

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**

**“EL MODELO DE ASIGNACIÓN COMO HERRAMIENTA
MATEMÁTICA PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS EN UNA
EMPRESA DE ENTREGAS A DOMICILIO”**

WILLSON MAURICIO GALICIA

ADMINISTRADOR DE EMPRESAS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2010

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

**“EL MODELO DE ASIGNACIÓN COMO HERRAMIENTA
MATEMÁTICA PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS EN UNA
EMPRESA DE ENTREGAS A DOMICILIO”**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

POR

WILLSON MAURICIO GALICIA

PREVIO A CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

ADMINISTRADOR DE EMPRESAS

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 2010

**MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

DECANO	Lic. José Rolando Secaida Morales
SECRETARIO	Lic. Carlos Roberto Cabrera Morales
VOCAL 1°	Lic. Albaro Joel Girón Barahona
VOCAL 2°	Lic. Mario Leonel Perdomo Salguero
VOCAL 3°	Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso
VOCAL 4°	P.C. Edgar Arnoldo Quiche Chiyal
VOCAL 5°	P.C. José Antonio Vielman

EXAMINADORES DE ÁREAS PRÁCTICAS

Área Matemática-Estadística:	Lic. Victor Manuel Castro Sosa
Área Administración-Finanzas:	Licda. Mónica Soledad Casia Cárcamo
Área Mercadotecnia-Operaciones:	Licda. Marlenne Ivonne Bran García

JURADO QUE PRACTICÓ EL EXAMEN PRIVADO DE TESIS

PRESIDENTE:	Lic. Oscar Haroldo Quiñónez Porras
SECRETARIA:	Licda. Thelma Marina Soberanis de Monterroso
EXAMINADOR:	Lic. Carlos Humberto Cifuentes Ramírez

Guatemala, Octubre 2009

Licenciado
Jose Rolando Secaida Morales
Decano de la Facultad de Ciencias Económicas
Universidad de San Carlos de Guatemala
Su despacho

Señor Decano:

En cumplimiento con el dictamen emitido por su despacho, con fecha veinticuatro de octubre de dos mil siete, informo a usted que he realizado las actividades de asesoría, revisión y discusión del contenido del trabajo de tesis denominado: **"EL MODELO DE ASIGNACIÓN COMO HERRAMIENTA MATEMÁTICA PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS EN UNA EMPRESA DE ENTREGAS A DOMICILIO"**, elaborado por el estudiante Wilson Mauricio Galicia, con carné estudiantil 9816325.

Con base en lo anterior, en mi opinión, las tesis satisface los requisitos metodológicos y de contenido, por lo que emito dictamen favorable a efecto de que se realicen los tramites correspondientes, previo a la graduación profesional del estudiante como Administrador de Empresas, en el grado académico de Licenciado.

Atentamente,



Lic. Axel Osberto Marroquin Reyes

Administrador de Empresas

Colegiado No. 2562

Dedicatoria

Al Creador:

Por darme la oportunidad de venir a este mundo y ser participe de estos logros.

Mi madre:

Por el cuidado que me ha dado a través de los años que he estado a su lado.

Familia Motta Galindo:

Por el apoyo moral y financiero que fué el inicio de este logro, especialmente a Don Rolando Motta Cabrera λ , que Dios lo tenga en su reino.

A la UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA: que me permitió desarrollarme profesionalmente en sus instalaciones.

ÍNDICE

Página

INTRODUCCIÓN	i
CAPITULO I	01
MARCO TEÓRICO	01
1.1 Modelos matemáticos	01
1.1.2 Tipos	01
1.2 Modelos Determinísticos	02
1.2.1 Tipos	02
1.3 Asignación	03
1.3.1 Asignación de tareas	04
1.3.2 Asignación de rutas de recolección	04
1.3.3 Asignación de rutas de entrega	05
1.3.4 Tiempos de recolección	05
1.3.5 Tiempos de entrega	05
1.4 Métodos	05
1.4.1 Maximización	06
1.4.2 Minimización	07
1.5 Técnicas	08
1.5.1 El rayado horizontal y vertical	08
1.5.2 Asignación con base a ceros	09
1.6 Optimización	09
1.7 Servicios de entregas a domicilio	09
1.8 Recursos	10

1.8.1 Humanos	11
1.8.2 Materiales	11
1.8.3 Financieros	12

CAPITULO II

SITUACIÓN ACTUAL DE UNA EMPRESA DE ENTREGAS A

DOMICILIO 13

2.1 Generalidades de las empresas de entrega a domicilio	13
2.1.1 Unidad de analisis	14
2.1.2 Servicios adicionales que presta	16
2.2 Situación actual	17
2.2.1 Recursos utilizados	17
2.2.2 Rutas de entrega a domicilio	18
2.2.3 Asignación de rutas de entrega a domicilio	18
2.3 Investigación de campo	19
2.3.1 Humanos	19
2.3.2 Automotores y tecnología	21
2.3.3 Rutas de entrega a domicilio	22
2.3.4 Asignación de rutas de entrega a domicilio	23
2.4 Factores negativos que inciden en el servicio de entregas a domicilio	24
2.4.1 Internos	24
2.4.2 Externos	24
2.5 Distribución de rutas	25
2.5. 1 Red de rutas	25
2.5.2 Areas de no cobertura	26
2.5.3 Resultados del muestreo	27

2.5.4 Cuadro de registros de paquetes de cada una de las rutas	27
2.5.5 Cuadro de registros de tiempos de entrega de cada una de las rutas	28
CAPITULO III	
APLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO PARA LA ASIGNACIÓN DE RUTAS	
3.1 Objetivos	29
3.2 Responsables del programa	29
3.2.1 Controles de rutas a utilizar	30
3.3 Uso del modelo matemático de asignación	34
3.3.1 Procedimiento de aplicación	34
3.3.2 Planteamiento de la matriz de efectividad	35
3.3.3 Determinación de la maximización de entregas a domicilio	36
3.3.3.1 Planteamiento	37
3.3.3.2 Programa de asignación óptima	51
3.3.4 Determinación de la minimización de tiempos de entrega a domicilio	52
3.3.4.1 Planteamiento	53
3.3.4.2 Programa de asignación óptima	65
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	67
BIBLIOGRAFÍA	68
ANEXOS	69

INTRODUCCIÓN

A través de los años el mundo de los negocios ha estado en constantes cambios, los clientes cada día son más difíciles de conseguirlos y retenerlos ya que ellos necesitan más de las empresas, los distintos campos del ámbito empresarial buscan nuevas estrategias para subsistir ante los cambios drásticos que enfrentan en el desarrollo de las actividades a que se dedican, hoy en día el sector servicios está en la cima de la industria y de la agricultura, generando muchas fuentes de trabajo e ingresos, de este sector se deriva el servicio a domicilio, por la necesidad de las empresas de acercarse más a los clientes, retenerlos y generar ganancias.

Es así como, se propone en el presente trabajo, **EL MODELO DE ASIGNACIÓN COMO HERRAMIENTA MATEMÁTICA PARA OPTIMIZAR LOS RECURSOS EN UNA EMPRESA DE ENTREGAS A DOMICILIO**, para la empresa objeto de estudio, que integrado con una adecuada implementación y administración, genere mejores resultados en el departamento de servicio a domicilio.

El estudio consta de tres capítulos, en el primero de ellos se detalla terminología básica y temas muy importantes que servirán de base para el desarrollo de la investigación, en el segundo capítulo se expone los antecedentes básicos de la empresa en estudio así mismo la situación actual de las rutas de la empresa y los principales hallazgos derivados de la investigación de campo. Posteriormente, se presenta la propuesta del modelo matemático para la asignación de rutas en el cual se describe los objetivos del mismo y los responsables del programa.

Finalmente, se incluyen las conclusiones como resultado del análisis realizado y las respectivas recomendaciones, seguidas por la descripción de la bibliografía consultada.

MARCO TEÓRICO

1.1 Modelos Matemáticos

“Los modelos son representaciones de la realidad. Si fuesen tan complejos y difíciles de controlar como la realidad, no habría ninguna ventaja en utilizarlos. Afortunadamente, en general, podemos construir modelos que son mucho más sencillos que la realidad y, a la vez, pueden utilizarse para predecir y explicar fenómenos con un alto grado de precisión.”^(1:75)

1.1.2 Tipos

- Icónicos, “en este tipo de modelo las propiedades relevantes del fenómeno real se representan de acuerdo con las mismas propiedades, normalmente con un cambio de escala. De aquí que, en general, estos modelos se ven como lo que representan, pero difieren en tamaño, son imágenes. Algunos ejemplos comunes son las fotografías, dibujos, mapas y modelos de aeroplanos, barcos y automóviles. Los modelos icónicos del sol y sus planetas tales como los que se instalan en los planetarios son a escala reducida, en tanto que los del átomo (por ejemplo, el de Bohr) son a escala amplificada.”^(1:75) En general, los modelos icónicos son específicos, concretos y difíciles de manejar para fines experimentales.
- Análogos, “estos modelos se caracterizan por utilizar un conjunto de propiedades para representar a otro.”^(1:76) Por ejemplo, las líneas de contorno en un mapa son analogías de elevaciones. Un sistema hidráulico puede utilizarse como un análogo de sistemas eléctricos, económicos o de tráfico. Las redes son analogías que se valen de magnitudes y localizaciones geométricas para representar una amplia diversidad de variables y sus interrelaciones. Generalmente los modelos análogos son menos específicos, menos concretos, pero más sencillos de manipular que los icónicos.
- Simbólicos, “estos modelos utilizan letras, números y otros tipos de símbolos para representar las variables y sus relaciones. De aquí que

sean el tipo de modelo más general y abstracto.^(1:76) Normalmente son los más sencillos de manejar experimentalmente. Los modelos simbólicos toman la forma de relaciones matemáticas (casi siempre ecuaciones o desigualdades) que reflejan la estructura de lo que representan.

1.2 Modelos Determinísticos

“Los modelos determinísticos son aquellos donde se supone que todos los datos pertinentes se conocen con certeza. Es decir, en ellos se supone que cuando el modelo sea analizado se tendrá disponible toda la información necesaria para tomar las decisiones correspondientes.”^(4.18) Un ejemplo de modelo determinístico sería la asignación de la tripulación de una aerolínea para cada uno de sus vuelos diarios del mes próximo, conociendo los horarios de los vuelos, el personal disponible, las restricciones legales sobre las horas de trabajo, las reglas del sindicato y así sucesivamente. La utilidad de los modelos determinísticos suele ser máxima cuando unas cuantas entradas no controladas del modelo presentan incertidumbre. En consecuencia, los modelos determinísticos se utilizan a menudo, aunque no siempre, para la toma de decisiones internas de una organización, como en el ejemplo acerca del programa de trabajo para la tripulación de una aerolínea.

1.2.1 Tipos

“Dentro de los modelos determinísticos se encuentran los siguientes:”^(10:142)

- Programación lineal (con sus variantes, método gráfico, simplex, modelo de transporte y asignación)
- Análisis de Dualidad y de Sensibilidad
- Modelos de Redes
- Programación Lineal Avanzada
- Programación de Metas
- Programación Lineal Entera
- Programación Dinámica Determinística
- Modelos de Inventarios Determinística

1.3 Asignación

Sin duda alguna, el tema de asignación se ha convertido en el tema de aplicación más utilizado en estos días. Es así como los expertos definen a la asignación como "La mejor persona para el trabajo", es una descripción apropiada de lo que trata de lograr el modelo de asignación. La situación se ilustra con la asignación de trabajadores a las tareas, donde cualquier colaborador puede desempeñar cualquier trabajo, aun cuando este requiera diversos grados de habilidad, un empleo que es igual a la habilidad de un trabajador cuesta menos que uno en el cual el operador no es hábil.

El objetivo de este modelo es determinar la asignación óptima (la menos costosa). El modelo de asignación es un caso del modelo de transporte, en el cual los trabajadores representan los puntos de origen y las tareas los puntos de destino. La cantidad de la oferta en cada punto de origen y la cantidad de la demanda en cada punto de destino son exactamente iguales a uno". ^(10:194)

Es así como la iglesia, empresas privadas y gubernamentales hacen uso de esta herramienta para hacer más efectivos los recursos disponibles. "Los recursos que son aquellos elementos, de los cuales se vale el hombre para la satisfacción de sus necesidades, tales como la tierra, trabajo y capital o bien de la combinación de dichos factores de la producción". ^(11:13) Los recursos que día a día son más escasos y más costosos y por tal razón se requiere que sean bien utilizados mediante una óptima asignación de los mismos para lograr los resultados establecidos por una organización.

Es así, como el término recursos esta íntimamente ligado al tema de optimización, "utilizar los recursos de la mejor manera posible para obtener determinadas metas, está estrechamente relacionado a la solución de optimización con las dificultades y limitaciones que implica un modelo matemático. Entonces optimizar significa obtener el rendimiento máximo del uso o aplicación de cualquier tipo de recurso y para este caso particular el rendimiento debe ser tanto en tiempo como en costos". ^(5:58)

1.3.1 Asignación de tareas

La asignación de tareas toma vida dentro de las organizaciones en el proceso administrativo (Organización). "Una asignación es un patrón de relaciones - muchas relaciones simultáneas entrelazadas-, por medio de las cuales las personas, bajo el mando de un líder, persiguen metas comunes".^(6:569) El tema de asignación de tareas dentro de las organizaciones se ha convertido últimamente en un proceso gerencial permanente debido a los constantes cambios del mundo de los negocios. Las estrategias se puede modificar, el entorno organizacional puede cambiar y la eficacia y eficiencia de las actividades no están siempre al nivel que la empresa desea debido al cambio. Para asignar tareas se deben tomar 4 puntos importantes que harán de este tema obtener buenos resultados y una mejor comprensión:

- Dividir la carga de trabajo entera en tareas que puedan ser ejecutadas, en forma lógica y cómoda, por persona o grupos. A esto se le conoce como la división del trabajo.
- Combinar las tareas en forma lógica y eficiente. La agrupación de trabajadores y tareas se suele conocer como la departamentalización.
- Especificar quién depende de quién en la empresa. Esta vinculación de los departamentos produce una jerarquía de la organización.
- Establecer mecanismos para integrar las actividades de los departamentos en un todo congruente y para vigilar la eficacia de dicha asignación. Este proceso se conoce como coordinación.

1.3.2 Asignación de rutas de recolección

Las empresas dedicadas al servicio a domicilio hacen uso de esta herramienta operativa con el único propósito de incrementar sus ventas, ganar más clientes y crecer en el mercado que se desenvuelven. Asignar ruta de recolección significa dentro de las empresas de este tipo, colocar a una persona con sus herramientas necesarias en un área específica, con el fin de prestarle un servicio de recolección de un paquete de cualquier tamaño a un cliente, ya sea en su casa u oficina.

1.3.3 Asignación de rutas de entregas

A diferencia de la asignación de ruta de recolección, este de tipo de asignación se distingue o se caracteriza, en que la persona designada, está únicamente enfocada a realizar todo tipo de entrega de paquetes en el área que le fue asignada. Actualmente este tipo de asignación es el más común dentro de las empresas de servicio a domicilio, ya que la mayoría de ellas se dedican a realizar entregas.

1.3.4 Tiempos de recolección

Tiempo en el cual el agente de servicio (recolector) tiene para llegar con el cliente y prestarle el servicio de recolección de un paquete requerido por él. Dentro de la empresa La Entrega Inmediata Guate Buena, S.A., los tiempos pueden variar de 15 minutos hasta 2 horas para que el agente de servicio llegue con el cliente y satisfaga su necesidad. Ésto por supuesto normalmente crea molestias en el cliente, ya que no se cuenta con un intervalo de tiempo exacto o que el intervalo sea mínimo.

1.3.5 Tiempos de entregas

Tiempo que está designado para la entrega de un paquete al consumidor, estos tiempos no tienen un intervalo de tiempo específico o exacto sólo está definido durante la mañana o tarde y, en algunos casos, la entrega es durante el día.

1.4 Métodos

“No existe procedimiento, práctica o política empleada en el mundo de los negocios que no adolezca de imperfecciones y desventajas. Los medios para resolver problemas y las soluciones obtenidas, están muy lejos de la perfección. En ocasiones, las imperfecciones son claras y, sin embargo, algunas técnicas y procedimientos se emplean por la simple y sencilla razón de que, en algún momento, son los mejores medios disponibles para lograr el propósito perseguido (Maximizar o minimizar).

En virtud de que deben obtenerse respuestas y resultados, tomarse decisiones, los especialistas usarán las mejores técnicas y procedimientos disponibles, no

se debe olvidar que la selección de soluciones a los problemas cotidianos, consiste siempre en seleccionar un conjunto de posibilidades". (5:22)

1.4.1 Maximización

"Este criterio encuentra una alternativa cuyo resultado o consecuencia es el valor máximo para cada alternativa. Primero se encuentra el resultado máximo para cada alternativa, y después se elige la alternativa con el número mayor. Ya que el criterio de decisión localiza la alternativa con la más alta ganancia posible, se le llama un criterio de decisión optimista". (8:31)

Procedimiento:

1. Planteamiento de la matriz de efectividad.
2. Localizar el elemento de mayor valor en cada una de las filas, se restan de éste los valores de los elementos de la fila correspondiente, se construye así una nueva matriz de efectividad.
3. Para cada columna de la matriz, donde no se haya obtenido, por lo menos un cero en el paso anterior, localizar el elemento de menor valor y restarlo de los demás valores de los elementos de su columna correspondiente.
4. Trazar el menor número de líneas posibles, tratando de que cada una de ellas cubra el mayor número de ceros (líneas horizontales y verticales). Si el número de líneas trazadas es igual al número de filas o columnas de la matriz, entonces es posible realizar la asignación óptima, si no es igual se debe seguir el procedimiento.
5. Localizar el elemento de menor valor entre los valores de los elementos descubiertos (valores que no están cubiertos, por las líneas trazadas en el paso anterior) de la matriz, restarlo de los demás valores de los elementos descubiertos, sumarlo a los valores de los elementos donde existe intersección de líneas trazadas; para completar la matriz se copian los demás valores de los elementos cubiertos por líneas trazadas.
6. Trazar nuevamente el menor número de líneas posibles que cubran todos los ceros, verificando si se da la igualdad buscada, lo que permitirá la asignación, si no se da repetir los pasos No. 5 y No. 6 hasta lograr la igualdad.

7. Obtenida la igualdad, efectuar el programa de asignación óptima, principiando con el cero que sea único en su fila o columna, (cada cero es una opción factible de asignación), así: se localiza la posición del cero en la última matriz (matriz óptima, se recorre la fila de derecha a izquierda para determinar el origen y se recorre la columna de abajo hacia arriba para asignar el destino, el valor óptimo de cada asignación se localiza en la matriz original en la posición correspondiente al cero). Puede haber más de un programa de asignación óptimo, pero todos con el mismo valor total.

8. Conclusión, llevar a cabo las acciones indicadas por la alternativa que se seleccionó, finalmente es la fase mas desafiante en el tema de la toma de decisión, involucra la asignación de tareas y una guía para su realización.

1.4.2 Minimización

“Este criterio encuentra la alternativa que maximiza el resultado o consecuencia con la mínima pérdida para cada alternativa. Primero se encuentra el mínimo resultado para cada alternativa, y después se elige la alternativa con el número mayor. Ya que el criterio de decisión localiza la alternativa con la más baja pérdida posible, se le llama un criterio de decisión pesimista”. ^(8:31)

Mucho de los problemas de programación lineal involucran minimizar un objetivo tal como el costo, en lugar de maximizar una función de utilidad. Un restaurante, por ejemplo, desea desarrollar un programa de trabajo para cumplir las metas de la organización, mientras minimiza el número total de empleados. Un fabricante puede buscar la distribución de sus productos desde varias fábricas hacia sus múltiples almacenes regionales, de tal forma que reduzca sus costos totales de embarque. En un hospital es necesario ofrecer un plan de alimentación diaria para los pacientes, que cumpla con ciertos estándares nutricionales y al mismo tiempo minimice los costos de adquisición de alimentos.

Procedimiento:

1. Elaboración de la matriz de efectividad.

2. Localizar en cada columna el elemento de menor valor y restarlo de los valores de los elementos de la columna correspondiente.
3. Para cada fila donde no se haya obtenido por lo menos un cero en el paso anterior, localizar el elemento de menor valor y restarlo de los demás valores de los elementos de la fila.
4. Trazar el menor número de líneas posible, tratando de que cada una de ellas cubra el mayor número de ceros (líneas horizontales y verticales). Si el número de líneas trazadas es igual al número de filas o columnas de la matriz, entonces es posible realizar la asignación óptima si no es igual seguir el procedimiento.
5. Localizar el elemento de menor valor entre los valores de los elementos descubiertos (valores que no están cubiertos, por las líneas trazadas en el paso anterior) de la matriz, restarlo de los demás valores de los elementos descubiertos, sumarlo a los valores de los elementos donde existe intersección de líneas trazadas; para completar la matriz se copian los demás valores de los elementos cubiertos por líneas trazadas.
6. Trazar nuevamente el menor número posible de líneas que cubran todos los ceros, verificando si se da la igualdad buscada, lo que permitirá la asignación, si la igualdad no se da, repetir los pasos No. 5 y No. 6 hasta lograr la igualdad.
7. Obtenida la igualdad, efectuar la asignación óptima principiando con el cero que sea único en su fila o columna.
8. Conclusión, llevar a cabo las acciones indicadas por la alternativa que se selección, finalmente es la fase más desafiante en el tema de toma de decisiones, involucra la asignación de tareas y una guía para su realización.

1.5 Técnicas

1.5.1 El rayado horizontal y vertical

Técnica que consiste básicamente en trazar líneas horizontales y verticales para definir áreas factibles de solución para un determinado problema de optimización de recursos.

1.5.2 Asignación con base a cero

Esta técnica consiste en localizar en filas y columnas ceros, los cuales indican que la celda en donde está ubicado el cero da a conocer el origen y el destino de una asignación.

1.6 Optimización

Se han realizado grandes esfuerzos por describir complejas situaciones humanas y sociales. Para tener significado, ésto debería escribirse en una expresión matemática que contenga una o más variables, cuyos valores deben determinarse. La pregunta que se formula, en términos generales, es: ¿qué valores deberían tener estas variables? para que la expresión matemática tenga el mayor valor numérico posible (maximización) o el menor valor numérico posible (minimización). A este proceso general de maximización o minimización se le denomina optimización.

“La optimización, también denominada programación matemática, sirve para encontrar la respuesta que proporciona el mejor resultado, la que logra mayores ganancias, mayor producción o felicidad o la que logra el menor costo, desperdicio o malestar. Con frecuencia, estos problemas implican utilizar de la manera más eficiente los recursos, tales como dinero, tiempo, maquinaria, personal, existencias, etc. Los problemas de optimización generalmente se clasifican en lineales y no lineales, según las relaciones del problema sean lineales con respecto a las variables”. ^(8:40)

1.7 Servicios de entregas a domicilio

- **¿Que es?**

Este tipo de servicio se caracteriza por ofrecer entregas o recolectas a las distintas personas que lo requieran, que no puedan ir al establecimiento de la empresa por cualquier motivo, y no haya nadie que lo pueda hacer por ellos. El servicio puede darse temporal o permanente

- **¿Cuánto cuesta el servicio?**

Los cambios impresionantes en el mundo de los negocios han hecho que muchas empresas realicen estrategias a fin de acercarse más a sus

clientes, es así como, este tipo de servicio en los últimos años se ha caracterizado por no tener ningún costo para el cliente lo cual hace que las empresas tengan más oportunidad en el mercado en que se desenvuelven.

- **¿Quién recibe la petición de servicio y hace la entrega?**

La empresa encargada recibe la petición de servicio vía línea telefónica o por correo electrónico y un agente de servicio se pondrá en contacto con el cliente a fin de coordinar que tipo de servicio desea la persona solicitante. Luego un agente de servicio a domicilio recogerá o entregará lo solicitado por el cliente.

- **¿Cuándo se hacen las entregas o recolectas a domicilio?**

Este tipo de servicio está sujeto principalmente a la solicitud del cliente, los tiempos pueden ser las próximas horas, días, meses o un año específico. Muchas de las empresas de este tipo ya manejan ciertos tiempos a fin de darle una idea al cliente y diferenciarse de sus competidores. Por ejemplo entregas artes de 30 minutos o gratis, o entregas en 24 horas en destinos muy distantes como América del Norte y América del Sur.

1.8 Recursos

Hablar de recursos, es referirse a todo aquello que se requiere para la producción, incluyendo al personal, las máquinas y equipo, el efectivo y los fondos de capital, los materiales y suministro, los servicios públicos, el espacio de planta, el tiempo y otros recursos. Éstos son los medios necesarios para poder realizar la producción y en cada situación particular de cada estrategia, pudieran escasear uno o más de ellos. Los recursos no estuvieron tan escasos como ahora, después de terminada la Segunda Guerra Mundial la producción se tomaba como algo de todos los días. Nuevos productos se desarrollaban e introducían rápidamente en los mercados nuevos y en expansión. Se esperaba que los gerentes produjeran los productos y servicios demandados por los clientes con un nivel de calidad aceptable, a tiempo y al costo presupuestado. En gran medida, los gerentes estuvieron, gracias a la abundancia de los recursos existentes durante este periodo, a la altura de estas expectativas. La fuerza de trabajo súper desarrollada durante la Segunda Guerra, la

acumulación de materiales y de capacidad de producción en exceso de la posguerra, se combinó para simplificar un poco más el desempeño de los puestos de gerentes.

Hoy la situación es distinta y muchos de los recursos son escasos. La interrogante principal para los usuarios de estos recursos es: ¿podremos obtener las cantidades que necesitamos cuando lo necesitemos? La pregunta solía ser: ¿qué recurso tiene el precio más atractivo? La escasez de recursos puede causar, para alcanzar los objetivos, movimientos imprevistos en las estrategias de las operaciones; además, los precios de muchos de los recursos se están elevando de manera incontrolada. Lo limitado de los recursos disponibles y su elevado precio actúan como incentivo doble para utilizarlos al máximo. Hoy día, quizás como nunca antes los gerentes entienden que las estrategias de las operaciones se han de alcanzar a pesar de las restricciones impuestas sobre sus organizaciones por esta escasez de los recursos.” (3:197)

1.8.1 Humanos

“Son todos los seres vivos racionales; en una determinada sociedad, su población. El ser humano por excelencia que participa en el proceso de la producción de bienes y servicios, al aplicar su energía física (fuerza) y psíquica (inteligencia), que combina todos los demás recursos y los aprovecha en beneficio de la satisfacción de sus necesidades y las de la sociedad. El ser humano se convierte en objeto y sujeto de la actividad productiva. Actúa en calidad de “sujeto” cuando participa como factor de la producción y es “objeto”, cuando consume dicha producción”. (7:6)

1.8.2 Materiales

“Lo constituyen la inmensa gama de equipos, maquinaria, instalaciones, infraestructura, métodos y procedimientos, habilidades y destrezas, que el ser humano utiliza para hacer más productiva (provechosa y abundante) su actividad económica. El mejor uso de todos los demás recursos esta íntimamente ligado al desarrollo de la técnica y por ende de la tecnología puesta al servicio de la producción.

Los recursos materiales pueden y deben adquirirse sistemáticamente, de acuerdo a las necesidades y condiciones generales y específicas de cada sociedad y país, las cuales dependen del: suelo, la topografía, capacitación, tecnología inicial, etc.^{..(7:6)}

1.8.3 Financieros

“Lo constituyen todas las disponibilidades monetarias que posee un país en un determinado momento; tanto en moneda nacional como extranjera (divisas). Obviamente éstas se derivan de la capacidad productiva de la sociedad. Los recursos financieros son sólo los “medios” que facilitan el intercambio de unos bienes por otros, a través de una unidad de cuenta y medida denominada: dinero o (moneda).

Los recursos financieros pueden obtenerse por fuentes; internas o externas; generados de la producción y venta (o intercambio) de bienes y servicios producidos y vendidos internamente (mercado local o nacional) y/o producidos internamente para vender en el exterior(mercado externo o internacional); también se pueden obtener a través de empréstitos generados con la garantía de una producción y venta de otros bienes en el futuro. Y, por último, por donaciones.

Los recursos financieros son muy importantes ya que de éstos depende la realización de los proyectos nacionales, públicos y/o privados que, de una u otra forma, contribuyen al desarrollo económico del país”.^(7:6)

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL DE UNA EMPRESA DE ENTREGAS A DOMICILIO

2.1 Generalidades de las empresas de entrega a domicilio

- **Servicios**

En los últimos años, los avances tecnológicos han tenido un formidable impacto en los servicios, muchos de los cuales pueden comercializarse y prestarse ahora por medio de Internet y hacerlos llegar al consumidor hasta su casa ó lugar de trabajo por medio del servicio a domicilio. No obstante, el sector servicios es muy diverso y fragmentado, lo que plantea dificultades de acceso.

La promoción del comercio de servicios ofrece a los países en desarrollo la oportunidad de diversificar el comercio y puede contribuir a la creación de empleo y al desarrollo económico. Para algunos países, el sector servicios constituye una de las pocas opciones de desarrollo.

Dos características destacadas de las industrias de servicios son el abundante número de pequeñas y medianas empresas que las integran y el hecho de que, a nivel mundial, emplean a más mujeres que cualquier otro sector. A diferencia de las mercancías, los servicios son más fáciles de exportar para las empresas de menor tamaño, que por regla general no necesitan de una gran infraestructura física. Al mismo tiempo, el fomento del sector refuerza el papel de las mujeres en el proceso de desarrollo.

Cuando el sector servicios iniciaba su recorrido por el mundo de los negocios los sectores que representaban un fuerte potencial en este campo era los servicios profesionales, los servicios de apoyo a las empresas y el turismo. Al día de hoy todo esto ha cambiado el tema de servicios esta en la cima de los negocios, todas las empresas se deben al servicio que prestan a sus clientes lo cual hace que se diferencien de su competidor.

- **Servicios de entregas a domicilio en Guatemala**

No es muy usual encontrar registros y/o datos escritos de cómo se inicio el servicio de entregas a domicilio en Guatemala pero sí hay historias urbanas y ejemplos de cómo, pequeñas empresas o personas particulares realizaban el

servicio de entregas a domicilio en el país y podría considerarse también alrededor del mundo en años muy remotos, en donde los automotores eran inaccesibles para los pequeños negocios. Es así como la leche, las tortillas, el pan, los tamales entre otros productos se hacían llegar al consumidor final por medio del propio propietario del negocio ó por un entregador (mensajero) en donde el medio de transporte era un mamífero domestico (caballo o yegua) en algunos casos ó simplemente por medio del propio entregador realizando grandes recorridos para prestar el servicio.

Estos son ejemplos muy remotos de este tipo de servicio en Guatemala que han dado lugar a nuevas y mejoradas estrategias de servicio a domicilio, y es así como a traves del tiempo se puede observar en la calles de la ciudad bicicletas y algunos automotores realizando entregas a domicilio, dando nacimiento a empresas grandes y pequeñas, para darse a conocer y abrirse campo en este negocio. De esta manera se puede observar a empresas de agua, comida rápida, paquetería, tiendas de electrodomésticos entre otras, a verse en la necesidad de utilizar este tipo de servicio para poder desenvolverse en el campo de los negocios, es decir las empresas que no tengan el servicio de entregas a domicilio, se arriesgan a perder clientes, ya que ahora él guatemalteco no esta dispuesto a moverse de su casa ó lugar de trabajo para obtener algún producto o servicio, ya simplemente desea realizar una llamada para obtenerlo.

2.1.1 Unidad de analisis

Antecedentes

Empresa 100% guatemalteca fundada en el año 1998, por el propietario, quién se desenvolvía como operario en una empresa de transporte de carga. Durante sus años de trabajo en esta empresa noto un problema que tenía la organización, y era, que la empresa presentaba problemas con el transporte de la correspondencia interna, extravió de documentos, malas entregas y entregas demasiados tarde. Aun estando laborando en esta empresa de carga decidió lanzar su proyecto de una empresa de entregas a domicilio ó de mensajería llamándola “La entrega inmediata, Guate Buena, S.A.” Inició sus operaciones en aquel año con una flotilla de 3 vehiculos tipo panel prestando servicios de

mensajería entre empresas, conforme fue pasando el tiempo la empresa siguió en constante crecimiento con lo cual amplió sus servicios, ya que al inicio solo prestaba el servicio de correspondencia y con el cambio empezó a entregar paquetes y correspondencia.

Misión

La empresa La entrega Inmediata Guate Buena, S.A., es la organización líder en el negocio de transporte de documentos y paquetería a nivel nacional, con servicios de entrega de paquetes garantizados de puerta a puerta a nivel nacional en tiempo de 24 horas.

Visión

Ser el Operador Logístico líder en Centroamérica que mejor se integre a la estrategia de valor de los Clientes. Brindando servicios de tercerización (Outsourcing) con estándares de calidad mundial en tecnología, infraestructura, procesos, visibilidad en todos los eslabones de la cadena y una organización enfocada al Cliente; asegurando una adecuada rentabilidad para los accionistas y el apoyo al desarrollo de la región.

Servicios básicos que realiza:

Mensajería ó sobres

Un sobre incluye cualquier comunicación escrita, mecanografiada o impresa, sin valor comercial. Esta definición incluye cartas, cheques, o cualquier otro tipo de documentación y / o papelería, siempre y cuando pese menos de 1 libra. Dichos documentos deben estar debidamente sellados dentro de un sobre manila de tamaño oficio como máximo.

Paquetería ó paquetes

Todos aquellos envíos que no constituyan en sobres serán considerados como paquetes o servicio de paquetería, y la tarifa estará enfatizada al peso real o volumétrico del mismo. En este rubro se incluirán todo tipo de encomiendas, paquetes, cajas, bultos, muestras entre otras.

2.1.2 Servicio adicionales que presta

Servicio de courier

Características

- 3 intentos de entrega, caso no se encuentre el destinatario.
- Servicio puerta a puerta (local)
- Seguro de tránsito por 500 quetzales por guía principal.
- Cada envío está identificado por una guía con código de barras para su seguimiento.
- Sistema de rastreo para consultas a través de Website.
- Prueba física de entrega que contiene los datos de quien recibió el envío.
- Software y soporte técnico para impresión de guías, sin ningún costo adicional.
- Cobertura adicional de seguro con un recargo de 1.5% sobre el valor de la mercadería.

Servicio Estándar

- Entrega durante el transcurso del siguiente día hábil.
- Diseñado para ser la opción más segura y económica para el envío de sus productos y documentos.
- Se identifica con una guía especial de color azul.

Servicio Especial

- Entrega garantizada antes de las 10:00 AM del siguiente día hábil donde esté disponible el servicio.
- Diseñado para el transporte de sobres o paquetes más urgentes los cuales son procesados con prioridad y transportados en rutas especiales.
- Se identifica con una guía de color rojo.

Servicio COD

- Se realiza la entrega del paquete y se cobra tanto el flete como el valor de mercadería que se está transportando al destinatario.
- Se identifica con una guía de color verde.

Servicio Collect

- Servicio que permite que tanto el envío como el seguro adicional sea pagado por el destinatario.
- Se identifica con guía de color azul y rojo.

Flota de transporte

- Se ofrece este tipo de servicio a empresas cuyos requerimientos especiales de distribución lo ameriten.
- Incluye tripulación debidamente identificada (piloto, auxiliar y agente de seguridad) y vehículos adecuados a cada necesidad desde paneles hasta camiones.

- Se garantiza un servicio ininterrumpido por fallas mecánicas o ausencia del personal.

2.2 Situación Actual

2.2.1 Recursos Utilizados

- **Humanos**

Ninguna empresa que se dedique al campo de los negocios podría desenvolver sin el recurso mas valioso e importante en el ambiente laboral, como lo es el recurso humano. El recurso humano forma parte vital en la empresa en estudio, desde las personas que reciben la llamada del cliente hasta el personal que realiza las entregas, quienes estan conformados por 15 mensajeros los cuales estan dedicados al reparto de los paquetes en las distintas rutas que la empresa tiene, así mismo un coordinador de rutas y el gerente de operaciones. Cada uno de ellos estan informados de las actividades diarias que deben realizar, tal como el proceso de entrega de paquetes en el caso de los mensajeros, atención de las lineas telefonicas para el personal de oficina y la coordinación de las rutas y los mensajeros para el coordinador de rutas, pero todos ellos enfocados en el servicio al cliente, que es uno de los puntos más importantes de la empresa ya que el negocio se desenvuelve en el sector servicios.

- **Automotores y tecnología**

La empresa en estudio hace uso de instalaciones físicas para coordinar la logística del servicio de entrega de paquetes, los vehículos que son utilizados para la entrega de la paquetería, los cuales forman una flotilla de 15 vehiculos tipo panel, así mismo, cada uno de los mensajeros posee un equipo electrónico denominado scanner, que es basicamente el lector del código de barras que poseen los paquetes que tienen a su cargo para entregar durante la jornada laboral.

- **Financieros**

Como toda entidad con fines de lucro tiene la necesidad y obligación de tener los recursos financieros, los presupuestos, la asignación de divisas para el area

operativa de entregas de los paquetes; forman parte importante en la prestación del servicio de entregas a domicilio,

2.2.2. Rutas de entrega a domicilio

La empresa inicia sus operaciones de servicio de entregas a domicilio ó de reparto básicamente con tres rutas (según registros internos de la empresa), las cuales fueron creadas con base a los primeros clientes que el fundador tenía ubicados, sin ningún estudio de recorrido de rutas, distancias, ni mucho menos de cantidad ó volumen de paquetes, las rutas se han desarrollado a través de los años, a eso hay que sumarle que el personal no poseía experiencia en el proceso de entregas a domicilio. Es así, como las rutas, desde su nacimiento hasta el día de hoy, se han caracterizado por desempeñarse en forma fortuita, es decir, que durante su existencia ha carecido de una planificación formal que determine el aumento de volumen de paquetes en una ruta y así tomar la decisión de crear una nueva ó bien la disminución de la demanda que amerite la eliminación total ó parcial de una ruta.

2.2.3 Asignación de rutas de entrega a domicilio

Asignar rutas de entregas, a domicilio en la empresa en estudio, a cada uno de los mensajeros ha sido una actividad común, debido a la necesidad que se tiene dentro de la organización que ha estado en constante crecimiento, esta actividad se ha caracterizado por realizarse en una forma informal, careciendo de un procedimiento y programa que enfatice como realizarlo.

El objetivo principal de asignar las rutas a los mensajeros es el de obtener una mejor coordinación de entregas tanto para los clientes grandes como los pequeños, mejorando los tiempos y los recorridos de cada una de las rutas, y así lograr los mejores resultados en el departamento de servicio a domicilio.

Los resultados al inicio de operaciones funcionaron con la forma en que se asignaban las rutas, pero ahora que la empresa ha crecido en el campo del servicio a domicilio no, los problemas que normalmente presenta son; entregas

en tiempos fuera de los requeridos por el cliente, entregas erróneas, cruce de rutas, recorridos extensos por determinada ruta, entre otras.

2.3 Investigación de campo

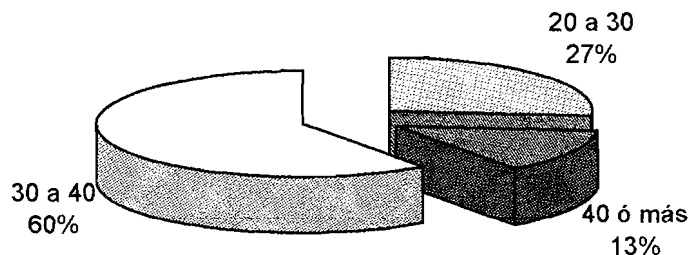
2.3.1 Humanos

En base a un censo directo realizado a los mensajeros, se ha determinado que el recurso humano esta siendo mal utilizado, los colaboradores pueden ser más exigidos en el proceso de entregas a domicilio por parte de la empresa.

Ya que al ser consultados en relación al número de paquetes que entregan Durante la jornada laboral el 13% se sitúa arriba de los 40 paquetes ó más y un porcentaje alto indica que el 60% se mantiene en el intervalo de 30 a 40 paquetes y el 27% entregan entre 20 a 30 paquetes, según lo muestra la gráfica siguiente.

Gráfica No. 1

¿cuántos paquetes entrega durante la jornada laboral?



Fuente: datos obtenidos mediante encuesta realizada

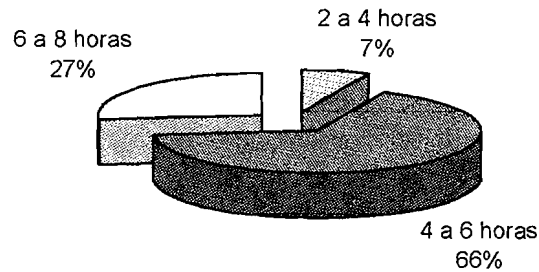
En relación al tiempo utilizado en ruta para la entrega de los paquetes durante la jornada laboral se obtuvo la siguiente información;

El 66% de los mensajeros esta utilizando de 4 a 6 horas para entregar los paquetes a su cargo, le sigue un porcentaje menor del 27% que indica un

intervalo de 6 a 8 horas y finalmente un 7% que es igual al intervalo de 2 a 4 horas.

Gráfica No. 2

¿Cuanto tiempo real en horas utiliza para entregar los paquetes durante la jornada laboral?

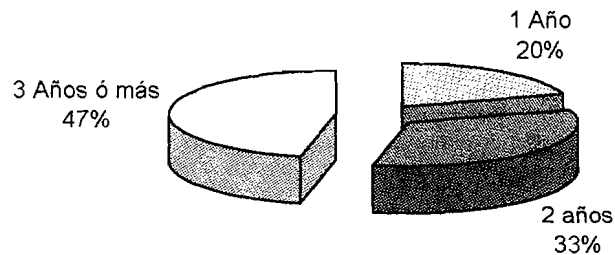


Fuente: Datos obtenidos mediante encuesta realizada

La gráfica No. 3 muestra que el personal del departamento de servicio a domicilio lo conforma en su mayoría gente con varios años de desempeño, tres en adelante que representan un 47%, le siguen los de dos con un porcentaje del 33% y finalmente gente relativamente nueva con un 20%, según gráfica arriba expuesta:

Gráfica No. 3

¿Cuanto tiempo tiene de trabajar en la empresa?



Fuente: Datos obtenidos mediante encuesta realizada

“Finalmente hacen énfasis que para mejorar el servicio de entregas a domicilio es necesario utilizar un modelo de asignación de rutas para lograr una mejor maximización en el proceso de entregas a domicilio y una minimización en los tiempos del proceso de entrega de los paquetes y así disminuir las deficiencias existentes en esta área”.(pregunta 4 del cuestionario No. 1)

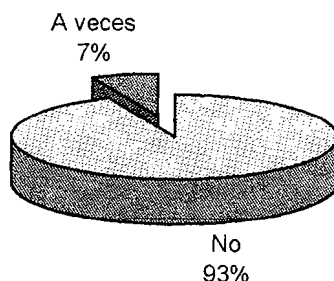
2.3.2 Automotores y tecnología

Con base al cuestionario realizado a los mensajeros de la empresa, cada uno de ellos no expresó ninguna queja en cuanto a problemas mecánicos de los vehículos, informando que reciben el mantenimiento preventivo y si hay alguna unidad con problemas, la empresa tiene un vehículo de emergencia para suplir tal necesidad,

El 93% del total de los mensajeros afirman que es poco usual que el vehículo sufra desperfectos mecánicos en ruta y el 7% indicó haber enfrentado en alguna oportunidad problemas mecánicos en el desarrollo del trabajo.

Gráfica No. 4

¿Ha tenido problemas mecanicos con el vehiculo en ruta?



Fuente: Datos obtenidos mediante encuesta realizada

2.3.3 Rutas de entrega a domicilio

En entrevista realizada al gerente de operaciones del departamento de servicio a domicilio, al ser cuestionado en relación al proceso del nacimiento de las rutas, indica lo siguiente “Las rutas nacen basicamente por la demanda del servicio que se tenga, la empresa no ha desarrollado ningún plan para esto, un ejemplo claro es, cuando se tiene una ruta y el volumen de paquetes es grande y el mensajero no se da abasto en el proceso de entregas, la empresa decide poner ó asignar a otro mensajero en el sector, para que le ayude, con lo cual básicamente es otra ruta y en la mayoría de casos ya se queda esta ruta” (pregunta no. 1 del cuestionario no. 2) Y es así como muchas de las rutas se han establecido, lo que confirma que la empresa no ha realizado al momento estudios ó investigaciones para la creación de nuevas rutas(pregunta no. 3 del cuestionario no. 2). La empresa no cuenta con un modelo de ruta a seguir en cuanto a costos y tiempos de entrega según el entrevistado, “ La empresa ha tratado que las entregas de servicio a domicilio sean en grupo” (pregunta No. 8 del cuestionario 2).

Las rutas de la empresa han estado en constante cambio, unas en aumento debido a la migración de empresas a determinada zona y otras rutas a la

disminución debido a la misma causa o bien por el cierre total de las organizaciones.

2.3.4 Asignación de rutas de entrega a domicilio

A través de la entrevista realizada al gerente de operaciones de la empresa y en relación a la asignación expuso, lo siguiente: "El principal requisito para asignar un mensajero a una ruta es que sepa conducir un vehículo tipo panel y que conozca el perímetro de la ciudad" (pregunta 4 del cuestionario 2)., asimismo confirma que los criterios para obtener una asignación óptima, la empresa no los ha considerado necesarios (pregunta 7 cuestionario 2) Con esta respuesta se denota el porque de las deficiencias en el servicio de entregas a domicilio

En relación a los objetivos el entrevistado indica lo siguiente; "los objetivos de entregas a domicilio no están determinados por la empresa, pero el departamento ha tratado durante los años de realizar en su totalidad la entrega de los paquetes" (pregunta no. 9 del cuestionario 2).

En tanto al procedimiento de asignación de los mensajeros a las distintas rutas que tiene la empresa, el gerente del departamento de servicio a domicilio expresa lo siguiente "desde el surgimiento de la empresa las rutas fueron asignadas a los mensajeros de una forma informal, distribuyéndolas con base a la demanda, en relación a N cantidad de paquetes de entrega que tuviera determinada zona" (pregunta 1 y 2 del cuestionario 2). Actualmente esto no ha cambiado, aunque las rutas han aumentado en número, el proceso de asignación sigue con el mismo procedimiento. Esto debido a que el departamento de servicio a domicilio ha considerado que esta forma de asignar mensajeros a las rutas es la que se tomó desde un principio, por supuesto en sus inicios, esta estrategia funcionó pero ahora, la empresa ha crecido y los tiempos no son los mismos, lo cual ha generado problemas en el servicio.

Finalmente se hizo énfasis en el resultado que la empresa ha tenido durante los años en cuanto al proceso de asignación, e indica: " Los resultados no han sido los esperados a pesar de que en un tiempo funcionó este procedimiento,

pero ahora ya no, por razones de competitividad en el negocio de servicio a domicilio” (pregunta 11 cuestionario 2). Lo cual hace necesario un estudio inmediato para obtener resultados positivos,

2.4 Factores negativos que inciden en el servicio de entregas a domicilio

Normalmente el servicio de entrega de paquetes se ve afectados por distintas situaciones que acontecen en el desarrollo de la jornada laboral, estos factores puede ser tanto internos, como externos, que de una u otra manera crean deficiencias en las entregas a domicilio y repercute en clientes molestos.

2.4.1 Internos

Son todos aquellos factores que se generan dentro de la empresa y que se caracterizan porque pueden ser manejados por la empresa, con distintos controles, dentro de ellos se puede mencionar los siguientes:

- Mensajeros desmotivados
- Vehiculos en mal estado
- Descontrol de rutas
- Mala asignación de rutas a los mensajeros
- Horario laboral inadecuado
- Personal no calificado para el puesto
- Herramientas de trabajo con problemas tecnicos(sistema de lector de codigo de barras), ect.

2.4.2 Externos

En este rubro, se encuentran todos aquellos factores que la empresa no puede controlar, a pesar que la tecnología pueda ayudar para disminuir un poco el impacto, pero dentro del medio nacional siguen siendo un gasto costoso para la empresa, por ejemplo el sistema satelital de ubicación de flotilla de los vehiculos, sistema de utilización de calles ó avenidas alternas para evitar accidentes ó vías de tránsito pesado, entre otras, a continuación se puede mencionar las siguientes:

- Delicuencia

- Manifestaciones
- Accidentes
- Desastres naturales
- Leyes de tránsito
- Estado del tiempo (lluvia extremadamente fuerte)

2.5 Distribución de rutas

2.5.1 Red de rutas

A continuación el listado de rutas de la empresa en estudio, uno de los puntos importantes a tomar en cuenta es que todas las rutas tienen un punto de partida llamado base, la cual está ubicada en la zona 12.

Cuadro No. 1
DISTRIBUCIÓN DE RUTAS

Rutas	Cobertura	Limite de Cobertura
Ruta 1	Zona 1, 2, 3, 6 y 18	Carretera Al Atlantico, hasta Km. 7.5
Ruta 2	Zona 5, 15, y 17	Boulevard Vista Hermosa, hasta trebol de VH.
Ruta 3	Villa Nueva y Amatitlan	Carretera al Pacifico, el Km. 35
Ruta 4	Carretera a El Salvador	Hasta kilometro 27
Ruta 5	Antigua	Ruta interamericana, hasta km 52
Ruta 6	Boca del Monte	Ver areas de no cobertura
Ruta 7	Zona 7 y 3 de Mixco	Calz. Roosevelt, hasta entr. a San Cristobal, Km. 18
Ruta 8	Zona 4 y 5 de Mixco	Calz. San Juan, hasta colonia las brisas, Km. 18.5
Ruta 98	Zona 8 y 9	Ver areas de no cobertura
Ruta 94	Zona 4 y 9	Ver areas de no cobertura
Ruta 101	Zona 10 _a	18 calle, zona 10, hasta trebol de Vista Hermosa
Ruta 102	Zona 10 _b	20 calle, zona 10, hasta 27 avenida "A"
Ruta 11	Zona 11	Ver areas de no cobertura
Ruta 12	Zona 12	Avenida Petapa, hasta Ciudad Real
Ruta 13	Zona 13 y 14	Avenida Hincapie, hasta colonia Santa Fe

Fuente: Registros internos de la empresa

Como se puede observar hay rutas que hacen un recorrido largo y otras se caracterizan por un desplazamiento corto, los tiempos de entrega y tiempos de recorrido dependerán del volumen de paquetes que tenga a su cargo la ruta para la entrega. Las rutas están delimitadas en cuanto a áreas factibles de entregas y las no factibles son llamadas como zonas rojas en las cuales no se presta el servicio.

2.5.2 Areas de no Cobertura

- Zona 1** De 14 a 20 avenida entre 17 y 22 calle (La Limonada)
- Zona 3** El Gallito, La Ruedita, Colonia Trinidad, buena vista, Santa Izabel.
De la 9 a la 12 calle se cubre hasta la 2 avenida de la zona 3.
De la 13 a la 17 calle se cubre hasta la 4 avenida de la zona 3.
- Zona 5** La Limonada
- Zona 6** Arimany, Santa Faz, La Reinita, San Juan de Dios, el Carmen, el Quintanal, San Judas Tadeo, Paraiso zona 6, Aldea el Jocote.
- Zona 7** La Bethania, Banvi I y II, El Amparo, El Granizo I, II y III, Mario Martinez, 4 de Febrero, Sakerty I y II, El Incienso, Niño Dormido La verbena, 6 de Octubre, Tecun Uman I y II, Shell, San Lazaro, Madre Dormida, El cerrito.
- Zona 8** Avenida el ferrocarril
- Zona 12** El Esfuerzo, Letran, El Tamarindo, Anexos I, II y III, Loma Real, Villa Lobos I y II, El Bucaro, Mezquital, La Esperanza, El exodo.
- Zona 13** La Isla Santa Fe(30 Calle), Plaza de Toros, col. Forestal.
- Zona 14** Canton 21 (de la 9 calle y 26 avenida en adelante).
La Terronera (es un callejon de la 14ave. y 10 calle en adelante).
- Zona 17** Canalitos, El Jaguey, Los Angeles, Santa Lucia los Ocotes.
- Zona 18** El Rosario, El Limon, Juana de Arco, Paraiso I, II y III, Barrio Colombia, San Rafael I, II y III, Colonia Holanda, San Judas Tadeo, Alameda I, II y III, Los Pinos, Juana de Arco, Santa Faz, El Chato I y II, Renacimiento, Santa Elena I y II.
- Zona 21** La Arenera, La Isla, Nuevo Amanecer, Loma Blanca, Los Barberos, Finca Rodriguez.
- Villa**
- Nueva** Alioto, San Miguelito, ulises Rojas, Ramirez, Santa Isabel I, II y III, Ciudad del Sol, Martires, San Gabriel zona 4, San Luis zona 4, Marianita, La Arada, Las Nubes, El Tabloncito, Proyectos.
- Mixco** Saturno, Satelite, Carretera Antigua a Mixco, El Aguacate, Tierra Nueva I y II, El milagro, Carolingia, La Esperanza, Sacoj

2.5.3 Resultados del Muestreo

Metodología:

- Fueron observados 150 días para cada mensajero.
- Se registro el número de paquetes distribuidos diariamente.
- Se calculó el promedio diario de entrega de paquetes para cada mensajero en cada ruta.

2.5.4 Cuadro de registro de paquetes de cada una de las rutas

A continuación se presenta el siguiente cuadro de registro de paquetes despachados por mensajero, normalmente los mensajeros entregan más de un paquete en el mismo lugar ó con el mismo cliente, cada colaborador fue observado durante 150 días, así mismo, se refleja la rotación que tiene cada uno de los colaboradores en cada una de las rutas, que la empresa tiene estructuradas para realizar la entrega de los paquetes de sus clientes.

Cuadro No. 2

REGISTRO DE PAQUETES DESPACHADOS POR MENSAJERO

MENSAJEROS	NÚMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	37	33	13	25	32	18	22	27	23	43	34	42	33	21	25
Alberto	72	61	42	63	69	18	36	73	38	81	58	61	66	37	40
Darío	40	39	55	34	17	13	38	18	32	47	29	54	25	30	31
Tiago	38	27	43	37	22	16	39	32	46	44	59	39	30	25	23
Pepe	35	26	31	37	41	42	14	45	25	43	35	11	38	31	30
Alex	45	42	32	64	21	25	35	40	70	41	60	65	34	27	29
Álvaro	45	37	25	43	53	38	16	35	30	55	44	49	39	23	25
Andrés	48	20	15	28	32	28	17	34	19	39	40	28	29	19	22
Juan	36	20	16	38	34	26	11	30	17	48	52	39	34	25	30
Enrique	21	12	10	28	37	13	10	29	28	29	26	21	42	18	15
Mingo	64	53	31	58	39	36	19	42	27	77	37	57	36	29	31
Oswaldo	64	40	24	71	34	14	36	39	33	59	31	48	29	31	28
Daniel	52	28	42	44	21	24	29	30	38	55	44	32	27	29	25
Eduardo	62	24	17	39	47	21	19	27	24	53	35	29	38	36	32
Eliseo	51	40	45	35	35	20	21	35	23	40	33	18	17	20	21

Fuente: control diario de la empresa en estudio.

2.5.5 Cuadro de registro de tiempos de entrega de paquetes en cada una de las rutas

Los tiempos de entrega que contabilizan cada uno de los mensajeros en las rutas que se le asignan forman parte muy importante en el análisis del presente estudio, es por tal razón que a continuación se presentan en el siguiente cuadro, la información fue obtenida de los reportes diarios de los mensajeros

Cuadro No. 3

REGISTRO DE TIEMPOS REPORTADOS POR PAQUETE DESPACHADO

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	341	257	88	317	210	234	277	266	218	285	257	198	257	263	266
Alberto	265	425	198	425	477	234	384	265	345	265	342	425	477	341	272
Dario	272	331	457	257	167	183	184	234	257	318	343	331	261	250	250
Tiago	184	266	285	341	277	224	331	210	370	318	342	324	250	266	218
Pepe	309	317	250	341	416	198	146	318	266	285	322	248	184	250	250
Alex	277	422	257	425	263	261	309	272	265	417	342	477	210	317	341
Álvaro	318	341	266	285	463	345	196	322	250	457	277	421	331	247	317
Andrés	421	355	196	225	257	225	294	210	263	331	272	225	341	223	277
Juan	339	205	165	184	210	261	262	250	294	226	256	331	309	261	250
Enrique	263	248	123	225	341	183	123	341	225	343	317	263	422	234	140
Mingo	425	256	250	342	324	339	223	422	266	265	341	342	384	343	250
Oswaldo	425	272	263	265	257	183	339	324	257	342	250	440	343	250	225
Daniel	256	225	422	277	263	181	343	250	345	457	318	210	261	343	261
Eduardo	425	181	294	331	277	263	213	317	263	256	309	343	184	339	210
Eliseo	477	272	277	322	330	355	263	330	285	272	257	234	167	205	263

Fuente: control diario de la empresa en estudio.

CAPÍTULO III

APLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO PARA LA ASIGNACIÓN DE RUTAS

3.1 Objetivos

- **General**

La aplicación de este modelo tendrá como objetivo principal, contribuir con la mejora del servicio a domicilio de la empresa en estudio, optimizando el mayor número de paquetes entregados ya sea por medio de la maximización o bien haciendo uso de la minimización de tiempos de entrega y así fortalecer a la empresa tanto financieramente como estratégicamente ante sus competidores.

- **Específicos**

Encontrar un programa de asignación óptima mediante la maximización de entrega de los paquetes.

Minimizar los tiempos de entrega de cada uno de los mensajeros a través del uso del modelo matemático.

3.2 Responsables del programa

- **Gerente**

El gerente forma parte fundamental en este programa en cuanto a, autoridad y control se refiere, es muy importante destacar que el gerente debe de realizar un reconocimiento de cada una de las rutas a fin de conocer el trayecto que los mensajeros realizan durante el proceso del servicio a domicilio, con el propósito de determinar los inconvenientes que enfrentan los colaboradores en el área de trabajo.

Es necesario que el gerente tome en cuenta el perfil del mensajero que se presenta en este capítulo, para que el puesto tenga personal cualificado y llene los requerimientos que se necesitan para desempeñar de manera eficiente y efectiva las entregas a domicilio.

- **Coordinadores de rutas**

Encargados de velar que cada una de las rutas tengan asignado vehículo en perfectas condiciones y también el equipo de scaneo, que los mensajeros estén presentes para la entrega de los paquetes así como tener los planes de acción cuando se suscite cualquier problema en ruta. Los coordinadores formarán parte fundamental en la implementación del modelo de asignación ya que ellos informarán el número de paquetes de cada una de las rutas, con lo cual se podrá confirmar que rutas reflejan un promedio alto de paquetes y viceversa.

- **Colaboradores (mensajeros)**

Las personas más importantes en el proceso de entregas a domicilio, como en el modelo de asignación que se tiene preparado para que el proceso sea más rápido y la empresa vea los resultados positivos del programa, se destaca la importancia de ellos ya que son los que realizan la entrega del paquete con el cliente.

3.2.1 Controles de rutas a utilizar

Con el objetivo de mejorar el servicio de entregas a domicilio se propone los siguientes controles:

- Reporte de control de rutas; el propósito principal es evitar que los mensajeros utilicen tiempo en actividades ajenas al trabajo asignado, se pretende determinar básicamente: el número de paquetes que llevan las rutas, el inicio del recorrido, tiempo de la primera entrega a domicilio, promedio de tiempo de entrega, número de paquetes entregados por hora.

Reporte de control de rutas

Fecha: _____

Ruta: _____

Nombre del mensajero: _____

Número de paquetes asignados : _____

Hora de salida de la oficina: _____

Hora de la primera entrega: _____

Paquetes entregados por hora: _____

Total de paquetes entregados en el día: _____

Hora de retorno a la oficina: _____

Observaciones: _____

Indicar la hora en caso hubiera enfrentado los siguientes problemas en ruta: problemas mecánicos con el vehículo, tráfico, lluvia, manifestación, hecho de violencia, accidente, entre otros.

Fuente: Elaboración propia

- Reporte de registro de paquetes diarios por ruta; tiene como función básica, determinar el número de paquetes que registra cada una de las rutas día a día, con lo cual ayudará a tomar la decisión de distribuir equitativamente y asignar paquetes a los mensajeros y así mejorar los tiempos y número de paquetes entregados.

Reporte de registro de paquetes diarios por ruta

Mensajero	Ruta	Número de paquetes
Carlos		
Alberto		
Dario		
Tiago		
Pepe		
Alex		
Alvaro		
Andres		
Juan		
Enrique		
Mingo		
Oswaldo		
Daniel		
Eduardo		
Eliseo		

Fuente: Elaboración propia

- Requisitos para el puesto de mensajero; busca principalmente crear un perfil para contratar personal para el departamento de entregas a domicilio con el fin de evitar deficiencias en el proceso de entregas a domicilio y de esta manera se mejoren tanto los tiempos de entrega como el número de entrega de paquetes.

Requisitos para el puesto de mensajero

Principales

- Sexo masculino
- Poseer licencia Tipo B
- Mayor de 21 años
- Experiencia en manejo de vehiculo tipo panel
- Estudios a nivel medio
- Antecedentes penales y policiaos
- Conocimiento del perimetro de la ciudad capital
- Habilidad para interactuar con clientes
- Experiencia en empresas de mensajería
- Buena presentación personal
- Presentar carta de historial de multas del departamento de tránsito

Secundarios

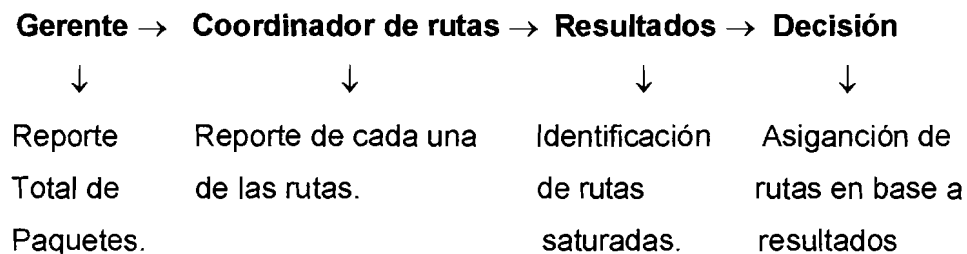
- Estudios universitarios
- Conocimientos de mecánica basica
- Cursos de manejo defensivo y preventivo
- Conocimiento de primeros auxilios
- Conocimientos básicos del idioma ingles

Fuente: Elaboración propia

3.3 Uso del modelo matemático de asignación para la maximización de entrega de paquetes y minimización de tiempo de entrega

3.3.1 Procedimiento de aplicación

El procedimiento iniciará básicamente con el reporte general del total de paquetes que tenga la empresa a entregar durante el día, para luego clasificar los paquetes en cada una de las rutas lo cual se obtendrá el reporte de los paquetes de los mensajeros, esto le indicará al gerente y al coordinador de rutas cual es la ó las rutas con número de entrega de paquetes altas o mínimas, para que finalmente se tome la decisión de asignar de una manera equitativa los paquetes a las rutas y lograr mejores resultados.



3.3.2 Planteamiento de la matriz de efectividad

Rutas: R

Mensajeros: M

Número de paquetes: X

Restricción : Número limitado de ruterros

Función Objetivo: Maximizar el número de entrega de paquetes de cada una de las rutas ó minimizar el tiempo de entrega de entrega de los paquetes.

Cuadro No. 4
Matriz de efectividad

No.	MENSAJEROS	Número de paquetes				
		Rutas				
		R1	R2	R3	R4	R5
1	Carlos	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}
2	Alberto	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}
3	Darío	X_{31}	X_{32}	X_{33}	X_{34}	X_{35}
4	Tiago	X_{41}	X_{42}	X_{43}	X_{44}	X_{45}
5	Pepe	X_{51}	X_{52}	X_{53}	X_{54}	X_{55}
6	Alex	X_{61}	X_{62}	X_{63}	X_{64}	X_{65}
7	Álvaro	X_{71}	X_{72}	X_{73}	X_{74}	X_{75}
8	Andrés	X_{81}	X_{82}	X_{83}	X_{84}	X_{85}
9	Juan	X_{91}	X_{92}	X_{93}	X_{94}	X_{95}
10	Enrique	X_{101}	X_{102}	X_{103}	X_{104}	X_{105}
11	Mingo	X_{111}	X_{112}	X_{113}	X_{114}	X_{115}
12	Oswaldo	X_{121}	X_{122}	X_{123}	X_{124}	X_{125}
13	Daniel	X_{131}	X_{132}	X_{133}	X_{134}	X_{135}
14	Eduardo	X_{141}	X_{142}	X_{143}	X_{144}	X_{145}
15	Eliseo	X_{151}	X_{152}	X_{153}	X_{154}	X_{155}

Fuente: (4.60)

3.3.3 Determinación de la maximización de entregas a domicilio

Con base en la información recabada, se procederá a determinar la asignación óptima que la empresa deberá utilizar para la optimización de los recursos utilizados y así mismo el mejor funcionamiento de cada una de las rutas.

Cuadro No. 5
Reporte de número de paquetes entregados

No.	MENSAJEROS	NÚMERO DE PAQUETES														
		RUTA														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Carlos	37	33	13	25	32	18	22	27	23	43	34	42	33	21	25
2	Alberto	72	61	42	63	69	18	36	73	38	81	58	61	66	37	40
3	Darío	40	39	55	34	17	13	38	18	32	47	29	54	25	30	31
4	Tiago	38	27	43	37	22	16	39	32	46	44	59	39	30	25	23
5	Pepe	35	26	31	37	41	42	14	45	25	43	35	11	38	31	30
6	Alex	45	42	32	64	21	25	35	40	70	41	60	65	34	27	29
7	Álvaro	45	37	25	43	53	38	16	35	30	55	44	49	39	23	25
8	Andrés	48	20	15	28	32	28	17	34	19	39	40	28	29	19	22
9	Juan	36	20	16	38	34	26	11	30	17	48	52	39	34	25	30
10	Enrique	21	12	10	28	37	13	10	29	28	29	26	21	42	18	15
11	Mingo	64	53	31	58	39	36	19	42	27	77	37	57	36	29	31
12	Oswaldo	64	40	24	71	34	14	36	39	33	59	31	48	29	31	28
13	Daniel	52	28	42	44	21	24	29	30	38	55	44	32	27	29	25
14	Eduardo	62	24	17	39	47	21	19	27	24	53	35	29	38	36	32
15	Eliseo	51	40	45	35	35	20	21	35	23	40	33	18	17	20	21

3.3.3.1 Planteamiento

Planteamiento de la primera matriz ó matriz de efectividad.

Solución:

- Identificar el elemento de mayor valor de cada una de las filas (los cuales son los números sombreados)

Matriz No. 1

MENSAJEROS	NÚMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	37	33	13	25	32	18	22	27	23	43	34	42	33	21	25
Alberto	72	61	42	63	69	18	36	73	38	81	58	61	66	37	40
Darío	40	39	55	34	17	13	38	18	32	47	29	54	25	30	31
Tiago	38	27	43	37	22	16	39	32	46	44	59	39	30	25	23
Pepe	35	26	31	37	41	42	14	45	25	43	35	11	38	31	30
Alex	45	42	32	64	21	25	35	40	70	41	60	65	34	27	29
Álvaro	45	37	25	43	53	38	16	35	30	55	44	49	39	23	25
Andrés	48	20	15	28	32	28	17	34	19	39	40	28	29	19	22
Juan	36	20	16	38	34	26	11	30	17	48	52	39	34	25	30
Enrique	21	12	10	28	37	13	10	29	28	29	26	21	42	18	15
Mingo	64	53	31	58	39	36	19	42	27	77	37	57	36	29	31
Oswaldo	64	40	24	71	34	14	36	39	33	59	31	48	29	31	28
Daniel	52	28	42	44	21	24	29	30	38	55	44	32	27	29	25
Eduardo	62	24	17	39	47	21	19	27	24	53	35	29	38	36	32
Eliseo	51	40	45	35	35	20	21	35	23	40	33	18	17	20	21

- Restar valores de los elementos de la misma fila, con lo cual se obtendrán los primeros ceros en cada una de las filas.

Matriz No. 2

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	6	10	30	18	11	25	21	16	20	0	9	1	10	22	18
Alberto	9	20	39	18	12	63	45	8	43	0	23	20	15	44	41
Darío	15	16	0	21	38	42	17	37	23	8	26	1	30	25	24
Tiago	21	32	16	22	37	43	20	27	13	15	0	20	29	34	36
Pepe	10	19	14	8	4	3	31	0	20	2	10	34	7	14	15
Alex	25	28	38	6	49	45	35	30	0	29	10	5	36	43	41
Álvaro	10	18	30	12	2	17	39	20	25	0	11	6	16	32	30
Andrés	0	28	33	20	16	20	31	14	29	9	8	20	19	29	26
Juan	16	32	36	14	18	26	41	22	35	4	0	13	18	27	22
Enrique	21	30	32	14	5	29	32	13	14	13	16	21	0	24	27
Mingo	13	24	46	19	38	41	58	35	50	0	40	20	41	48	46
Oswaldo	7	31	47	0	37	57	35	32	38	12	40	23	42	40	43
Daniel	3	27	13	11	34	31	26	25	17	0	11	23	28	26	30
Eduardo	0	38	45	23	15	41	43	35	38	9	27	33	24	26	30
Eliseo	0	11	6	16	16	31	30	16	28	11	18	33	34	31	30

- Para cada columna en donde no se hayan tenido por lo menos un cero en el paso anterior localizar el elemento de menor valor de las mismas.

Matriz No. 3

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	6	10	30	18	11	25	21	16	20	0	9	1	10	22	18
Alberto	9	20	39	18	12	63	45	8	43	0	23	20	15	44	41
Darío	15	16	0	21	38	42	17	37	23	8	26	1	30	25	24
Tiago	21	32	16	22	37	43	20	27	13	15	0	20	29	34	36
Pepe	10	19	14	8	4	3	31	0	20	2	10	34	7	14	15
Alex	25	28	38	6	49	45	35	30	0	29	10	5	36	43	41
Álvaro	10	18	30	12	2	17	39	20	25	0	11	6	16	32	30
Andrés	0	28	33	20	16	20	31	14	29	9	8	20	19	29	26
Juan	16	32	36	14	18	26	41	22	35	4	0	13	18	27	22
Enrique	21	30	32	14	5	29	32	13	14	13	16	21	0	24	27
Mingo	13	24	46	19	38	41	58	35	50	0	40	20	41	48	46
Oswaldo	7	31	47	0	37	57	35	32	38	12	40	23	42	40	43
Daniel	3	27	13	11	34	31	26	25	17	0	11	23	28	26	30
Eduardo	0	38	45	23	15	41	43	35	38	9	27	33	24	26	30
Eliseo	0	11	6	16	16	31	30	16	28	11	18	33	34	31	30

- Restar los valores de los elementos de su misma columna.

Matriz No. 4

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	6	0	30	18	9	22	4	16	20	0	9	0	10	8	3
Alberto	9	10	39	18	10	60	28	8	43	0	23	19	15	30	26
Darío	15	6	0	21	36	39	0	37	23	8	26	0	30	11	9
Tiago	21	22	16	22	35	40	3	27	13	15	0	19	29	20	21
Pepe	10	9	14	8	2	0	14	0	20	2	10	33	7	0	0
Alex	25	18	38	6	47	42	18	30	0	29	10	4	36	29	26
Álvaro	10	8	30	12	0	14	22	20	25	0	11	5	16	18	15
Andrés	0	18	33	20	14	17	14	14	29	9	8	19	19	15	11
Juan	16	22	36	14	16	23	24	22	35	4	0	12	18	13	7
Enrique	21	20	32	14	3	26	15	13	14	13	16	20	0	10	12
Mingo	13	14	46	19	36	38	41	35	50	0	40	19	41	34	31
Oswaldo	7	21	47	0	35	54	18	32	38	12	40	22	42	26	28
Daniel	3	17	13	11	32	28	9	25	17	0	11	22	28	12	15
Eduardo	0	28	45	23	13	38	26	35	38	9	27	32	24	12	15
Eliseo	0	1	6	16	14	28	13	16	28	11	18	32	34	17	15

- Trazar el menor número de líneas que cubra todos los ceros de la matriz.

Matriz No. 5

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	6	0	30	18	9	22	4	16	20	0	9	0	10	8	3
Alberto	9	10	39	18	10	60	28	8	43	0	23	19	15	30	26
Dario	15	6	0	21	36	39	0	37	23	8	26	0	30	11	9
Tiago	21	22	16	22	35	40	3	27	13	15	0	19	29	20	21
Pepe	10	9	14	8	2	0	14	0	20	2	10	33	7	0	0
Alex	25	18	38	6	47	42	18	30	0	29	10	4	36	29	26
Álvaro	10	8	30	12	0	14	22	20	25	0	11	5	16	18	15
Andrés	0	18	33	20	14	17	14	14	29	9	8	19	19	15	11
Juan	16	22	36	14	16	23	24	22	35	4	0	12	18	13	7
Enrique	21	20	32	14	3	26	15	13	14	13	16	20	0	10	12
Mingo	13	14	46	19	36	38	41	35	50	0	40	19	41	34	31
Oswaldo	7	21	47	0	35	54	18	32	38	12	40	22	42	26	28
Daniel	3	17	13	11	32	28	9	25	17	0	11	22	28	12	15
Eduardo	0	28	45	23	13	38	26	35	38	9	27	32	24	12	15
Eliseo	0	1	6	16	14	28	13	16	28	11	18	32	34	17	15

Líneas = Columnas
10 ≠ 15

- No se da la igualdad en cuanto a líneas y columnas, se procede a identificar el elemento de menor valor entre los valores descubiertos y se procede con la siguiente matriz.

- Trazar el menor número de líneas, respetando siempre la regla general, cubrir el mayor número de ceros con el menor número de líneas, si en caso se da la igualdad de estas se procede con la asignación óptima.

Matriz No. 6

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	7	0	30	19	9	22	4	16	21	1	10	0	11	8	3
Alberto	9	9	38	18	9	59	27	7	43	0	23	18	15	29	25
Darío	16	6	0	22	36	39	0	37	24	9	27	0	31	11	9
Tiago	21	21	15	22	34	39	2	26	13	15	0	18	29	19	20
Pepe	11	9	14	9	2	0	14	0	21	9	11	33	8	0	0
Alex	25	17	37	6	46	41	17	29	0	29	10	3	36	28	25
Álvaro	11	8	30	13	0	14	22	20	26	1	12	5	17	18	15
Andrés	0	17	32	20	13	16	13	13	29	9	8	18	19	14	10
Juan	16	21	35	14	15	22	23	21	35	4	0	11	18	12	6
Enrique	21	19	31	14	2	25	14	12	14	13	16	19	0	9	11
Mingo	13	13	45	19	35	37	40	34	50	0	40	18	41	33	30
Oswaldo	7	20	46	0	34	53	17	31	38	12	40	21	42	25	27
Daniel	3	16	12	11	31	27	8	24	17	0	11	21	28	11	14
Eduardo	0	27	44	23	12	37	25	34	38	9	27	31	24	11	14
Eliseo	0	0	5	16	13	27	12	15	28	11	18	31	34	16	14

**Lineas = Columnas
11 ≠ 15**

- Se procede con la siguiente matriz ya que la igualdad entre líneas y columnas aún no se da.

- Se procede al trazado de líneas, cubrir el mayor número de ceros con el menor número de líneas.

Matriz No. 7

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	9	0	30	21	11	22	4	16	23	3	12	0	13	8	3
Alberto	9	7	36	18	9	57	25	5	43	0	23	16	15	27	23
Darío	18	6	0	24	38	39	0	37	26	11	29	0	33	11	9
Tiago	21	19	13	22	34	37	0	24	13	15	0	16	29	17	18
Pepe	13	9	14	11	4	0	14	0	23	5	13	33	10	0	0
Alex	25	15	35	6	46	39	15	27	0	29	10	1	36	26	23
Álvaro	11	6	28	13	0	12	20	18	26	1	12	3	17	16	13
Andrés	0	15	30	20	13	14	11	11	29	9	8	16	19	12	8
Juan	16	19	33	14	15	20	21	19	35	4	0	9	18	10	4
Enrique	21	17	29	14	2	23	12	10	14	13	16	17	0	7	9
Mingo	13	11	43	19	35	35	38	32	50	0	40	16	41	31	28
Oswaldo	7	18	44	0	34	51	15	29	38	12	40	19	42	23	25
Daniel	3	14	10	11	31	25	6	22	17	0	11	19	28	9	12
Eduardo	0	26	42	23	12	35	23	32	38	9	27	29	24	9	12
Eliseo	2	0	5	18	15	27	12	15	30	13	20	31	36	16	14

Líneas = Columnas

12 ≠ 15

- Desigualdad tanto en líneas como en columnas, se procede a plantear una nueva matriz.

- Se procede nuevamente con el trazado de las líneas, respetando siempre la regla básica, cubrir el mayor número de ceros con el menor número de líneas posibles.

Matriz No. 8

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	12	3	30	24	14	22	4	16	23	6	15	0	16	8	3
Alberto	9	7	33	18	9	54	22	2	40	0	23	13	15	24	20
Dario	21	9	0	27	41	39	0	37	26	14	32	0	36	11	9
Tiago	24	22	13	25	37	37	0	24	13	18	3	16	32	17	18
Pepe	16	12	14	14	7	0	14	0	25	6	16	33	13	0	0
Alex	28	18	35	9	49	39	15	27	0	32	13	1	39	26	23
Álvaro	11	6	25	13	0	9	17	15	23	1	12	0	17	13	10
Andrés	0	15	27	20	13	11	8	8	26	9	8	13	19	9	5
Juan	16	19	30	14	15	17	18	16	32	4	0	6	18	7	1
Enrique	21	17	26	14	2	20	9	7	11	13	16	14	0	4	6
Mingo	13	11	40	19	35	32	35	29	47	0	40	13	41	28	25
Oswaldo	7	18	41	0	34	48	12	26	35	12	40	16	42	20	22
Daniel	3	14	7	11	31	22	3	19	14	0	11	16	28	6	9
Eduardo	0	25	39	23	12	32	20	29	35	9	27	26	24	6	9
Eliseo	2	0	2	18	15	24	9	12	27	13	20	28	36	13	11

Lineas = Columnas

12 ≠ 15

- Plantear una nueva matriz, porque la igualdad de líneas y columnas aún no se da.

- Cubrir los elementos de valor cero con el menor número de líneas.

Matriz No. 9

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	12	3	29	24	14	21	4	15	23	6	15	0	16	7	2
Alberto	9	7	32	18	9	53	22	1	40	0	23	13	15	23	19
Dario	22	10	0	28	42	39	1	37	27	15	33	1	37	11	9
Tiago	24	22	12	25	37	36	0	23	13	18	3	16	32	16	17
Pepe	17	13	14	15	8	0	15	0	24	9	17	34	14	0	0
Alex	28	18	34	9	49	38	15	26	0	32	13	1	39	25	22
Álvaro	11	6	24	13	0	8	17	14	23	1	12	0	17	12	9
Andrés	0	15	26	20	13	10	8	7	26	9	8	13	19	8	4
Juan	16	19	29	14	15	16	18	15	32	4	0	6	18	6	0
Enrique	21	17	25	14	2	19	9	6	11	13	16	14	0	3	5
Mingo	13	11	39	19	35	31	35	28	47	0	40	13	41	27	24
Oswaldo	7	18	40	0	34	47	12	25	35	12	40	16	42	19	21
Daniel	3	14	6	11	31	21	3	18	14	0	11	16	28	5	8
Eduardo	0	25	38	23	12	31	20	28	35	9	27	26	24	5	8
Eliseo	2	0	1	18	15	23	9	11	27	13	20	28	36	12	10

Líneas = Columnas

12 ≠ 15

- Desigualdad entre líneas y columnas, entonces se procede con el planteamiento de una nueva matriz.

- A los elementos con valor cero cubrirlos con el menor número de líneas.

Matriz No. 10

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	12	3	29	24	13	20	4	14	23	6	14	0	16	6	1
Alberto	9	7	32	18	8	52	22	0	40	0	22	13	15	22	18
Dario	22	10	0	28	41	38	1	36	27	15	32	1	37	10	8
Tiago	24	22	12	25	36	35	0	22	13	18	2	16	32	15	16
Pepe	18	14	15	16	8	0	16	0	25	10	17	35	15	0	0
Alex	28	18	34	9	49	38	15	26	0	32	13	1	39	25	22
Álvaro	12	7	25	14	0	8	18	14	24	2	12	1	18	12	9
Andrés	0	15	26	20	13	10	8	7	26	9	8	13	19	8	4
Juan	17	20	30	15	15	16	19	15	33	5	0	7	19	6	0
Enrique	21	17	25	14	1	18	9	5	11	13	15	14	0	2	4
Mingo	13	11	39	19	34	30	35	27	47	0	39	13	41	26	23
Oswaldo	7	18	40	0	33	46	12	24	35	12	39	16	42	18	20
Daniel	3	14	6	11	30	20	3	17	14	0	10	16	28	4	7
Eduardo	0	25	38	23	11	30	20	27	35	9	26	26	24	4	7
Eliseo	2	0	1	18	14	22	9	10	27	13	19	28	36	11	9

Lineas = Columnas
13 ≠ 15

- Seguir con una nueva matriz ya que la desigualdad entre líneas y columnas aún existe.

- Trazar el menor número de líneas a fin de cubrir todos los elementos de valor cero en la matriz.

Matriz No. 11

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	12	3	29	24	13	19	4	13	23	6	13	0	16	5	0
Alberto	10	8	33	19	9	52	23	0	41	1	22	14	16	22	18
Darío	22	10	0	28	41	37	1	35	27	15	31	1	37	9	7
Tiago	24	22	12	25	36	34	0	21	13	18	1	16	32	14	15
Pepe	19	15	16	17	9	0	17	0	26	11	17	36	16	0	0
Alex	28	18	34	9	49	37	15	25	0	32	12	1	39	24	21
Álvaro	12	7	25	14	0	7	18	13	24	2	11	1	18	11	8
Andrés	0	15	26	20	13	9	8	6	26	9	7	13	19	7	3
Juan	18	21	31	16	16	16	20	15	34	6	0	8	20	6	0
Enrique	21	17	25	14	1	17	9	4	11	13	14	14	0	1	3
Mingo	13	11	39	19	34	29	35	26	47	0	38	13	41	25	22
Oswaldo	7	18	40	0	33	45	12	23	35	12	38	16	42	17	19
Daniel	3	14	6	11	30	19	3	16	14	0	9	16	28	3	6
Eduardo	0	25	38	23	11	29	20	26	35	9	25	26	24	3	6
Eliseo	2	0	1	18	14	21	9	9	27	13	18	28	36	10	8

Lineas = Columnas
13 ≠ 15

- Se procede con una nueva matriz ya que aún no se cumple la igualdad entre líneas y columnas.

- Se procede a trazar el menor número de líneas y cubrir todos los elementos de valor cero de la matriz.

Matriz No. 12

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	13	4	30	25	14	19	5	14	24	7	13	0	17	5	0
Alberto	10	8	33	19	9	51	23	0	41	1	21	13	16	21	17
Darío	22	10	0	28	41	36	1	35	27	15	30	0	37	8	6
Tiago	24	22	12	25	36	33	0	21	13	13	0	15	32	13	14
Pepe	20	16	17	18	10	0	18	1	27	12	17	36	17	0	0
Alex	28	18	34	9	49	36	15	25	0	32	11	0	39	23	20
Álvaro	12	7	25	14	0	6	18	13	24	2	10	0	18	10	7
Andrés	0	15	26	20	13	8	8	6	26	9	6	12	19	6	2
Juan	19	22	32	17	17	16	21	15	35	7	0	8	21	6	0
Enrique	21	17	25	14	1	16	9	4	11	13	13	13	0	0	2
Mingo	13	11	39	19	34	28	35	26	47	0	37	12	41	24	21
Oswaldo	7	18	40	0	33	44	12	23	35	12	37	15	42	16	18
Daniel	3	14	6	11	30	18	3	16	14	0	8	15	28	2	5
Eduardo	0	25	38	23	11	28	20	26	35	9	24	25	24	2	5
Eliseo	2	0	1	18	14	20	9	9	27	13	17	27	36	9	7

Líneas = Columnas
13 ≠ 15

- Realizar una nueva matriz para lograr la igualdad entre líneas y columnas.

- Se procede a trazar el menor número de líneas cubriendo todos los elementos de valor cero en la siguiente matriz.

Matriz No. 13

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	14	5	30	26	14	19	5	15	24	8	13	0	17	5	0
Alberto	10	8	32	19	8	50	22	0	40	1	20	12	15	20	16
Dario	23	11	0	29	41	36	1	36	27	16	30	0	37	8	6
Tiago	25	23	12	26	36	33	0	22	13	19	0	15	32	13	14
Pepe	21	17	17	19	10	0	18	2	27	13	17	36	17	0	0
Alex	29	19	34	10	49	36	15	25	0	33	11	0	39	23	20
Álvaro	13	8	25	15	0	6	18	14	24	3	10	0	18	10	7
Andrés	0	15	25	20	12	7	7	6	25	9	5	11	18	5	1
Juan	20	23	32	18	17	16	21	17	35	8	0	8	21	6	0
Enrique	22	18	25	15	1	16	0	5	11	14	13	13	0	0	2
Mingo	13	11	38	19	33	27	34	26	46	0	36	11	40	23	20
Oswaldo	7	18	39	0	32	43	11	23	34	12	36	14	41	15	17
Daniel	3	14	5	11	29	17	2	16	13	0	7	14	27	1	4
Eduardo	0	25	37	23	10	27	19	26	34	9	23	24	23	1	4
Eliseo	2	0	0	18	13	19	8	9	26	13	16	26	35	8	6

Líneas = Columnas

13 ≠ 15

- Aún no existe la igualdad entre líneas y columnas entonces se procede a realizar una nueva matriz.

- Nuevamente se procede con el trazado de líneas en las siguiente matriz cubriendo todos los elementos de valor Cero de la matriz.

Matriz No. 14

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	15	5	30	27	14	19	5	13	24	0	13	0	17	5	0
Alberto	10	7	31	19	7	49	21	0	39	19	11	14	19	15	
Darío	24	11	0	30	41	36	1	37	27	17	30	0	37	8	6
Tiago	26	23	12	27	36	33	0	23	18	20	0	15	32	13	14
Pepe	22	17	17	20	10	0	18	0	27	14	17	36	17	0	0
Alex	30	19	34	11	49	36	15	27	0	34	11	0	39	23	20
Álvaro	14	8	25	16	0	6	18	15	24	0	10	0	18	10	7
Andrés	0	14	24	20	11	6	6	0	24	0	4	10	17	4	0
Juan	21	23	32	19	17	16	21	13	35	0	0	8	21	6	0
Enrique	23	18	25	16	1	16	9	0	11	15	13	13	0	0	2
Mingo	13	10	37	19	32	26	33	26	45	0	35	10	39	22	19
Oswaldo	7	17	38	0	31	42	10	23	33	12	35	13	40	14	16
Daniel	3	13	4	11	28	16	1	13	12	0	6	13	26	0	3
Eduardo	0	24	36	23	9	26	18	25	33	0	22	23	22	0	3
Eliseo	3	0	0	19	13	19	8	10	26	14	16	26	35	8	6

Líneas = Columnas

15 = 15

- Finalmente se da la igualdad entre líneas y columnas, entonces se procede con el programa de asignación óptima.

- En esta matriz se presenta de manera objetiva la ubicación de los ceros obtenidos, los cuales formarán parte de la asignación óptima, es muy importante resaltar que cada uno de ellos pueden ser una solución factible de asignación, solo que todos con el mismo valor total.

Matriz No. 15

MENSAJEROS	NUMERO DE PAQUETES														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	15	5	30	27	14	19	5	16	24	9	13	<u>0</u>	17	5	0
Alberto	10	7	31	19	7	49	21	<u>0</u>	39	1	19	11	14	19	15
Darío	24	11	<u>0</u>	30	41	36	1	37	27	17	30	0	37	8	6
Tiago	26	23	12	27	36	33	<u>0</u>	23	13	20	0	15	32	13	14
Pepe	22	17	17	20	10	<u>0</u>	18	3	27	14	17	36	17	0	0
Alex	30	19	34	11	49	36	15	27	<u>0</u>	34	11	0	39	23	20
Álvaro	14	8	25	16	<u>0</u>	6	18	15	24	4	10	0	18	10	7
Andrés	0	14	24	20	11	6	6	6	24	9	4	10	17	4	<u>0</u>
Juan	21	23	32	19	17	16	21	18	35	9	<u>0</u>	8	21	6	0
Enrique	23	18	25	16	1	16	9	6	11	15	13	13	<u>0</u>	0	2
Mingo	13	10	37	19	32	26	33	26	45	<u>0</u>	35	10	39	22	19
Oswaldo	7	17	38	<u>0</u>	31	42	10	23	33	12	35	13	40	14	16
Daniel	3	13	4	11	28	16	1	16	12	0	6	13	26	<u>0</u>	3
Eduardo	<u>0</u>	24	36	23	9	26	18	26	33	9	22	23	22	0	3
Eliseo	3	<u>0</u>	0	19	13	19	8	10	26	14	16	26	35	8	6

3.3.3.2 Programa de asignación óptima

Con base a los resultados obtenidos, este cuadro representa la asignación óptima para cada una de las rutas para una maximización de entrega de paquetes por mensajero, con este resultado la empresa estaría manejando un promedio diario de entrega de paquetes por mensajero de 52 paquetes (769/15).

Cuadro No. 6

Asignación Óptima

No.	Mensajero	Ruta	Zona de Cobertura	Número de Paquetes
1	Carlos	R12	Zona 10 B	42
2	Alberto	R8	Zona 4 y 5 de Mixco	73
3	Dario	R3	Villa Nueva y Amatitlan	55
4	Tiago	R7	Zona 7 y 3 de Mixco	39
5	Pepe	R6	Boca del monte	42
6	Alex	R9	Zona 8 y 9	70
7	Alvaro	R5	Antigua	53
8	Andres	R15	Zonas 13 y 14	22
9	Juan	R11	Zonas 10 ^a	52
10	Enrique	R13	Zona 11	42
11	Mingo	R10	Zona 4 y 9	77
12	Oswaldo	R4	Carretera a El Salvador	71
13	Daniel	R14	Zona 12	29
14	Eduardo	R1	Zonas 1, 2, 3, 6 y 18	62
15	Eliseo	R2	Zona 5, 15 y 17	40

Total 769

3.3.4 Determinación de la minimización de tiempos de entregas a domicilio.

Con la siguiente información se procederá a determinar la minimización de los tiempos óptimos que las rutas deben realizar en base a la asignación precisa que realice el departamento de servicio a domicilio.

Cuadro No. 7

Registro de tiempos de entrega de las rutas

No.	MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
		RUTA														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Carlos	341	257	88	317	210	234	277	266	218	285	257	198	257	263	266
2	Alberto	265	425	198	425	477	234	384	265	345	265	342	425	477	341	272
3	Darío	272	331	457	257	167	183	184	234	257	318	343	331	261	250	250
4	Tiago	184	266	285	341	277	224	331	210	370	318	342	324	250	266	218
5	Pepe	309	317	250	341	416	198	146	318	266	285	322	248	184	250	250
6	Alex	277	422	257	425	263	261	309	272	265	417	342	477	210	317	341
7	Álvaro	318	341	266	285	463	345	196	322	250	457	277	421	331	247	317
8	Andrés	421	355	196	225	257	225	294	210	263	331	272	225	341	223	277
9	Juan	339	205	165	184	210	261	262	250	294	226	256	331	309	261	250
10	Enrique	263	248	123	225	341	183	123	341	225	343	317	263	422	234	140
11	Mingo	425	256	250	342	324	339	223	422	266	265	341	342	384	343	250
12	Oswaldo	425	272	263	265	257	183	339	324	257	342	250	440	343	250	225
13	Daniel	256	225	422	277	263	181	343	250	345	457	318	210	261	343	261
14	Eduardo	425	181	294	331	277	263	213	317	263	256	309	343	184	339	210
15	Eliseo	477	272	277	322	330	355	263	330	285	272	257	234	167	205	263

Fuente: controles diarios de la empresa en estudio

3.3.4.1 Planteamiento

El procedimiento de la asignación óptima inicia con varias matrices en los cuales el paso final es, cuando tanto líneas horizontales como verticales es igual al número de columnas, es así como se plantean a continuación.

Solución:

- Identificación del elemento de menor valor de cada una de las columnas (los cuales se identifican con los números sombreados)

Matriz No. 16

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	341	257	88	317	210	234	277	266	218	285	257	198	257	263	266
Alberto	265	425	198	425	477	234	384	265	345	265	342	425	477	341	272
Darío	272	331	457	257	167	183	184	234	257	318	343	331	261	250	250
Tiago	184	266	285	341	277	224	331	210	370	318	342	324	250	266	218
Pepe	309	317	250	341	416	198	146	318	266	285	322	248	184	250	250
Alex	277	422	257	425	263	261	309	272	265	417	342	477	210	317	341
Álvaro	318	341	266	285	463	345	196	322	250	457	277	421	331	247	317
Andrés	421	355	196	225	257	225	294	210	263	331	272	225	341	223	277
Juan	339	205	165	184	210	261	262	250	294	226	256	331	309	261	250
Enrique	263	248	123	225	341	183	123	341	225	343	317	263	422	234	140
Mingo	425	256	250	342	324	339	223	422	266	265	341	342	384	343	250
Oswaldo	425	272	263	265	257	183	339	324	257	342	250	440	343	250	225
Daniel	256	225	422	277	263	181	343	250	345	457	318	210	261	343	261
Eduardo	425	181	294	331	277	263	213	317	263	256	309	343	184	339	210
Eliseo	477	272	277	322	330	355	263	330	285	272	257	234	167	205	263

- Restar de los Valores de los elementos de la misma columna, con lo cual se obtendrán los primeros ceros en cada una de las columnas.

Matriz No. 17

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	157	76	0	133	43	53	154	56	0	59	7	0	90	58	126
Alberto	81	244	110	241	310	53	261	55	127	39	92	227	310	136	132
Darío	88	150	369	73	0	2	61	24	39	92	93	133	94	45	110
Tiago	0	85	197	157	110	43	208	0	152	92	92	126	83	61	78
Pepe	125	136	162	157	249	17	23	108	48	59	72	50	17	45	110
Alex	93	241	169	241	96	80	186	62	47	191	92	279	43	112	201
Álvaro	134	160	178	101	296	164	73	112	32	231	27	223	164	42	177
Andrés	237	174	108	41	90	44	171	0	45	105	22	27	174	18	137
Juan	155	24	77	0	43	80	139	40	76	0	6	133	142	56	110
Enrique	79	67	35	41	174	2	0	131	7	117	67	65	255	29	0
Mingo	241	75	162	158	157	158	100	212	48	39	91	144	217	138	110
Oswaldo	241	91	175	81	90	2	216	114	39	116	0	242	176	45	85
Daniel	72	44	334	93	96	0	220	40	127	231	68	12	94	138	121
Eduardo	241	0	206	147	110	82	90	107	45	30	59	145	17	134	70
Eliseo	293	91	189	138	163	174	140	120	67	46	7	36	0	0	123

- Para cada fila donde no se haya obtenido por los menos un cero en el paso anterior, se procede a localizar el elemento de menor valor y restarlo de los demás valores de los elementos de la fila(estan representados por los números sobreados).

Matriz No. 18

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	157	76	0	133	43	53	154	56	0	59	7	0	90	58	126
Alberto	81	244	110	241	310	53	261	55	127	39	92	227	310	136	132
Dario	88	150	369	73	0	2	61	24	39	92	93	133	94	45	110
Tiago	0	85	197	157	110	43	208	0	152	92	92	126	83	61	78
Pepe	125	136	162	157	249	17	23	108	48	59	72	50	17	45	110
Alex	93	241	169	241	96	80	186	62	47	191	92	279	43	112	201
Álvaro	134	160	178	101	296	164	73	112	32	231	27	223	164	42	177
Andrés	237	174	108	41	90	44	171	0	45	105	22	27	174	18	137
Juan	155	24	77	0	43	80	139	40	76	0	6	133	142	56	110
Enrique	79	67	35	41	174	2	0	131	7	117	67	65	255	29	0
Mingo	241	75	162	158	157	158	100	212	48	39	91	144	217	138	110
Oswaldo	241	91	175	81	90	2	216	114	39	116	0	242	176	45	85
Daniel	72	44	334	93	96	0	220	40	127	231	68	12	94	138	121
Eduardo	241	0	206	147	110	82	90	107	45	30	59	145	17	134	70
Eliseo	293	91	189	138	163	174	140	120	67	46	7	36	0	0	123

- En base a los resultados obtenidos se procede a realizar una nueva matriz, en la cual se representa la ubicación de cada uno de los valores cero.

Matriz No. 19

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	157	76	0	133	43	53	154	56	0	59	7	0	90	58	126
Alberto	42	205	71	202	271	14	222	16	88	0	53	188	271	97	93
Darío	88	150	369	73	0	2	61	24	39	92	93	133	94	45	110
Tiago	0	85	197	157	110	43	208	0	152	92	92	126	83	61	78
Pepe	108	119	145	140	232	0	6	91	31	42	55	33	0	28	93
Alex	50	198	126	198	53	37	143	19	4	148	49	236	0	69	158
Álvaro	107	133	151	74	269	137	46	85	5	204	0	196	137	15	150
Andrés	237	174	108	41	90	44	171	0	45	105	22	27	174	18	137
Juan	155	24	77	0	43	80	139	40	76	0	6	133	142	56	110
Enrique	79	67	35	41	174	2	0	131	7	117	67	65	255	29	0
Mingo	202	36	123	119	118	119	61	173	9	0	52	105	178	99	71
Oswaldo	241	91	175	81	90	2	216	114	39	116	0	242	176	45	85
Daniel	72	44	334	93	96	0	220	40	127	231	68	12	94	138	121
Eduardo	241	0	206	147	110	82	90	107	45	30	59	145	17	134	70
Eliseo	293	91	189	138	163	174	140	120	67	46	7	36	0	0	123

- Trazar el menor número de líneas que cubra todos los ceros.

Matriz No. 20

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	167	78	0	132	43	53	154	59	0	53	7	0	83	53	126
Alberto	42	205	71	202	271	14	222	16	88	0	53	188	271	97	93
Darío	88	150	369	73	0	2	61	24	39	92	93	133	94	45	110
Tiago	0	85	197	157	110	43	208	0	152	92	92	126	83	61	78
Pepe	108	119	145	140	232	0	6	91	31	42	55	33	0	28	93
Alex	50	198	126	198	53	37	143	19	4	148	49	236	0	69	158
Álvaro	107	133	151	74	269	137	46	85	5	204	0	196	137	15	150
Andrés	237	174	108	41	90	44	171	0	45	105	22	27	174	13	137
Juan	155	24	77	0	43	80	139	40	76	0	6	133	142	56	110
Enrique	79	67	35	41	174	2	0	131	7	117	67	65	255	29	0
Mingo	202	36	123	119	118	119	61	173	9	0	52	105	178	99	71
Oswaldo	241	91	175	81	90	2	216	114	39	116	0	242	176	45	85
Daniel	72	44	334	93	96	0	220	40	127	231	68	12	94	138	121
Eduardo	241	0	206	147	110	82	90	107	45	30	59	145	17	134	70
Eliseo	293	91	189	138	163	174	140	120	67	46	7	36	0	0	123

Lineas = Columnas

12 ≠ 15

- Se procede a realizar una nueva matriz ya que existe desigualdad entre líneas y columnas.

- Se procede con el trazo de líneas en la siguiente matriz, cubriendo todos los elementos de valor cero.

Matriz No. 21

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	161	80	0	137	47	57	154	60	0	83	11	0	94	62	126
Alberto	42	205	67	202	271	14	218	16	84	0	53	184	271	97	89
Darío	88	150	365	73	0	2	57	24	35	92	93	129	94	45	106
Tiago	0	85	193	157	110	43	204	0	148	92	92	122	83	61	74
Pepe	108	119	141	140	232	0	2	91	27	42	55	29	0	28	89
Alex	50	198	122	198	53	37	139	19	0	148	49	232	0	69	154
Álvaro	107	133	147	74	269	137	42	85	1	204	0	192	137	15	146
Andrés	237	174	104	41	90	44	167	0	41	105	22	23	174	18	133
Juan	155	24	73	0	43	80	135	40	72	0	6	129	142	56	106
Enrique	83	71	35	45	178	6	0	135	7	121	71	65	259	33	0
Mingo	202	36	119	119	118	119	57	173	5	0	52	101	178	99	67
Oswaldo	241	91	171	81	90	2	212	114	35	116	0	238	176	45	81
Daniel	72	44	330	93	96	0	216	40	123	231	68	8	94	138	117
Eduardo	241	0	202	147	110	82	86	107	41	30	59	141	17	134	66
Eliseo	293	91	185	138	163	174	136	120	63	46	7	32	0	0	119

Lineas = Columnas

13 ≠ 15

- No existe igualdad entre líneas y columnas entonces se procede a realizar una nueva matriz.

- Cubrir los elementos de valor cero mediante el trazado de líneas tanto verticales como horizontales.

Matriz No. 22

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	162	81	0	137	48	58	154	61	0	64	12	0	94	62	126
Alberto	42	205	66	201	271	14	217	16	83	0	53	183	270	96	88
Dario	88	150	364	72	0	2	56	24	34	92	93	128	93	44	105
Tiago	0	85	192	156	110	43	203	0	147	92	92	121	82	60	73
Pepe	109	120	141	140	233	1	2	92	27	43	56	29	0	28	89
Alex	51	199	122	198	54	38	139	20	0	149	50	232	0	69	154
Álvaro	107	133	146	73	269	137	41	85	0	204	0	191	136	14	145
Andrés	237	174	103	40	90	44	166	0	40	105	22	22	173	17	132
Juan	156	25	73	0	44	81	135	41	72	1	7	129	142	56	106
Enrique	84	72	35	45	179	7	0	136	7	122	72	65	259	33	0
Mingo	292	36	118	118	118	119	56	173	4	0	52	100	177	98	66
Oswaldo	241	91	170	80	90	2	211	114	34	116	0	237	175	44	80
Daniel	72	44	329	92	96		215	40	122	231	68	7	93	137	116
Eduardo	241	0	201	146	110	82	85	107	40	30	59	140	16	133	65
Eliseo	294	92	185	138	164	175	136	121	63	47	8	32	0	0	119

Líneas = Columnas

13 ≠ 15

- Se plantea una nueva matriz ya que el número de líneas no es igual al número de columnas.

- Realizar el trazado de líneas cubriendo todos los valores cero de la presente matriz.

Matriz No. 23

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	164	83	0	139	50	60	154	63	2	66	14	0	96	64	126
Alberto	42	205	64	201	271	14	215	16	83	0	53	181	270	96	86
Darío	86	150	362	72	0	2	54	24	34	92	93	126	93	44	103
Tiago	0	85	190	156	110	43	201	0	147	92	92	119	82	60	71
Pepe	109	120	139	140	233	1	0	92	27	43	56	27	0	28	87
Alex	51	199	120	198	64	38	187	20	0	149	50	230	0	69	152
Álvaro	107	133	144	73	269	137	39	85	0	204	0	189	136	14	143
Andrés	237	174	101	40	90	44	164	0	40	105	22	20	173	17	130
Juan	156	25	71	0	44	81	133	41	72	1	7	127	142	56	104
Enrique	86	74	35	47	181	9	0	138	9	124	74	65	261	35	0
Mingo	202	36	116	118	118	119	54	173	4	0	52	98	177	98	64
Oswaldo	241	91	168	80	90	2	209	114	34	116	0	235	175	44	78
Daniel	72	44	327	92	96	0	213	40	122	231	68	5	93	137	114
Eduardo	241	0	199	146	110	82	83	107	40	30	59	138	16	133	63
Eliseo	294	92	183	138	164	175	134	121	63	47	8	30	0	0	117

Líneas = Columnas
14 ≠ 15

- Plantear una nueva matriz porque la desigualdad entre líneas y columnas aún persiste.

- Se procede nuevamente con el trazado de líneas tanto verticales como horizontales cubriendo todos los elementos de valor cero de la matriz.

Matriz no. 24

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	168	83	0	237	227	158	154	63	2	66	14	0	96	64	126
Alberto	42	205	60	201	271	14	211	16	79	0	53	177	266	92	82
Darío	88	150	358	72	0	2	50	24	30	92	93	122	89	40	99
Tiago	0	85	186	156	110	43	197	0	143	92	92	115	78	56	67
Pepe	172	167	139	170	233	1	0	92	27	43	56	27	0	28	87
Alex	51	199	120	198	54	38	137	20	0	149	50	230	0	69	152
Álvaro	107	133	144	73	269	137	39	85	0	204	0	189	136	14	143
Andrés	237	174	97	40	90	44	160	0	36	105	22	16	169	13	126
Juan	156	25	67	0	44	81	129	41	68	1	7	123	138	52	100
Enrique	88	140	35	47	277	73	0	138	9	124	74	65	261	35	0
Mingo	202	36	112	118	118	119	50	173	0	0	52	94	173	94	60
Oswaldo	241	91	164	80	90	2	205	114	30	116	0	231	171	40	74
Daniel	72	44	323	92	96	0	209	40	118	231	68	1	89	133	110
Eduardo	241	0	195	146	110	82	79	107	36	30	59	134	12	129	59
Eliseo	294	241	183	368	164	244	134	121	63	47	8	30	0	0	117

Lineas = Columnas

14 ≠ 15

- La desigualdad aun persiste entre líneas y columnas entonces se procede a relizar una nueva matriz.

- Cubrir los elementos ceros de la siguiente matriz con el menor número de líneas.

Matriz No. 25

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	169	84	0	238	228	159	155	64	3	67	15	0	97	65	127
Alberto	42	205	59	201	271	14	211	16	79	0	53	176	266	92	82
Darío	88	150	357	72	0	2	50	24	30	92	93	121	89	40	99
Tiago	0	85	185	156	110	43	197	0	143	92	92	114	78	56	67
Pepe	172	167	138	170	233	1	0	92	27	43	56	26	0	28	87
Alex	51	199	119	198	54	38	137	20	0	149	50	229	0	69	152
Álvaro	107	133	143	73	269	137	39	85	0	204	0	188	136	14	143
Andrés	237	174	96	40	90	44	160	0	36	105	22	15	169	13	126
Juan	156	25	66	0	44	81	129	41	68	1	7	122	138	52	100
Enrique	88	140	34	47	277	78	0	138	9	124	74	64	261	35	0
Mingo	202	36	111	118	118	119	50	173	0	0	52	93	173	94	60
Oswaldo	241	91	163	80	90	2	205	114	30	116	0	230	171	40	74
Daniel	72	44	322	92	96	0	209	40	118	231	68	0	89	133	110
Eduardo	241	0	194	146	110	82	79	107	36	30	59	133	12	129	59
Eliseo	294	241	182	368	164	244	134	121	63	47	8	29	0	0	117

Lineas = Columnas

14 ≠ 15

- Dada la desigualdad entre líneas y columnas se plantea una nueva matriz.

- Realizar el trazado de líneas en la presente matriz cubriendo todos los elementos de valor cero.

Matriz No. 26

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	171	86	0	240	230	159	155	66	5	69	17	0	97	65	127
Alberto	42	205	57	201	271	12	209	16	79	0	53	174	264	90	80
Darío	88	150	355	72	0	0	48	24	30	92	93	119	87	38	97
Tiago	0	85	183	156	110	41	195	0	143	92	92	112	76	54	65
Pepe	174	169	138	172	235	1	0	94	29	45	58	26	0	28	87
Alex	53	201	119	200	56	38	137	22	2	151	52	229	0	69	152
Álvaro	107	133	141	73	269	135	37	85	0	204	0	186	134	12	141
Andrés	237	174	94	40	90	42	158	0	36	105	22	13	167	11	124
Juan	156	25	64	0	44	79	127	41	68	1	7	120	136	50	98
Enrique	90	142	34	49	279	73	0	140	11	126	76	64	261	35	0
Mingo	202	36	109	118	118	117	48	173	0	0	52	91	171	92	58
Oswaldo	241	91	161	80	90	0	203	114	30	116	0	228	169	38	72
Daniel	74	46	322	94	98	0	209	42	120	233	70	0	89	133	110
Eduardo	241	0	192	146	110	80	77	107	36	30	59	131	10	127	57
Eliseo	296	243	182	370	166	244	134	123	65	49	10	29	0	0	117

Lineas = Columnas

15 = 15

- Dada la igualdad entre en número de columnas y el número de líneas trazadas, se procede con el programa óptima de asignación

- En la presente matriz se demuestra de manera objetiva la ubicación de los ceros obtenidos los cuales formarán parte de la asignación óptima, es muy importante resaltar que cada uno de ellos pueden ser una solución factible de asignación, solo que todos con el mismo valor total.

Matriz no. 27

MENSAJEROS	TIEMPO EN MINUTOS														
	RUTA														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Carlos	171	86	<u>0</u>	240	230	159	155	66	5	69	17	0	97	65	127
Alberto	42	205	57	201	271	12	209	16	79	<u>0</u>	53	174	264	90	80
Darío	88	150	355	72	<u>0</u>	0	48	24	30	92	93	119	87	38	97
Tiago	<u>0</u>	85	183	156	110	41	195	0	143	92	92	112	76	54	65
Pepe	174	169	138	172	235	1	<u>0</u>	94	29	45	58	26	0	28	87
Alex	53	201	119	200	56	38	137	22	2	151	52	229	<u>0</u>	69	152
Álvaro	107	133	141	73	269	135	37	85	0	204	<u>0</u>	186	134	12	141
Andrés	237	174	94	40	90	42	158	<u>0</u>	36	105	22	13	167	11	124
Juan	156	25	64	<u>0</u>	44	79	127	41	68	1	7	120	136	50	98
Enrique	90	142	34	49	279	73	0	140	11	126	76	64	261	35	<u>0</u>
Mingo	202	36	109	118	118	117	48	173	<u>0</u>	0	52	91	171	92	58
Oswaldo	241	91	161	80	90	<u>0</u>	203	114	30	116	0	228	169	38	72
Daniel	74	46	322	94	98	0	209	42	120	233	70	<u>0</u>	89	133	110
Eduardo	241	<u>0</u>	192	146	110	80	77	107	36	30	59	131	10	127	57
Eliseo	296	243	182	370	166	244	134	123	65	49	10	29	0	<u>0</u>	117

3.3.4.2 Programa de asignación Óptima

En base a los resultados obtenidos, este cuadro representa la asignación óptima para cada una de las rutas para una minimización de tiempos de entrega de paquetes por mensajero, con este resultado la empresa estaría manejando un promedio diario de tiempos de entrega de 203 minutos(3048/15), esto convertido a horas sería 3 horas con 37 minutos por mensajero con lo cual la empresa podrá disminuir el número de los mismos o contratarlos a medio tiempo.

Cuadro no. 8

Asignación óptima

No.	Mensajero	Ruta	Zona de Cobertura	Número de minutos
1	Carlos	R3	Villa Nueva y Amatitlan	88
2	Alberto	R10	Zona 4 y 9	265
3	Dario	R5	Antigua	167
4	Tiago	R1	Zona 1, 2, 3, 6 y 18	184
5	Pepe	R7	Zona 7 y 3 de Mixco	146
6	Alex	R13	Zona 11	167
7	Alvaro	R11	Zona 10 _a	277
8	Andres	R8	Zona 4 y 5 de Mixco	250
9	Juan	R4	Carretera a El Salvador	184
10	Enrique	R15	Zona 13 y 14	140
11	Mingo	R9	Zona 8 y 9	265
12	Oswaldo	R6	Boca del monte	181
13	Daniel	R12	Zona 10 _b	210
14	Eduardo	R2	Zona 5, 15 y 17	181
15	Eliseo	R14	Zona 12	343
Total				3048

CONCLUSIONES

Para finalizar el estudio, la empresa dedicada al servicio de entrega de paquetes a domicilio “La entrega inmediata”, se plantean las siguientes conclusiones:

1. El departamento de servicio a domicilio de la empresa en estudio carece de un modelo de asignación para las rutas que tiene a su cargo, lo cual provoca falta de coordinación en las operaciones de este departamento y como consecuencia deficiencias en la entrega de los paquetes.
2. Se determinó que el personal de este departamento es contratado de una manera informal, lo cual repercute de manera negativa en el servicio a domicilio.
3. Existe desconocimiento en cuanto a la maximización de entrega de paquetes, la empresa no tiene estipulado hasta cuantos paquetes puede entregar un mensajero.
4. La usencia de controles de rutas no permite a la empresa determinar el crecimiento de las rutas o la desacelación de las mismas, lo cual a provocado que existan rutas con poca demanda.

RECOMENDACIONES

Se proponen las siguientes recomendaciones:

1. Implementar el modelo de asignación propuesto, para contribuir en el buen funcionamiento del departamento de entregas a domicilio.
2. Para evitar deficiencias en el servicio que presta la empresa, se recomienda hacer uso de los requisitos determinados en el presente estudio para contratar al personal de mensajería.
3. Hacer uso de los cálculos matemático estadísticos obtenidos en esta investigación, para lograr una mejor maximización de entrega de paquetes.
4. Se recomienda implementar los controles de rutas propuestos para determinar la apertura ó cierre de una ó varias rutas.

BIBLIOGRAFÍA

1. AKOFF, L. RUSSELL. FUNDAMENTOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. México, Limusa, 1971, páginas 502.
2. DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO. España, Océano Uno Color, 1996, páginas 1728.
3. GAITHER, NORMAN. ADMINISTRACIÓN DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES. Thompson Editores, México 2000, páginas 846
4. KAUFMANN, A. MÉTODOS Y MODELOS DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES. México, Continental, 1982, páginas 565.
5. KRICK, EDWARD V. INGENIERÍA DE MÉTODOS. México, Limusa, 1991, páginas 513.
6. LONGENECKER G, Justin. ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS. South Western Publishing Co. México 1987, páginas 800.
7. PILOÑA ORTIZ, GABRIEL ALFREDO. RECURSOS ECONÓMICOS DE GUATEMALA Y CENTROAMÉRICA. Centro de Impresiones Gráficas. Guatemala 2005, páginas 280.
8. RENDER, BARRY. PRINCIPIOS DE ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES. Prentice Hall. México 1996, páginas 616.
9. SAENZ QUIROGA, Claudio. PROBLEMAS DE OPTIMIZACIÓN. Universidad de Nuevo León, 1967, páginas 178.
10. TAHA, HAMDY A. INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES UNA INTRODUCCIÓN. México, Prentice Hall, 1998, páginas 989.
11. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS. OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN. Gabriel Ademar Velásquez Soloj, Traductora. Guatemala 2000, páginas 100.

ANEXOS

Anexo No. 1

Cuestionario no. 1

Dirigido al personal operativo del departamento de servicio a domicilio.

Instrucciones:

A continuación se plantean un grupo de preguntas las cuales deben ser completadas con la mayor objetividad posible, el propósito de las mismas servirán de base para la elaboración de tesis de grado.

1. ¿Cuántos paquetes entrega durante la jornada laboral?

20 a 30 30 a 40 40 ó más

2. ¿Cuánto tiempo real en horas utiliza usted para entregar los paquetes durante el día?

2 a 4 horas 4 a 6 horas 6 a 8 horas

3. ¿Cuánto tiempo tiene de trabajar en la empresa?

1 Año 2 años ó más

4. ¿ Que aspectos considera que se pueden mejorar en el servicio de entregas a domicilio?

Anexo No. 2

Cuestionario No. 2

Dirigido a la gerencia del departamento de servicio a domicilio.

Instrucciones:

A continuación se plantean un grupo de preguntas las cuales deben ser completadas con la mayor objetividad posible, el propósito de las mismas servirán de base para la elaboración de tesis de grado.

1. ¿Cómo nacen las rutas a domicilio?
2. ¿ Cual ó cuales fueron las primeras rutas a domicilio de la empresa?
3. ¿ Se han realizado estudios ó investigaciones para la creación de una ruta nueva?
4. ¿ Como ha realizado la empresa la asignación de los mensajeros a las distintas rutas a traves de los años?
5. ¿ Que resultados a obtenido la empresa con este tipo de asignación?
6. ¿Cuáles son lo requisitos que la empresa toma para asignar los mensajeros a las rutas?
Experiencia previa Conocimiento de la ciudad Experiencia en manejo de vehículo tipo panel
7. ¿Existen en la empresa criterios para una asignación óptima?
Si No
¿Porqué? _____

8. ¿Cuenta la empresa con un modelo de ruta a seguir en cuanto a costos y tiempos de entrega?

Si ¿Explique? _____

No ¿Por qué? _____

9. ¿Existen objetivos de entrega dentro de la empresa?

Si ¿En que porcentaje? _____

No ¿Por qué? _____

10. ¿Tiene la empresa controles que registren el total de paquetes no entregados por mensajero durante la jornada laboral?

Sí No

¿Por qué? _____

11. ¿Cómo está considerado el servicio de entregas a domicilio de la empresa?

Bueno Malo Regular

¿por qué? _____

12. ¿Cada cuanto contratan mensajeros para el servicio de entregas a domicilio?

1 año 2 años Ó más