	Escenario 2.2.- Ingreso no exitoso de los datos del Repartidor por no haber ingresado la información exigida	58
Figura 4.9	Escenario 2.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos del Repartidor	58
Figura 4.10	Escenario 2.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del <i>Repartidor</i>	58
Figura 4.11	Escenario 3.1.- Ingreso exitoso de los datos del Transporte	59

Figura 4.12	Escenario 3.2.- Ingreso no exitoso de los datos del Transporte por no haber ingresado la información exigida	59
Figura 4.13	Escenario 3.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos del Transporte	59
Figura 4.14	Escenario 3.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del <i>Transporte</i>	60
Figura 4.15	Escenario 4.1.- Ingreso exitoso de los datos del Cliente	60
Figura 4.16	Escenario 4.2.- Ingreso no exitoso de los datos del Cliente por no haber ingresado la información exigida	60
Figura 4.17	Escenario 4.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos del Cliente	61
Figura 4.18	Escenario 4.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Cliente	61
Figura 4.19	Escenario 5.1.- Ingreso exitoso de los datos de la Sucursal	61
Figura 4.20	Escenario 5.2.- Ingreso no exitoso de los datos de la Sucursal por no haber ingresado la información exigida	62
Figura 4.21	Escenario 5.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos de la Sucursal	62
Figura 4.22	Escenario 5.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Sucursal	62
Figura 4.23	Escenario 6.1.- Ingreso exitoso de los datos de la Zona	63
Figura 4.24	Escenario 6.2.- Ingreso no exitoso de los datos de la Zona por	

	no haber ingresado la información exigida	63
Figura 4.25	Escenario 6.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto de los datos de la Zona	63
Figura 4.26	Escenario 7.1.- Ingreso exitoso de los datos del Sector	64
Figura 4.27	Escenario 6.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Zona	64
Figura 4.28	Escenario 7.2.- Ingreso no exitoso de los datos del Sector por no haber ingresado la información exigida	64
Figura 4.29	Escenario 7.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos del Sector	65
Figura 4.30	Escenario 7.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Sector	65
Figura 4.31	Escenario 8.1.- Ingreso exitoso de los datos de la Calle	65
Figura 4.32	Escenario 8.2.- Ingreso no exitoso de los datos de la Calle por no haber ingresado la información exigida	66
Figura 4.33	Escenario 8.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos de la Calle	66
Figura 4.34	Escenario 8.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos de la Zona	66
Figura 4.35	Escenario 9.1.- Ingreso exitoso de los datos de la orden de entrega	67
Figura 4.36	Escenario 9.2.- Ingreso no exitoso de los datos de la orden de entrega por no haber ingresado la información exigida	67

Figura 4.37	Escenario 9.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos de la orden de entrega	67
Figura 4.38	Escenario 9.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos de la Orden de Entrega	68
Figura 4.39	Escenario 10.1.- Selección exitosa de las ordenes de entrega	68
Figura 4.40	Escenario 10.2.- Selección no exitosa por no elegir ninguna orden de entrega	68
Figura 4.41	Escenario 11.1.- Generación exitosa de la ruta óptima	69
Figura 4.42	Escenario 11.2.- Generación no exitosa de la ruta óptima por falla técnica	69
Figura 4.43	Escenario 12.1.- Selección de transporte exitosa para cada ruta óptima	69
Figura 4.44	Escenario 12.2.- Selección de transporte no exitosa por falta de disponibilidad del vehículo	70
Figura 4.45	Escenario 13.1.- Selección exitosa del repartidor para la ruta óptima que se generó	70
Figura 4.46	Escenario 13.2.- Selección no exitosa del repartidor para la ruta óptima que se generó porque no estaba disponible	71
Figura 4.47	Escenario 14.1.- Presentación exitosa del informe final	71
Figura 4.48	Escenario 14.2.- Presentación no exitosa del informe final por falla técnica	72

Figura 4.49	Diagrama Entidad – Relación	73
Figura 4.50	Diagrama Iteración de Objetos	74
Figura 4.51	Iteración de Clases	75
Figura 4.52	Diagrama de Componentes del sistema	76
Figura 4.53	Diseño de Flujo de Información	78
Figura 4.54	Pantalla Principal	79
Figura 4.55	Ingreso del usuario y contraseña correspondientes	79
Figura 4.56	Confirmación de datos	80
Figura 4.57	Opción Operaciones	80
Figura 4.58	Opción Consultas	81
Figura 4.59	Selección de los Destino	81
Figura 4.60	Reporte	82
Figura 4.61	Gráfico representativo del esquema de las calles	85
Figura 4.62	Ejemplo del traslado de la hormiga de una esquina (nodo) a otra	87
Figura 4.63	Traslado del punto de partida al de llegada	89
Figura 4.64	Gráfico que explica como encontrar el espacio de búsqueda entre nodos	90
Figura 4.65	Gráfico que muestra la ruta optima	94

INDICE DE TABLAS

Tabla I.	Software recomendado para el desarrollo del Proyecto	20
Tabla II.	Criterio a seguir siguiendo la dirección de la calle	87
Tabla III.	Matriz de Feromonas.....	91

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

SISTEMAS DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS

Una de las principales actividades realizadas en los últimos años ha sido el desarrollo de diferentes sistemas para optimización de rutas. Estos sistemas llevan incorporados diferentes algoritmos o métodos de solución, para problemas de rutas así como sistemas de información geográfica que tienen como objetivo disponer de un instrumento útil para planificar y optimizar las rutas adecuándolas a las diferentes necesidades del cliente.

En la mayoría de los problemas reales, la necesidad de tomar decisiones rápidas, exige el desarrollo de algoritmos computacionales orientados en su mayoría a encontrar una solución aceptable en un tiempo razonable, que a encontrar la solución óptima produce un costo en tiempo de ejecución muy elevado. Esta necesidad da lugar a los métodos aproximados de resolución, de entre los cuales, los más utilizados en los últimos tiempos son los denominados Metaheurísticos.

Los sistemas de optimización de rutas hacen posible el desarrollo de rutas que combinen distintos modos de transporte, o que optimicen diferentes criterios como el tiempo de recorrido, coste económico, eficiencia en la distribución, etc. Con estos

sistemas, generalmente se optimizan rutas en ciudades, en regiones, en países, continentes o a escala a nivel mundial.

Dentro de la logística de las compañías de distribución de productos de gran consumo, la gestión de las actividades de distribución física, y en concreto el transporte, constituyen un punto clave en la toma de decisiones. Los sistemas de optimización, en la actualidad, son utilizados en gran parte por empresas interesadas en emplear eficientemente la planificación en la distribución de productos, el cual consiste en el proceso de determinar las rutas necesarias para distribuir una serie de pedidos a clientes distribuidos geográficamente, considerando el transporte existente y los horarios establecidos.

JUSTIFICACIÓN

La justificación principal para el desarrollo de este proyecto de tesis es el proveer a las empresas de distribución de productos de un APS de optimización de rutas que permita la consulta de las trayectorias óptimas entre el lugar de partida y los lugares de entrega durante el proceso de distribución, haciendo de esta manera que la distribución sea eficiente.

Otra justificación para la realización de este sistema es prestar una alternativa simple a los sistemas basados en APS, puesto que estos sistemas son costosos y sus beneficios son pocos conocidos en nuestro país, debido a que requieren un complejo

procesamiento y recopilación de datos, además de una implementación costosa en tiempo y recursos.

POSIBLES USUARIOS DEL SISTEMA

EL Sistema APS de Rutas para la Distribución de Productos tiene por objeto brindar una ayuda a las diferentes empresas que trabajan con entregas a domicilios de productos como Empresas de entrega de documentos, entregas de farmacéuticos a domicilio mediante el uso de transportación vehicular como motos o automóviles, entre otras empresa similares.

Nuestros usuarios mas directos serán los encargados del departamento de movilización de las mencionadas Empresas que se encargan de facilitarles las rutas a los empleados que entregan los pedidos a domicilio, brindándoles por medio de el Sistema rutas mas optimas para dirigirse a su destino.

Debido a que solo en la ciudad de guayaquil un gran número de empresas trabajan con este procedimiento, en lo general con motorizados para entregar los correspondientes paquetes o pedidos a su destino, observamos la gran utilidad del Sistema donde varias empresas encuentran una buena solución para el problema de la seguridad de sus empleados, una mejora en el tiempo de entrega masiva para sus productos y en la optimización de horas de trabajo por empleado en las entregas.

Se trata de que la utilización del Sistema sea centralizado, y se pueda entregar los resultados de manera impresa o mediante la comunicación que actualmente mantienen los empleados con la empresa que brinda dicho servicio.

CAPÍTULO

A large, stylized number '1' is positioned on the left side of the page. It has a blue-to-white gradient and is set against a dark blue rectangular background that extends horizontally across the page.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

CAPITULO 1

FUNDAMENTOS TEORICOS

1.1. DEFINICION DE METODOS METAHEURISTICOS

HEURISTICAS

Dada la dificultad práctica para resolver de forma exacta algunos problemas por medio de los métodos Simples, Ramificación y acotación, Teoría de los grafos, o cuando el tiempo de cálculo utilizado en la resolución de dichos problemas era demasiado amplio, surge la necesidad de obtener alguna solución no necesariamente óptima, por lo que comenzaron a aparecer algoritmos que proporcionan soluciones factibles (es decir que satisfacen las restricciones del problema), las cuales aunque no optimicen la función objetivo, se supone que al menos se acercan al valor óptimo en un tiempo de cálculo razonable. Podríamos llamarles en lugar de óptimas, "satisfactorias", pues al menos es de suponer que son lo suficientemente buenas como para servirnos.

Este tipo de algoritmos se denominan **Heurísticas**, del griego heuriskein, significa encontrar, pero siendo más exactos en principio lo que hacen es buscar.

DEFINICIÓN: Procedimientos simples, a menudo basados en el sentido común, que se supone ofrecerán una buena solución (aunque no sea la óptima) a problemas difíciles, de un modo fácil y rápido.

TIPOS DE HEURISTICAS

La siguiente clasificación de los tipos de Heurísticas es tomada del material de clase del Ingeniero Echeverría

Métodos constructivos.- Consisten en ir paulatinamente añadiendo componentes individuales a la solución hasta que se obtiene una solución factible.

Métodos de descomposición.- Se trata de dividirle problema en subproblemas más pequeños, siendo la salida de uno y la entrada de su siguiente, de forma, de forma que el resolver todos obtengamos una solución para el problema global(divide y vencerás).

Métodos de Reducción.- Tratan de identificar alguna característica que presumiblemente deba poseer la solución óptima y de ese modo simplificar el problema.

Manipulación del modelo.- Estas Heurísticas modifican la estructura del modelo con el fin de hacerlo más sencillo de resolver, deduciendo a partir de su solución, la solución del problema original. Puede consistir en reducir el espacio de soluciones (linealizar funciones que no son lineales, agrupar variables para reducir su número, imponer nuevas restricciones basándose en el comportamiento esperado que debería obtener la solución óptima, etc.) o incluso aumentarlo (eliminar restricciones del problema, por ejemplo).

Métodos de búsqueda de entornos.- Dentro de esta última categoría es donde se encuadra la mayoría de las metaheurísticas en las que ahora estamos interesados y que posteriormente analizaremos en profundidad. Estos métodos parten de una solución factible inicial (obtenida quizá de otra metaheurística) y mediante alteraciones de esa solución, van pasando en forma iterativa, y mientras no se cumpla un determinado criterio de parada, a otras factibles de su "entorno", almacenando como óptima la mejor de las soluciones visitadas.

Un concepto clave en ellas es como realizar el paso de una solución factible a otra. Para ello resulta de interés definir lo que es el entorno $N(s)$ (neighborhood en inglés) de la solución s , es decir, el conjunto de soluciones "parecidas" a ellas. El significado aquí de "parecido" debe entenderse como la

posibilidad de obtener una solución s' perteneciente al conjunto $N(s)$ a partir de la s realizando una sola operación elemental, llamada movimiento, sobre s , (eliminar o añadir un elemento en el subconjunto solución, intercambiar elementos en la permutación, etc.).

CLASIFICACION DE LOS ALGORITMOS

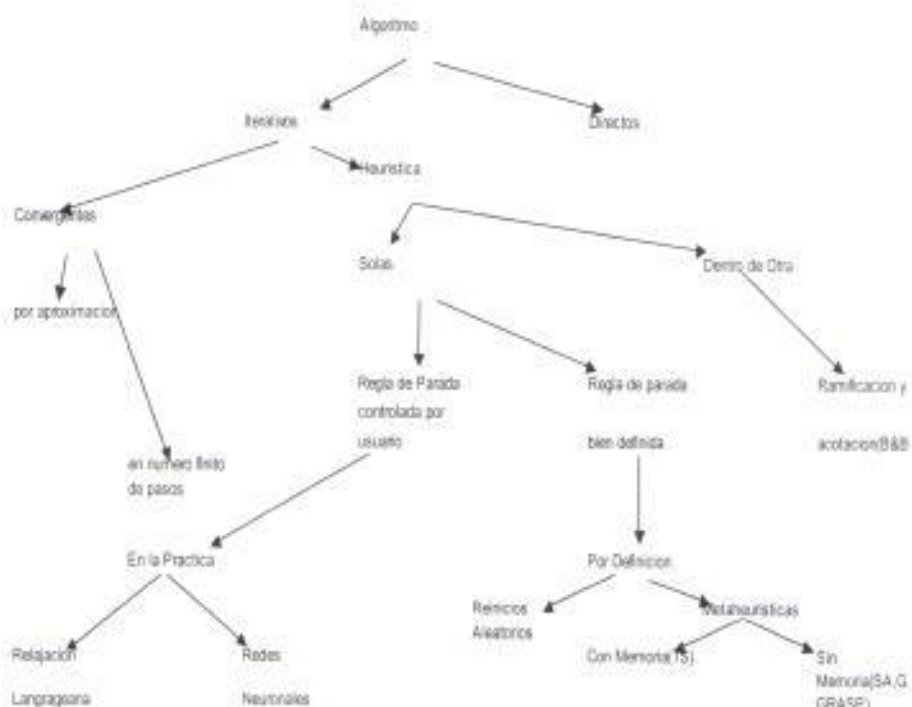


Figura 1.1. Clasificación de los algoritmos de optimización.

ALGORITMOS METAHEURISTICOS

A Continuación se describirá varias de las técnicas metaheurísticas, que más éxito han tenido en la resolución de problemas de tipo combinatorio.

- Recocido Simulado
- Algoritmo Genético
- Redes Neuronales
- Búsqueda Tabú
- Grasp
- Colonia de Hormigas

COLONIAS DE HORMIGAS



Figura 1.2 Representación de Colonia de Hormigas

El Algoritmo de Colonias de Hormigas se caracteriza por la similitud en la que trabajan las hormigas en comunidad, es así como la hormiga es ciega, las colonias de hormigas trabajan en conjunto, utilizan los otros sentidos de forma mas desarrollada, sueltan una sustancia llamada FEROMONA (sustancia

química) dejando de esta manera una huella por donde se están dirigiendo, aleatoriamente decide su camino, se dirige por la ruta de mas alta feromona, después de un cierto tiempo la feromona se extingue o evapora, buscan la menor distancia entre la Colonia y la comida.

Algunos Término Interesantes

Acto del Demonio: Cualquier acción que impida el paso de la Feromona.

Maquina de Aprendizaje: Elementos constructivos (Hormigas).

Feromona: Contienen la información de la ruta que sigue la hormiga y descripción de lo que mas adelante se va a encontrar.

Arco: Feromona / distancia recorrida.

El Algoritmo mencionado, realiza **exploración**, es cuando las hormigas recorren arcos con poca feromona y la **explotación**, es cuando las hormigas recorren los arcos con muchas feromonas.

RECOCIDO SIMULADO

La mencionada metaheurística hace uso de conceptos originalmente descritos por la mecánica estadística, es un proceso térmico para obtener estados de baja energía en un sólido, mediante un baño térmico. El proceso físico de recocido primero reblandece el sólido, mediante su calentamiento a una temperatura

elevada y luego va enfriándose lentamente hasta que las partículas se van colocando por sí mismas en el **estado fundamental** del sólido. Para cada temperatura durante el proceso de recocido, el sólido puede alcanzar el equilibrio térmico si el enfriamiento se produce muy lentamente. Si el enfriamiento se efectúa demasiado rápido, el sólido puede llegar a estados meta-estables en lugar de al fundamental, en el cual las partículas forman retículas perfectas y el sistema está en su más bajo nivel energético, mientras en los meta-estables existen defectos en forma de estructuras de alta energía.

Kirkpatrick (1983) y, por otra parte y de modo independiente, Cerny (1985), introdujeron los conceptos de recocido dentro del mundo de la optimización combinatoria. Los estados del sistema se corresponden con las soluciones del problema de optimización combinatoria; la energía de los estados con el criterio de evaluación de la calidad de la solución (es decir, **su costo**); el estado fundamental con los óptimos locales. Por su parte, el papel de la **temperatura** lo desempeñara un parámetro de control.

El recocido simulado puede ser visto como un proceso iterativo de algoritmos de Metrópolis que se va ejecutando con valores decrecientes del parámetro de control o temperatura. Conceptualmente, es un método de búsqueda por entornos, en el que el criterio de elección son las reglas de transición del

algoritmo de Metrópolis: el algoritmo selecciona aleatoriamente un candidato de entre los que componen el entorno de la solución actual; si el candidato es mejor que ella en términos del criterio de evaluación, entonces es aceptado como solución actual; en caso contrario, será aceptado con una probabilidad que decrece según crezca la diferencia entre los costos de la solución candidata y actual; cuando el candidato no sea aceptado, el algoritmo selecciona aleatoriamente otro candidato y se repite el proceso.

La aleatoriedad en la selección de la siguiente solución se ha diseñado de forma que se reduzca la probabilidad de quedar atrapado en un óptimo local. El recocido simulado es capaz de encontrar la solución óptima con probabilidad de uno. El buen funcionamiento de la metaheurística va a depender en gran medida del acierto a la hora de diseñar la estructura del entorno, el patrón de enfriamiento y las estructuras de datos.

1.2. DEFINICIÓN DE SISTEMAS APS

APS (ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING) es la más avanzada tecnología en aplicaciones de administración de procesos en las empresas. No existe una definición precisa para los sistemas avanzados de planeamiento y programación, pero se puede asegurar que los sistemas APS ayudan a resolver las fallas de los sistemas ERP como herramientas de planeación. Los sistemas

APS aplican un profundo conocimiento y tecnología avanzada para alcanzar planes mejorados que toman en cuenta muchos factores que limitan el proceso de la entrega a tiempo.

Entre las características más importantes de un APS están las siguientes:

- Funcionan como sistemas de soporte a la toma de decisiones.
- Trabajan a capacidad finita (restricciones reales).
- Optimizan los planes en sincronización con los objetivos del negocio.
- Haciendo uso de los avances en computación logran velocidades en el rango de minutos.

La necesidad latente de las empresas por herramientas más adecuadas para planeamiento y programación de las operaciones empresariales han permitido la gran aceptación que han tenido los APS. Una de las más importantes aplicaciones a nivel empresarial de este tipo de sistemas está orientada a la optimización de la cadena de suministro, ya que son sistemas avanzados de planificación que explotan las últimas tecnologías informáticas de complejas cadenas de abastecimiento integradas horizontal y verticalmente, en un país o en múltiples países.

En la actualidad, muchas compañías están en el proceso de implementar sus sistemas en plataformas del tipo de los APS's, ya que estos pueden ser

utilizados en la solución de un amplio rango de problemas estratégicos y tácticos que le permiten a las empresas tener una fuente de diferenciación a nivel de las soluciones comerciales que estén dispuestas a brindar.

Entre los factores recomendables en la selección de un APS a nivel empresarial, se debe tomar en cuenta: la simplicidad de uso y control, la robustez, y la adaptabilidad que tenga el sistema a los cambios que puedan presentarse en el futuro.

Una de las funciones principales que debe brindar un APS es la de proveer servicios para la interconexión con otros sistemas informáticos corporativos, como por ejemplo, los Enterprise Resource Planning (ERPs), los sistemas de control presupuestal, los Sistemas de Control Supervisorio y Adquisición de Datos (SCADAs) y los Sistemas de Información Geográficos (GISs).

Generalmente, los APSs requieren de las funciones transaccionales del negocio y del backbone de comunicaciones que proporcionan los ERPs.

1.3. APLICACIÓN DE LOS APS (ADVANCED PLANNING AND SCHEDULING)

El **análisis de la red de distribución** es una de las *aplicaciones* más frecuentes de los APS (Advanced Planning and Scheduling), en el que se puede visualizar todo el sistema simultáneamente y no secuencialmente. Dados proveedores y mercados geográficamente dispersos, las compañías desean determinar la *estrategia de distribución* que minimiza el costo total de atender la demanda, en tanto que satisface los requerimientos de tiempos de entrada y de niveles de servicio a los clientes.

Un APS describe el costo total como la suma de múltiples costos, entre ellos costos de ventas de los productos, costos de transportes en flota propia o en flota de terceros, de los productos a los centros de distribución o a los consumidores directos, costos de embarque y costos de manejo y de capital asociado a los inventarios.

Los APS tienen aplicaciones que cubren la planeación de producción, demanda, transporte, inventarios, distribución, precios, visibilidad y colaboración con clientes y proveedores y con posibilidades de integración en tiempo real a través de Internet.

Podemos mencionar algunas áreas en las cuales los APS se desenvuelven:

- Planificación de la demanda
- Gestión y planificación integrada de la cadena de suministro
- Planificación de la producción
- Soportar un calendario individual por recurso.
- Establecer prioridades.
- Modificar ritmos de trabajo
- Programación del transporte
- Programación a capacidad finita
- Sistemas de gestión del aprovisionamiento
- Compra estratégica
- Aprovisionamiento
- Sistemas de gestión del transporte
 - Gestión y planificación del transporte
 - Sistemas de localización y posicionamiento
 - Modelamiento de redes logísticas
- Sistemas de gestión de almacenes
 - Gestión de las actividades del almacén
 - Auto-id

CAPÍTULO

2

ANÁLISIS Y ESPECIFICACIONES

CAPITULO 2

ANÁLISIS Y ESPECIFICACIONES

2.1 ANÁLISIS DEL SISTEMA.

2.1.1 IDENTIFICACIÓN DEL ÁMBITO DEL SISTEMA.

El sistema está compuesto básicamente de dos módulos principales: un módulo transaccional en el cual se realizarán el ingreso, modificación y eliminación de datos que serán de importancia para alimentar al módulo gráfico, el cual será utilizado para visualizar, a través de mapas, las rutas generadas por el proceso de optimización correspondiente.

El módulo transaccional está planificado para realizar el ingreso de información correspondiente a zonas, sectores, calles, etc. por parte de los usuarios. Este módulo servirá además para llevar un control sobre los recursos utilizados para la distribución de los productos, tales como vehículos, repartidores, sucursales, etc.

El sistema en general está planificado para ser utilizado a nivel local, es decir, tomando en cuenta únicamente las rutas que estén dentro de los límites de una ciudad. Estas rutas deberán ser elegidas teniendo en cuenta

factores tales como el camino más corto o la ruta que implique el tráfico menos congestionado.

El proceso analítico y de planificación de rutas se realiza a partir de la implementación de métodos heurísticos de optimización. El objetivo final es la implementación de un aplicativo orientado a las empresas encargadas de la distribución de productos a nivel local, para facilitar las tareas de gestión de rutas de distribución.

Las rutas menos congestionadas serán obtenidas tomando en cuenta factores de congestionamientos tales como las horas pico. De esta manera el sistema proporcionará al usuario (repartidores antiguos o novatos) las mejores rutas a ser recorridas.

2.1.2 Análisis de la Interacción Hombre – Máquina.

La interacción hombre-máquina ayuda a entender cómo la gente interactúa con las nuevas tecnologías. Esta se aplica varias áreas de nuestro sistema, por lo cual se deben tomar en cuenta los principios fundamentales de esta ciencia entre todas éstas.

Basándose en el análisis de las necesidades del usuario, el sistema selecciona e integra datos dentro de la representación informativa del ambiente de desarrollo de la aplicación, mientras que la visualización del formato está desarrollada sobre la naturaleza de los modelos mentales y estrategias ocasionados por el trabajo del usuario.

La usabilidad del sistema puede ser percibida cuando se toma en cuenta factores que eviten sobrecargar al usuario con complejidades innecesarias, tal es el caso de interfaces que cuentan con menús y formularios que le permiten al usuario guiarse a través de un mapeo natural en la búsqueda de la funcionalidad que le permita satisfacer sus necesidades.

Se utilizan los principios de visibilidad en el sistema cuando se pueden visualizar las consultas de los resultados de manera gráfica a través de un mapa, en la parte central del formulario donde se fija la atención del usuario, logrando de esta forma pueda ser ubicada rápidamente localización de las rutas óptimas por parte del usuario.

En cuanto a la manejabilidad del sistema, existen controles gráficos (widgets) para la selección e introducción de la información (módulo transaccional).

Además, el sistema proporciona flexibilidad en el uso de dispositivos de entrada (teclado, ratón) para el ingreso de consultas y opciones de selección.

Para terminar, si tomamos como referencia la retroalimentación, el sistema proporciona respuesta visual a las acciones del usuario cuando se hace uso de cuadros de diálogo que le facilitan la comprensión del estado de los procesos que se estén llevando a cabo.

2.2 Especificaciones del Sistema

El software tendrá un módulo en el cual se podrá ingresar los datos necesarios del cliente (empresa o persona) para que pueda ser utilizado a futuro, estos datos a ingresarse serían: Nombre, Dirección, Teléfono, Mail.

También es necesario el ingreso de los datos del producto tales como: Tipo de producto, Hora de recepción, Tiempo máximo para realizar la entrega, Peso del producto, Dirección destino, Descripción.

El lugar destino de la entrega también será registrado y se necesitarán los siguientes datos: Zona, Sector, Calle destino Norte-Sur, Calle destino Oeste-Este.

También se llevará un control de los repartidores que entregaron los productos y los vehículos que estos utilizaron, esta información es de mucha utilidad en el caso de que se presente algún reclamo por parte del cliente o un paquete sea extraviado.

2.3 Herramientas para la implementación del sistema.

El sistema “APS de Rutas para la distribución de productos” lo vamos a implementar en las herramientas más modernas que existen en la actualidad debido a la necesidad, del administrador del sistema, para entregar los resultados de una forma rápida y en el menor tiempo posible, integrando la mayor cantidad de información disponible en ese momento.

El objetivo de la utilización de las herramientas modernas es que a medida que la tecnología avanza proporcionan mejores y más económicos resultados en la manipulación de la información o del conocimiento y en la entrega del mismo.

Las herramientas a utilizar son mostradas en la siguiente tabla y se las detalla en los siguientes puntos a tratar:

Software	Descripción
Windows XP, español	Sistema Operativo
Visual Basic .NET	Ambiente de Desarrollo
SQL Server 2000	Motor de Base de Datos
Crystal Reports	Generador de Reportes

Tabla I. Software recomendado para el desarrollo del Proyecto.

2.3.1 PLATAFORMA

Se ha elegido trabajar con la plataforma *Microsoft Windows XP Professional* pues está destinado a empresas y entornos corporativos. La razón por la que se ha elegido esta plataforma es que este es el sistema operativo más usado en empresas por lo que estas tienen un previo conocimiento del ambiente en el que se desenvuelven, además hasta el momento es uno de los sistemas operativos más estables en comparación con las plataformas anteriores de Microsoft ofreciendo más posibilidades de configuración y algunas herramientas de gestión de redes y de encriptación.

Otra plataforma a utilizar es *.NET* que conecta información, sistemas, personas y dispositivos. La plataforma *.NET* conecta un gran variedad de tecnologías de uso personal y de negocios, de teléfonos celulares a servidores corporativos, permitiendo el acceso a información importante, donde y cuando se necesiten. Desarrollado con base en los estándares de Servicios Web XML (Lenguaje de Marcado eXtensible), *.NET* permite que los sistemas y

aplicaciones, ya sean nuevos o existentes, conecten sus datos y transacciones independientemente del sistema operativo, tipo de computadora o dispositivo móvil que se utilice, o del lenguaje de programación empleados para crearlo.

2.3.1 COMPONENTES DE SOFTWARE

A continuación mencionamos componentes adicionales que utilizaremos para la realización de nuestro proyecto de graduación:

- *Crystal Report*, este software es un generador de reportes utilizado en el lenguaje Visual Basic.
- *OleDb*, (que sólo funciona en Windows, hasta ahora) puede ser aprovechado para utilizar como origen de datos a prácticamente cualquier cosa que pueda organizarse en conjuntos de datos.

2.3.1 HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

Debido a nuestras necesidades y a las de la empresa, a continuación presentamos las herramientas que usaremos.

- *Visual Basic.NET*, debido al avance tecnológico con el que contamos y a la necesidad de contar con una herramienta que nos brinde un ambiente intuitivo pues utiliza Intellisense mejorado, funciones rápidas y automáticas facilitando la depuración conjuntamente con la ventaja que entrega al permitimos realizar otros trabajos en el momento de la depuración, es por estos motivos que utilizamos esta

herramienta. Además en un futuro se pueden aprovechar otras ventajas como la compatibilidad integrada con más de 200 dispositivos Web móviles incluidos teléfonos móviles, localizadores (pagers), y sistemas digitales personales entre otros.

- *SQL Server 2000*, además de las ventajas que nos brinda al ser una herramienta de fácil uso respecto al ingreso y manipulación de los datos, nos ofrece métodos para acceder a la información, desde el sistema, de una manera rápida como son los Store-Procedure. Como usuario de la herramienta se puede planear trabajos en varios servidores, acceder a archivos en otros equipos, realizar copias de seguridad en ubicaciones de red, mandar notificaciones mediante e-mail, hacer modificaciones en el registro, entre otros beneficios. Siendo administrador de la base de datos se tienen otros beneficios tales como poder crear y modificar cuentas de usuario, tener acceso a las claves de registros, acceso total al sistema de archivos del equipo, iniciar o detener los servicios del SQL Server, poder acceder a los registros de equipos clientes (si se van a utilizar controladores ODBC), poder utilizar el monitor del sistema y crear registros de log de cualquier tipo de contador, entre otros beneficios.
- *OLEDB*, a más de funcionar con el código ODBC es más rápido, más estable es por estos motivos que lo utilizaremos para realizar las conexiones a la base de datos.

CAPÍTULO

3

ANÁLISIS ECONÓMICO

CAPITULO 3

ANALISIS ECONÓMICO

3.1 ANALISIS DE COSTOS

Por lo general, los costos de distribución suelen ser muy elevados debido a la falta de organización técnica existente en los diferentes canales de distribución, lo que genera que se utilice una mayor cantidad de vehículos y recursos humanos de los que realmente se necesitan durante el proceso de entrega.

Con un sistema avanzado de distribución, es posible administrar y operar la distribución diaria reduciendo de un 15% a un 30% los costos operativos de distribución en promedio respecto a la planificación manual de las rutas, según afirmaciones de Gerardo Estramil, representante de Agemap (software uruguayo de distribución), generados del ahorro significativo en vehículos y recursos humanos. Otros costos significativos a reducir son los correspondientes al deterioro de las unidades, lo que permite mejorar el servicio al cliente considerando los horarios de entrega, las prioridades y la entrega exacta de la mercadería solicitada.

Dependiendo del mercado y el tipo de empresa, los expertos afirman que se pueden generar ahorros que implican un ahorro mensual en distribución en US\$ 2.200 y una menor inversión en vehículos de US\$ 20.000.

3.1.1 COSTOS DIRECTOS

Los equipos que generan costos directos son:

Para la instalación de programas en producción, se recomienda un equipo con las siguientes características:

- Memoria RAM 512 MB
- Procesador Intel Pentium IV
- Disco Duro 100 GB
- Tarjeta de video
- 3.5 Floppy disk drive
- Monitor
- Teclado
- Mouse

3.1.2 COSTOS INDIRECTOS

Los costos indirectos fueron generados por:

Costo de transporte

Costo de alimentación

Costo de recolección de datos

Costo de tiempo por consultas a expertos (cuando no se encontraban disponibles)

Costo de la planificación de la solución

Costo de implementación

Costo de depuración

Costo de validaciones

Costo de modificaciones

Costo de prueba

3.2. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

Para determinar si un proyecto es conveniente o no realizarlo es necesario realizar un estudio de viabilidad, donde se determina si el proyecto es factible o no. El proyecto propuesto ayuda a la organización a lograr sus objetivos, y es posible lograrlo tomando en cuenta el siguiente análisis:

3.2.1 ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO

El análisis Costo-Beneficio, permite definir la factibilidad de las alternativas planteadas o del proyecto a ser desarrollado.

Costos:

Los costos más significativos están representados por la cantidad de vehículos y recursos humanos innecesarios durante el proceso de distribución, lo que impacta en gran medida en forma negativa el presupuesto necesario para la

organización de los canales de distribución dentro de una empresa de repartición.

Beneficios:

- Ahorro de un 15 a 30% de los costos en promedio, respecto a la planificación manual de las rutas (fuente: Gerardo Estramil, representante internacional de Agemap).
- Rutas automáticas: Realización del proceso de distribución de forma automática considerando las prioridades de los vehículos y el costo que insumirá realizar la operación, utilizando para ello algoritmos que implican inteligencia artificial.
- Optimización de las rutas: tomando en cuenta costos de reducción en vehículos y recursos humanos, mejora en tiempos de entrega de la mercadería, y de las distancias a ser recorridas.

A continuación citamos las características, referentes al beneficio económico de un APS, las mismas que fueron tomadas de la página de Agemap, el cual es un software uruguayo de Distribución:

- Reduce los costos de adquisición de nuevos vehículos o la expansión de la operación. Utilizando la herramienta se podrá optimizar y reducir

la cantidad de vehículos y todos los costos relacionados a la distribución.

- Reduce los costos de circulación de los vehículos: El sistema planifica las rutas considerando la menor distancia a transitar y el menor tiempo de permanencia, por tal motivo la sumatoria de estas dos variables significa la reducción de la actividad del vehículo.
- Reduce los problemas originados por la falta de control de los recursos en la operación: Cada recurso humano destinado a la operación lleva consigo una hoja de ruta que debe completar con los datos de los horarios y el estado del lugar visitado. Esta tarea permite un autocontrol de los recursos y la reducción de desvíos en la actividad.
- Mejora el servicio de distribución al cliente: La optimización y control de la operativa de distribución conducen a una mejora en el servicio al cliente.

CAPÍTULO

4

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

CAPITULO 4

DISEÑO E IMPLEMENTACION

4.1 DISEÑO

El modelo en el que se basa el sistema trata de resolver el problema de transportar diferentes cantidades de mercancía a clientes repartidos geográficamente, disponiendo de una flota de vehículos de determinada capacidad. Se ha diseñado un modelo que permita realizar estas actividades de entrega y recogida de forma que el coste sea mínimo (número de vehículos, distancia total requerida, etc.) y se cumplan las diferentes restricciones.

4.1.1 DISEÑO DE CLASES

DOCUMENTACIÓN DE ACTORES

Nombre: Jefe de Distribución

Descripción: Es el que se encarga de generar las rutas óptimas mediante el sistema, visualizar los resultados y escoger los recursos necesarios para la entrega (transporte y repartidor).

Notas: El Jefe de Distribución asigna la ruta óptima a seguir a partir del informe final presentado por el sistema.

Funcionalidad: Interviene como actor primario en los casos de uso 1, 10, 11, 12, 13 y 14.

Nombre: Asistente de Distribución

Descripción: Es el encargado de ingresar los datos necesarios para llevar un control de todos los recursos necesarios para la distribución, estos son: cliente, repartidor, transporte, sucursal, etc.

Notas: El asistente de distribución es un auxiliar del jefe de distribución.

Funcionalidad: Interviene como actor primario en los casos de uso 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,9.

LISTA DE CASOS DE USO

Caso de Uso 1: Ingresar al Sistema

Caso de Uso 2: Ingresar datos del repartidor

Caso de Uso 3: Ingresar datos del transporte

Caso de Uso 4: Ingresar datos del cliente

Caso de Uso 5: Ingresar datos de la sucursal

Caso de Uso 6: Ingresar datos de la zona

Caso de Uso 7: Ingresar datos del sector

Caso de Uso 8: Ingresar datos de las calles

Caso de Uso 9: Ingresar datos de la orden de entrega

Caso de Uso 10: Seleccionar las órdenes de entrega

Caso de Uso 11: Generar ruta óptima

Caso de Uso 12: Seleccionar transporte para cada ruta óptima

Caso de Uso 13: Seleccionar repartidor para cada ruta óptima

Caso de Uso 14: Presentar Informe Final

DIAGRAMA DE CONTEXTO DE CASOS DE USO

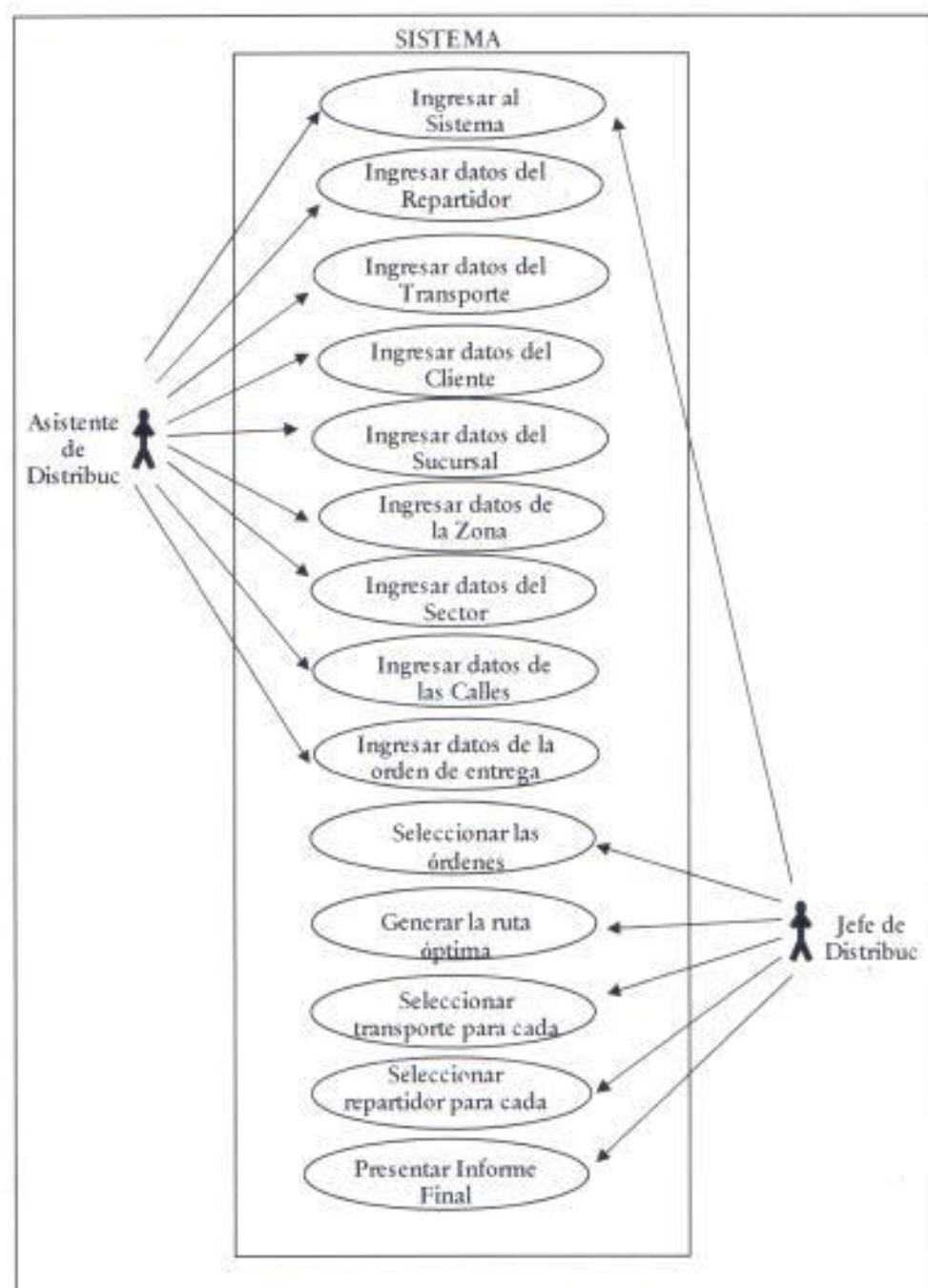


Figura 4.1 Diagrama de Contexto de Casos de Uso

DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS DE USOS

Caso de Uso 1:

Nombre: Ingresar al Sistema

Descripción: Este caso de uso permite a cada usuario ingresar al sistema, el cual dependiendo de su perfil podrá habilitar las correspondientes opciones del menú del sistema.

Notas: Cada usuario del sistema se deberá ingresar un usuario y contraseña.

Caso de Uso 2:

Nombre: Ingresar datos del repartidor

Descripción: Este caso de uso nos permite ingresar los datos correspondientes al Repartidor necesarios para el Sistema.

Notas: Los datos a ser llenados son nombre, dirección, teléfono.

Caso de Uso 3:

Nombre: Ingresar datos del transporte

Descripción: Este caso de uso nos permite ingresar los datos correspondientes a los Transportes que la Empresa utiliza para su negocio.

Notas: Los datos a ser llenados son nombre, matrícula, placa, tipo de vehículo, estado.

Caso de Uso 4:

Nombre: Ingresar datos del cliente

Descripción: Este caso de uso nos permite ingresar los datos correspondientes al cliente necesarios para el Sistema.

Notas: Los datos a ser llenados son nombre, teléfono, dirección, mail.

Caso de Uso 5:

Nombre: Ingresar datos de la sucursal

Descripción: Este caso de uso nos permite ingresar los datos correspondientes de las diferentes Sucursales que la Empresa posee.

Notas: Los datos a ser llenados son nombre, teléfono, responsable, tipo, dirección. Generalmente las Empresas de este tipo se manejan con sucursales Norte, Sur y Centro.

Caso de Uso 6:

Nombre: Ingresar datos de la zona

Descripción: Este caso de uso nos permite ingresar los datos correspondientes de las diferentes a las zonas.

Notas: Los datos a ser llenados son nombre y ubicación. Cada Sucursal trabaja con determinadas zonas.

Caso de Uso 7:

Nombre: Ingresar datos del sector

Descripción: Este caso de uso nos permite ingresar los datos correspondientes de los diferentes Sectores.

Notas: Los datos a ser llenados son nombre y ubicación. Cada Zona trabaja con determinados sectores.

Caso de Uso 8:

Nombre: Ingresar datos de las calles

Descripción: Este caso de uso nos permite ingresar los datos correspondientes de las diferentes calles que posee un determinado sector.

Notas: Los datos a ser llenados son nombre, estado, tipo.

Caso de Uso 9:

Nombre: Ingresar datos de la orden de entrega

Descripción: Este caso de uso nos permite ingresar los datos correspondientes de cada orden de entrega.

Notas: Los datos a ser llenados son tipo, hora de recepción, tiempo limite de entrega, estado, peso, destino. Un cliente puede tener una o varias órdenes de entrega.

Caso de Uso 10:

Nombre: Seleccionar las órdenes de entrega

Descripción: Este caso de uso nos permite seleccionar las órdenes de entrega correspondientes a cada sector.

Notas: Debido a que la distribución se la realiza por sectores para un mismo distribuidor (persona con o sin vehículo encargado de llevar el producto o la orden de entrega).

Caso de Uso 11:

Nombre: Generar ruta óptima

Descripción: Este caso de uso nos permite generar la ruta óptima necesaria para realizar la distribución en una determinada zona.

Notas: En la generación de la ruta óptima se utiliza los algoritmos de las Colonias de Hormigas y Recocido Simulado.

Caso de Uso 12:

Nombre: Seleccionar transporte para cada ruta óptima

Descripción: Este caso de uso permite asignar el vehículo correspondiente a utilizarse para realizar la distribución de las órdenes de entrega correspondientes a una determinada zona.

Notas: Se necesita un transporte por cada ruta óptima encontrada.

Caso de Uso 13:

Nombre: Seleccionar repartidor para cada ruta óptima

Descripción:

Este caso de uso permite asignar a la persona encargada de la distribución de los productos o de las órdenes de entregas.

Notas: Se necesita un repartidor por cada ruta óptima encontrada.

Caso de Uso 14:

Nombre: Presentar Informe Final

Descripción: Si se lo requiere se podrá emitir un reporte de todos los datos referentes a la orden de entrega correspondientes al sector en el cual fue calculada la ruta óptima.

Notas: Se deberá presentar el o los productos a ser repartidos, los destinos correspondientes, la persona y el vehículo que fueron asignados, la ruta que se le asignó, el orden en que se debe realizar la entrega de cada producto y la fecha y hora de la emisión de la ruta.

DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS

Caso de Uso 1: Ingresar al Sistema

Escenario 1.1.- Ingreso exitoso de usuario y contraseña.

Suposiciones:

- El usuario del sistema han ingresado su respectivo usuario correctamente.
- El usuario del sistema han ingresado su contraseña correctamente.

Resultados:

- Se habilitará las respectivas opciones del menú según el perfil que posean.

Escenario 1.2.- Ingreso no exitoso por usuario incorrecto.

Suposiciones:

- El usuario del sistema han ingresado incorrectamente su usuario.

Resultados:

- Se pedirá que ingrese nuevamente su usuario.

Escenario 1.3.- Ingreso no exitoso por contraseña incorrecto.

Suposiciones:

- El usuario del sistema han ingresado incorrectamente su contraseña.

Resultados:

- Se pedirá que ingrese nuevamente su contraseña.

Escenario 1.4.- Ingreso no exitoso por no haber ingresado los datos que son exigidos.

Suposiciones:

- El usuario del sistema no ingresó su usuario
- El usuario del sistema no ingresó su contraseña.

Resultados:

- Se pedirá que ingrese nuevamente el dato exigible correspondiente.

Escenario 1.5.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas correspondientes al ingreso del Usuario o Contraseña.

Suposiciones:

- Se tiene problemas al momento de la validación de la información ingresada debido a un problema con la base de datos.

Resultados:

- Mensaje que indique la causa del problema.

Caso de Uso 2: Ingresar datos del repartidor

Escenario 2.1.- Ingreso exitoso de los datos del Repartidor.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución ingresó correctamente los datos de un repartidor.

Resultados:

- Los datos del repartidor son ingresados a la base de datos que maneja el sistema.

Escenario 2.2.- Ingreso no exitoso de los datos del Repartidor por no haber ingresado la información exigida.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó algún dato exigido correspondientes a los datos del repartidor tales como nombre, dirección o teléfono.

Resultados:

- No se guardan la información y se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debieron ser ingresados.

Escenario 2.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos del

Repartidor.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó correctamente uno de los datos requeridos para el repartidor.

Resultados:

- Se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debe corregir.

Escenario 2.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del

Repartidor.

Suposiciones:

- Se tiene problemas al momento del ingreso de información del repartidor a la base de datos.

Resultados:

- Mensaje que indique la causa del problema.

Caso de Uso 3: Ingresar datos del transporte

Escenario 3.1.- Ingreso exitoso de los datos del Transporte.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución ingresó correctamente los datos correspondientes al transporte.

Resultados:

- Los datos del transporte son ingresados a la base de datos del sistema.

Escenario 3.2.- Ingreso no exitoso de los datos del Transporte por no haber ingresado la información exigida.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó algún dato exigido correspondiente al transporte tales como nombre, matrícula, placa, tipo de vehículo, estado.

Resultados:

- No se guardan la información y se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debieron ser ingresados.

Escenario 3.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos del Transporte.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó correctamente uno de los datos requeridos para el transporte.

Resultados:

- Se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debe corregir.

Escenario 3.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Transporte.

Suposiciones:

- Se tiene problemas al momento del ingreso de información del transporte a la base de datos.

Resultados:

- Mensaje que indique la causa del problema.

Caso de Uso 4: Ingresar datos del cliente

Escenario 4.1.- Ingreso exitoso de los datos del Cliente.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución ingresó correctamente los datos correspondientes al cliente.

Resultados:

- Los datos del cliente son ingresados a la base de datos del sistema.

Escenario 4.2.- Ingreso no exitoso de los datos del Cliente por no haber ingresado la información exigida.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó algún dato exigido correspondiente al cliente tales como nombre, teléfono, dirección, mail.

Resultados:

- No se guardan la información y se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debieron ser ingresados.

Escenario 4.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos del Cliente.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó correctamente uno de los datos requeridos para el cliente.

Resultados:

- Se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debe corregir.

Escenario 4.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Cliente.

Suposiciones:

- Se tiene problemas al momento del ingreso de información del cliente a la base de datos.

Resultados:

- Mensaje que indique la causa del problema.

Caso de Uso 5: Ingresar datos de la sucursal

Escenario 5.1.- Ingreso exitoso de los datos de la Sucursal.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución ingresó correctamente los datos correspondientes a la sucursal.

Resultados:

- Los datos de la sucursal son ingresados a la base de datos del sistema.

Escenario 5.2.- Ingreso no exitoso de los datos de la Sucursal por no haber ingresado la información exigida.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó algún dato exigido correspondiente a la sucursal tales como nombre, teléfono, responsable, tipo y dirección.

Resultados:

- No se guardan la información y se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debieron ser ingresados.

Escenario 5.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos de la Sucursal.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó correctamente uno de los datos requeridos para la sucursal.

Resultados:

- Se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debe corregir.

Escenario 5.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Sucursal.

Suposiciones:

- Se tiene problemas al momento del ingreso de información de la sucursal a la base de datos.

Resultados:

- Mensaje que indique la causa del problema.

Caso de Uso 6: Ingresar datos de la zona

Escenario 6.1.- Ingreso exitoso de los datos de la Zona.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución ingresó correctamente los datos de la zona.

Resultados:

- Los datos de la zona son ingresados a la base de datos que maneja el sistema.

Escenario 6.2.- Ingreso no exitoso de los datos de la Zona por no haber ingresado la información exigida.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó los datos exigidos para la zona tales como nombre y ubicación.

Resultados:

- No se guardan la información y se presenta un mensaje indicando que datos de la zona se deben ingresar.

Escenario 6.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto de los datos de la Zona.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó correctamente los datos de la zona.

Resultados:

- Los datos de la zona no son ingresados y se presenta un mensaje indicando cual es la causa del error.

Escenario 6.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Zona.

Suposiciones:

- Se tiene problemas al momento del ingreso de información de la zona a la base de datos.

Resultados:

- Mensaje que indique la causa del problema.

Caso de Uso 7: Ingresar datos del sector

Escenario 7.1.- Ingreso exitoso de los datos del Sector.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución ingresó correctamente los datos correspondientes al sector.

Resultados:

- Los datos del sector son ingresados a la base de datos del sistema.

Escenario 7.2.- Ingreso no exitoso de los datos del Sector por no haber ingresado la información exigida.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó algún dato sumamente necesario correspondiente al sector tales como nombre y ubicación.

Resultados:

- No se guardan la información y se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debieron ser ingresados.

Escenario 7.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos del Sector.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó correctamente uno de los datos requeridos para el sector.

Resultados:

- Se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debe corregir.

Escenario 7.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Sector.

Suposiciones:

- Se tiene problemas al momento del ingreso de información de la zona a la base de datos.

Resultados:

- Mensaje que indique la causa del problema.

Caso de Uso 8: Ingresar datos de las calles

Escenario 8.1.- Ingreso exitoso de los datos de la Calle.

Suposiciones:

- El asistente de Distribución ingresó correctamente los datos correspondientes a la calle.

Resultados:

- Los datos de la calle son ingresados a la base de datos del sistema.

Escenario 8.2.- Ingreso no exitoso de los datos de la Calle por no haber ingresado la información exigida.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó algún dato necesario correspondiente a la calle.

Resultados:

- Se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debieron ser ingresados.

Escenario 8.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos de la Calle.

Suposiciones:

- El Asistente de Distribución no ingresó correctamente algún dato requerido para la calle tales como nombre, estado y tipo.

Resultados:

- Se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debe corregir.

Escenario 8.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos de la Zona.

Suposiciones:

- Se tiene problemas al momento del ingreso de información de la zona a la base de datos.

Resultados:

- Mensaje que indique la causa del problema.

Caso de Uso 9: Ingresar datos de la orden de entrega

Escenario 9.1.- Ingreso exitoso de los datos de la orden de entrega.

Suposiciones:

- EL Asistente de Distribución ingresó correctamente los datos correspondientes a la orden de entrega.

Resultados:

- Los datos de la orden de entrega son ingresados a la base de datos del sistema.

Escenario 9.2.- Ingreso no exitoso de los datos de la orden de entrega por no haber ingresado la información exigida.

Suposiciones:

- EL Asistente de Distribución no ingresó algún dato exigido para la orden de entrega tales como hora de recepción, tiempo limite de entrega, estado y destino.

Resultados:

- Se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debieron ser ingresados.

Escenario 9.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos de la orden de entrega.

Suposiciones:

- EL Asistente de Distribución no ingresó correctamente uno de los datos requeridos para la orden de entrega.

Resultados:

- Se presentará un mensaje indicando cuales son los datos que debe corregir.

Escenario 9.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos de la Orden de Entrega.

Suposiciones:

- Se tiene problemas al momento del ingreso de información de la orden de entrega a la base de datos.

Resultados:

- Mensaje que indique la causa del problema.

Caso de Uso 10: Seleccionar las órdenes de entrega

Escenario 10.1.- Selección exitosa de las ordenes de entrega.

Suposiciones:

- El jefe de distribución selecciona las órdenes correspondientes a la entrega que se desea realizar.

Resultados:

- Las órdenes seleccionadas son guardadas.

Escenario 10.2.- Selección no exitosa por no elegir ninguna orden de entrega.

Suposiciones:

- El jefe de distribución no ha selecciona ninguna orden.

Resultados:

- Se emite un mensaje informando que se debe ingresar los datos correspondientes para esta acción.

Caso de Uso 11: Generar ruta óptima

Escenario 11.1.- Generación exitosa de la ruta óptima.

Suposiciones:

- Se puso en ejecución al sistema.

Resultados:

- Se presenta la ruta óptima para las órdenes de entrega seleccionadas.

Escenario 11.2.- Generación no exitosa de la ruta óptima por falla técnica.

Suposiciones:

- Existen problemas al momento de realizar la lectura de las calles en la base de datos correspondientes a la generación de la ruta óptima.
- Existen problemas al tratar de acceder a la información correspondiente a los tramos de las calles con problemas.
- Hay problemas al tratar de validar el peligro en una calle.
- Hay problemas al validar la congestión en una calle.

Resultados:

- Mostrar un mensaje indicando cual es el problema que causó la falla.

Caso de Uso 12: Seleccionar transporte para cada ruta óptima

Escenario 12.1.- Selección de transporte exitosa para cada ruta óptima.

Suposiciones:

- Se ha seleccionado un transporte de la lista que se muestra por pantalla.

Resultados:

- Se asigna el transporte seleccionado a la ruta que se generó.

Escenario 12.2.- Selección de transporte no exitosa por falta de disponibilidad del vehículo.

Suposiciones:

- Se ha seleccionado un vehículo que no se encuentra disponible para realizar las entregas.

Resultados:

- Se envía un mensaje indicando que el vehículo seleccionado no está disponible.

Caso de Uso 13: Seleccionar repartidor para cada ruta óptima

Escenario 13.1.- Selección exitosa del repartidor para la ruta óptima que se generó.

Suposiciones:

- Se ha seleccionado un repartidor de la lista.

Resultados:

- Se asigna ese repartidor a la ruta que se ejecutó.

Escenario 13.2.- Selección no exitosa del repartidor para la ruta óptima que se generó porque no estaba disponible.

Suposiciones:

- Se ha seleccionado un repartidor que está asignado a otra tarea.

Resultados:

- Se envía un mensaje indicando que el repartidor seleccionado no está disponible.

Caso de Uso 14: Presentar Informe Final

Escenario 14.1.- Presentación exitosa del informe final.

Suposiciones:

- Se mandó a generar un reporte con todos los datos (ruta óptima, vehículo asignado, repartidor asignado, la dirección de las órdenes de entrega, hora de emisión, hora de recepción) correspondiente a las ordenes que se desean entregar.

Resultados:

- Se visualiza el reporte.

Escenario 14.2.- Presentación no exitosa del informe final por falla técnica.

Suposiciones:

- Se tiene problemas al momento de obtener la información de la base de datos correspondientes al vehículo para generar el reporte.
- Existen problemas en la base al momento de obtener los datos correspondientes al repartidor para generar el reporte.
- Hay problemas en la base al momento de obtener los datos correspondientes a la orden de entrega para generar el reporte

Resultados:

- No se puede visualizar el reporte y se presenta un mensaje indicando el problema.

DIAGRAMAS DE ANÁLISIS DE INTERACCIÓN DE OBJETOS

Caso de Uso 1: Ingresar al Sistema

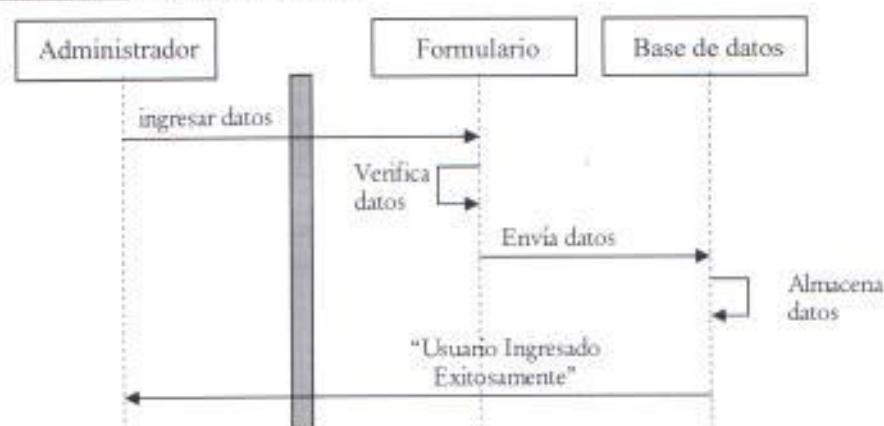


Figura 4.2 Escenario 1.1.- Ingreso exitoso de usuario y contraseña

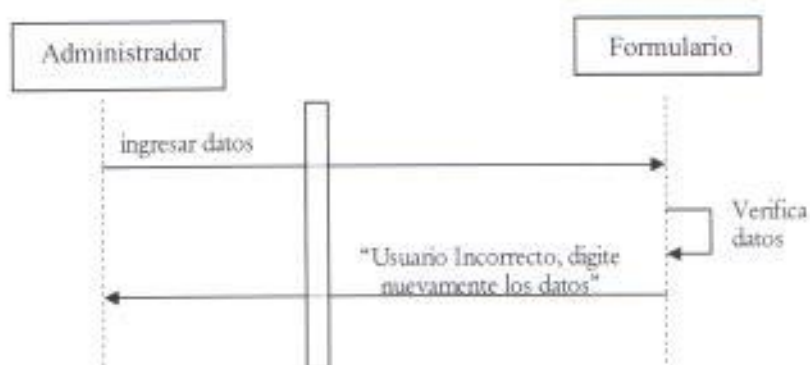


Figura 4.3 Escenario 1.2.- Ingreso no exitoso por usuario incorrecto.

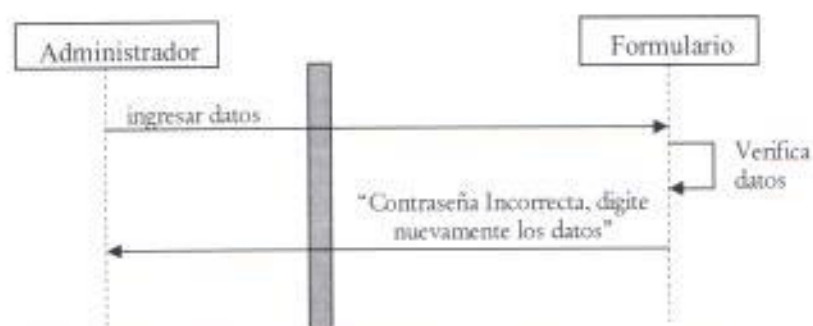


Figura 4.4 Escenario 1.3.- Ingreso no exitoso por contraseña incorrecto.

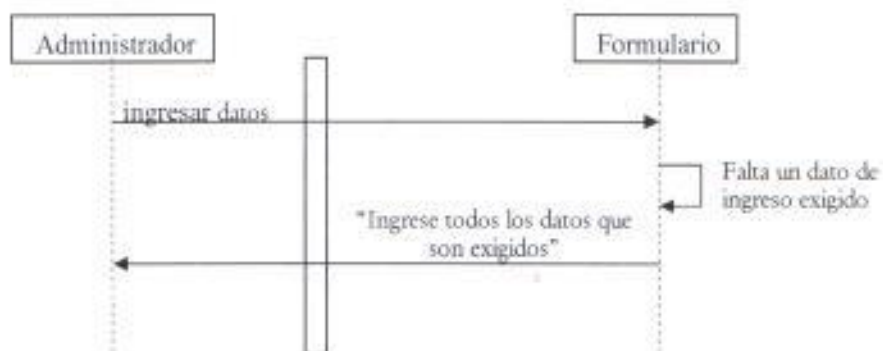


Figura 4.5 Escenario 1.4.- Ingreso no exitoso por no haber ingresado los datos que son exigidos

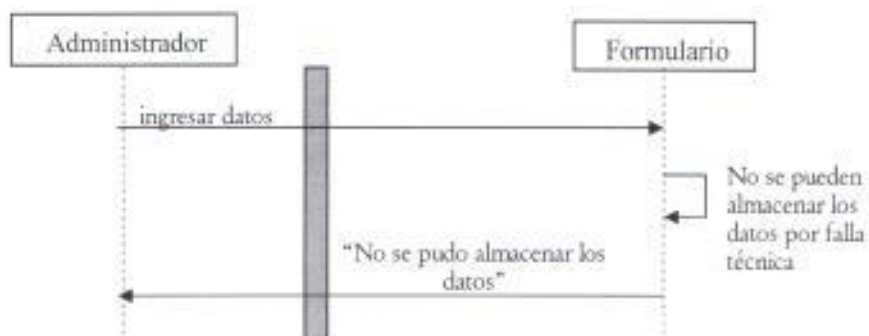


Figura 4.6 Escenario 1.5.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas correspondientes al ingreso del *Usuario* o *Contraseña*

Caso de Uso 2: *Ingresar datos del repartidor*

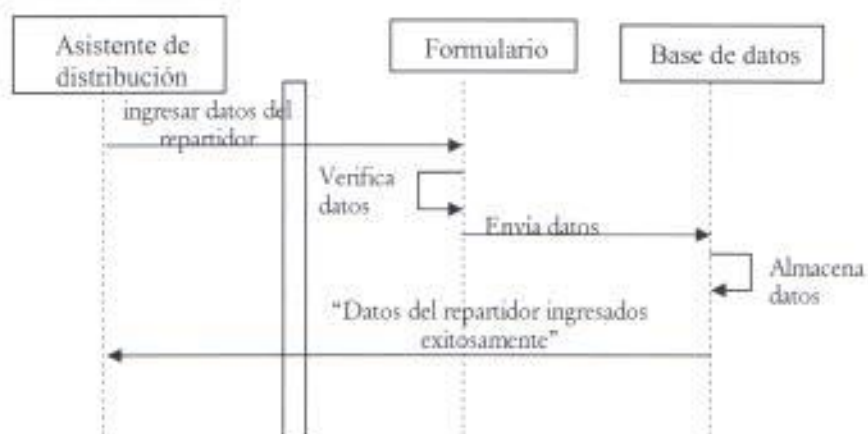


Figura 4.7 Escenario 2.1.- Ingreso exitoso de los datos del Repartidor

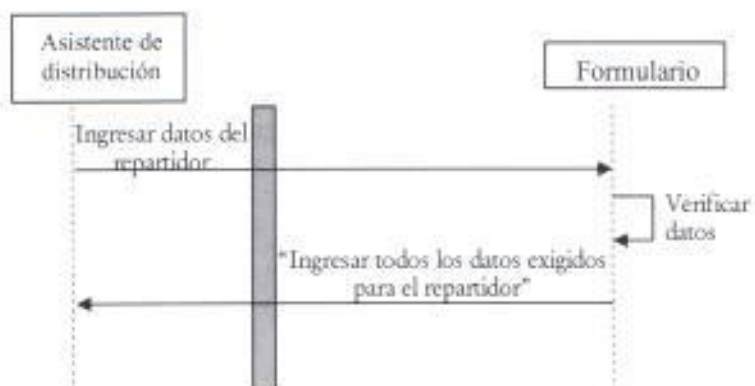


Figura 4.8 Escenario 2.2.- Ingreso no exitoso de los datos del Repartidor por no haber ingresado la información exigida

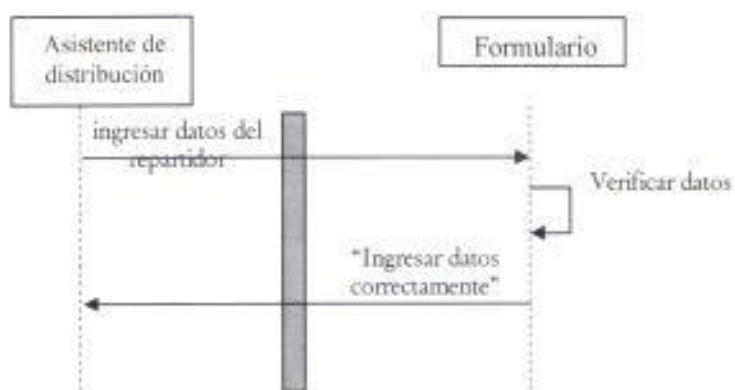


Figura 4.9 Escenario 2.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos del Repartidor



Figura 4.10 Escenario 2.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del *Repartidor*

Caso de Uso 3: *Ingresar datos del transporte*

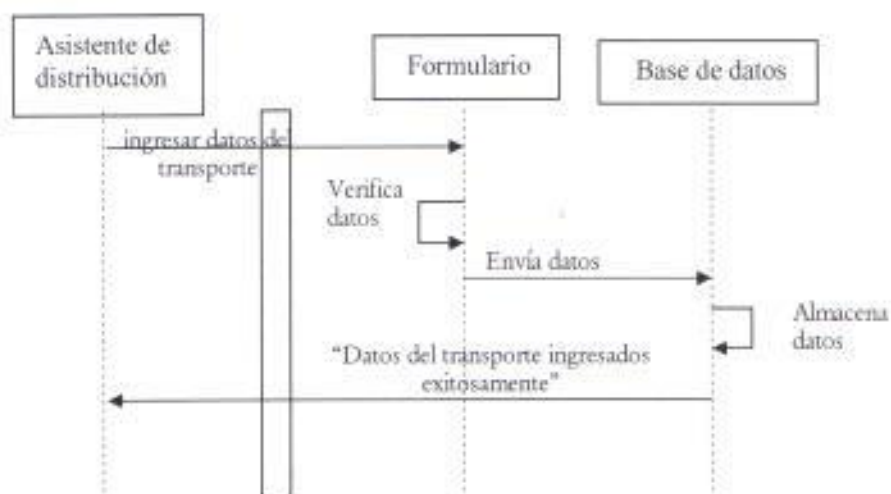


Figura 4.11 Escenario 3.1.- Ingreso exitoso de los datos del Transporte.

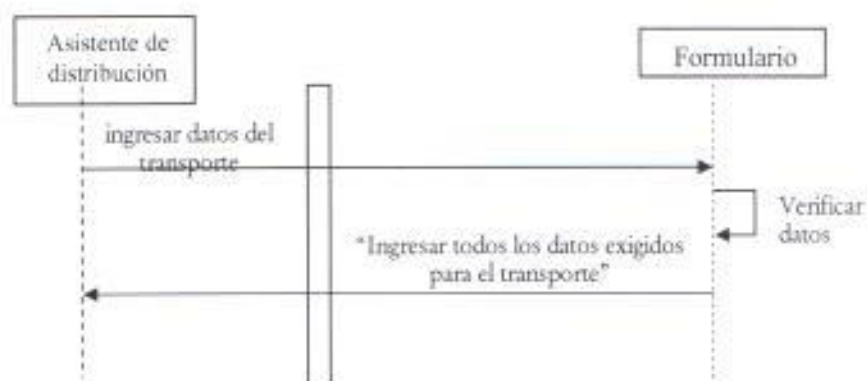


Figura 4.12 Escenario 3.2.- Ingreso no exitoso de los datos del Transporte por no haber ingresado la información exigida

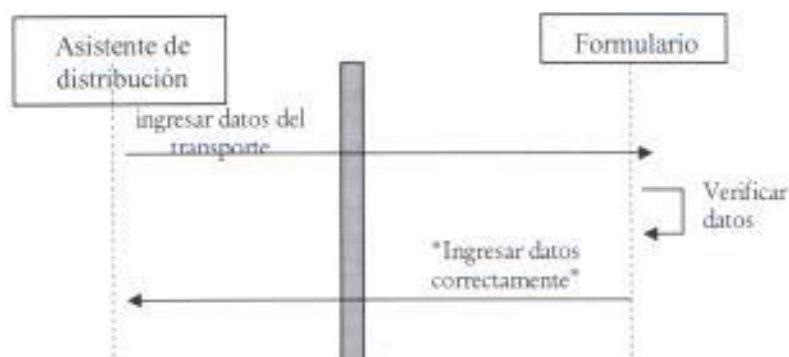


Figura 4.13 Escenario 3.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos del Transporte

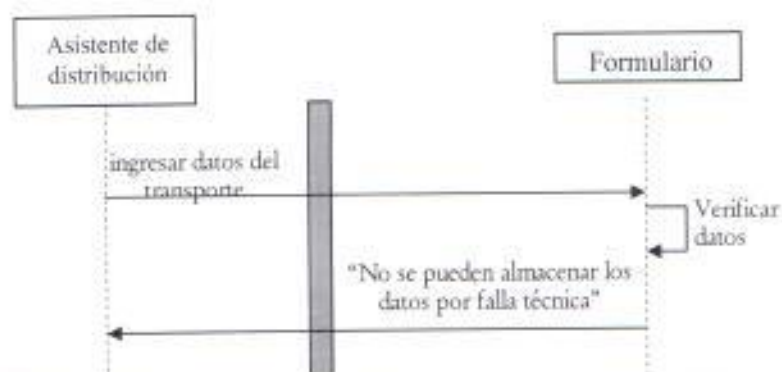


Figura 4.14 Escenario 3.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del *Transporte*

Caso de Uso 4: Ingresar datos del cliente



Figura 4.15 Escenario 4.1.- Ingreso exitoso de los datos del Cliente



Figura 4.16 Escenario 4.2.- Ingreso no exitoso de los datos del Cliente por no haber ingresado la información exigida



Figura 4.17 Escenario 4.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos del Cliente

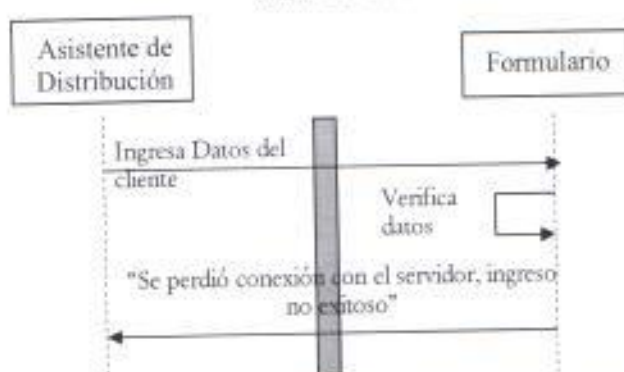


Figura 4.18 Escenario 4.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Cliente.

Caso de Uso 5: Ingresar datos de la sucursal



Figura 4.19 Escenario 5.1.- Ingreso exitoso de los datos de la Sucursal



Figura 4.20 Escenario 5.2.- Ingreso no exitoso de los datos de la Sucursal por no haber ingresado la información exigida



Figura 4.21 Escenario 5.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos de la Sucursal



Figura 4.22 Escenario 5.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Sucursal

Caso de Uso 6: *Ingresar datos de la zona*

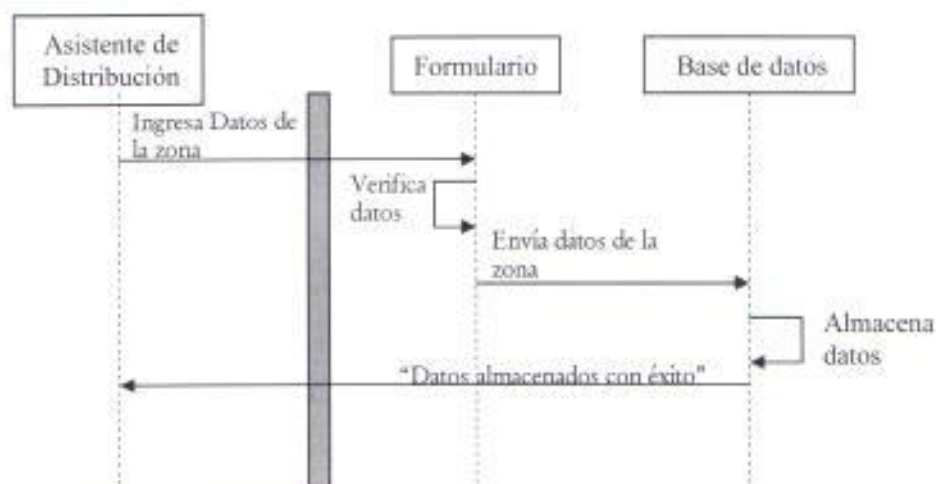


Figura 4.23 Escenario 6.1.- Ingreso exitoso de los datos de la Zona



Figura 4.24 Escenario 6.2.- Ingreso no exitoso de los datos de la Zona por no haber ingresado la información exigida



Figura 4.25 Escenario 6.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto de los datos de la Zona



Figura 4.26 Escenario 6.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Zona

Caso de Uso 7: Ingresar datos del sector

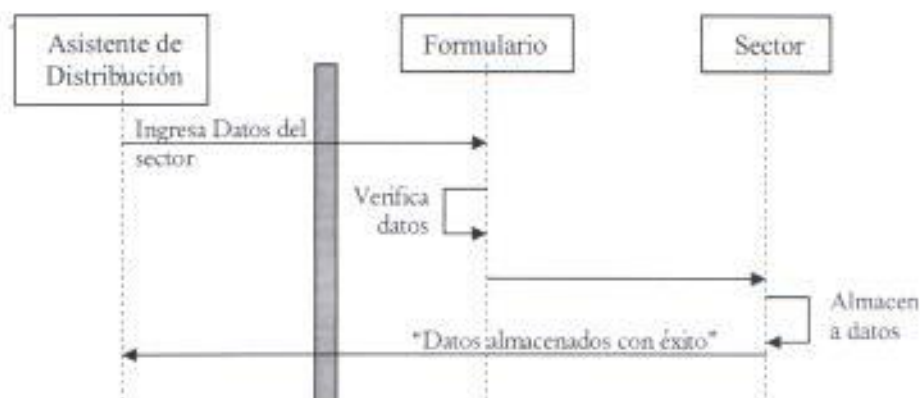


Figura 4.27 Escenario 7.1.- Ingreso exitoso de los datos del Sector



Figura 4.28 Escenario 7.2.- Ingreso no exitoso de los datos del Sector por no haber ingresado la información exigida



Figura 4.29 Escenario 7.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos del Sector



Figura 4.30 Escenario 7.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos del Sector

Caso de Uso 8: Ingresar datos de las calles

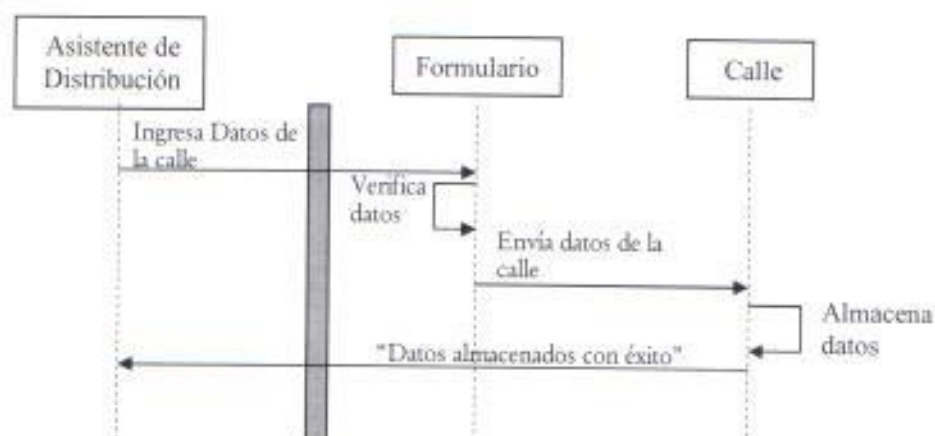


Figura 4.31 Escenario 8.1.- Ingreso exitoso de los datos de la Calle



Figura 4.32 Escenario 8.2.- Ingreso no exitoso de los datos de la Calle por no haber ingresado la información exigida



Figura 4.33 Escenario 8.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos de la Calle



Figura 4.34 Escenario 8.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos de la Zona

Caso de Uso 9: *Ingresar datos de la orden de entrega*



Figura 4.35 Escenario 9.1.- Ingreso exitoso de los datos de la orden de entrega

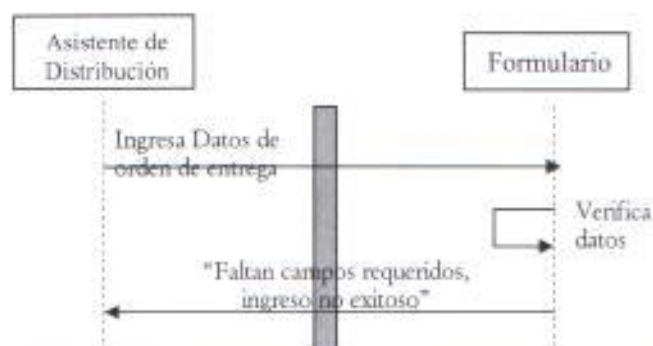


Figura 4.36 Escenario 9.2.- Ingreso no exitoso de los datos de la orden de entrega por no haber ingresado la información exigida

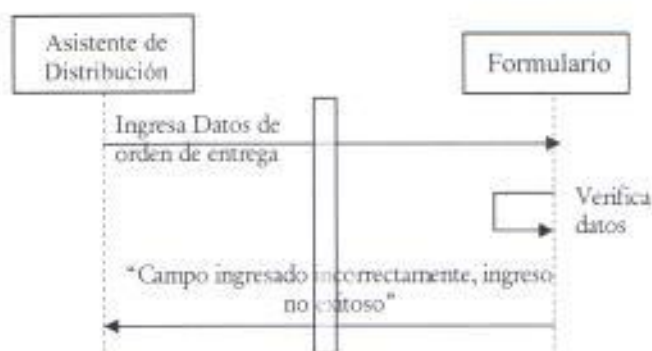


Figura 4.37 Escenario 9.3.- Ingreso no exitoso por formato incorrecto en los datos de la orden de entrega

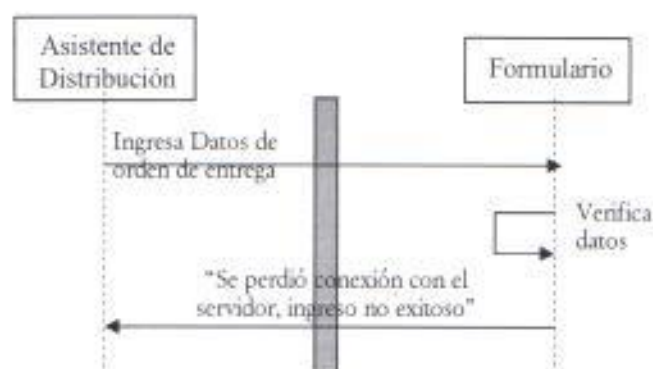


Figura 4.38 Escenario 9.4.- Ingreso no exitoso por fallas técnicas en el ingreso de los datos de la *Orden de Entrega*

Caso de Uso 10: *Seleccionar las órdenes de entrega*

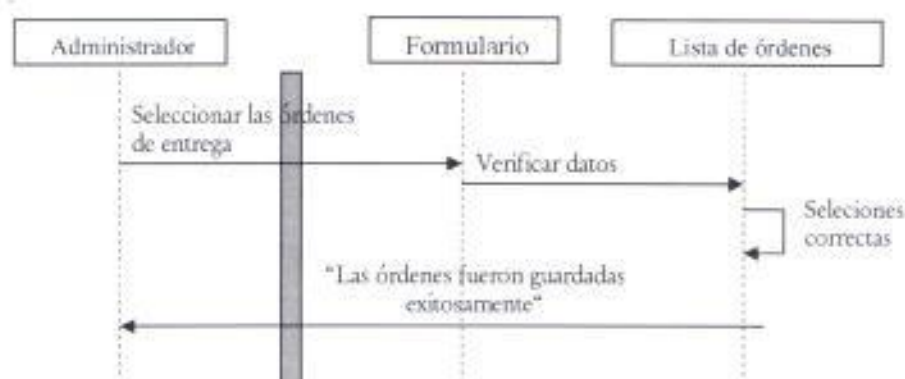


Figura 4.39 Escenario 10.1.- Selección exitosa de las ordenes de entrega

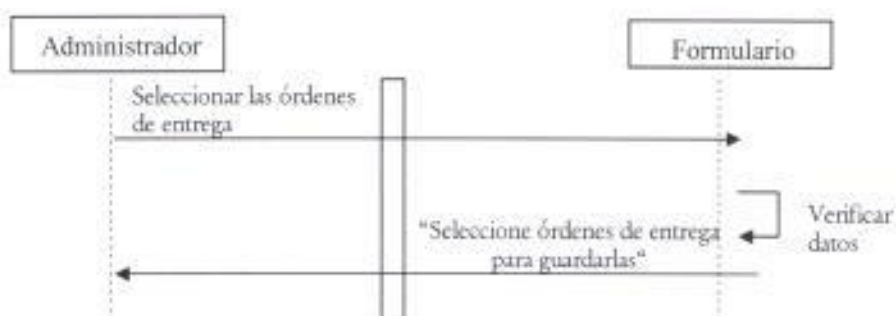


Figura 4.40 Escenario 10.2.- Selección no exitosa por no elegir ninguna orden de entrega

Caso de Uso 11: *Generar ruta óptima*

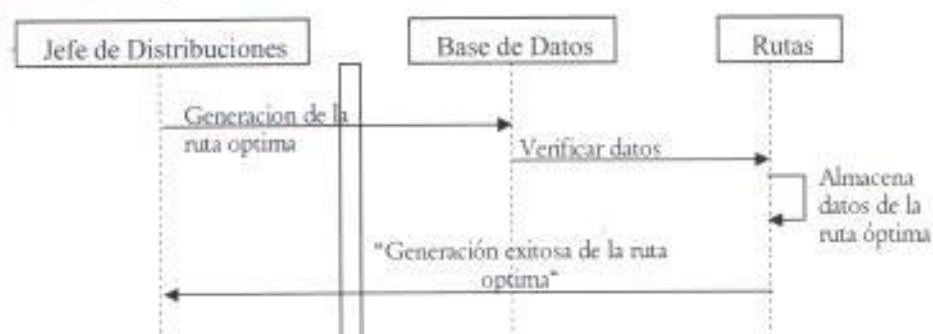


Figura 4.41 Escenario 11.1.- Generación exitosa de la ruta óptima

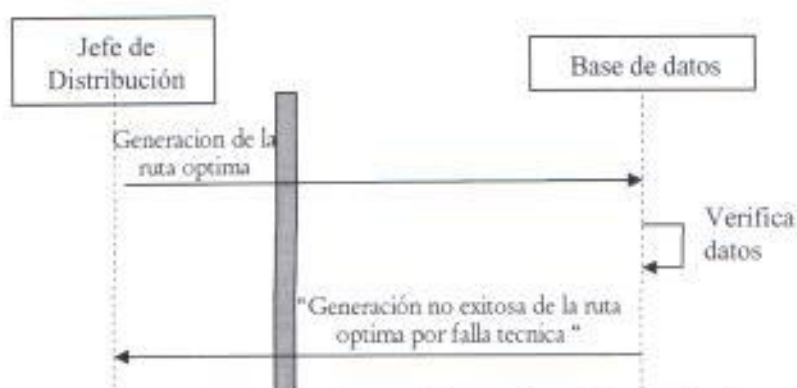


Figura 4.42 Escenario 11.2.- Generación no exitosa de la ruta óptima por falla técnica

Caso de Uso 12: *Seleccionar transporte para cada ruta óptima.*

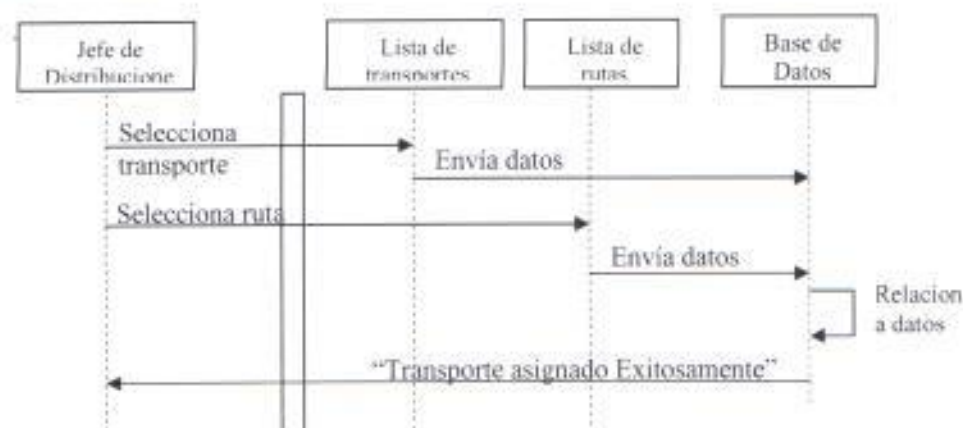


Figura 4.43 Escenario 12.1.- Selección de transporte exitosa para cada ruta óptima

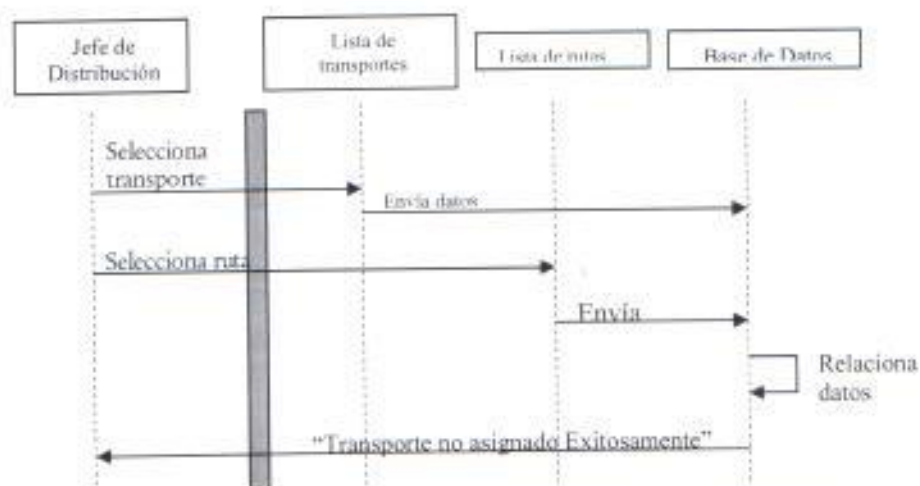


Figura 4.44 Escenario 12.2.- Selección de transporte no exitosa por falta de disponibilidad del vehículo

Caso de Uso 13: *Seleccionar repartidor para cada ruta óptima*

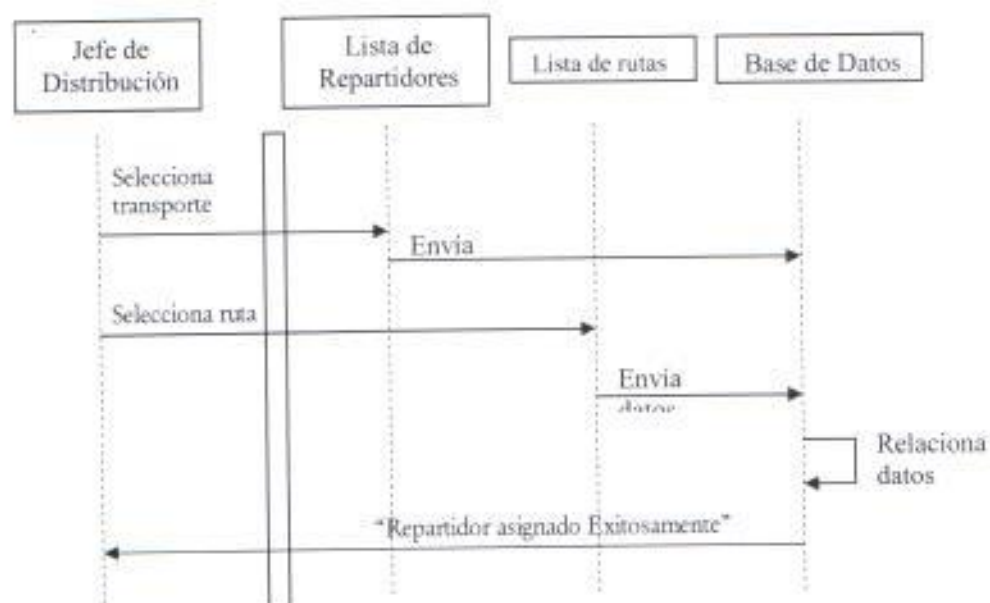


Figura 4.45 Escenario 13.1.- Selección exitosa del repartidor para la ruta óptima que se generó

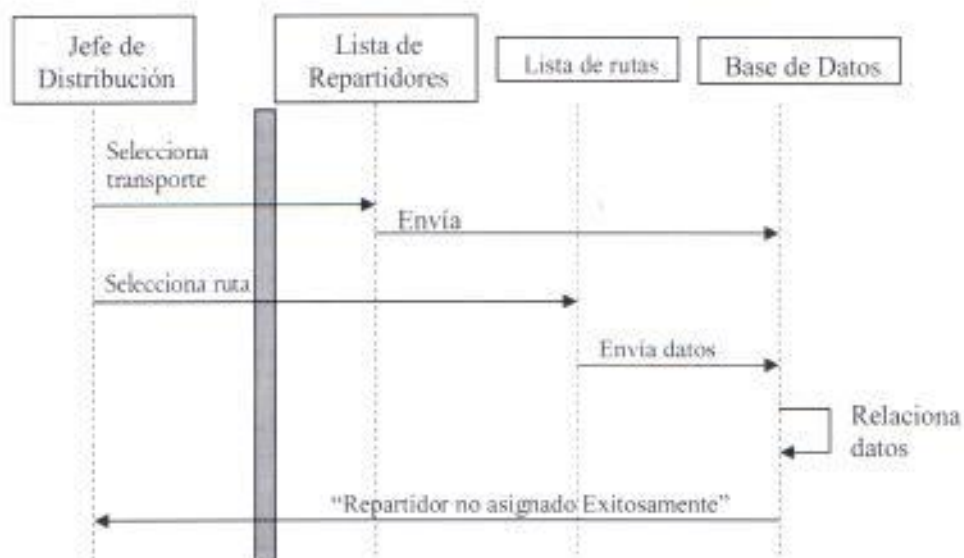


Figura 4.46 Escenario 13.2.- Selección no exitosa del repartidor para la ruta óptima que se generó porque no estaba disponible

Caso de Uso 14: *Presentar Informe Final*

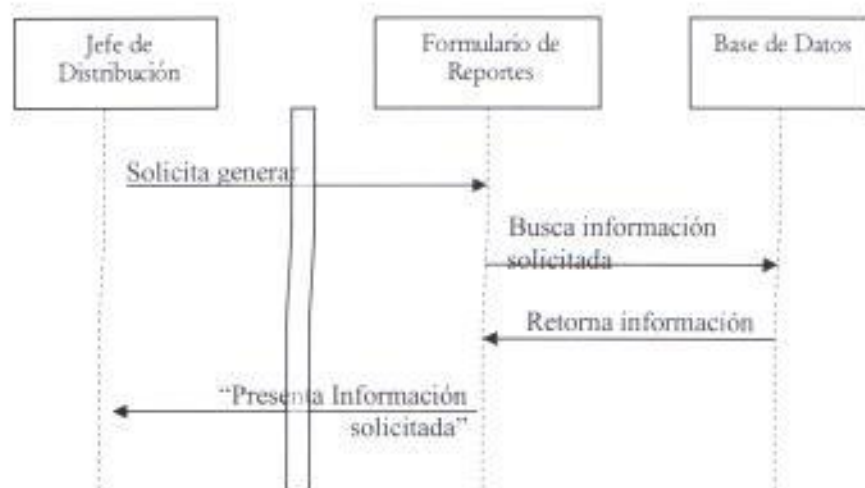


Figura 4.47 Escenario 14.1.- Presentación exitosa del informe final

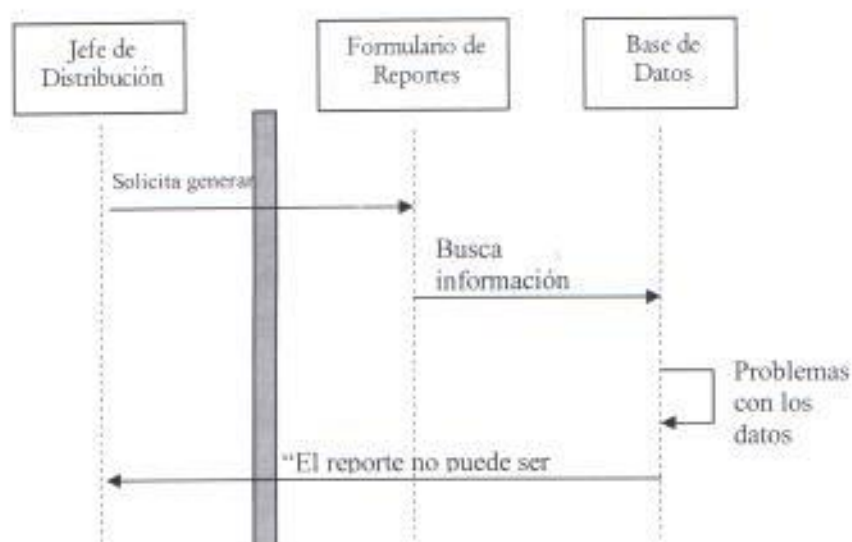


Figura 4.48 Escenario 14.2.- Presentación no exitosa del informe final por falla técnica

4.1.2 Diseño de Base de Datos

El diseño de la base de datos está representado por medio del diagrama entidad-relación que mostramos a continuación:

4.1.3 Diagrama de Interacción de Objetos

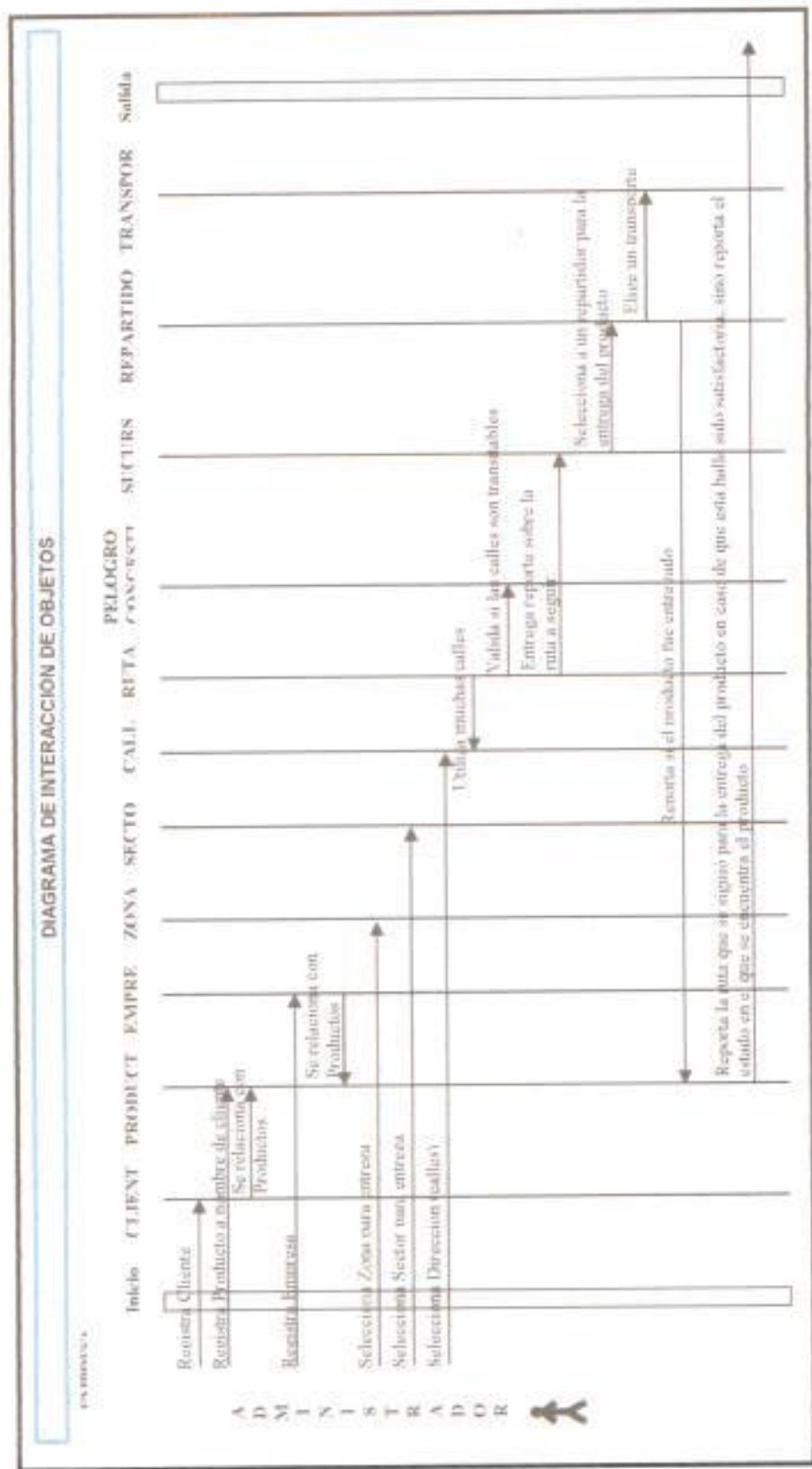


Figura 4.50 Diagrama Iteración de Objetos

DIAGRAMA ITERACIÓN DE CLASES

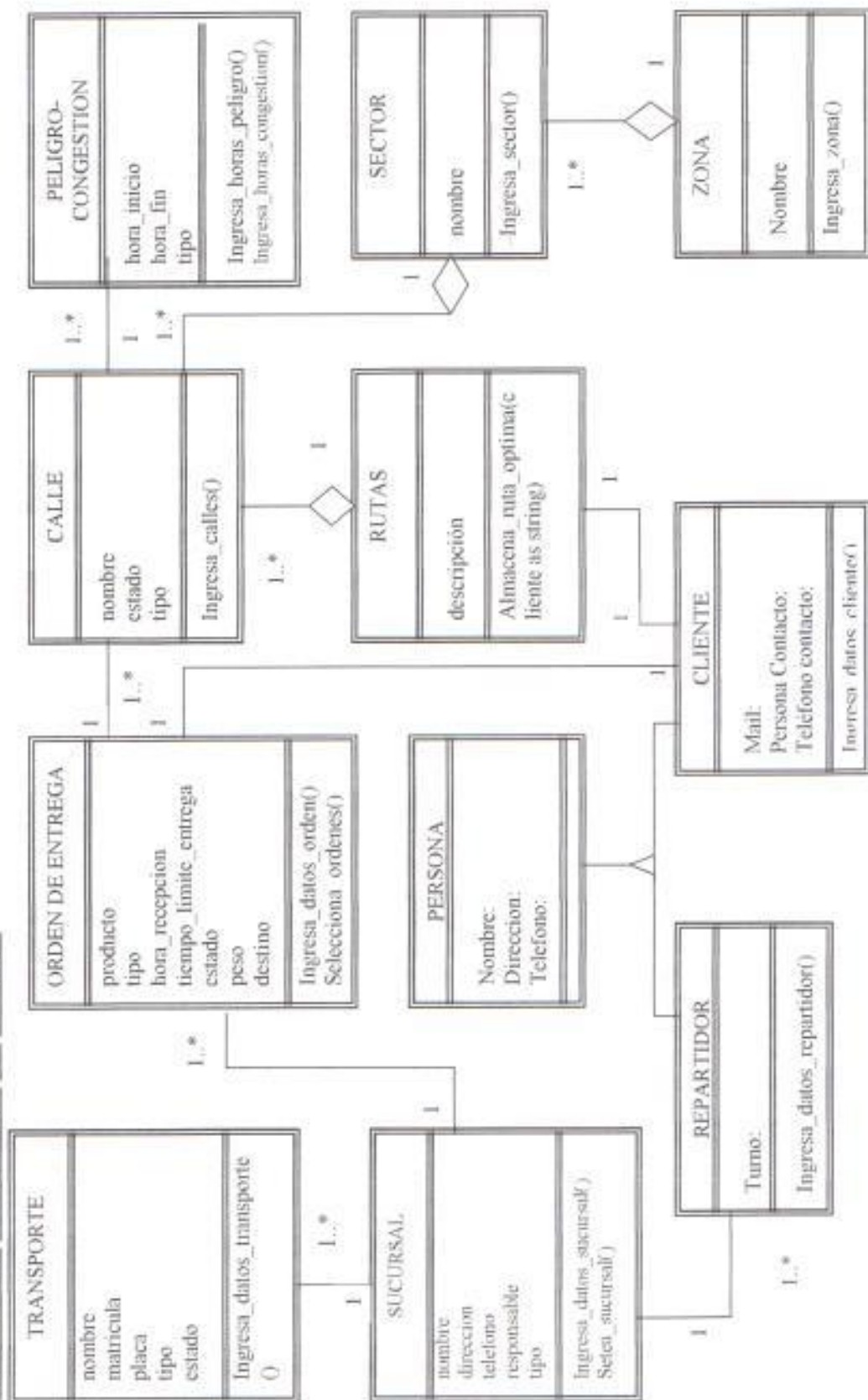


Figura 4.51 Iteración de Clases

4.1.4 Diagrama de componentes del Sistema

Componentes del Sistema: El sistema está conformado por tres módulos principales: módulo de Ingreso de Datos formado por los formularios que permitirán el ingreso de información a la base de datos, módulo de Procesamiento de Información formado por el procesador de consultas de la base y el procesados de algoritmos, y módulo de Salida el cual permitirá visualizar los resultados esperados. Los tres módulos son importantes, sin embargo, el núcleo del APS lo conforma el módulo de procesamiento ya que es el responsable de realizar las funciones de optimización necesarias para la generación de rutas.

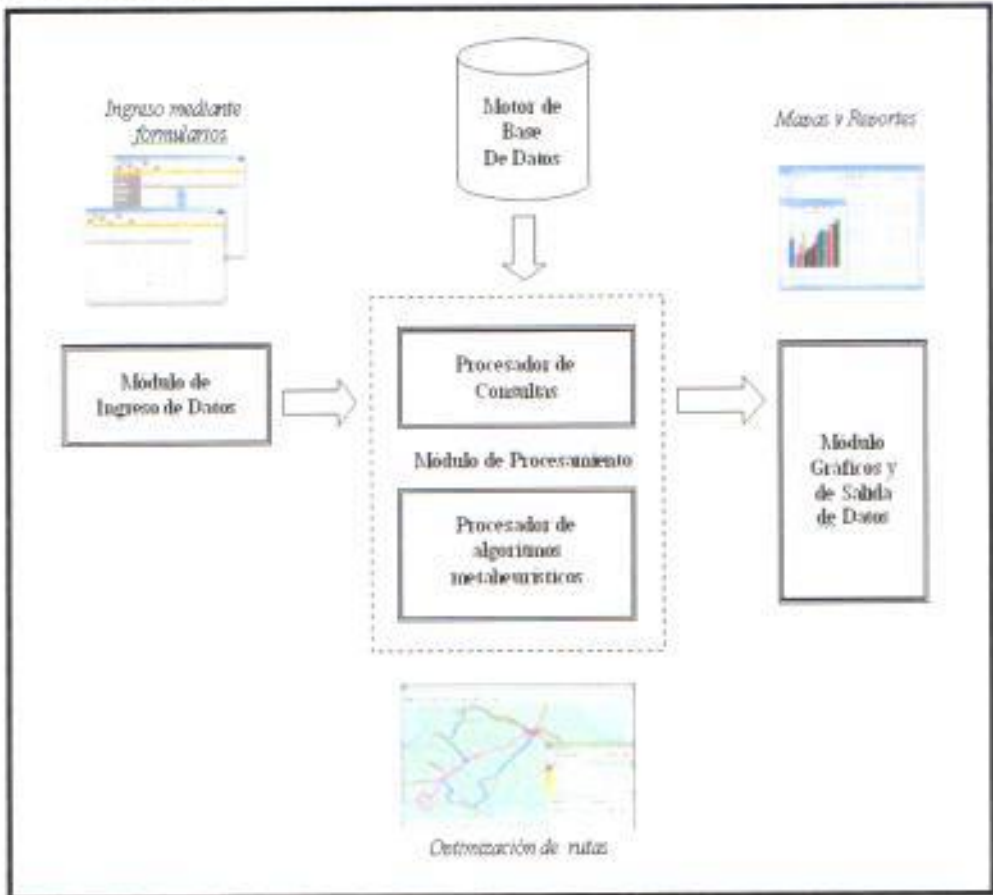


Figura 4.52 Diagrama de Componentes del sistema

4.1.5 ACOPLAMIENTO DE COMPONENTES

La figura 4.1 representa los módulos del sistema en el cual se pueden visualizar 3 módulos importantes:

1. Módulo de Ingreso de Datos
2. Módulo de Procesamiento
3. Módulo Gráfico y de Salida de Datos

El Módulo de Ingreso de Datos consiste en el conjunto de formularios que serán utilizados para realizar el ingreso de la información necesaria para la obtención de los resultados esperados del sistema.

El Módulo de Procesamiento consiste en dos componentes principales: el procesador de consultas y el procesador de algoritmos metaheurísticos. El primero hace uso de la base de datos para realizar las consultas de la información correspondiente a las rutas, y el segundo se encarga de realizar el proceso de optimización a través de dos destacados algoritmos como son Colonia de Hormigas y Recocido Simulado.

El Módulo Gráfico y de Salida de Datos hace referencia a la interfaz de fácil uso en el cual se muestren las diferentes respuestas del sistema. Las respuestas pueden estar dadas por un mapa con la información

correspondiente a las rutas seleccionadas, o un conjunto de reportes que se encarguen de mostrar los resultados dependiendo de las necesidades del usuario.

4.1.6 DISEÑO DE FLUJO DE INFORMACIÓN

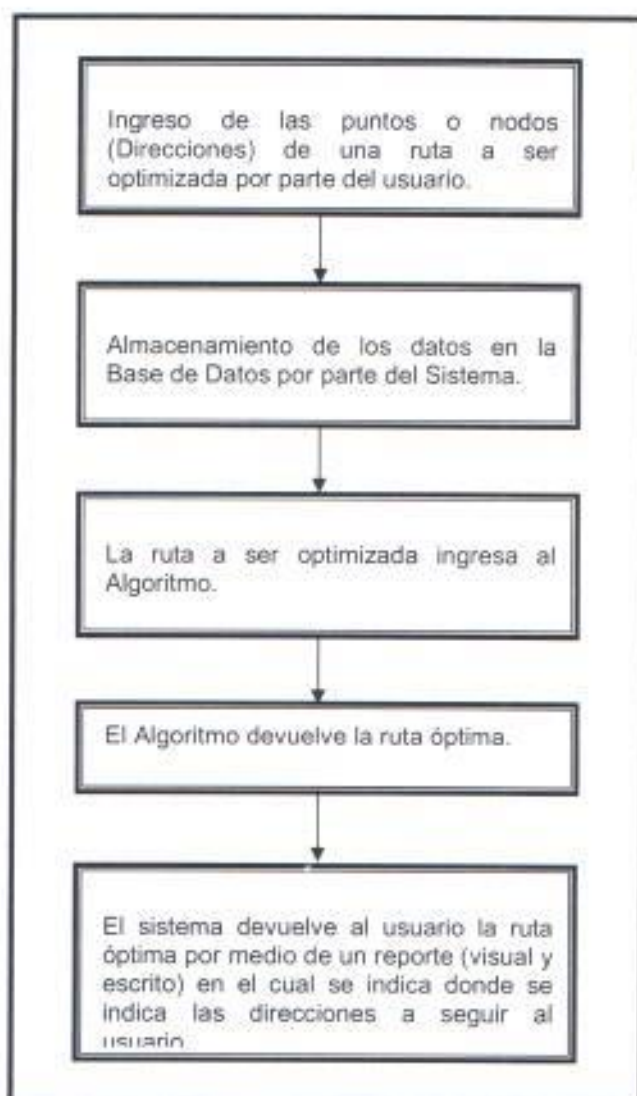


Figura 4.53 Diseño de Flujo de Información

4.1.7 DISEÑO DE INTERFAZ DEL USUARIO

Para la elaboración del programa se ha decidido crear una plantilla principal mostrada en el siguiente gráfico, solo el administrador del sistema podrá tener el acceso a las opciones de modificación de calles referentes al punto de partida, esto es, el lugar de donde se parte respecto al reparto de los productos.

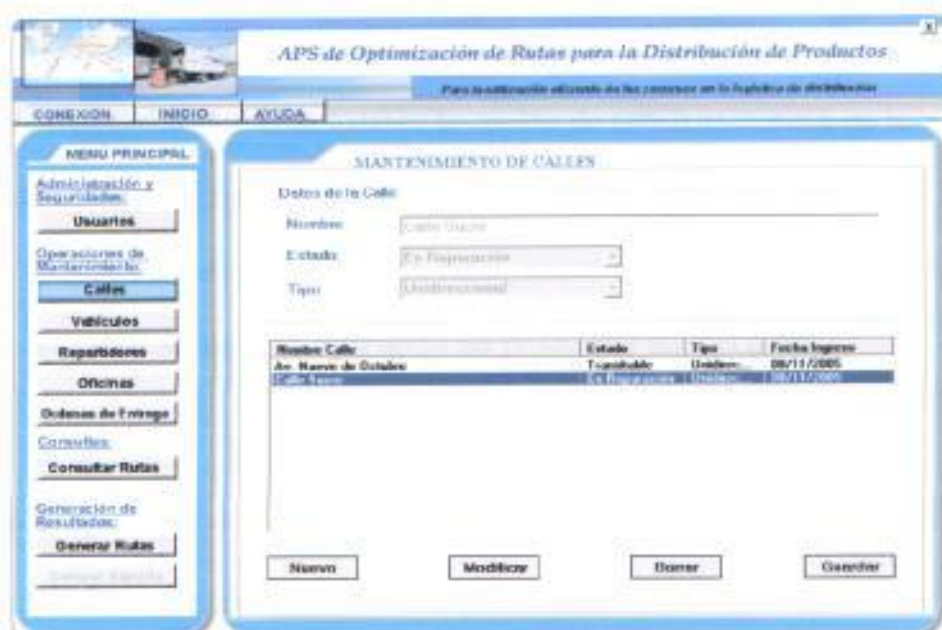


Figura 4.54 Pantalla Principal.

Los usuarios del sistema tendrán que ingresar su user y password para poder acceder al menú correspondiente.



Figura 4.55 Ingreso del usuario y contraseña correspondientes

Una vez digitalizada la contraseña se confirman sus datos.



Figura 4.56 Confirmación de datos.

Luego de habilitar el menú de acuerdo al perfil de usuario.

Para el administrador se le habilita la opción de OPERACIONES en la cual puede realizar el ingreso de calles, nuevos clientes, nuevas empresas con las que se vayan a trabajar, productos, rutas, nuevo sector en el caso de que se quiera ampliar su lugar de repartición del producto y nuevas zonas.

También puede modificar estos datos o eliminarlos.



Figura 4.57 Opción Operaciones

Las consultas se pueden realizar por zonas y por sector.

La consulta por zona se la realiza en un espacio amplio, como son la zona norte, zona centro, zona sur.

La consulta del sector es de acuerdo a la elección del sector en que se quiera trabajar.

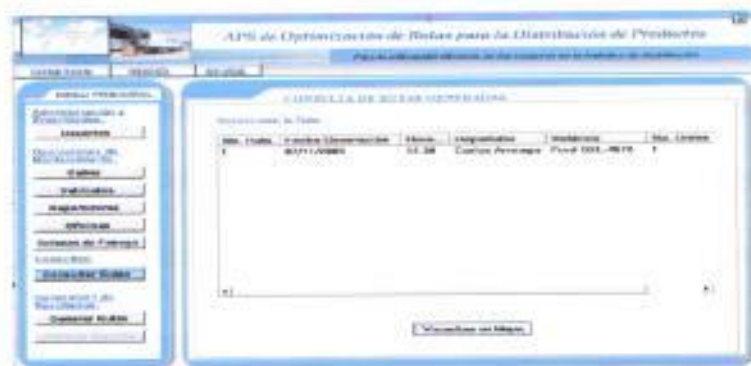


Figura 4.58 Opción Consultas

Luego de elegir el espacio en el que se quiere buscar se le pide al usuario las direcciones de los destinos a los cuales se quiere llegar, se tratará de que sean seleccionados para evitar perdida de tiempo en la digitación.



Figura 4.59 Selección de los Destino

Luego de que el algoritmo termine su ejecución, se dará un reporte al administrador sobre las soluciones obtenidas.

También se debe administrar la entrega del producto es decir llevar un control sobre su situación, si fue entregado, la fecha y por quien lo hizo y a quien se hizo la entrega, si este no fue entregado aún también se requiere la generación de un reporte para notificar la situación del mismo al cliente afectado.

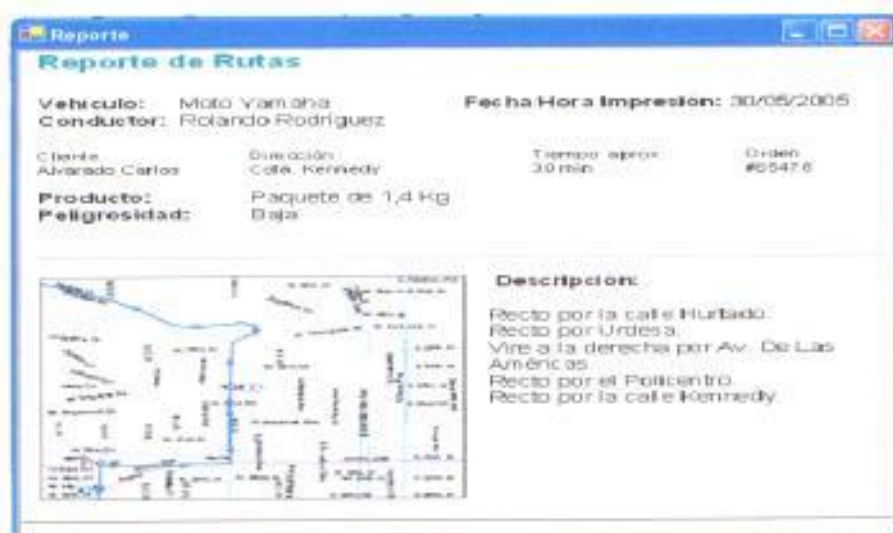


Figura 4.60 REPORTE

4.2. IMPLEMENTACIÓN

4.2.1 Lenguajes de Programación

Como herramienta de desarrollo se ha utilizado Visual Basic.net. Podríamos haber usado otras herramientas tales como Java pero nos

decidimos por la primera opción debido al dominio de dicho lenguaje y la falta de experiencia en este tipo de proyectos en el lenguaje de Java.

Otros motivos por los cuales se optó por la opción de utilizar la herramienta de Visual Basic.net para el Sistema APS de rutas para la distribución de productos fueron los siguientes:

1. Esta respaldado a través de una licencia de una marca reconocida (Microsoft).
2. Debido al previo conocimiento de la herramienta por las integrantes del grupo.
3. Por la funcionalidad fundamental de Visual Basic.net que sigue siendo familiar, flexible, sencilla e intuitiva
4. El soporte Técnico es otorgado por Microsoft
5. Explota todas las características del Sistema Operativo Windows
6. El desarrollo de las interfaces graficas es rápida y sencilla debido a su conjunto de objetos gráficos.
7. Es una herramienta totalmente orientada a objetos.

4.2.2 Procedimientos y Métodos Meta-Hurísticos

El procedimiento metaheurístico que se utilizó en este proyecto para hallar el peso entre nodos es el de la *Colonia de Hormigas* ya que se mostró como el más idóneo para la búsqueda y optimización de rutas en un área determinada

con lugares definidos. Para hallar la mejor combinación en cuando a posición en que serán visitados los nodos se utilizará el algoritmo de *Recocido Simulado*.

A continuación especificaremos como se los utiliza en el sistema. Para esto hablaremos de la forma como se consigue el peso del arco entre dos puntos.

Hallar el peso entre puntos (nodos).-

En este proyecto se ha utilizado la exploración de hormigas individuales es decir que se enviará una hormiga a la vez, esta dejará su rastro de feromona el cual está conformado por el punto o nodo que visita (esquina de manzana) y el criterio que tomó la hormiga para continuar al siguiente nodo.

Para solucionar el problema se aspira encontrar una ruta (tratando que sea la más corta) entre un nodo de partida y uno de llegada, esta estrategia se la utiliza para cada nodo hasta cerrar el recorrido es decir partiendo de la sucursal (por ejemplo) y visitar todos los destinos hasta volver al sitio de partida, el camino que se logre obtener entre nodos nos servirá para sacar el costo total de todo el recorrido (ruta absoluta).

La ruta absoluta será aquella en la cual intervengan todos los nodos tomando como partida la sucursal de donde se obtienen los productos.

Esquema de calles.-

Para el algoritmo las calles son totalmente verticales u horizontales y se trata de que todas tengan igual longitud, en la vida real esto no sucede, lo que se ha logrado es simular la longitud de la calle la cual será igual para todas, pero en el trayecto que se adicione se colocará una interrupción de no transitable (como demonio) lo que impedirá el paso por ese trayecto.

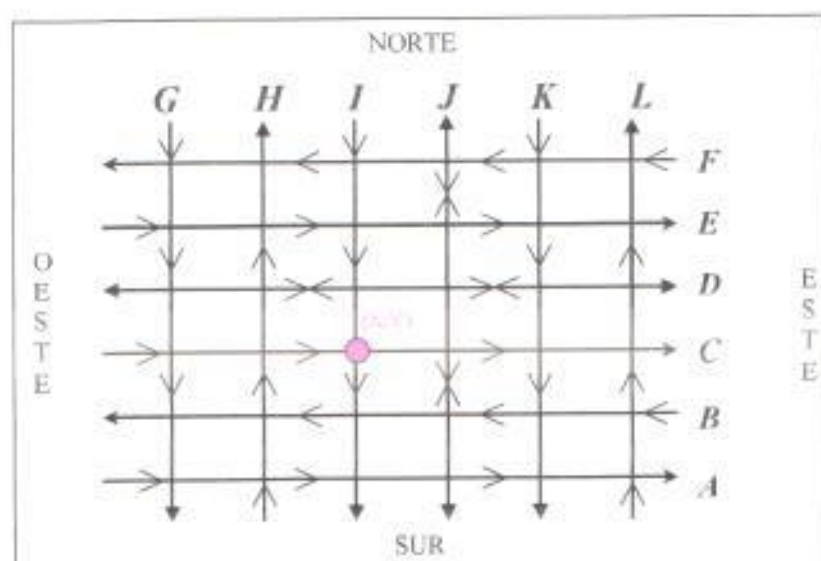


Figura 4.61 Gráfico representativo del esquema de las calles

De esta manera se ha conseguido trabajar con una plantilla de $n \times m$, donde n representa el número de calles de oeste a este o viceversa y m el número de calles de norte a sur o viceversa, con la finalidad de hacer que la hormiga recorra por

la plantilla respetando las direcciones de las calles y su estado de ser transitable o no.

El recorrido de la hormiga será de nodo en nodo, lo que significa que las esquinas serán coordenadas (X, Y) donde X que es fila para la matriz es una calle horizontal y Y que es una columna en la matriz será la representación de la calle vertical para ese nodo en especial.

Criterios a seguir.-

Según nuestro esquema cada vez que una hormiguita quiera transitar de Norte a Sur deberá sumarse o restarse 1 al eje de las X desde el punto en el cual se encuentra, lo mismo ocurrirá cuando se quiera trasladar de Oeste a Este en este caso se aumentará o disminuirá 1 al eje de las Y.

Para explicar los criterios utilizaremos un ejemplo.

Si la hormiga se encuentra en la coordenada (2,3) según nuestra plantilla la calle 2 sería E en dirección Este y la calle 3 sería I en dirección Sur y nuestra hormiguita se quiere desplazar a la coordenada I intersección D es decir (3,3) para esto se debe ver que dirección tiene la calle por la cual se quiere trasladar es decir la calle I que es por donde se dirigirá a la otra esquina, para nuestro ejercicio es la columna I en dirección Sur eso quiere decir que debemos sumar

l a la fila para poder trasladarnos o lo que es lo mismo aumentar en uno el eje de las X.

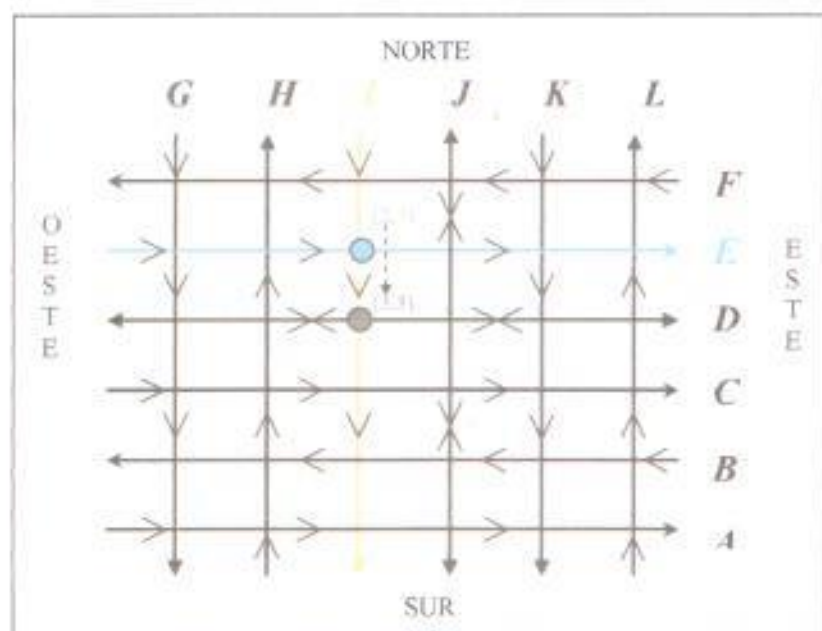


Figura 4.62 Ejemplo del traslado de la hormiga de una esquina (nodo) a otra.

Este análisis se refleja en la siguiente tabla:

DIRECCION DE COLUMNAS	OPERACIÓN A REALIZAR	CRITERIO
Columna SUR	Sumar Fila (SF)	Por Fila
Columna NORTE	Restar Fila (RF)	Por Fila
Fila ESTE	Sumar Columna (SC)	Por Columna
Fila Oeste	Restar Columna (RC)	Por Columna

Tabla II Criterio a seguir siguiendo la dirección de la calle.

- Lo que quiere decir es, cuando la hormiga se encuentre en una columna con dirección SUR solo se podrá sumar filas (criterio por fila)

- Cuando se encuentre en una columna con dirección NORTE solo se podrá restar filas (criterio por fila).
- Cuando se encuentre en una fila con dirección ESTE solo se podrá sumar columnas (criterio por columna).
- Cuando se encuentre en una fila con dirección OESTE solo se podrá restar columnas (criterio por columna).

Análisis del problema.-

Como sabemos la mayoría de las calles son en un solo sentido pero las que son vías son en doble sentido para este caso la hormiga no tiene restricción con el sentido de la calle, como se dijo las hormigas deben ir de un nodo a otro según la orientación de la calle en la que se encuentren esos nodos, también debe realizarse la verificación de cuan transitable es (peso que se asigna a la calle según el congestionamiento) y si está disponible al tránsito.

El algoritmo se lo aplica a dos puntos en particular uno que representa el de partida y otro que es el de llegada, para que la hormiga se traslade de la partida a la llegada se verifican las coordenadas, si para el eje de las X la diferencia es positiva ($X_{llegada} - X_{partida}$) entonces se debe sumar filas para llegar al destino, en el caso de las columnas es similar, si la diferencia es negativa ($Y_{llegada} - Y_{partida}$) entonces se debe restar columnas para llegar al

objetivo, este análisis es el que nos ayuda a saber cuan cerca estamos del objetivo, y por que camino nos podemos trasladar lo hacemos con la ayuda de los criterios.

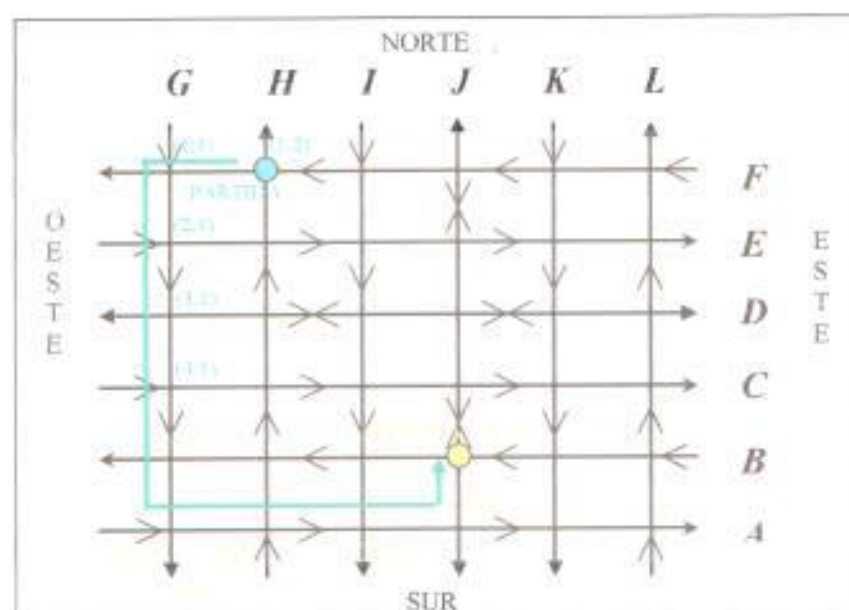


Figura 4.63 Traslado del punto de partida al de llegada

Con el análisis de las vías se espera minimizar el espacio de búsqueda para una hormiga ya que se la orienta por el camino que debe seguir, en el momento que debe tomar una decisión es decir si pudiera seguir por dos caminos entonces para la primera hormiga la selección se la hará por el criterio de fila para avanzar hacia su objetivo, como este dato se almacenará como feromona las demás hormigas dependerán de la feromona para la elección de nuevas rutas haciendo exploración en el espacio de búsqueda.

El espacio de búsqueda

El espacio de búsqueda para dos nodos se lo obtiene de la siguiente manera:

Si tenemos el punto (2,3) donde 2 representa la calle I y 3 representa la calle E como podemos ver en el siguiente cuadro, y queremos llegar al punto (4,5) en otras palabras a la intersección K y C.

El espacio en el cual las hormigas se desenvolverán será el que se encuentre dentro de los vértices de intersección de las calles afectadas es decir, para nuestro ejemplo la calle I se intercepta con la calle C y forman el punto (4,3) este es uno de los vértices de intersección, el otro vértice será el que se forme con las calles E y K o sea el punto (2,5). Para mejores soluciones se tomarán en cuenta dos calles adicionales que limitan con nuestro perímetro ampliando el espacio de búsqueda.

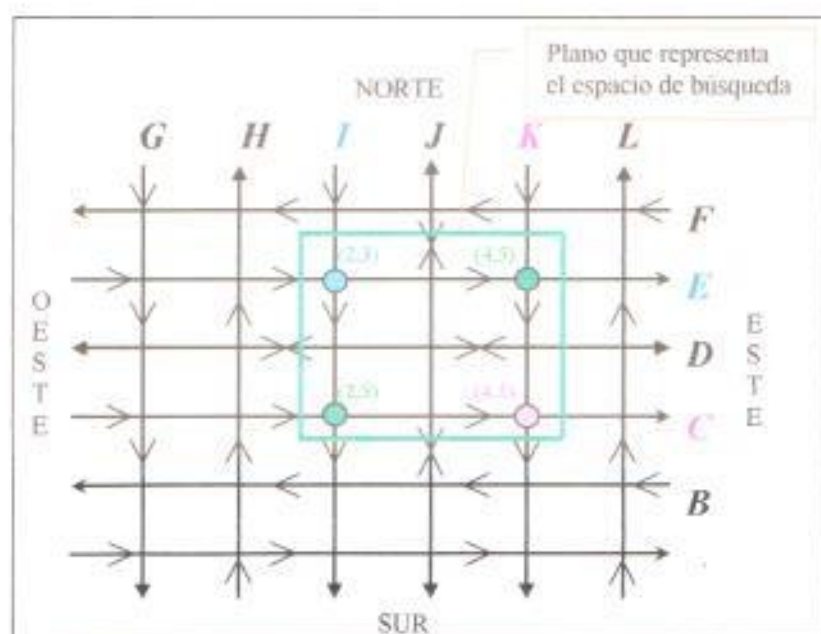


Figura 4.64. Gráfico que explica como encontrar el espacio de búsqueda entre nodos.

FEROMONA

Primero una función leerá de la base de datos las calles y la direccionalidad de las mismas y se almacenará en una matriz los criterios que puedan ser elegidos en cada esquina.

Las calles leídas en la base se transformaran siempre en números para una mejor manipulación de los mismos.

A continuación se muestra la matriz de feromonas, donde la operación de los criterios está simbolizada por SF significa sumar fila, SC sumar columna, RF restar fila y RC restar columna.

	1		2		3		4		5		6	
1	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	
			RF		RF		RF		RF			RC
2	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	
		RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC
3	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	
		RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC
4	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	
		RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC
5	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	SC	SF	
		RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC
6		SC		SC		SC		SC		SC		
	RF		RF	RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC	RF	RC

Tabla III. Matriz de Feromonas

Esta matriz nos indica:

1. Cuales son los posibles caminos a tomar en cada esquina según la operación del criterio que se pueda utilizar en cada punto.
2. Mediante una función podremos indicar por que camino podemos realizar la exploración, debido a que en cada punto de la matriz existirá un contador que nos indique cuales son los criterios ya analizados.
3. Esta matriz será actualizada con las rutas realizadas para ir disminuyendo el contador de cada criterio y de esta forma poder realizar rutas nuevas.

La feromona ayudará a que cada hormiga pueda explorar, se tratará de explorar por los nodos adyacentes a la mejor ruta encontrada hasta el momento.

El criterio de para será cuando no queden posibles caminos a recorrer cerca del objetivo (punto de llegada).

La matriz de costos.-

Esta matriz es creada en memoria y llenada con los datos que se encuentran en la base.

Contiene el peso asignado al nodo según la hora y el estado de la calle esto quiere decir que se guarda el valor numérico correspondiente al tráfico que presente la calle a determinada hora y/o las sanciones por ser una calle en construcción o la penalización por ser un sector peligroso, etc.

El valor del peso varía entre 1 hasta 100.

Cuando la calle esté en buen estado y sea transitable el costo será de 1.

Cuando la calle en determinadas horas esté congestionada el peso varía entre 3 hasta 7.

Si el sector por el que cruza la calle es peligroso se pondrá un valor alto pero factible ya que se lo esperará tomar como último recurso.

Si la calle está en construcción el peso será del valor más alto con la finalidad de que ese camino sea menos probable de tomarse en cuenta.

Optimización de la ruta total.-

Para encontrar el camino óptimo que incluya todos los puntos destinos se escogió el algoritmo de RECOSIDO SIMULADO del cual hablamos anteriormente. Si tenemos tres destinos a los cuales queremos llegar partiendo de un sitio fijo, como se muestra en el gráfico.

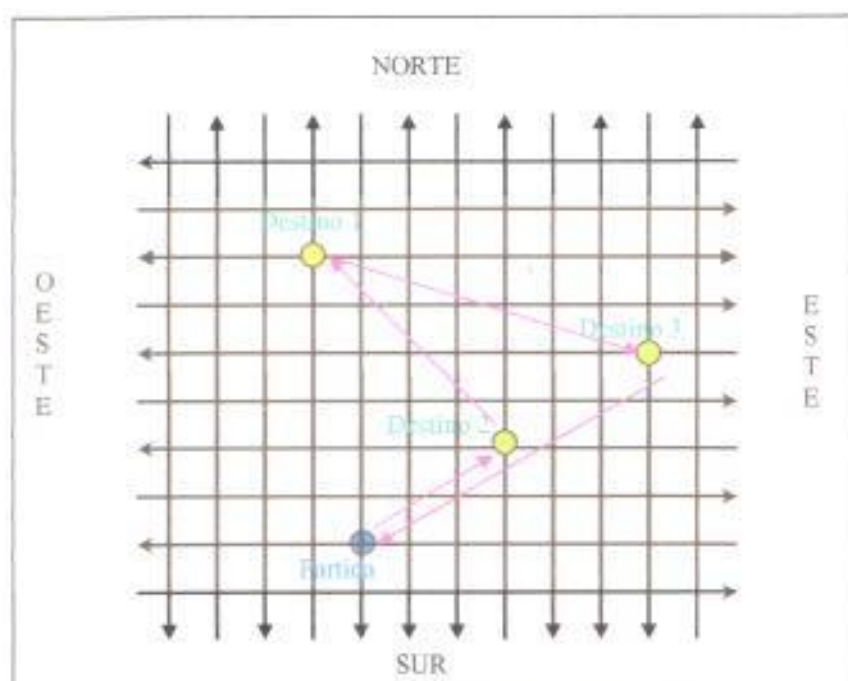


Figura 4.65 Gráfico que muestra la ruta óptima

Debemos encontrar cual es la mejor combinación en cuanto a que nodo visitar primero para mejorar la ruta.

Con el algoritmo de las hormigas obtuvimos la ruta más corta entre el DESTINO2 y el DESTINO3 generando un costo el cual es el peso que se le da al arco 2-3 ó 3-2.

Con el recocido simulado lo que se quiere es optimizar el recorrido total, es decir por ejemplo si iniciamos en la PARTIDA podemos tomar el DESTINO2

luego el DESTINO1 luego el DESTINO3 y finalmente regresar a PARTIDA,
lo que tendremos es:

P, D2, D1, D3, P

como ruta óptima y el costo total será la suma de los costos de cada arco, para
este caso será:

$\text{costo (P, D2)} + \text{costo (D2, D1)} + \text{costo (D1, D3)} + \text{costo (D3,P)} = \text{costo total.}$

CAPÍTULO

5

RESULTADOS

CAPITULO 5

RESULTADOS

5.1 RESULTADOS GENERALES DEL ESTUDIO REALIZADO

El Estudio realizado nos permite conocer la utilidad del sistema desarrollado basado en el Algoritmo de colonias de Hormigas y Recocido Simulado. Debido a que el problema total de la optimización de las rutas nos lleva a dividir el problema en dos subproblemas, el primero encontrar la ruta mas rápida de un nodo a otro, el cual es resuelto por el Algoritmo de la Hormiga debido a que no sabemos la cantidad de calles necesarias entre un punto a despachar y otro y (este algoritmo resuelve muy bien problemas como el mencionado, el segundo subproblema es el de la mejor disposición de todos los nodos que conforman un arco, debido a que estos puntos de repartición dentro de una ruta son fijos para el problema total utilizamos el algoritmo recocido simulado para su optimización.

El problema de la optimización de rutas mejoraría en gran manera los problemas existentes en las empresas que manejan este tipo de situaciones, debido a que la mayoría obtiene sus rutas optimas empiricamente lo cual dificultaría el trabajo si se añadiera otra zona de trabajo, mientras que el sistema permitiría un análisis a menor costo por cada zona a ser añadida al área de repartición de dichas empresas.

Una de las más destacadas empresas que tiene en funcionamiento un software GIS para planeación de rutas en nuestro país es la empresa Agemap, la cual ofrece sus servicios a empresas tales como Cervecería Nacional, Coca Cola, El Universo, PROMESA, PROALCO, REPSOL, etc. Este software no tiene un sistema de optimización de rutas avanzado, sino que utiliza algoritmos básicos de optimización de operaciones para crear una ruta que no toma en cuenta factores importantes tales como el sentido de las calles o los tiempos de congestionamiento. Bajo estos parámetros, con el APS de rutas se tiene una ventaja significativa, ya que la planeación de las rutas es más completa en el sentido de que toma en cuenta los factores anteriormente mencionados, además de utilizar algoritmos avanzados que permiten que los resultados sean más cercanos a los esperados en la realidad.

5.2 RESULTADOS GENERALES DEL USO DE ESTE TIPO DE SISTEMAS EN OTROS PAISES DEL MUNDO

Algoritmo basado en la optimización mediante colonias de hormigas para la resolución del problema del transporte de carga desde varios orígenes a varios destinos.

El Algoritmo de optimización se ha aplicado en otros países para realizar la optimización de rutas como el caso de una empresa española especializada en el transporte de paquetería industrial puerta a puerta, sector en el que destaca como empresa líder. La aplicación se ha centrado en el servicio que ofrece dicha empresa en España peninsular y en Baleares, actividad que desarrolla mediante transporte terrestre.

En la aplicación se ha exigido un nivel mínimo de servicio en 24 horas igual al que la empresa tiene en la actualidad. El coste por unidad de carga transportada ha servido para comparar el resultado obtenido mediante el heurístico y la estructura de rutas actual de la empresa.

La solución proporcionada por el heurístico genera un costo por unidad de carga transportada alrededor de un 8% inferior al costo actual de la empresa.

Bien es verdad que la solución depende bastante de datos estimados, como es la hora más temprana de salida de los vehículos. Así, si dicha hora se retrasara en tan solo un cuarto de hora, entonces el costo de la solución obtenida con el heurístico sería alrededor de un 2% más barato que el costo actual. En cualquier caso, lo que realmente se deduce de la aplicación al caso real es que el heurístico resulta ser una herramienta válida de resolución, puesto que sus resultados son

lógicos, coherentes con la realidad e incluso es capaz de mejorar la situación actual.

En este trabajo se aborda el problema del transporte de muchos orígenes a muchos destinos con varios hubs. Este es el problema que cualquier empresa de paquetería debe afrontar para el transporte entre delegaciones. Para cada par origen-destino, se trata de elegir la alternativa de ruta de manera que el costo del sistema resulte óptimo en términos económicos, cumpliendo un determinado nivel de servicio. Las alternativas de ruta que se contemplan en este trabajo son: transporte directo, transporte a través de un hub, transporte a través de dos hubs, transporte mediante una ruta con paradas múltiples en origen (*peddling en origen*), transporte mediante una ruta con paradas múltiples en destino (*peddling en destino*).

La resolución mediante programación entera de este problema resulta inviable cuando se aplica a ejemplos de tamaño real, por lo que se utilizan métodos heurísticos para su resolución.

En este trabajo se desarrolla un algoritmo metaheurístico, basado en la optimización mediante colonias de hormigas (ACO). Para ello se divide el problema general en dos subproblemas.

Primero se resuelve el problema mediante ACO, contemplando solamente las alternativas de ruta directa y a través de uno o dos hubs. La solución encontrada en esta primera fase se utiliza como solución de partida para una segunda fase, en la que se intenta introducir rutas con paradas múltiples para así mejorar dicha solución. En esta segunda fase también se utiliza la optimización mediante colonias de hormigas.

Los resultados del algoritmo se contrastan, para ejemplos pequeños, con los resultados exactos encontrados utilizando la programación entera. Finalmente el algoritmo se aplica a un problema real.

El heurístico desarrollado en este trabajo resulta ser una herramienta viable para la resolución de problemas de transporte de carga de muchos orígenes a muchos destinos. Esto implica que la metodología de optimización ACO (Ant Colony Optimization) es adecuada y que los parámetros de información heurística elegidos también lo son.

CONCLUSIONES

El APS de rutas para la distribución de productos nos permite poder mostrar la eficiencia de los algoritmos de optimización, en el sistema se realiza el ruteo mediante dos algoritmos, el algoritmo Recocido Simulado y el de las Colonias de Hormigas. Podemos observar que al considerar los problemas de congestión, los tramos problemáticos y la direccionalidad de las calles, nos ayudan a poder dar una ruta optima basada en las necesidades reales de nuestros usuarios.

Después de un análisis de los diferentes algoritmos que se podrían utilizar para resolver nuestro problema de ruteo, el Algoritmo de la Colonia de Hormigas fue el único que nos resolvía el problema de optimizar las rutas considerando un numero no fijo de calles entre las que se tendría que realizar el ruteo, debido a que los demás algoritmos necesitaban de un numero fijo de calles para poder ser ejecutado. El Algoritmo de Recocido Simulado nos represento el mas conveniente para elegir la ruta optima de menor costo, debido a que este algoritmo se lo genera con un numero fijo de rutas y su implementación resultaba en un menor costo que los otros algoritmos que nos podría dar el mismo resultado.

Nuestra optimización se la realiza por el menor costo _ tiempo que cada ruta posee, es decir se elige la ruta que posea el menor tiempo para ser recorrida.

RECOMENDACIONES

Otra recomendación sería aprovechar la ventaja tecnológica de la herramienta Visual Basic.Net, ya que se pueden utilizar dispositivos Web móviles, de acuerdo a las necesidades de la empresa, tales como teléfonos, localizadores (pagers) y asistentes digitales personales (PDA) para realizar consultas directamente al sistema y de esta manera agilizar la entrega de las ordenes.

Una recomendación referente a las actualizaciones que se le pueden realizar a este sistema sería respecto a la creación de un sitio Web en el cual se pueda manipular directamente el sistema sin intermediarios o un administrador del sistema, ya que la herramienta de programación utilizada (Visual Basic.Net) nos brinda las facilidades de adaptación necesarias para realizar los cambios adecuados.

APÉNDICE

A

MANUALES

MANUAL DEL USUARIO

1.- INGRESO AL SISTEMA

Para poder acceder al sistema es necesario ingresar un usuario y una contraseña, asignadas por el administrador del sistema:



2.- MENÚ PRINCIPAL DEL SISTEMA

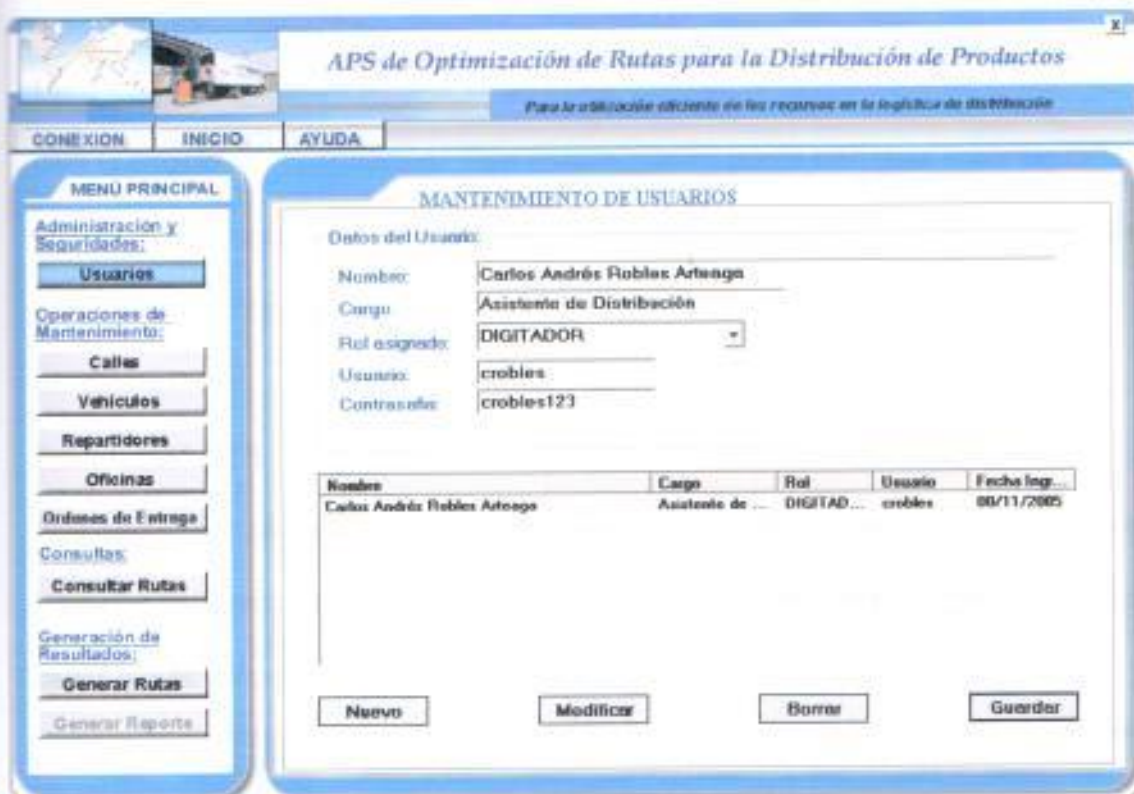
El menú principal está situado en la vista izquierda de la pantalla, formado por las siguientes opciones:

2.1- OPCIONES DE ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDADES

Como su nombre lo indica, estas son opciones que corresponden a la administración general del sistema. Se lo aplica generalmente para el mantenimiento de los usuarios que pueden acceder al sistema.

2.1.1.- USUARIOS

Esta opción del menú estará habilitada únicamente para el administrador del sistema, quien se encargará de asignar los roles correspondientes a cada tipo de usuario. Estos roles permitirán que ciertas opciones estén habilitadas conforme al rol que desempeñe cada usuario:



En esta pantalla, se tienen los siguientes botones:

- **Nuevo.**- Permite realizar el ingreso de un nuevo usuario.
- **Modificar.**- Permite realizar alguna modificación sobre los datos de alguno de los usuarios existentes.
- **Borrar.**- Permite eliminar alguno de los usuarios existentes.
- **Guardar.**- Permite guardar los cambios realizados, tanto cuando se ingresa un nuevo usuario o cuando se realiza alguna modificación.

2.2.- OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

Estas opciones permiten realizar el mantenimiento de la información de importancia para la empresa de distribución. Este mantenimiento puede realizarse sobre las calles que se establecerán para las rutas, los vehículos, repartidores, oficinas y sobre las órdenes de entrega.

2.2.1.- CALLES

Esta opción permite realizar el ingreso, modificación y eliminación en el sistema de las calles que serán incluidas en las rutas. El sistema mostrará por defecto la lista de calles que se encuentren implicadas en el mapa:

APS de Optimización de Rutas para la Distribución de Productos
Para la utilización eficiente de los recursos en la logística de distribución

COEXEION INICIO AYUDA

MENU PRINCIPAL

Administración y Seguridades:

Usuarios

Operaciones de Mantenimiento:

Calles

Vehículos

Repartidores

Oficinas

Órdenes de Entrega

Consultar:

Consultar Rutas

Generación de Resultados:

Generar Rutas

MANTENIMIENTO DE CALLES

Datos de la Calle:

Nombre: Calle Guano

Estado: En Reparación

Tipo: Unidireccional

Nombre Calle	Estado	Tipo	Fecha Ingreso
Av. Nuevo de Octubre	Transitable	Unidirec...	00/11/2005
Calle Suiza	En Reparación	Unidirec...	00/11/2005

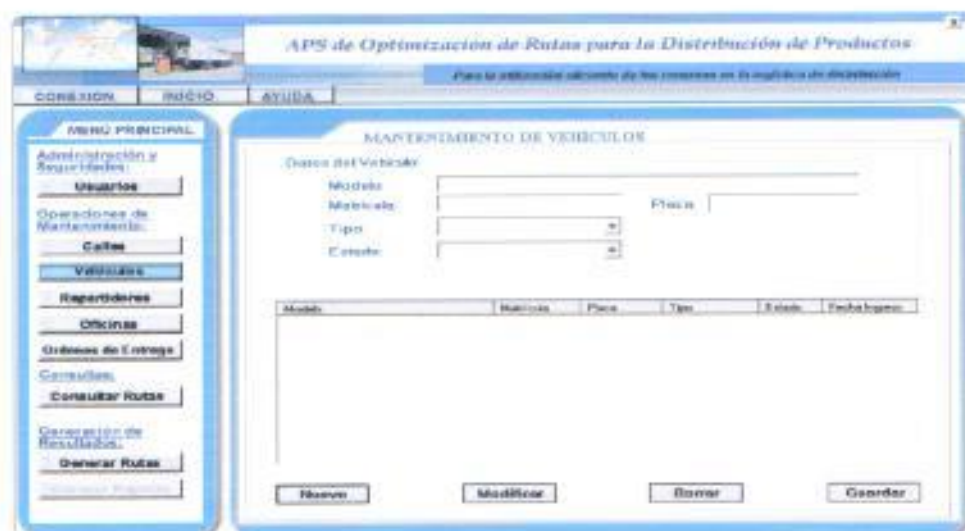
Nuevo **Modificar** **Borrar** **Guardar**

En esta pantalla, se tienen los siguientes botones:

- **Nuevo.-** Permite el ingreso de una nueva calle (si es que la calle no existiese en el mapa).
- **Modificar.-** Permite realizar alguna modificación sobre los datos de alguna de las calles existentes.
- **Borrar.-** Permite eliminar alguna de las calles existentes.
- **Guardar.-** Permite guardar los cambios realizados, tanto como cuando se ingresa una nueva calle o cuando se realiza alguna modificación sobre una calle existente.

2.2.2.- VEHÍCULOS

Esta opción del menú permite realizar el ingreso, modificación y eliminación en el sistema de los vehículos utilizados por la empresa para realizar la distribución de los productos.



En esta pantalla, se tienen los siguientes botones:

- **Nuevo.-** Permite el ingreso de un nuevo vehículo, tomando en cuenta datos como el modelo del vehículo, la matrícula, la placa, el tipo y el estado.
- **Modificar.-** Permite realizar alguna modificación sobre los datos de alguno de los vehículos existentes.
- **Borrar.-** Permite eliminar alguno de los vehículos existentes.
- **Guardar.-** Permite guardar los cambios realizados, tanto como cuando se ingresa un nuevo vehículo o cuando se realiza alguna modificación sobre un vehículo existente.

2.2.3.- REPARTIDORES

Esta opción del menú permite realizar el ingreso, modificación y eliminación en el sistema de los repartidores contratados para realizar la respectiva repartición de los productos a los diferentes clientes.

The screenshot shows a web application interface with the following components:

- Header:** 'APS de Optimización de Rutas para la Distribución de Productos' and a sub-header 'Para la utilización eficiente de los recursos en la logística y distribución'.
- Navigation:** 'CONEXION', 'INICIO', and 'AYUDA' buttons.
- Left Menu (MENÚ PRINCIPAL):**
 - Administración a Short Menu
 - Usuarios**
 - Operaciones de Mantenimiento
 - Clientes**
 - Vehículos**
 - Repartidores**
 - Opciones**
 - Ordenes de Entrega
 - Compras
 - Consultar Rutas**
 - Generación de Repartición
 - Generar Rutas**
 - Reportes
- Main Content (MANTENIMIENTO DE REPARTIDORES):**
 - Datos del Repartidor:**
 - Nombre:
 - Dirección:
 - Código: Teléfono:
 - Estado:
 - Table:**

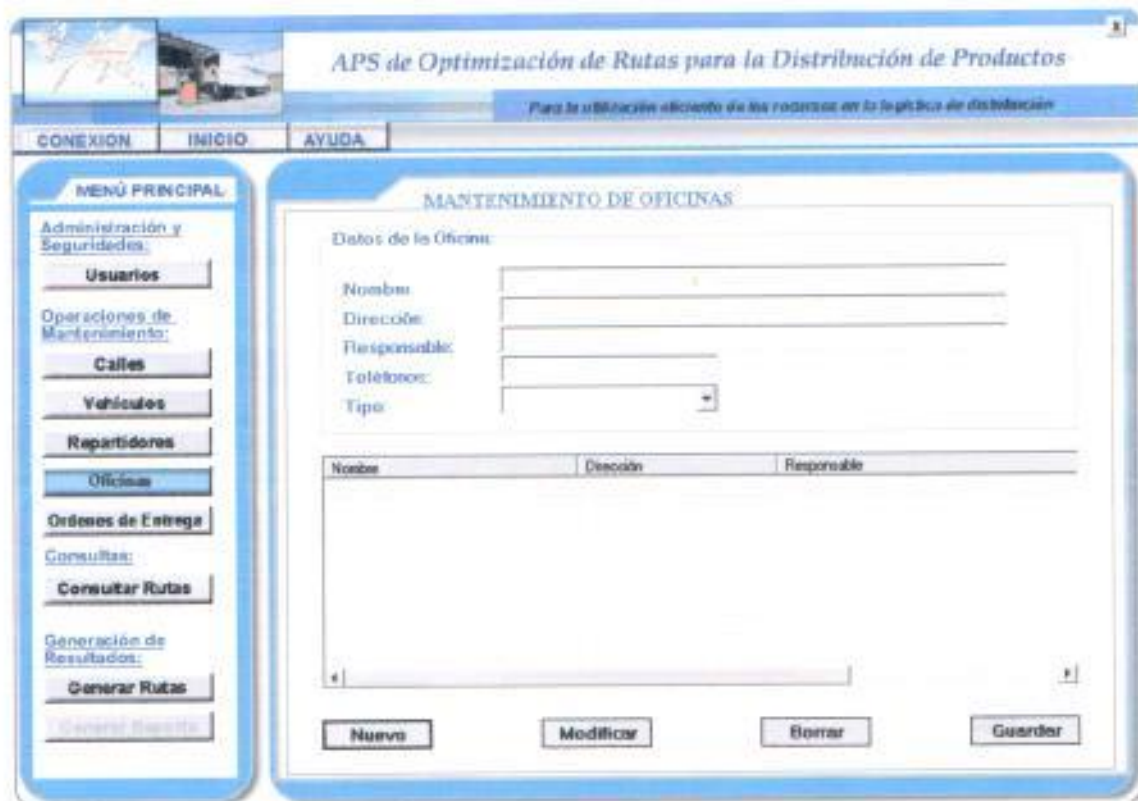
Nombre	Dirección	Código	Teléfono	Estado	Repartición
 - Buttons:** 'Nuevo', 'Modificar', 'Borrar', 'Guardar'.

En esta pantalla, se tienen los siguientes botones:

- **Nuevo.-** Permite el ingreso de un nuevo repartidor, tomando en cuenta datos como el nombre, la dirección, el número de cédula, los teléfonos y el estado.
- **Modificar.-** Permite realizar alguna modificación sobre los datos de alguno de los repartidores existentes.
- **Borrar.-** Permite eliminar alguno de los repartidores existentes.
- **Guardar.-** Permite guardar los cambios realizados, tanto como cuando se ingresa un nuevo repartidor o cuando se realiza alguna modificación sobre un repartidor existente.

2.2.4.- OFICINAS

Esta opción del menú permite realizar el ingreso, modificación y eliminación en el sistema de las oficinas correspondientes a la empresa que haga uso del sistema. Uno de los objetivos de esta opción es la de establecer alguna de las oficinas como la bodega, desde donde partirán los vehículos para realizar la respectiva distribución de los productos.



En esta pantalla, se tienen los siguientes botones:

- **Nuevo.-** Permite el ingreso de una nueva oficina, tomando en cuenta datos como el nombre, la dirección, el responsable, los teléfonos y el tipo (sucursal o bodega).
- **Modificar.-** Permite realizar alguna modificación sobre los datos de alguna de las oficinas existentes.
- **Borrar.-** Permite eliminar alguna de las oficinas existentes.
- **Guardar.-** Permite guardar los cambios realizados, tanto como cuando se ingresa una nueva oficina o cuando se realiza alguna modificación sobre una oficina existente.

2.2.5.- ORDENES DE ENTREGA

Esta opción del menú permite realizar el ingreso de las órdenes de entrega para realizar la respectiva distribución. Estas órdenes están conformadas por los datos del cliente y los datos del producto a ser entregado.

APS de Optimización de Rutas para la Distribución de Productos

Para la utilización eficiente de los recursos en la logística de distribución

CONEXION INICIO AYUDA

MENÚ PRINCIPAL

Administración y Seguridades:

Usuarios

Operaciones de Mantenimiento:

Calles

Vehículos

Repartidores

Oficinas

Órdenes de Entrega

Consultas:

Consultar Rutas

Generación de Resultados:

Generar Rutas

MANTENIMIENTO DE ORDENES DE ENTREGA

Datos del Cliente:

Nombre: _____

Dirección: _____

Cédula: _____

Teléfonos: _____

Mail: _____ **Buscar cliente**

Datos del Producto:

Detalle: _____

Estado: _____

Tipo: _____

Peso: _____

Destino: Calles Norte-Sur _____ Calles Este-Oeste _____

Nombre Cliente	Cédula	Dirección Cliente	Teléfono	Mail

En esta pantalla, se tienen los siguientes botones:

- **Buscar Cliente.-** Este botón permite realizar la búsqueda de clientes que hayan sido ingresados en el sistema en órdenes de entrega ingresadas anteriormente.
- **Nuevo.-** Permite el ingreso de una nueva orden de entrega, tomando en cuenta los datos del cliente tales como el nombre, la dirección, el teléfono y el

correo. Además, se tienen los datos del producto tales como el detalle, el estado, el tipo, el peso y el destino.

- **Modificar.-** Permite realizar alguna modificación sobre los datos de alguna de las órdenes existentes.
- **Borrar.-** Permite eliminar alguna de las órdenes existentes.
- **Guardar.-** Permite guardar los cambios realizados, tanto como cuando se ingresa una nueva orden de entrega o cuando se realiza alguna modificación sobre una orden de entrega existente.

2.3.- CONSULTAS

Esta opción del menú permite realizar la consulta de rutas generadas anteriormente por el sistema y que hayan sido guardadas en el sistema, con la finalidad de establecer rutas fijas para empresas que soliciten el servicio de distribución de sus productos con frecuencia.

APS de Optimización de Rutas para la Distribución de Productos

Para la optimización eficiente de los recursos en el respectivo territorio

CONSULTA | INICIO | AYUDA

MENU PRINCIPAL

- Administración y Seguridad
- Usuarios**
- Operaciones de Mantenimiento
- Cables
- Valerías
- Repuestos
- Oficinas
- Órdenes de Entrega
- CONSULTAS
- Consultar Rutas**
- Generación de Reportes
- Generar Rutas
- Consultar Rutas

CONSULTA DE RUTAS GENERADAS

Seleccionar la Ruta:

Nro. Ruta	Fecha Generada	Hora	Repertorio	Vehículo	Nro. Orden
1	07/1/2006	12:30	Carlos Arango	Ford GRL-4578	1

Visualizar en Mapa

Esta opción cuenta con el botón “Visualizar en Mapa”, el cual permite visualizar en el mapa de la ciudad la ruta seleccionada.

2.4.- GENERACIÓN DE RESULTADOS

Esta opción permite la generación de las rutas para determinadas órdenes de entrega, y la generación del reporte correspondiente a la ruta generada. Al ingresar a la opción “Generar Rutas” se mostrará una pantalla donde se deberá seleccionar los datos necesarios para generar la ruta. Estos datos corresponden al repartidor, el vehículo y las órdenes que se deseen incluir en la ruta.

Al presionar el botón “Generar ruta óptima” se mostrará el mapa con la ruta óptima:

The screenshot displays the web application interface for route optimization. At the top, the title is "APS de Optimización de Rutas para la Distribución de Productos" with a subtitle "Para la utilización eficiente de los recursos en la logística de distribución". Below the title are navigation buttons for "CONEXION", "INICIO", and "AYUDA".

The left sidebar, titled "MENÚ PRINCIPAL", contains several sections:

- Administración y Seguridades:** Includes a button for "Usuarios".
- Operaciones de Mantenimiento:** Includes buttons for "Calle", "Vehículos", "Repartidores", and "Oficinas".
- Órdenes de Entrega:** Includes a button for "Oficinas".
- Consultas:** Includes a button for "Consultar Rutas".
- Generación de Resultados:** Includes buttons for "Generar Rutas" (highlighted in blue) and "Generar Reporte".

The main content area shows a map titled "GENERACION DE LA RUTA OPTIMA". The map displays a grid of streets in a city, with an optimal route highlighted in red. The route starts from the bottom left and moves generally towards the top right, following major thoroughfares. Street names visible on the map include: ARGENTINA, V. MANUEL DÍAZ GRANADOS, VENEZUELA, AEROPUERTO DE TARIJA, URRAL JOSE DE SAN MARTIN, GRAL. JOSE DE SAN MARTIN, DR. MIGUEL DE LITAMENY, DR. FRANCISCO DE MARCOS Y CRESPO, GRAL. CALICUCHIMA, ANTONIO FLORES, DR. L. C., DR. TEC, TIA SO, GRAL. JULIO ANGELO, and MAX ANGLER.

MANUAL TÉCNICO

Explicaremos la funcionalidad de las clases más importantes utilizadas en el proyecto.

Algoritmo de la Hormigas:

```
algoritmo_hormigas()
  fila      = diferencia en coordenada X
  columna   = diferencia en coordenada Y
  Si (llegó al destino) entonces
    setea matriz feromonas
    sacar la ruta que se recorrió
    Si (se exploró lo suficiente) entonces
      parar el algoritmo
      sacar el costo de la ruta encontrada
      elegirla si es la más corta
    Fin
  Sino
    llamar al algoritmo_hormigas()
  encontrar el criterio según fila y columna
  Si (criterio es por fila) y (no llegó a la fila) entonces
    Si (no se puede continuar por fila) entonces
      Si (se revisó por columna) entonces
        cambia de criterio
        volver a validar si se puede continuar
      Sino
        mandar a revisar por columna
      Fin
    Fin
  Sino
    continúe con el otro criterio
  Fin
  control de demonios
  control de cambios
  Si (criterio por columna) y (no llegó a columna) entonces
    Si (no se puede continuar por columna) entonces
      Si (se revisó por fila) entonces
        cambia de criterio
        volver a validar si se puede continuar
      Sino
        mandar a revisar por fila
      Fin
    Fin
  Sino
    continúe con el otro criterio
  Fin
  control de demonios
  control de cambios
  llama algoritmo_hormiga()
Fin
```

Este algoritmo se encarga de encontrar la ruta más corta entre dos puntos previamente establecidos.

La diferencia de las coordenadas nos ayuda a determinar el criterio a seguir por fila y por columna, es decir si se debe avanzar (sumar 1) por la fila o columna en que nos encontremos o a su vez retroceder (restar 1), de esta manera se trata de aproximarse al objetivo desde la partida.

Se permitirá hacer la respectiva operación si la orientación de la fila o columna (simulación de calles) lo permite, de lo contrario se indica que debe hacer un cambio en su criterio para esa "calle" ya que no es permitido su uso de esa manera.

Se respeta el hecho de que se debe tratar de avanzar por los dos criterios establecido antes de realizar un cambio en los mismo, de esta manera se logra llegar al objetivo más rápido en muchos de los casos.

Este procedimiento es recursivo y termina cuando se haya llegado al objetivo, para la ruta que se está evaluando. Se detiene el proceso cuando no hayan posibilidades de exploración, es decir cuando se hayan agotado todas las opciones posibles de encontrar un camino diferente hacia el objetivo.

Validar si se puede continuar por una calle:

```

valida_continuar_calle(valor_criterio, orientación, coordenadas)
devuelve un boolean
  se consulta los datos a la base
  Si (la orientación es la misma que en la TablaII) entonces
    Si (la orientación es la misma) entonces
      Si la dirección que puede tomar es la misma que
      está en la base) entonces
        se permite que continúe
      Sino
        no se permite que continúe
    Fin
  Fin
Fin
se devuelve el permiso

```

Este método da permiso de continuar por la calle que se está evaluando. Después de obtener los datos que se encuentran en la base se evalúan con la información descrita en la *Tabla II* (ver índice de tablas) con la finalidad de permitir el avance por la calle respetando la orientación de la misma, si se puede transitar y si el sector en el que se encuentra no es peligroso.

Matriz de Feromonas:

Luego de fijar los límites de nuestro espacio de búsqueda, se llena la matriz con las posibles orientaciones que se pueden seguir según los datos de la calle que se encuentran en la base, esto se hace con la finalidad de hacer una mejor exploración guiándonos con los datos de esta matriz.

Luego se escoge a la ruta con el menor costo y es determinado como la más adecuada para realizar un recorrido en menor tiempo y con los mejores resultados para ese destino y esa partida.

Recorrido ya sea por columna o por fila:

```

recorrido_columna (criterio_columna) devuelve un string
preguntar si se puede continuar por esa "calle"
Si (continuar es verdad) entonces
    Si (valor_criterio es sumar) entonces
        se suma 1 a la coordenada respectiva
        Si (se llegó al límite) entonces
            no se aumenta a la coordenada
        Fin
    Sino
        se resta 1 a la coordenada respectiva
        Si (se llegó al límite) entonces
            no se resta a la coordenada
        Fin
    Fin
    se cuenta el punto
    se almacena el punto
Fin
Si (no se puede continuar) entonces
    se pide un cambio en la dirección a seguir
Fin

```

Este método permite continuar por la "calle", en este caso columna, que se está evaluando o indica cambiar de criterio. Almacena y lleva un conteo de los puntos que se van recorriendo, valida si no se ha llegado a un límite lo que indica que no puede continuar aun si la orientación es correcta.

```

inicializa_matriz_feromonas()
  fijar limites de exploración
  consultar la orientación de la calle ESTE u OESTE
  En caso de
    Ser Oeste
      criterio de Matriz Feromonas es "restar columna"
    Ser Este
      criterio de Matriz Feromonas es "sumar columna"
    Ser Este-Oeste
      criterio de Matriz Feromonas es "restar o sumar
      columna"
  consultar la orientación de la calle NORTE o SUR
  En caso de
    Ser Sur
      criterio de Matriz Feromonas es "sumar fila"
    Ser Norte
      criterio de Matriz Feromonas es "restar fila"
    Ser Norte-Sur
      criterio de Matriz Feromonas es "restar o suma
      fila"

```

Explorar nueva ruta:

```

explora_rutas() devuelve una coordenada
  Mientras existan puntos a evaluar
    Si (fila = fila en matriz) entonces
      Si (columna = columna en matriz) entonces
        Si (punto buscado = destino)
          parar todo
        Fin
        Si (Matriz Feromona criterio1 no utilizado)
          se deshabilita este criterio
          se envía nuevo punto de partida
        Fin
        Si (Matriz Feromona criterio2 no utilizado)
          se deshabilita este criterio
          se envía nuevo punto de partida
        Fin
        Si (Matriz Feromona criterio3 no utilizado)
          se deshabilita este criterio
          se envía nuevo punto de partida
        Fin
        Si (Matriz Feromona criterio4 no utilizado)
          se deshabilita este criterio
          se envía nuevo punto de partida
        Fin
      Fin
    Fin
  Fin
Fin mientras

```

En este método recorreremos la primera ruta que se encontró, analizando en cada punto (coordenada) los posibles criterios a seguir y mandando a explorar por aquellos que no se han sido tomados en cuenta y luego se lo elimina de esta manera se consigue explorar.

Buscar en Matriz Feromona:

```

busca_en_matriz_feromonas(criterio, coordenadas)
  establezco los límites de la búsqueda
  busco coordenadas en la matriz feromonas
  Si (criterio= criterio de Matriz Feromonas) entonces
    el estado del criterio en la matriz es verdad indicando
    que se ha utilizado
  Fin

```

Aquí se "eliminan" los criterios que han sido revisados hayan o no tenido éxito para que no sean vueltos a tomar en cuenta.

Algoritmo Recocido Simulado:

```

recocidoSimulado(temp inicial, iteraciones, temp final, alfa)
  sacar una solución que pasa a ser la actual en este momento
  Mientras temp >= temp final y no se cumpla el # de iteraciones
    se genera soluciones para ciertas combinaciones
    se toma la ruta de menor costo y pasa a ser una candidata
    diferencia entre solución candidata contra la actual
    Si (diferencia < formula de recocido simulado) entonces
      solución actual= solución candidata
    Fin
  Fin mientras

```

Este algoritmo nos ayuda a encontrar la mejor solución en cuanto a la mejor combinación entre un grupo de puntos que se quiere combinar para sacar la mejor ruta que contenga a todos.

Primero se genera una solución aleatoria, luego mediante la condición de que la temperatura que se genere, también aleatoriamente, sea mayor a la final fijada y mientras no se cumpla el número de iteraciones propuesto se procede a la evaluación de otras combinaciones.

Se van generando soluciones para unas combinaciones propuestas, de entre ellas se toma la de menor costo y se la asigna como solución candidata, luego se saca la diferencia entre la solución actual y la candidata. Esa diferencia debe ser menor a la fórmula del recocido simulado para proceder a reemplazar la temperatura actual por la candidata y así se continúa hasta que se cumpla el número de iteraciones o hasta que la temperatura disminuya más que la final.

MANUAL DE DISEÑO

Diseño de Clases

ZONA



Captura las zonas en las que hemos dividido la ciudad en la que la empresa trabaja con la finalidad de un mayor control respecto a la ubicación de las direcciones y para un mejor manejo del espacio de búsqueda.

Su atributo es:

nombre: cadena de caracteres que representa el nombre de cada zona.

El método que utiliza es:

Ingresar_zona(): es el que se encarga de la lectura del nombre de la zona con la que se va a trabajar y la validación de los ingresos.

SECTOR



Captura la información de los sectores en que se encuentra dividida la ciudad en la que se desenvuelve la empresa, para esta tesis los sectores serian Sauces1, La Garzota, Centenario, etc.

Su atributo es:

nombre: cadena de caracteres que representa el nombre de cada sector.

El método que utiliza es:

Ingresar_sector(): es el que se encarga de la lectura del nombre del sector con el que se va a trabajar y la validación del ingresos.

PELIGRO-CONGESTION



Clase que maneja información referente a horas, ya sea de peligro en sectores o de mayor tráfico en calles, captura la hora de inicio y la hora en que finaliza el suceso.

Sus atributos son:

hora_inicio: cadena de caracteres para la hora inicial de peligro o tráfico

hora_fin: cadena de caracteres para indicar la hora de finalización de peligro o tráfico.

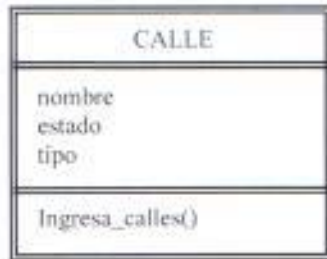
tipo: cadena de caracteres que indica si se trata de peligro o de tráfico.

Los métodos que utiliza son:

Ingresar_hora_peligro(): método con el cual se captura los atributos correspondientes al tipo peligro, también se encarga de la validación y almacenamiento de los datos ingresados.

Ingresar_horas_congestión(): se encarga de la validación y obtención de los datos referentes a la congestión que son ingresados por pantalla y también se encarga del almacenamiento de los mismo a la base de datos.

CALLE



Entidad que almacena el nombre de las calles, el estado es decir si estas se encuentran en reparación o deshabilitadas y si se trata de una avenida.

Sus atributos son:

- nombre:** cadena string que indica el nombre de cada calle.
- estado:** cadena de caracteres para indicar si la calle es transitable, está en reparación o no es transitable.
- tipo:** cadena de caracteres que indica si se trata de una avenida o unilateral.

El método que utiliza es:

Ingresar_calles(): método que se encarga de la captura, validación y almacenamiento de los datos que se piden para el registro de una calle.

RUTAS

RUTAS
descripción
Almacena_ruta_optima(cliente as string)

Clase que almacena las rutas optimas para el grupo de órdenes generadas, cada ruta contiene las coordenadas, el nombre de las calles, los puntos de inicio y fin, todo esto se almacena el descripción ya que solo se utiliza para dar información el usuario

Su atributo es:

descripción: cadena de caracteres, en donde se almacena la información referente a cada ruta.

El método que utiliza es:

Almacena_ruta_optima(cliente as string): tomando como referencia al cliente que corresponda, es el método que se encarga del almacenamiento y consulta de las rutas optimas generadas.

ORDEN DE ENTREGA



Clase que se encarga de la administración de los datos del producto, de los ingresos de los mismos, así como también de la administración de las órdenes las cuales pueden ser uno o varios productos que se necesitan entregar en un lugar determinado.

Sus atributos son:

producto: cadena de caracteres que almacena la descripción del producto, como frágil, color etc.

tipo: cadena de caracteres que indica que clase de producto se trata, por ejemplo si es una carta, un artefacto, una caja, etc.

hora_recepcion: cadena de caracteres que indica la hora en la cual se recibió el producto.

tiempo_limite_entrega: cadena de caracteres que indica el máximo tiempo para la entrega del producto.

estado: cadena de caracteres que indica si el producto fue entregado, está por serlo o no se lo pudo entregar.

peso: cadena de caracteres que indica el peso del producto

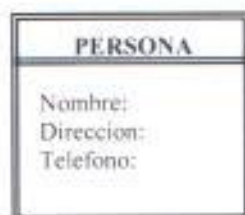
destino: cadena de caracteres que indica la ubicación a la cual se debe llevar el producto, esta consta del nombre de dos calles que se encuentran en la base.

Los métodos que utiliza son:

Ingresar_datos_orden(): método que se encarga de la administración de los datos ingresados tales como captura de la información, almacenamiento en la base de datos, validación de los ingresos.

Seleccionar_ordenes(): método que se encarga de la selección de las ordenes a ser evaluadas en el algoritmo de optimización y también es el que administra dicho algoritmo.

PERSONA



Clase que administra la información referente a las personas que son ingresadas al sistema.

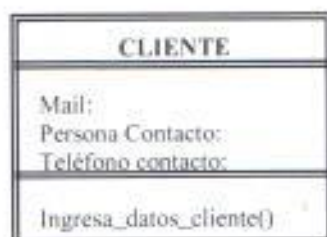
Sus atributos son:

Nombre: cadena de caracteres que guarda el nombre de las personas.

Direccion: cadena de caracteres que almacena la información de las personas.

Telefono: cadena de caracteres que contiene el datos referente al número telefónico de las personas.

CLIENTE



Clase que almacena los datos de los clientes.

Sus atributos son:

Mail: cadena de caracteres para el correo electrónico.

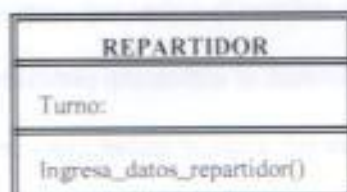
Persona Contacto: cadena de caracteres que contiene el nombre de la persona que es un contacto del cliente, no es prescindible.

Teléfono Contacto: cadena de caracteres que indica el número telefónico de la persona que es un contacto para nuestro cliente.

El método que utiliza es:

Ingresar_datos_cliente(): método que se encarga de la administración de los datos del cliente tales como captura, validación y almacenamiento en la base de datos.

REPARTIDOR



Clase que guarda los datos de los repartidores.

Su atributo es:

turno: cadena de caracteres que indica en que turno se encuentra el repartidor en ese momento.

El método que utiliza es:

Ingresar_datos_repartidor(): método que se encarga de la administración de los datos del repartidor tales como captura, validación y almacenamiento en la base de datos.

TRANPORTE



Clase que administra los datos de los transportes que se utilizan la empresa.

Sus atributos son:

nombre: cadena de caracteres que indica el nombre del transporte.

matricula: cadena de caracteres que indica la matricula del transporte.

placa: cadena de caracteres que indica la placa del transporte.

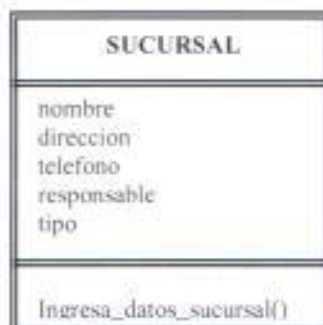
tipo: cadena de caracteres que indica el tipo del transporte.

estado: cadena de caracteres que indica el estado del transporte.

El método que utiliza es:

Ingresar_datos_transporte(): método que se encarga de la administración de los datos del transporte tales como validación, captura y almacenamiento en la base de datos.

SUCURSAL



Clase que guarda información referente a las sucursales que pudiera tener la empresa encargada de realizar las entregas..

Sus atributos son:

nombre: cadena de caracteres que indica el nombre de cada sucursal.

direccion: cadena de caracteres que indica la dirección de cada sucursal.

telefono: cadena de caracteres que indica el teléfono de cada sucursal.

responsable: cadena de caracteres que indica el nombre del responsable de cada sucursal.

tipo: cadena de caracteres que indica si se trata de una sucursal o de una matriz.

El método que utiliza es:

Ingresar_datos_sucursal(): método que se encarga de la administración de los datos de la sucursal tales como validación, captura y almacenamiento en la base de datos.

DIAGRAMA GENERAL DE INTERACCIÓN DE OBJETOS (utilizando los métodos de las clases)

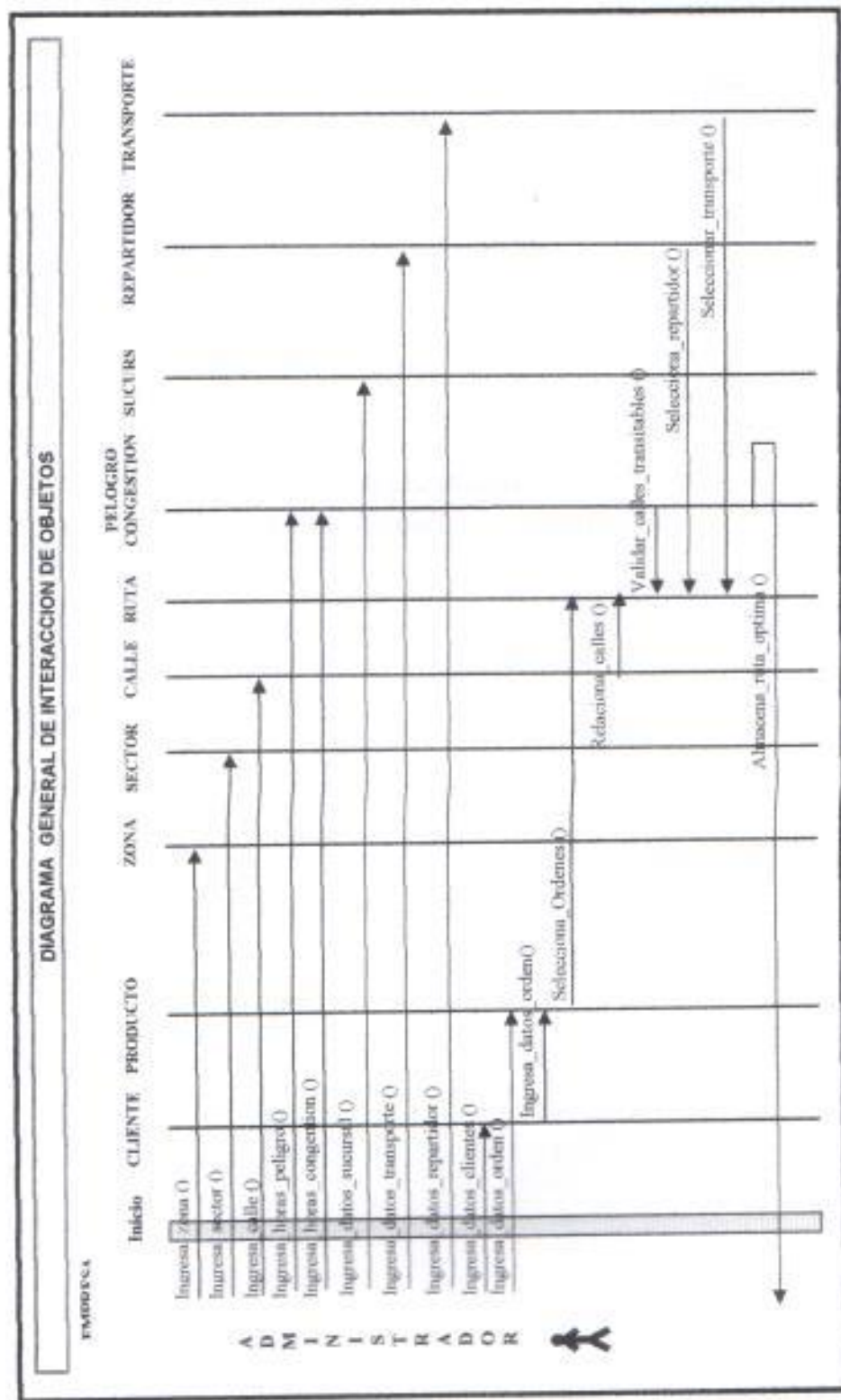


Figura 4.50 Diagrama Iteración de Objetos

BIBLIOGRAFÍA

1. ADENSO DÍAZ FERNÁNDEZ, JOSÉ LUÍS GONZÁLEZ VELARDE, MANUEL LAGUNA, PABLO MOSTACO, FAN T. TSENG, FRED GLOVER, HASSAN M. GHAZIRI. Optimización Heurística y Redes Neuronales, editorial Paraninfo, 1996
2. Algoritmo Recocido Simulado.
<http://decsai.ugr.es/~ddelta/docuFANS/node13.html>
3. Uso de recocido simulado para minimizar costos en la industria del acero.
<http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transfereencia/Transferencia49/eli-04.htm>
4. Tópico de Graduación, Optimización Combinatorial Avanzada,
<http://www.fiec.espol.edu.ec/investigacion/topico>
5. La Metaheurística de Optimización Basada en Colonias de Hormigas, Modelos y Nuevos Enfoques.
<http://sci2s.ugr.es/docencia/bioinformatica/La%20Metaheuristica%20de%20OCH%20-%20Modelos%20y%20Nuevos%20Enfoques.pdf>
6. Heurística de optimización Combinatoria.
<http://jungla.dit.upm.es/~gabriel/seminario/presentacion-pmoreno.pdf>
7. Costos Transaccionales y Cadena de Abastecimiento.
<http://www.administrativedigest.com/4.asp>
8. Optimización de Rutas de Transporte de Cargas de Muchos Origenes a muchos destinos mediante Colonias de Hormigas.
<http://www.tecnun.es/Tesis/orden/organizacion/orga21.htm>