

**Optimización de las Utilidades en la Empresa DM&E S.A.S mediante un Modelo de
Programación Lineal que permita mejorar su Rendimiento Operacional**

Diego Fernando Carranza Ospitia

Lizeth Katherine Moncada Cortes

Estudiantes

Francia Elena Cruz Puentes

Asesor

Universidad Piloto de Colombia

Seccional del Alto Magdalena

Programa de Ingeniería Financiera

Girardot

2019

Agradecimientos

Los autores quieren en primera instancia agradecer a Dios por brindar las capacidades intelectuales necesarias para la elaboración de la presente investigación, al grupo de estudiantes del programa de Ingeniería Financiera de séptimo semestre quienes colaboraron en la recopilación de los datos necesarios para la elaboración del modelo desde la cátedra de modelos operacionales y estocásticos, a los estudiantes del semillero ECOFI quienes apoyaron con la caracterización y recolección de información de la empresa caso de estudio y a la profesora Francia Elena Cruz Puentes por ser tutor y guía en el proceso de estructuración del trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	10
1.Problema	13
1.1 Planteamiento del problema	13
1.2 Formulación del problema.....	17
1.3 Justificación	17
1.4 Objetivos.....	19
1.4.1 Objetivo general.	19
1.4.2 Objetivos específicos.....	20
2. Marco referencial.....	21
2.1 Antecedentes.....	21
2.1.1 Categoría: Optimización.....	21
2.1.1.1 Libros.....	21
2.1.1.2 Artículos	23
2.1.1.3 Documentos Institucionales	25
2.1.1.4 Documentos de Grado	28
2.1.2 Categoría: Programación lineal.....	30
2.1.2.1 Libros.....	30
2.1.2.2 Artículos	32
2.1.2.3 Documentos Institucionales	34
2.1.2.4 Documentos de Grado	35
2.2 Marco teórico.....	37
2.2.1 Optimización.....	38
2.2.2 Programación lineal.....	47
2.2.3 Modelo alternativo de inclusión e innovación productiva.....	63
2.3 Marco contextual.....	66
2.3.1 Girardot.....	66
2.3 Marco legal	77

3. Metodología	80
3.1 Enfoque de la investigación	80
3.2 Método de Investigación	82
3.3 Alcance de la investigación	84
3.4 Diseño de la investigación	87
3.5 Técnicas de recolección de datos	89
3.6 Tratamiento de Datos	91
4. Modelo de programación lineal	93
4.1 Formulación de la función Objetivo	97
4.2 Restricciones	98
4.3 Variables	99
4.3.1 Unidades vendidas	100
4.3.2 Ganancia Unitaria.....	101
4.3.3 Gastos Fijos.....	102
5. Resultados.....	108
6. Conclusiones.....	115
7. Recomendaciones	118
8. Referencias	121
9. Bibliografía.....	123

Lista de tablas

<i>Tabla 1. Libros relacionados con el concepto de optimización</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 2. Artículos relacionados con el concepto de optimización</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 3. Documentos institucionales relacionados con el concepto de optimización</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 4. Documentos de grado relacionados con el concepto de calidad de Vida</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 5. Libros relacionados con el concepto de modelo de programación lineal</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 6. Artículos relacionados con el concepto de modelo de programación lineal</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 8. Documentos de grado relacionados con el concepto de calidad de Vida</i>	<i>36</i>

Lista de figuras

<i>Figura 1. Modelos matemáticos de optimización.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 2. Fases de la investigación de operaciones.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 3. Evolución de la investigación de operaciones</i>	<i>46</i>
<i>Figura 4. Proceso de construcción de modelos</i>	<i>53</i>
<i>Figura 5. Supuestos de la programación lineal</i>	<i>54</i>
<i>Figura 6. Diagrama de flujo del método simplex.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 7. Índice de pobreza multidimensional en el municipio de Girardot</i>	<i>69</i>
<i>Figura 8. Porcentaje de personas con necesidades básicas insatisfechas en el municipio de Girardot.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 9. Método de investigación.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 10. Alcance de la investigación</i>	<i>85</i>
<i>Figura 11. Diseño de la investigación.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 12. Máxima ganancia por grupos de productos.....</i>	<i>109</i>
<i>Figura 13. Ganancia máxima y mínima</i>	<i>112</i>
<i>Figura 14. Gráfica de los rangos que están generando ganancia.....</i>	<i>114</i>

Lista de imágenes

Imagen 1. <i>Complemento Solver de Excel</i>	63
Imagen 2. <i>Localización del municipio de Girardot en Cundinamarca</i>	66
Imagen 3. <i>Mapa de comunas de Girardot</i>	67
Imagen 4. <i>Tamaño poblacional de Girardot</i>	68
Imagen 5. <i>Establecimientos de Girardot según su actividad</i>	71
Imagen 6. <i>Establecimientos de Girardot según su escala de personal</i>	72
Imagen 7. <i>Proceso cuantitativo de la investigación</i>	80
Imagen 8. <i>Proceso cualitativo de la investigación</i>	81
Imagen 9. <i>Base de datos</i>	103
Imagen 10. <i>Variables utilizadas para el Modelo de Programación Lineal</i>	105
Imagen 11. <i>Construcción del Modelo de Programación Lineal</i>	105
Imagen 12. <i>Unidades optimas a vender por cada producto</i>	108
Imagen 13. <i>Productos que están generando perdida</i>	111

Resumen

La presente investigación nace como un aporte al proyecto MAIIP (Modelo Alternativo de Inclusión e Innovación Productiva), en el eje de Encadenamiento Productivo y Asociatividad Estratégica, se enmarca dentro de una investigación aplicada por cuanto se hizo uso de la fundamentación teórica de los modelos de programación lineal por medio del método simplex en un contexto específico para resolver una necesidad o problemática, para el caso de esta investigación el contexto fue DM&E S.A.S empresa caso de estudio.

La metodología que se implementó tuvo un enfoque mixto pues se hizo necesaria la recolección de datos de tipo cualitativo y cuantitativo para optimizar las utilidades de manera eficiente, se implementó un modelo de programación lineal donde su función objetivo era maximizar las utilidades sujeto a unas restricciones las cuales permitieron que los resultados obtenidos fueran acertados y coherentes.

Los resultados indicaron que la máxima utilidad que puede obtener la empresa es de ciento doce millones quinientos setenta mil ochocientos cincuenta y dos coma cuarenta y cuatro (\$112.570.852,44) mensuales, sin embargo el modelo indicó que existen treinta y tres (33) productos que no deben ser vendidos pues están generando pérdidas ya que el noventa y siete por ciento (97%) de ganancia que obtienen por cada producto no alcanza a cubrir los costos de adquisición, por esta razón en la medida que aumenten las ventas de estos mayor será la pérdida para la empresa.

Palabras clave: Optimización de Utilidades, Modelo de Programación Lineal, Modelo Alternativo de Inclusión e Innovación Productiva (MAIIP).

Abstract

The present research was born as a contribution to the MAIIP project (Alternative Model of Inclusion and Productive Innovation), in the axis of Productive Chain and Strategic Associativity, it is part of an applied research because the theoretical foundation of the models of linear programming by means of the simplex method in a specific context to solve a need or problem, for the case of this investigation the context was DM & E S.A.S company case study.

The methodology that was implemented had a mixed approach, since it was necessary to collect qualitative and quantitative data to optimize profits efficiently. A linear programming model was implemented where its objective function was to maximize profits, subject to restrictions which allowed the results obtained to be accurate and coherent.

The results indicated that the maximum profit that the company can obtain is one hundred and twelve million five hundred and seventy thousand eight hundred fifty-two point forty-four (\$ 112,570,852.44) per month. However, the model indicated that there are thirty-three (33) products that should not be sold because they are generating losses, since the ninety-seven percent (97%) of profit obtained for each product does not cover the costs of acquisition, for this reason to the extent that increase sales of these, the greater the loss for the company.

Keywords: Optimization of utilities, Linear Programming Model, Alternative Model of Inclusion and Productive Innovation (MAIIP).

Introducción

La investigación ha sido denominada *Optimización de las utilidades en la Empresa DM&E S.A.S mediante un Modelo de Programación Lineal que permita mejorar su Rendimiento Operacional*.

La presente propuesta de investigación nació como una intención por parte de los autores del aporte que se realizó desde el semillero de investigación ECOFI de la Universidad Piloto de Colombia- Seccional Girardot, al proyecto de investigación que lideró el programa de Ingeniería Financiera en la segunda fase del eje de encadenamiento productivo y Asociatividad estratégica del proyecto macro Modelo Alternativo de Inclusión e Innovación Productiva MAIP.

El objetivo principal de esta investigación fue la optimización de las utilidades de la empresa DM&E S.A.S por medio de un modelo de programación lineal que sirve como herramienta para la toma de decisiones generando un impacto positivo en sus resultados económicos.

Grupo empresarial DM&E S.A.S es una sociedad por acciones simplificada dedicada principalmente a la distribución de productos de consumo como alimentos y bebidas abasteciendo a tenderos y pequeños minimercados de regiones del Tolima y Cundinamarca.

Por lo anterior y una vez efectuada una caracterización de la empresa DM&E S.A.S y evidenciada una necesidad en materia de la comercialización de productos se formuló un modelo de programación lineal en la herramienta de análisis Solver de Microsoft Excel usando el método simplex para maximizar las utilidades.

En el primer capítulo se realizó la presentación del problema de investigación el cual se formuló de la siguiente manera: ¿Cómo optimizar las utilidades en la empresa DM&E S.A.S mediante un modelo de programación lineal que permita mejorar su rendimiento operacional?

Luego se presenta la justificación que se fundamenta en aspectos relacionados con la necesidad evidenciada en la empresa que se impactó y como esto genera beneficios para Girardot lugar donde opera DM&E S.A.S. Para concluir este capítulo se formula el objetivo general y los objetivos específicos los cuales son planteados con el fin de optimizar las utilidades.

A continuación en el capítulo 2 inicialmente se realizó la revisión de antecedentes sobre optimización y programación lineal con el objetivo de identificar en ellos aspectos importantes que nutrieron la presente investigación. Se analizaron libros, trabajos de grado, documentos institucionales y artículos.

Además en este capítulo se muestra la teoría que va relacionada con las categorías de investigación así como el análisis socio-demográfico de Girardot siendo este el municipio donde se encuentra la empresa caso de estudio, por último se presenta la normatividad vigente que sustenta el estudio realizado.

El capítulo 3 muestra el diseño metodológico que se realizó el cual tiene un enfoque mixto pues abarca aspectos cualitativos y cuantitativos que fueron necesarios en el desarrollo de la investigación para la formulación del modelo de programación lineal que maximizará las utilidades.

En el siguiente capítulo se establece el modelo de programación lineal por método simplex en la herramienta de análisis Solver sujeto a unas variables y restricciones las cuales se establecieron teniendo en cuenta la teoría que sustenta este tipo de modelo matemático.

En el capítulo 5 se presenta los resultados obtenidos por el modelo de programación lineal con base en los datos proporcionados por la empresa con relación a la comercialización de sus productos para poder obtener la máxima utilidad.

Para finalizar se establecieron una serie de conclusiones de la investigación y recomendaciones dirigidas a la empresa DM&E S.A.S con el fin de brindar una noción en posibles aspectos a mejorar. Adicionalmente se trae a colación las referencias bibliográficas que se utilizaron.

1. Problema

1.1 Planteamiento del problema

Actualmente la pymes son las empresas con mayor participación en la economía colombiana estas han fortalecido el crecimiento y desarrollo del país, por tal razón esta modalidad es cada vez más común porque permite al empresario crecer rápidamente en el mercado, además el gobierno ha establecido una serie de mecanismos de apoyo que permiten potencializar las Pymes.

Aunque las Pymes no cuentan individualmente con un gran número de empleados se puede evidenciar que son estas las que mayor empleo proporcionan en Colombia pues existen muchas empresas de este tipo que han contribuido a la disminución de la tasa de desempleo.

Además es evidente que este tipo de empresa está tomando fuerza en el mercado siendo generadora en gran medida de empleo en el país lo cual sin duda alguna ha fortalecido la economía nacional, de hecho un gran número de estas empresas han logrado expandirse internacionalmente mostrando la capacidad productiva y emprendedora que tienen los colombianos para crear empresa.

Colombia ha necesitado de un cuarto de siglo para transformar su economía y ganarse un lugar en el contexto internacional. De acuerdo con el Banco Mundial, mientras en 1990 tenía el PIB número 40 del planeta, en 2014 ascendió al puesto 26. Su agregado productivo pesa US\$377.739,6 millones, lo que le permite ser la cuarta economía de América Latina y el Caribe. En dicha evolución, el parque fabril ha sido el mayor responsable y dentro de este espacio las microempresas, pequeñas y medianas empresas se han convertido en protagonistas de primer orden por su impacto en varios indicadores macroeconómicos. Según el Dane, las Mipymes generan alrededor de 67% del empleo y aportan 28% del Producto Interno Bruto (PIB). (Dinero, 2016)

Por lo anterior las pymes son la muestra clara y fehaciente de la capacidad de resiliencia que tiene el sector empresarial colombiano, gracias al aporte que genera estas pequeñas y medianas empresas en el crecimiento y fortalecimiento empresarial ha permitido al país convertirse en una de las economías más competitivas y apetecidas por inversionistas a nivel mundial.

La concentración de pymes en Colombia se encuentra principalmente en la ciudad de Bogotá y en departamentos como Antioquia, Valle del Cauca y Cundinamarca. Según el DANE, en el censo económico se estima que hay 1.422.117 empresas en Colombia, de las cuales el 96.4% clasifican como Mipymes: microempresas (92.6%) y empresas pequeñas y Medianas (3.7%). (Romero, Melgarejo, & Vera, 2015, pág. 33)

En relación al párrafo anterior es necesario resaltar que Bogotá se considera el epicentro de las pymes en Colombia pues es la ciudad con mayor número de empresas de este tipo, sin embargo siendo las pequeñas y medianas empresas el motor de la economía colombiana deben buscar estrategias que les permitan mantenerse en el mercado por un largo plazo, esto con el fin de estar preparados para enfrentar los desafíos macroeconómicos nacionales e internacionales que puedan afectar su productividad, crecimiento y permanencia en el mercado, aunque son en gran medida consideradas como sostenibles no dejan de ser sensibles a cambios en el ciclo económico de la nación.

En efecto el segmento de las Pymes con relación a la economía del país sigue siendo cuestionable pues de un lado es evidente el aporte al crecimiento de la economía pero por otro lado existen entornos que hacen que su competitividad no sea la esperada por los empresarios sobre todo en momentos donde el país registra desaceleración.

Por tal razón es necesario que estas empresas adopten nuevas estrategias que les permitan cubrirse en los momentos en que la economía nacional registre desaceleración, algunas de estas deben basarse en la productividad, expansión a nuevos mercados e innovación, lo que les permitirá estar preparadas a los desafíos económicos que afronta el país.

Además es necesario que las pequeñas y medianas empresas implementen el uso de herramientas tecnológicas y financieras que permitan realizar una valoración con relación al sector en el que se encuentra y las oportunidades de expansión a nuevos mercados nacionales e internacionales, todo esto con el fin de robustecer la capacidad productiva de las Pymes frente a fluctuaciones de la economía garantizando mejores retornos económicos.

Según el análisis económico denominado: Nuevos hallazgos de la supervivencia y crecimiento de las empresas en Colombia realizado por Confecámaras:

Con relación a la supervivencia empresarial, se encontró que, de cada 100 empresas creadas formalmente en 2012, sobreviven 34 al término de cinco años. Esta cifra es superior en cinco puntos porcentuales a la observada para la cohorte de empresas analizadas en el estudio anterior realizado por Confecámaras, centrado en las empresas nacidas en 2011, y que arrojó que de cada 100 empresas creadas sólo sobrevivían 29 luego de cinco años. (Confecámaras, 2018, pág. 4)

Aunque en el estudio mencionado anteriormente se evidencia que el número de empresas que han logrado permanecer en el mercado es mayor sigue siendo un resultado muy bajo pues son menos del 50% las empresas que han logrado sobrevivir al término de cinco años, lo que indica que siguen teniendo problemas en cuanto a la implementación de estrategias de productividad y permanencia en el mercado que permita cubrirse en los momentos de crisis de la economía colombiana.

Continuando con el análisis de competitividad y permanencia de las pequeñas y medianas empresas es necesario analizar también el comportamiento de las Pymes en el departamento de Cundinamarca con el fin de identificar el aporte que estas proporcionan a la economía departamental.

En relación a lo anterior se evidencia que en el departamento de Cundinamarca existen tres sectores económicos fuertes según *la gran encuesta PYME regional* realizada por la *Asociación Nacional de Instituciones Financieras* que son: Industrial, comercio y servicios; las empresas que pertenecen a estos sectores aunque han tenido un crecimiento

importante en los últimos años siguen registrando inconvenientes en cuánto a supervivencia a largo plazo en el mercado pues no están teniendo en cuenta las fluctuaciones macroeconómicas a las que se pueden enfrentar.

En efecto en el departamento son cada vez más las Pymes que buscan un posicionamiento y reconocimiento en el mercado pero desafortunadamente muchas de estas empresas no logran su objetivo, y su permanencia es muy corta por falencias en su productividad y en la toma de decisiones eficientes en los momentos de coyuntura nacional.

De igual manera esta problemática se ve reflejada en las empresas del municipio de Girardot pues es evidente que la corta permanencia en el mercado se debe a la falta de implementación de estrategias que buscan el posicionamiento y expansión del sector empresarial.

El estancamiento en el que se encuentra el sector productivo en Girardot es notorio; la ausencia de políticas que definan un sentido pertinente y apropiado en miras de lograr índices de mejora en temas de competitividad y sostenibilidad son notorios; es claro que ante ello se identifican múltiples necesidades a las que están expuestas las empresas formalizadas en el municipio. Todo esto causa un retroceso que incide sobre la calidad del desarrollo integral productivo, el beneficio y el bienestar para la ciudad y sus habitantes, manteniendo estática a Girardot ante los cambios de la globalización que han ocurrido durante las dos últimas décadas, sobre todo en los patrones de producción. (Romero, Godoy, & Mogollon, 2018, pág. 24)

Al mismo tiempo la gran mayoría de Pymes en Girardot presentan problemas en sus actividades operacionales pues no están teniendo en cuenta muchos factores de la economía que influyen directamente en la competitividad de las empresas, por esta razón es necesaria la implementación de estrategias productivas y de gestión que permitan una mayor permanencia en el mercado.

Luego de revisar la situación actual en que se encuentra el sector empresarial a nivel nacional, departamental y municipal se evidencia la necesidad de generar políticas internas en las empresas que permita mejorar sus resultados económicos para lograr posicionarse en el mercado.

Para el caso puntual de esta investigación se hace énfasis en la empresa DM&E S.A.S, donde después de realizar una caracterización de la situación de la empresa en cuanto a productividad se pudo establecer que no está teniendo en cuenta algunos factores internos y externos que afectan la comercialización de sus productos.

Por otro lado se identifica que la empresa no está haciendo uso eficiente de los recursos pues no está teniendo en cuenta todo un análisis económico para la asignación de precios en los productos que comercializa, además están realizando compras innecesarias que aumentan el valor de los inventarios.

Por esta razón la empresa debe implementar estrategias de gestión o hacer uso de herramientas de análisis financiero que le permita conocer la situación actual en cuanto a productividad, buscando la optimización de sus utilidades haciendo uso eficiente de sus recursos financieros con el fin de realizar los ajustes necesarios en la toma de decisiones gerenciales que garanticen a la empresa ser más competitiva y expandirse en el mercado.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo optimizar las utilidades en la empresa DM&E S.A.S mediante un modelo de programación lineal que permita mejorar su rendimiento operacional?

1.3 Justificación

La presente investigación busca la optimización de las utilidades en la empresa DM&E S.A.S mediante un modelo de programación lineal que permita mejorar sus rendimientos operacionales brindando una herramienta de análisis con relación a los resultados económicos que están obteniendo por la comercialización de sus productos y una investigación sobre el comportamiento del mercado en el que se encuentra.

Por tal razón para el desarrollo de esta investigación que se realizó inicialmente desde el semillero ECOFI se pudo determinar la viabilidad de la misma contando con una amplia información acerca del proceso de la comercialización y asignación de precios de los productos que maneja actualmente la empresa DM&E S.A.S, contando siempre con la disposición de parte de los empresarios para el suministro de recursos e información necesaria para la formulación del modelo de programación lineal.

La factibilidad de la presente investigación viene dada gracias al alcance que se tiene en los datos necesarios para la construcción del modelo lineal que permitiera la optimización de las utilidades en la empresa DM&E S.A.S, contando además con las herramientas proporcionadas por la escuela de semilleros, el acompañamiento de los docentes y el conocimiento adquirido durante el proceso de formación en el semillero ECOFI.

La presente investigación genera valor a la empresa DM&E S.A.S a partir de un cambio en el manejo actual de las ventas de sus productos, al implementar el modelo de programación lineal es posible conocer las cantidades que deben venderse de cada producto para obtener la máxima utilidad.

Además el determinar la cantidad que se debe vender de cada producto permite a la empresa conocer aquellos que están generando ganancias y por el contrario los que no, con el fin de obtener una herramienta de análisis que sirva como apoyo en la toma de decisiones gerenciales que van relacionadas con el incremento de sus utilidades lo cual contribuye colateralmente al progreso de la región fortaleciendo el sector empresarial.

El desarrollo de esta investigación permitió a los autores nutrir el perfil como Ingenieros Financieros permitiendo aplicar los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación académica con el fin de aportar al programa de Ingeniería Financiera trabajos que permitan robustecer la línea de investigación Diseño de procesos, estrategias e instrumentos financieros para la solución de problemas en un contexto económico-financiero.

El alcance del presente estudio permite que la empresa DM&E S.A.S genere eficiencia y mayor competitividad en el mercado al conocer y determinar una manera más acertada de maximizar sus utilidades con relación a la comercialización eficiente de sus productos, al conocer con mayor exactitud la rotación de sus productos y evitar compras innecesarias que incrementen el valor de sus inventarios.

Este modelo podrá tener un gran impacto al tener la posibilidad de replicarse en empresas similares que tengan las mismas necesidades, el trabajo de investigación no involucra los posibles efectos que puedan existir en la relación con los proveedores al variar las cantidades compradas habitualmente.

Por consiguiente es necesario destacar la importancia que tiene la presente investigación para el programa de Ingeniería Financiera de la Universidad Piloto de Colombia seccional de Girardot debido a que hasta el momento no se ha realizado ningún trabajo relacionado con la optimización de utilidades a través de un modelo de programación lineal aplicado a una empresa del sector real.

Por último la presente investigación genera un gran impacto en el programa porque permite reconocer las capacidades que tiene el ingeniero financiero como autor en la solución de problemas financieros a través de herramientas matemáticas que permitan nutrir y enriquecer las líneas de investigación que maneja el programa.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general.

Optimizar las utilidades en la empresa DM&E S.A.S mediante un modelo de programación lineal que permita mejorar su rendimiento operacional.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar una caracterización y diagnóstico de las necesidades en la empresa DM&E S.A.S en materia de optimización de recursos.
- Formular un modelo de programación lineal en la empresa DM&E S.A.S que permita la maximización de las utilidades.
- Generar una serie de recomendaciones con base a los resultados del modelo de programación lineal con el fin de proporcionar un soporte en la toma de decisiones gerenciales que busquen el fortalecimiento empresarial de DM&E S.A.S.

2. Marco referencial

2.1 Antecedentes

Las categorías utilizadas en la presente investigación corresponden a Optimización, Programación Lineal y MAIIP las cuales fueron seleccionadas debido a que están directamente relacionadas con el objetivo principal que busca la optimización de las utilidades en la empresa caso de estudio.

2.1.1 Categoría: Optimización

A continuación se muestra la bibliografía consultada con relación a la primera categoría de investigación denominada optimización en donde se consideraron los aportes obtenidos por libros, artículos, documentos institucionales y documentos de grado, para conocer y determinar los antecedentes relacionados al tema de investigación.

2.1.1.1 Libros

Titulo	Autor	Editorial – Año	País	Aporte
Optimización y eficiencia en los cálculos de ingeniería mediante hojas de cálculo	-Santamarta Cereza, Juan Carlos	Editorial Universidad de La Laguna, 2018.	España	Existen actividades complejas que suelen contener muchos cálculos que consumen mucho tiempo, es por eso que la optimización puede ser diseñada a través de las hojas de cálculo con el fin de optimizar una variable. Este libro nutre la investigación pues muestra una guía para la optimización de las utilidades mediante las hojas de cálculo en Excel.
	-Tomás, Roberto			
	-Rodríguez-Martín, Jesica			
	-Hernández Gutiérrez, Luis E.			
	-Cano, Miguel			
	-Riquelme, Adrián			

Titulo	Autor	Editorial – Año	País	Aporte
Optimización dinámica y teoría económica	-Bonifaz, José Luis -Lama, Ruy	Editorial Universidad del Pacífico, 2013.	Perú	La optimización puede ser aplicada al análisis económico y cubrir los tópicos de programación matemática, optimización dinámica y teoría de juegos. Este libro es importante pues permite conocer métodos matemáticos que optimicen las utilidades, teniendo en cuenta un análisis económico

Tabla 1. Libros relacionados con el concepto de optimización

Fuente: Construcción propia, 2019.

El concepto de optimización ha venido evolucionando a tal punto de estar relacionado como una técnica que busca la maximización de las utilidades en las empresas esta optimización se ve inmersa en varios proyectos de investigación, no solo en el entorno económico sino también en el sector de educación, informático, de servicios, entre otros.

El diseño de estrategias que permitan mejorar algún factor en alguna institución es cada vez más común es por esto que la optimización la definen como la programación matemática que se hace con el fin de mejorar el estado actual de dicha institución.

Con relación a los libros mencionados en la tabla No. 1 es necesario destacar el denominado: *Optimización y eficiencia en los cálculos de ingeniería mediante hojas de cálculo* de los autores *Santamarta et al*, pues resaltan la importancia de tener clara la programación matemática en Excel, pues es necesario tener claro las variables y restricciones por las cuales se va a regir el modelo con el fin de realizar una correcta optimización.

En este caso puntual es importante lo mencionado por los autores pues permite formular un modelo de programación lineal que apunte al objetivo principal de la investigación el cual es la maximización de las utilidades en la empresa DM&E S.A.S bajo unas variables y restricciones que se ven inmersas en los resultados.

En la siguiente tabla se relacionan los diferentes artículos analizados con el fin de nutrir y fortalecer la importancia que tiene la optimización en una empresa como base fundamental en los resultados económicos, además de conocer diferentes métodos de optimización que permiten la eficiencia en el uso de los recursos con el fin de obtener un óptimo beneficio.

2.1.1.2 Artículos

Nombre	Autor	Fuente	Descripción
Métodos clásicos de nicho para optimización multimodal: una breve revisión	-Gonzalo Nápoles -Ricardo Navarro	Revista Cubana de Ciencias Informáticas, Vol. 7, Iss 2 (2013)	<p>En las últimas dos décadas los métodos poblacionales de optimización han sido muy usados por su capacidad para encontrar buenas soluciones con un esfuerzo bajo, convergiendo a un único óptimo global.</p> <p>Es importante el tener claro los diferentes métodos de optimización que se ven inmersos en todas las actividades empresariales, por tal razón este artículo permite nutrir la base teórica acerca de la importancia que tiene la optimización en una empresa con el fin de lograr un óptimo beneficio.</p>

Nombre	Autor	Fuente	Descripción
La optimización de las finanzas corporativas, factor relevante en los resultados económicos	-Richard Pérez	CONHISREMI, Vol 8, Iss 1, Pp 144-154 (2012)	<p>La optimización de las finanzas es la eficiencia administrativa de los recursos financieros y su aprovechamiento al máximo, reduciendo costos y aumentando las utilidades.</p> <p>Es importante identificar los diferentes planteamientos en la toma de decisiones con el fin de garantizar que la empresa busque la permanencia a largo plazo en el mercado. Este artículo permite establecer la relación que existe entre los resultados económicos y la óptima implementación de estrategias en el aprovechamiento de los recursos, con el fin de garantizar a la empresa la máxima utilidad.</p>

Tabla 2. Artículos relacionados con el concepto de optimización

Fuente: Construcción propia, 2019.

Existen diversas metodologías que han sido creadas con el fin de realizar ejercicios de optimización completos que proporcionen resultados confiables, por tal razón se hace necesario destacar el papel que ha tenido la optimización en los resultados de las empresas en donde se han aplicado algún tipo de modelo que involucren este tema con el fin de mejorar aspectos en la toma de decisiones en cuanto a productividad y que además permita a las empresas ser más competitivas en el mercado.

En esta investigación el concepto de optimización se abordó como una metodología que permitiera a la empresa DM&E S.A.S mejorar sus resultados económicos a través de un modelo de programación lineal con el fin de proporcionar a la empresa un apoyo en la toma de decisiones.

Los artículos mencionados en la tabla No.2 evidencian la importancia que tiene la optimización como metodología para el mejoramiento de los resultados en una empresa. En el artículo llamado: *La optimización de las finanzas corporativas, factor relevante en los resultados económicos* de Richard Pérez, explica claramente la importancia que tiene el involucrar la optimización como herramienta de mejora en la toma de decisiones empresariales pues es evidente la relación que existe entre optimización y productividad empresarial.

En la revisión de antecedentes con relación a documentos institucionales se plantea la siguiente tabla con el fin de establecer los aportes más relevantes que brindan estos documentos en el fortalecimiento de la investigación analizando las diferentes aplicaciones en las que se puede implementar un modelo de optimización para darle solución a una necesidad puntual.

2.1.1.3 Documentos Institucionales

Institución	Autor – Año	Título	Aporte
Universidad nacional de Colombia	-Josimar Tello Maita	Modelos de optimización para sistemas de potencia en la evolución hacia redes inteligentes:	Los modelos de optimización recientemente han sido aplicados al diseño y operación de los sistemas de potencia hacia la conformación de las redes inteligentes que permita potencializar los resultados.
	-Agustin Rafael Marulanda Guerra 2017	Una revisión	Por esta razón es necesario resaltar la importancia que tiene el tema de optimización como herramienta fundamental en el diseño de modelos y operaciones que permitan aprovechar al máximo los recursos. Además, es importante involucrar el tema de optimización como un modelo que permita aprovechar al máximo los recursos.

Institución	Autor – Año	Título	Aporte
Centro de Estudios de Dirección Empresarial Territorial de la Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte Loynaz	-Camacho Rodríguez, AlioskyA01 -Machado Chaviano, Esther Lidia A	Optimización de los niveles de inventario con enfoque colaborativo en una cadena de suministros de servicios turísticos	La optimización puede trabajarse con los inventarios teniendo un enfoque colaborativo, en empresas de servicios, mediante una visión justo a tiempo, de manera conjunta comprador-intermediario-proveedor. Por lo anterior es importante destacar que este documento institucional permite establecer la importancia que tiene la gestión de inventarios en los procesos productivos, teniendo en cuenta que para este trabajo se determinara las cantidades optimas a vender de cada producto con el fin de maximizar las utilidades.
México D.F. ; Bogotá ; Chile : Alfaomega Grupo Editor, 2016	- Cuevas Jiménez, Erik V. 2016	Optimización: algoritmos programados con MATLAB	La optimización y métodos de cómputo evolutivo, algoritmos genéticos y estrategias evolutivas han sido creadas con el fin de complementar el concepto de optimización. Este documento permite entender la forma en cómo se optimiza por medio de un sistema de cómputo denominado MATLAB. Además, proporciona una guía para entender la forma en que se programa un modelo de optimización, explicando el paso a paso y la importancia que esto tiene en los resultados pues permite establecer modelos eficientes a través de programación.

Tabla 3. Documentos institucionales relacionados con el concepto de optimización

Fuente: Construcción propia, 2019

En los documentos revisados se puede encontrar que actualmente se están implementando metodologías que permiten diseñar procesos para potencializar los resultados, lo cual está relacionado con el objetivo que todas las empresas buscan el de ser competitivas y autosostenibles en el mercado.

Los conceptos que ofrecen las entidades institucionales mencionadas anteriormente permiten evidenciar como la optimización se está implementando en diversos campos porque es una de las formas más eficiente de mejorar los resultados económicos de una empresa, es necesario resaltar que cada vez más se están diseñando metodologías que permiten la optimización de una manera más completa.

La optimización es una metodología que se puede implementar a través de muchos modelos y algoritmos que permiten la solución eficiente de problemas, es importante analizar las posibles aplicaciones de la optimización en otras herramientas de programación que permitan nutrir el alcance que tiene este tema, aunque para esta investigación la optimización de las utilidades se realizó en la herramienta de análisis Solver que se encuentra en Microsoft Excel es interesante conocer como un modelo similar puede ser aplicado en otros programas.

Por lo anterior es importante destacar el artículo: *Optimización: algoritmos programados con MATLAB* de Cuevas Jiménez Erik el cual muestra de una manera amplia y detallada la implementación de la optimización a través de este programa para resolver problemas complejos, explicando paso a paso cada uno de los algoritmos implementados en esta herramienta.

También es necesario resaltar el artículo denominado: *Optimización* de Pérez Schile, pues muestra un claro ejemplo de cómo implementar la optimización para la solución de problemas a través de la herramienta Solver, este artículo nutre la investigación pues permite la contextualización y solución de problemas en la empresa caso de estudio por medio del modelo de programación lineal.

Para finalizar la revisión de antecedentes en la categoría de optimización se tuvieron en cuenta aportes importantes de tres documentos de grado que se relacionan en la tabla No.4 donde se explica la importancia que tiene la optimización actualmente en cualquier área de una empresa para fortalecer la rentabilidad aplicando métodos eficientes y asertivos.

2.1.1.4 Documentos de Grado

Universidad	Título	Autor – Año	Aporte
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)	Optimización de los procesos financieros y el nivel de rentabilidad de Everis América a través de un centro de servicios compartidos (CSC)	-Rojas Cornelio, Lisette Amanda 2018	Muestra una relación entre la optimización de los procesos financieros y la rentabilidad que existe al permitir la disminución de los costos. Este tema aporta a la investigación porque permite establecer la importancia que tiene el optimizar los procesos financieros para maximizar las utilidades.
Pontificia Universidad Católica del Perú	Problemas de optimización mediados por el geogebra que movilizan el concepto de derivada de funciones reales de variable real en estudiantes de ingeniería	-Cruzado Quispe, Ever Franklin 2018	La optimización puede ser una solución confiable y rápida para los estudiantes de las diferentes carreras de ingeniería, pues coordinan registros de representación semiótica al resolver problemas de optimización. El presente documento de grado fortalece la importancia que tiene la optimización aplicada a través de un programa matemático.

Universidad	Título	Autor – Año	Aporte
Universidad de las Américas	Propuesta de optimización del proceso de compras en la cadena de abastecimiento de la empresa Solufer por medio de pronósticos de demanda y gestión de inventarios	-Cano Monteverde, Ricardo Esteban -Viteri Sánchez, Cristina Belén 2018	La optimización ha sido utilizada para la optimización en el proceso de compras, con el fin de proponer una mejora en la cadena de abastecimiento de una empresa. Este tema permite mejorar el proceso de compra de los productos con el fin de no aumentar el valor de los inventarios innecesariamente.

Tabla 2. Documentos de grado relacionados con el concepto de calidad de Vida

Fuente: Construcción propia, 2019.

Los trabajos de grado revisados muestran un concepto de optimización relacionado a la aplicación que está teniendo en diversos campos, la adaptación que se le está dando con diferentes metodologías que buscan satisfacer alguna necesidad específica de una manera completa, esto se debe a que la evolución de este concepto ha sido muy grande a tal punto que se considera una forma de resolver problemas complejos de una manera eficiente.

El determinar una correcta optimización en la empresa DM&E S.A.S es de vital importancia pues permite a sus propietarios tomar decisiones a partir de los resultados proporcionados en la optimización de utilidades que se realizó, con el fin de conocer cuáles eran los productos que estaban generando ganancias y aquellos que por el contrario estaban aumentando los costos.

En consecuencia es importante destacar el documento de grado denominado: *Propuesta de optimización del proceso de compras en la cadena de abastecimiento de la empresa Solufer por medio de pronósticos de demanda y gestión de inventarios* de los autores *Cano Ricardo y Sánchez Cristina*, el cual permite tener un ejemplo claro de cómo implementar un modelo de optimización en una empresa comercializadora de productos con el fin de identificar que tanta ganancia están generando dichos productos analizando el comportamiento de los inventarios.

A continuación se presenta la revisión de antecedentes para la segunda categoría de investigación denominada modelo de programación lineal, donde también se tuvieron en cuenta los mismos documentos para fortalecer la investigación realizada en la empresa DM&E S.A.S.

2.1.2 Categoría: Programación lineal

2.1.2.1 Libros

Titulo	Autor	Editorial – Año	País	Aporte
Programación lineal aplicada (Segunda edición)	-Guerrero Salas, Humberto.	Editorial Eccoe, Julio 2017.	Colombia	Brinda las herramientas, procedimientos y técnicas para resolver todo tipo de problemas de programación lineal, haciendo énfasis en la explicación paso a paso de cada uno de los métodos. Este libro proporciona un gran aporte para esta investigación pues explica como la programación lineal puede estar inmersa en cualquier área o dependencia de una empresa. Además, explica las metodologías de estos modelos y cómo implementarlos para la optimización.
Programación lineal: métodos cuantitativos para la toma de decisiones	-Suñe, Albert. -Fonollosa, Joan B. -Fernández, Vicenc. -Sallan, Josep M.	Editorial Universitat Politècnica de Catalunya- Julio 2016.	España	Este libro muestra el uso de la programación lineal para resolver problemas de toma de decisiones, e introduce la técnica de la programación lineal en un sentido amplio y didáctico. La importancia de este documento radica en que proporciona una explicación amplia y clara acerca de cómo diseñar modelos de programación lineal para la solución de problemas complejos.

Titulo	Autor	Editorial – Año	País	Aporte
Investigación de operaciones	-Taha Hamdy A.	-Editorial Pearson, 2012	México	<p>La investigación de operaciones comprende el modelado matemático, soluciones factibles, optimización y cálculos iterativos.</p> <p>Este libro ha sido de gran apoyo en el desarrollo del modelo de programación lineal porque explica claramente como diseñar un modelo de este tipo teniendo en cuenta una serie de restricciones y variables que son parte fundamental en los resultados que se obtengan.</p>

Tabla 5. Libros relacionados con el concepto de modelo de programación lineal

Fuente: Construcción propia, 2019.

La solución de problemas permite la toma de decisiones asertivas con el fin de encontrar el máximo beneficio para ello existe lo que se conoce como programación lineal la cual ha venido tomando fuerza a lo largo del tiempo permitiendo el aprovechamiento de los recursos de una manera óptima por medio de la modelación matemática que permite el maximizar o minimizar una función lineal.

Es por esto que se evidencia la importancia que tiene la programación lineal en la toma de decisiones permitiendo dar soluciones factibles a problemas complejos que se presentan en diferentes campos de estudio partiendo de una función objetivo sujeta a unas restricciones o limitaciones.

La tabla No. 5 muestra los diferentes libros analizados con el fin de nutrir el presente trabajo de investigación en cuanto a la implementación de un modelo de programación lineal mostrando diferentes alternativas para el planteamiento y desarrollo de un modelo de este tipo.

Por tal razón es importante resaltar el libro llamado: *Programación lineal: Resolución de problemas en Hoja de cálculo* del autor *Mokotoff Ethel* quien plantea las ventajas que tiene el correr este tipo de modelo matemático en hojas calculo indicando el paso a paso, además ejemplifica la contextualización de todas las variables y restricciones que conforman el modelo de programación lineal.

Lo anterior permite a los autores tener una guía para el planteamiento del presente modelo de programación lineal en hojas de cálculo de Excel con el fin de maximizar las utilidades en la empresa DM&E S.A.S pues este libro explica de manera amplia y clara como implementar esta metodología.

La programación lineal a lo largo del tiempo se ha fortalecido como herramienta para la optimización en una empresa, por tal razón en esta revisión de antecedentes es importante destacar algunos artículos relacionados con la programación lineal con el fin de extraer de cada uno de ellos los aportes relevantes para el desarrollo del modelo entendiendo cada uno de los planteamientos proporcionados en estos documentos descritos a continuación.

2.1.2.2 Artículos

Nombre	Autor	Fuente	Descripción
Materiales interactivos para la resolución de un problema de programación lineal usando el método simplex	-M. J. García -Ligero y P. -Román, P	Revista Investigación Operacional, Vol 31, Iss 2, Pp 171-179, (2010)	Este documento presenta materiales educativos interactivos para un aprendizaje agradable de la solución de un problema de programación lineal utilizando el método Simplex. Este tema es de gran importancia para la investigación porque explica el método simplex para correr un modelo de programación lineal, el cual fue utilizado en la presente investigación, indicando cómo aplicarlo en Solver.

Nombre	Autor	Fuente	Descripción
Aplicación de la programación lineal a la diversificación azucarera	- Ferrer, Hilda Oquendo.	Centro Azúcar. jul-sep2001, Vol. 28 Issue 3, p63-70. 8p.	Ofrece una metodología general para la aplicación del método de la programación lineal mezclada con la solución de problemas de estrategia de diversificación azucarera.
	-Gutiérrez, Hilda Oquendo.		
	-Zafra, Lourdes Crespo.		Este artículo nutre esta investigación porque permite tener un claro ejemplo de cómo implementar un modelo de programación
	-Suarez, Erenio González.		línea para la optimización de utilidades.

Tabla 6. Artículos relacionados con el concepto de modelo de programación lineal

Fuente: Construcción propia, 2019.

Los modelos de programación lineal necesitan tener una función objetivo que puede ser maximizar o minimizar alguna variable estando sujeta a unas restricciones o limitantes con el fin de que los resultados que este modelo proporcione sean más seguros, es por eso que en la revisión de los artículos se tuvo en cuenta aquellos que brindaran un aporte importante en el fortalecimiento del planteamiento del modelo lineal.

En esta investigación se implementó un modelo de programación lineal por el método Simplex desarrollado en Solver con el objetivo de maximizar las utilidades en la empresa DM&E S.A.S. Por esta razón se debe destacar el aporte brindado por el artículo mencionado en la tabla No. 6 denominado: *Materiales interactivos para la resolución de un problema de programación lineal usando el método simplex* de los autores *M.J García et al*, porque este artículo brinda ejemplos claros de cómo gracias a el método simplex se puede optimizar eficientemente una función objetivo.

Existe un gran número de autores que han hablado acerca de la programación lineal como instrumento para la optimización de recursos teniendo en cuenta que cada vez más son las empresas que implementan este tipo de modelos para optimizar sus resultados económicos.

Por lo anterior es importante analizar los siguientes documentos institucionales para conocer otros métodos de programación que al igual permiten optimizar los resultados en un problema determinado, además en estos documentos se analiza la importancia que tiene el implementar modelos de este tipo.

2.1.2.3 Documentos Institucionales

Institución	Autor – Año	Título	Aporte
Tecnológico Nacional de México en Celaya	-Alcaraz Avendaño	Programación lineal	Utiliza la programación lineal por metas,
	-Claudia Mayela 2018	por metas: una alternativa para la toma de decisiones	mejor conocida como programación meta (PM), es una técnica de la investigación de operaciones importante para la toma de decisiones. El presente artículo es de gran relevancia porque aunque implementa un modelo de programación diferente al trabajado, muestra los beneficios que trae el trabajar con otra metodología.
Universidad Católica de Chile	-Marcos Singer	Una práctica de la optimización lineal: datos, modelos y decisiones	Un método para razonar por abstracción-deducción-interpretación es identificar los parámetros y variables de decisión de un problema de toma de decisiones. Es importante el aporte proporcionado por este documento, pues explica la solución de problemas por método simplex con el objetivo de presentar la teoría y la práctica de la optimización. Además hace énfasis en las hojas de cálculo de Excel, herramienta que ya viene predeterminada para diseñar modelos de este tipo.

Tabla 7. Documentos institucionales relacionados con el concepto de modelo de programación lineal

Fuente: Construcción propia, 2019.

La importancia que tiene los modelos de programación lineal radica en que permite identificar de forma rápida las expectativas esperadas reduciendo los riesgos que pueden estar asociados a la investigación que se esté realizando, además muestra cómo se han creado metodologías que junto con los modelos de programación lineal proporcionan una herramienta más completa.

De los documentos institucionales relacionados en la tabla No.7 se destaca la importancia que tiene el documento denominado: *Una práctica de la optimización lineal: datos, modelos y decisiones* de Marcos Singer porque explica cómo solucionar problemas de optimización por método simplex desarrollados en hojas de cálculo de Excel con el fin de optimizar una función objetivo.

Existen gran variedad de trabajos de grado que buscan dar solución a problemas por medio de programación lineal. Para el caso puntual de esta investigación se analizaron los documentos presentados en la siguiente tabla, los cuales fueron de gran ayuda en la construcción y desarrollo no solo en el planteamiento del modelo lineal sino para afianzar la base teórica que sustenta esta categoría de investigación.

2.1.2.4 Documentos de Grado

Universidad	Título	Autor - Año	Aporte
Universidad Privada del Norte, Perú	Impacto de la programación lineal con el uso de solver en la optimización de las operaciones de carguío-acarreo de mineral en la Mina Lagunas Norte, la Libertad, 2017	-Campos Vásquez, Miguel Ángel -Ricra Quispe, Rolan Diesel -Gonzáles Yana, Roberto Severino 2017	Las hojas de cálculo de Excel a través del complemento Solver permite resolver problemas de optimización de procesos basados en el modelo matemático de programación lineal denominado Simplex. Este tema es de gran relevancia debido a que explica la metodología utilizada en el solver para resolver un modelo de programación lineal por medio del método simplex, método implementado en la presente investigación., indicando el procedimiento de aplicación para esta metodología.

Universidad	Título	Autor - Año	Aporte
Universidad Nacional Mayor de San Marcos	Optimización de la distribución de posiciones dentro del almacén mediante programación lineal en la empresa JDM Ingenieros SAC	-Chávez Aco, Katherine Izamar -Dávila Morey, Dante 2018	<p>En este documento se elaboró un modelo matemático de optimización, donde dicho planteamiento está basado en la Programación Lineal. Con el fin de Optimizar la distribución de las posiciones dentro de los almacenes.</p> <p>Al analizar este documento se puede establecer la importancia que tiene en el trabajo, porque muestra un ejemplo de modelación a través de programación lineal aplicado a una empresa con el fin de mejorar la rotación de sus productos identificando aquellos que mayor ganancia le genera a la empresa y los que por el contrario están generando costos innecesarios.</p>
Universidad Señor de Sipán	Aplicación de programación lineal en la planeación y programación de la producción de azúcar, para mejorar la productividad de la empresa agroindustrial Pomalca S.A.A	-Monja Gallo, Merly Suggey -Sedan Rengifo, Manuel Linorio -Arrascue Becerra, Manuel Alberto 2016	<p>La herramienta de programación lineal (PL) es de gran utilidad en la actualidad en la industria al momento de determinar el programa óptimo de producción, el cual está inmerso en un conjunto de restricciones. El aporte de este documento radica en que proporciona un claro ejemplo de cómo establecer un modelo de programación lineal con el fin de optimizar la utilidad en una empresa. Además, permite afianzar la base teórica del trabajo.</p>

Tabla 8. Documentos de grado relacionados con el concepto de calidad de Vida

Fuente: Construcción propia, 2019.

En la revisión de los documentos de grado se puede evidenciar que el tema de los modelos de programación lineal es común, esto se debe a que proporcionan resultados confiables a partir de un análisis de posibles escenarios dentro de un problema de optimización brindando información confiable que responda a necesidades puntuales.

En la revisión de trabajos de grado es necesario resaltar el documento llamado: *Impacto de la programación lineal con el uso de solver en la optimización de las operaciones de carguío-acarreo de mineral en la Mina Lagunas Norte, la Libertad, 2017* de los autores Campos Miguez et al, debido a que explica la metodología para trabajar en Excel utilizando Solver para dar solución a problemas complejos de programación lineal.

2.2 Marco teórico

En el siguiente apartado se pretende mostrar cada una de las categorías de investigación por medio de una revisión documental de la teoría que las sustenta y el aporte que han brindado en diferentes campos de estudio al igual se mostrará la contribución que tuvieron para el desarrollo de la presente investigación.

Las categorías de investigación de este estudio son: optimización, modelos de programación lineal y el MAIIP (Modelo Alternativo de Inclusión e Innovación Productiva), por tal razón se presentará el desarrollo de cada una de ellas con relación a la investigación que se realizó para satisfacer una necesidad puntual evidenciada en la empresa DM&E S.A.S.

En este apartado se muestra la base teórica de las categorías de la presente investigación con el fin de conocer aspectos generales que permitan una mejor comprensión del presente estudio, identificando la importancia y desarrollo de los modelos de optimización por medio de programación lineal para satisfacer una necesidad relacionada con maximización o minimización de una variable.

2.2.1 Optimización

Origen de la optimización

En el artículo: *Aplicación de modelos de programación lineal, entera y mixta* el autor muestra que:

La investigación de operaciones como herramienta de optimización utilizada en aspectos relacionados a la administración eficiente de procesos en todos los ámbitos de la economía durante cuarenta años, se ha convertido en práctica habitual en la ciencia, las ingenierías y los negocios especialmente en la ingeniería industrial, muchos aspectos de la optimización se desarrollaron en los siglos XVIII y XIX con los trabajos de Lagrange y Euler. (Bermudes, 2011, pág. 87)

Por lo anterior se puede considerar que la optimización nació gracias a la investigación de operaciones la cual inicio hace muchos años en Inglaterra durante la segunda Guerra Mundial con el fin de resolver problemas de optimización sobre operaciones militares que permitiera mejorar los resultados en las fuerzas armadas.

Es por esto que la optimización ha venido tomando importancia a través de la historia como herramienta para la solución de problemas pues ha permitido la toma de decisiones razonables con el fin de satisfacer necesidades relacionadas con productividad y eficiencia. El concepto de optimización ha venido trascendiendo a través de la historia pues cada vez son más personas que diseñan metodologías que permitan la optimización de cualquier recurso.

Concepto de optimización

Es importante mencionar que:

“La optimización de procesos y/o servicios va de la mano con el desarrollo sostenible, si se entiende este último como aprovechar los recursos existentes y tratar de satisfacer las necesidades presentes sin comprometer las posibilidades de satisfacer las necesidades futuras” (Bermudes, 2011, pág. 87).

Por lo anterior la optimización permite la toma decisiones eficientes con el fin de aprovechar al máximo los recursos y poder dar solución a un problema que permita mejorar la productividad y la eficiencia según el campo de aplicación de este tipo de modelos.

Además consiste en buscar la solución más eficiente frente a una situación problema mediante el planteamiento de un modelo, el cual está sujeto a unas restricciones que permitirán que sea más ajustado y acertado en los resultados obtenidos, todo esto se logra identificando inicialmente el modelo de optimización que más se ajusta a los datos a trabajar.

Modelos matemáticos de optimización

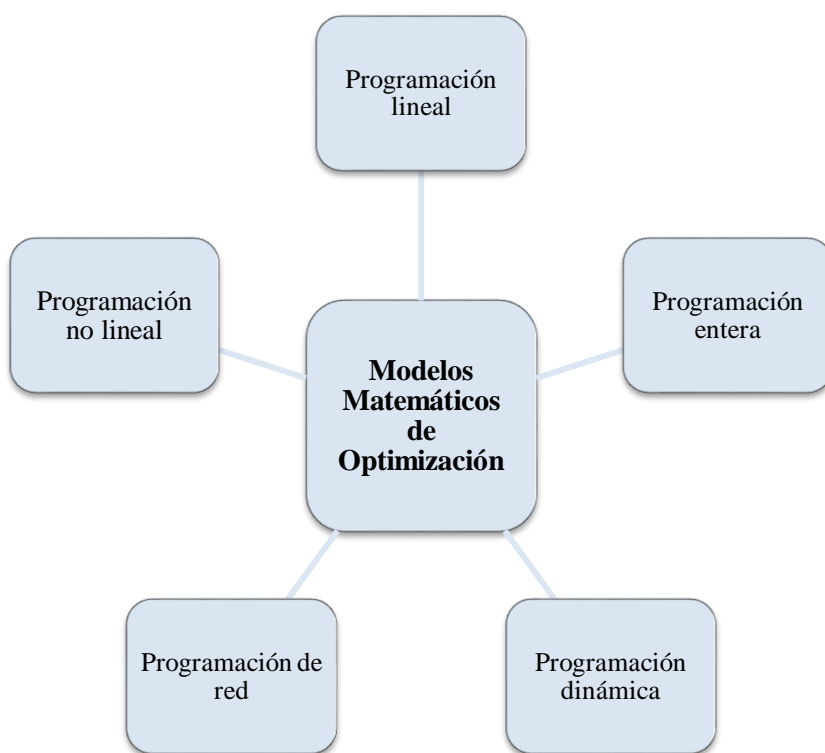


Figura 1. Modelos matemáticos de optimización

Fuente: Construcción propia-Investigación de operaciones, 2019.

Con relación a la figura No. 3 es necesario resaltar que:

La técnica de IO más importante es la programación lineal. Está diseñada para modelos con funciones objetivo y restricciones lineales. Otras técnicas incluyen la programación entera (en la cual las variables asumen valores enteros), la programación dinámica (en la cual el modelo original puede descomponerse en subproblemas más pequeños y manejables), la programación de red (en la cual el problema puede modelarse como una red), y la programación no lineal (en la cual las funciones del modelo son no lineales). Éstas son sólo algunas de las muchas herramientas de IO con que se cuenta. (Taha, 2012, pág. 5)

Por tal razón los modelos de optimización han permitido al ser humano resolver problemas con el fin de aprovechar al máximo los recursos estos tienen características específicas que según sea el problema se adaptan al modelamiento de una estrategia que permita darle solución al problema de investigación inicial.

Con relación a lo anterior es importante anotar que los modelos de programación lineal son los más utilizados en la optimización de recursos como herramienta en la toma de decisiones pues gracias a su fácil aplicabilidad permite adaptarse a la solución de problemas complejos que están sujetos a una serie de restricciones con el fin de maximizar o minimizar según la función objetivo.

Es por esto que la técnica de optimización utilizada en la presente investigación es la modelación lineal debido a que el objetivo principal busca la maximización de las utilidades en la empresa DM&E S.A.S sujeta a unas restricciones que permiten que el modelo sea más efectivo en sus resultados.

Construcción de un modelo de optimización

En el libro: Optimización y modelos para la gestión el autor muestra que:

Los elementos característicos de un modelo matemático son: variables, restricciones y medidas de efectividad. Las restricciones y las medidas de efectividad expresan cuantitativa o matemáticamente las relaciones entre las variables. Las restricciones representan las limitaciones que debe imponerse a las decisiones consideradas. Por otra parte, cada medida de efectividad corresponde a un criterio que se utilizara para comparar distintas opciones de diseño. Esto es, establece cual es el criterio para considerar una opción mejor que otra. (Varas, Ortiz, & Vera, 2000, pág. 5)

En relación a lo anterior es importante que al momento de plantear un modelo matemático se tenga en cuenta estos elementos porque depende de ellos que los resultados obtenidos permitan dar solución al problema planteado, además deben estar relacionados con el objetivo principal de la investigación.

Por lo anterior previo a la construcción del modelo es importante que el autor analice cada uno de los datos recolectados para la formulación del mismo pues son estos elementos los encargados del modelamiento interno que realiza las diferentes herramientas de análisis que existen para el planteamiento de problemas de optimización, de ahí que los resultados obtenidos deben responder a la pregunta de investigación.

Aplicación de los modelos de optimización

Los modelos de optimización se utilizan en todos los campos de estudio gracias a su capacidad para dar solución a problemas de asignación de recursos mediante la maximización o minimización de una variable lo que contribuye a la eficiencia y mejoramiento en los procesos en que se implemente esta metodología.

Prawda en su libro de investigación afirma:

La investigación de operaciones no solo se aplica en el sector privado (industrias, sistemas de comercialización, sistemas financieros, transportes, sistemas de salud, etc.), sino también en el sector de los servicios públicos, tanto en los países desarrollados como en los países del tercer mundo. (Prawda, 2004, pág. 23)

Por lo anterior es importante mencionar que el uso de los modelos de optimización ha permitido a las empresas, organizaciones e inclusive a una persona natural hacer uso eficiente de sus recursos con el fin de ser más competitivos en su campo, además permiten establecer estrategias de crecimiento con relación a los resultados obtenidos.

Por tal razón hoy en día las empresas optan por aplicar un modelo de optimización en sus empresas que permita mejorar su competitividad y poder permanecer en el mercado por largo plazo pues el aplicar esta metodología permite al empresario hacer un mejor uso de sus recursos mejorando sus beneficios económicos.

De igual manera es importante destacar que la aplicación de modelos de optimización se ven inmersa en muchos campos de estudio como la economía, logística, medicina, ingeniería, administración, entre otros, que buscan de igual manera la optimización de un recurso específico.

Es por esto que la optimización sigue tomando fuerza a lo largo del tiempo pues cada vez existen nuevas técnicas que permiten al hombre dar respuesta a muchos problemas cotidianos que generalmente buscan la optimización mediante la maximización o minimización de variables.

Teniendo en cuenta lo explicado en los párrafos anteriores es importante mencionar que para la empresa caso de estudio se implementó un modelo lineal que permitiera optimizar sus utilidades buscando su máximo beneficio económico a partir de un análisis de los productos que comercializa.

Por lo anterior el modelo de programación lineal implementado generó un impacto positivo sobre la rentabilidad que actualmente tiene la empresa DM&E S.A.S, además el conocer las cantidades exactas que debe vender por cada producto le permite a la empresa crear estrategias para potencializar sus productos líderes y tomar las medidas necesarias en cuanto aquellos que no están generando ganancias.

Es por esto que la empresa basada en los resultados del modelo de optimización tendrá una herramienta de análisis para la toma de decisiones con relación a sus productos teniendo en cuenta que busca obtener el máximo beneficio es importante contar con un instrumento financiero que involucre el análisis sobre el comportamiento del mercado.

Por último es importante mencionar que la presente investigación proporcionó por primera vez a la empresa un modelo de maximización de sus utilidades que puede ser replicable en otras compañías y que sirve como guía en la formulación de un nuevo modelo para la optimización de otros recursos.

Relación de la optimización con la investigación de operaciones

Es importante mencionar que la optimización se dio por medio del estudio de la investigación de operaciones la cual permite la toma de decisiones eficientes frente a una situación problema con el fin dar soluciones razonables que permitan aprovechar al máximo los recursos existentes.

Por tal razón es de gran importancia analizar el contexto del problema con el fin de identificar las posibles alternativas y poder establecer una serie de restricciones que permitirán que el modelo de optimización implementado sea más preciso sujeto al criterio objetivo por el cual se evaluará las diferentes alternativas planteadas.

En el libro denominado *investigación de operaciones* de Taha muestra que la investigación de operaciones es utilizada:

Como herramienta de toma de decisiones, la IO es tanto una ciencia como un arte. Es una ciencia por las técnicas matemáticas que incorpora, y un arte porque el éxito de las fases que conducen a la solución del modelo matemático depende en gran medida de la creatividad y experiencia del equipo de IO. (Taha, 2012, pág. 9)

Es por esto que la investigación de operaciones se ve inmersa en muchos campos de estudio porque gracias a la unión de las matemáticas y la capacidad de creatividad se puede dar solución a problemas de optimización aplicando un modelo acorde con los datos trabajados que garantice resultados confiables y eficientes.

La optimización es el estudio principal de la investigación de operaciones pues esta se desarrolló con el fin de crear técnicas que permitieran la optimización de variables frente a diversos problemas administrativos, financieros, gerenciales y logísticos que busquen optimizar los recursos y mejorar así la productividad.

Fases de la investigación de operaciones

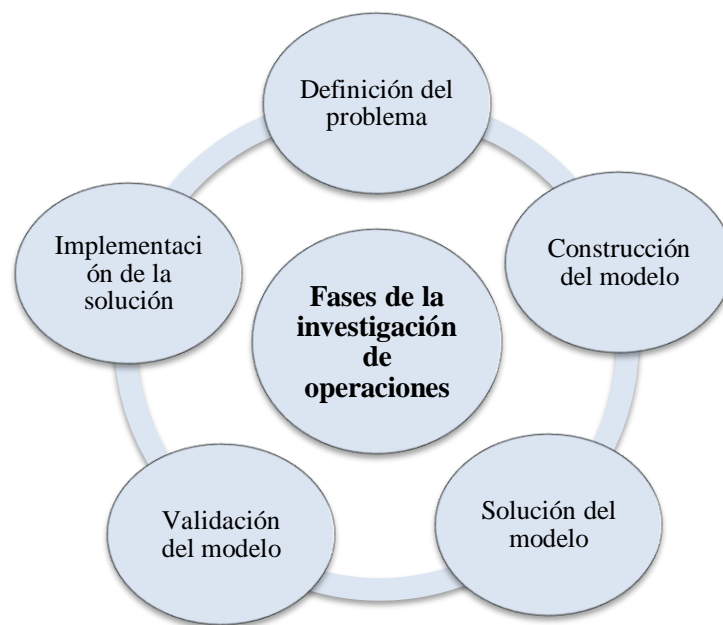


Figura 2. Fases de la investigación de operaciones

Fuente: Construcción propia-Investigación de operaciones, 2019.

La figura No.2 permite conocer el proceso que se debe implementar en una investigación para dar solución a problemas complejos por eso es importante en primer lugar tener claro cuál es la necesidad que se pretende solucionar estableciendo concretamente el planteamiento del problema.

Continuando con las fases de la investigación de operaciones es necesario que la construcción del modelo se haga de manera detallada y precisa identificando la función objetivo, las restricciones y las variables que se van a utilizar para la formulación y desarrollo del modelo.

En la fase número tres se debe estudiar detalladamente si la solución arrojada por el modelo es confiable y sobre todo coherente con el planteamiento del mismo pues es de gran importancia que los resultados obtenidos estén direccionados a satisfacer la necesidad por la cual se realizó el modelamiento de dicha optimización.

Luego de analizar los resultados obtenidos es importante realizar la validación pues este medio evidencia claramente la aplicabilidad del modelo como herramienta en la solución de problemas además en esta fase se identifica posibles errores que puedan surgir y se debe hacer los ajustes necesarios.

Por último después de realizar los ajustes necesarios al modelo se procede a la fase definitiva y más importante de la investigación de operaciones que es la implementación de la solución porque en este paso se analiza finalmente cuales son los resultados que se obtuvieron del modelo conociendo los beneficios que esto genere al problema de investigación.

Evolución de la investigación de operaciones



Figura 3. Evolución de la investigación de operaciones

Fuente: Construcción propia-Manual práctico de investigación de operaciones, 2019.

2.2.2 Programación lineal

A continuación se realizará una descripción acerca de la segunda categoría de investigación denominada programación lineal, puesto que el modelo de optimización planteado para la empresa caso de estudio corresponde a un modelo de tipo lineal pues cumple los dos grandes principios de este tipo los cuales son: el primero es que todas las variables del modelo tienen exponente uno (1) y segundo se cumple con los supuestos que existen en la programación lineal (proporcionalidad, aditividad, divisibilidad y certidumbre).

Origen de la programación lineal

A lo largo del tiempo la programación lineal se ha consolidado como una herramienta eficiente para la optimización de recursos, de ahí que:

La programación lineal principio con el método de análisis de insumo-producto, desarrollado por el economista W.W. Leontief. La versión actual de esta técnica es de origen más reciente. Hitchcock interpreto primeramente un problema de tipo de transportación en 1941, mientras que Koopmans estudio el mismo tema en 1947. En 1945, Stigler estudio el problema de la dieta concerniente a entidades separadas que pueden escogerse y usarse en cantidades diversas, escogiéndolas, combinándolas o mezclándolas a fin de obtener un resultado esperado. (Thierauf, 2008, pág. 229)

Por consiguiente la programación lineal es un método que se ha venido desarrollando con gran fuerza en la optimización de recursos porque al ser un modelo de naturaleza determinista que consiste en conocer todos los datos con certeza ha permitido al ser humano resolver problemas que hasta ese momento en que apareció esta metodología parecían imposibles de solucionar.

De igual manera:

No fue sino hasta la Segunda Guerra Mundial, cuando la Investigación de Operaciones empezó a tomar auge primero se le utilizó en la logística estratégica para vencer al enemigo (Teoría de Juegos) y, más tarde al finalizar la guerra, en la logística de distribución de todos los recursos militares de los aliados dispersos por todo el mundo. Fue debido precisamente a este último problema, que la fuerza aérea norteamericana, a través de su centro de investigación Rand Corporation, comisionó a un grupo de matemáticos para que resolviera este problema que estaba consumiendo tantos recursos humanos, financieros y materiales. Fue el doctor George Dantzing, el que en 1947, resumiendo el trabajo de muchos de sus precursores, inventó el método Simplex, con lo cual dio inicio a la Programación Lineal. (Prawda, 2004, pág. 23)

Por esta razón la programación lineal nació como herramienta para la solución de problemas de asignación eficiente y productiva de recursos, es por esto que aún sigue siendo uno de los modelos matemáticos más aplicados en la optimización de los resultados económicos de una empresa.

En este sentido es importante mencionar que gracias a la investigación de operaciones se desarrollaron diferentes modelos matemáticos que permitieron la optimización de recursos entre ellos los modelos de programación lineal los cuales han permitido mejorar los resultados económicos con relación a criterios planteados en el proceso de modelación.

Concepto de programación lineal

Para la presente investigación es importante conocer el concepto de programación lineal, para lo cual se muestra la siguiente definición:

La programación lineal es una de las técnicas de la investigación de operaciones más útil en amplia gama de problemas económicos, industriales, financieros y aun militares. Su finalidad es la de optimizar (maximizar o minimizar) una función lineal de variables que mide la utilidad o los costos del problema en cuestión, sujeta a una serie de restricciones, que en general son los recursos disponibles. La programación lineal permite determinar

la forma más eficaz de utilización de los recursos, los cuales al poseer la doble característica de ser susceptibles de usos alternativos y ser limitados hacen necesario la investigación de su aplicación real, a fin de obtener su uso racional. (Vargas, 1990, pág. 5)

En otras palabras la programación lineal puede ser aplicada a la solución de problemas en distintos entornos empresariales permitiendo encontrar un resultado óptimo a una necesidad puntual en materia de asignación eficiente de los recursos para el mejoramiento de sus rendimientos económicos.

Como se ha mencionado existen dos formas de optimizar mediante modelos de programación lineal que son la maximización o minimización de una variable, estas dos permiten mejorar los resultados económicos en una empresa dependiendo de la necesidad que se quiera resolver, para el caso puntual de la presente investigación se buscó maximizar las utilidades en la empresa DM&E S.A.S.

Es necesario resaltar que una de las características principales de la programación lineal es que tiene una serie de restricciones al momento de construir un modelo que permita resolver una función lineal, estas limitaciones son las encargadas de garantizar que los resultados obtenidos respondan a la necesidad por el cual se formuló.

Además la implementación de la programación lineal en las empresas les permite ser sólidas en el mercado generando simultáneamente que los resultados económicos mejoren su capacidad competitiva adoptando estrategias de gestión para el crecimiento y desarrollo empresarial.

Importancia de los modelos de programación lineal

La importancia de los modelos de programación lineal radica en que:

La programación lineal (PL) es una herramienta para resolver problemas de optimización. En 1947, George Dantzing desarrollo un método efectivo, el algoritmo simplex, para resolver problemas de programación lineal (también conocido como PL). Desde que surgió dicho algoritmo, la PL se utiliza para resolver problemas de

optimización en industrias diversas, como los bancos, la educación, silvicultura, petróleo y transporte de carga. En un estudio de las 500 empresas Fortune, 85% de las personas que contestaron la encuesta dijo que había usado programación lineal. (Winston, 2008, pág. 49)

Por lo anterior se puede evidenciar la importancia que tiene la programación lineal a partir de la creación del método simplex debido a que permite mejorar y potencializar los resultados económicos en las empresas, además esta metodología es aplicada actualmente en diversos sectores económicos que contribuyen al crecimiento de la economía nacional.

Es importante mencionar que las empresas actualmente están utilizando la programación lineal como herramienta para optimizar sus recursos porque se ha convertido en un método efectivo para la obtención de estrategias que apunten a los objetivos empresariales con relación a la gestión y productividad.

Además:

Un modelo de programación lineal proporciona un método eficiente para determinar una decisión óptima, (o una estrategia óptima o un plan óptimo) escogida de un gran número de decisiones posibles, la decisión que satisface un objetivo para la administración, sujeto a varias restricciones. Por ejemplo, una decisión óptima podría ser la decisión que produzca el más alto o máxima utilidad o el más bajo o mínimo costo. (Moskowitz & Wright, 1982, pág. 259)

Es por esto que la programación lineal es uno de los modelos matemáticos más importantes y utilizados en la optimización de recursos en una empresa, pues las empresas siempre buscan mejorar su productividad logrando la máxima utilidad o por el contrario el mínimo costo

Por tal razón hoy en día son muchas las empresas que han decidido implementar un modelo lineal como herramienta de análisis que les permita hacer un mejor uso de sus recursos pues encuentra la mejor solución entre un gran número de posibilidades.

La programación lineal desde la perspectiva administrativa

Es importante destacar el libro: Métodos cuantitativos para administración el cual menciona que:

La programación lineal es un auxiliar invaluable para ayudar en la toma de decisiones en todo tipo de compañías en el mundo. El desarrollo de poderosos paquetes en hojas de cálculo lo ha ayudado a extender todavía más el uso de esta técnica. La facilidad para formular y resolver pequeños modelos de programación lineal en una hoja de cálculo permite ahora a algunos gerentes con un modesto antecedente en métodos cuantitativos hacerlos ellos mismos en su propia computadora. (Hillier, Hillier, & Lieberman, 2002, pág. 57)

También una de las ventajas de poder utilizar la programación lineal en una hoja de cálculo es que Microsoft Excel se ha convertido en un programa informático que la mayoría de empresas utiliza lo que facilita la implementación de modelos lineales en las herramientas de análisis, además los resultados que se obtienen permite obtener una guía para la toma de decisiones gerenciales con el fin de generar unas políticas internas que ayuden a mejorar los resultados operacionales que está teniendo la compañía.

Con relación a lo anterior:

La programación lineal sirve como herramienta al administrador o al contador para la toma de decisiones en una empresa, y así manejar mejor sus recursos como: número de máquinas, horas de trabajo, horas de ensamble, metros cúbicos de almacenamiento, inventarios ofertas de vendedores, demanda, etc. (Soler, Molina, & Rojas, 2005, pág. 258)

A consecuencia de esto hoy en día la programación lineal es una de las bases fundamentales en todas las profesiones relacionadas con el manejo de recursos, debido a que gracias a este método se han podido resolver cantidad de problemas de optimización que han permitido a los profesionales tomar decisiones eficientes con relación a los resultados que se derivan en el desarrollo y aplicación de un modelo lineal en una empresa.

Programación lineal en Excel

Dentro de los métodos de programación lineal para la solución de problemas de optimización se evidencia que:

El método grafico es muy útil para obtener la intuición geométrica acerca de la programación lineal, pero su uso práctico está severamente limitado al solo poder resolver problemas pequeños con dos variables de decisión. Se necesita otro procedimiento que solucione problemas de programación lineal de cualquier tamaño razonable. Por fortuna, Excel incluye una herramienta que se llama Solver que hace esto una vez formulado el modelo en la hoja de cálculo. (Hillier, Hillier, & Lieberman, 2002, pág. 47)

Como se mencionó anteriormente existen dos formas para resolver problemas de función lineal que son el método gráfico y el método simplex pero el primero tiene una restricción que impide darle solución a un problema cuando se cuenta con más de dos variables lo que es una desventaja, es por esto que para la presente investigación como se va a trabajar más de dos variables de decisión se decide implementar la metodología simplex como método para lograr optimizar las utilidades de la empresa DM&E S.A.S.

Por tal razón Microsoft Excel es uno de los programas más utilizados actualmente para optimizar los recursos de una empresa a partir de la formulación de un modelo lineal en la hoja de cálculo, esto se logra gracias al complemento Solver que es considerado como herramienta de análisis donde sus resultados permite tener una guía acerca de los ajustes que se deben hacer.

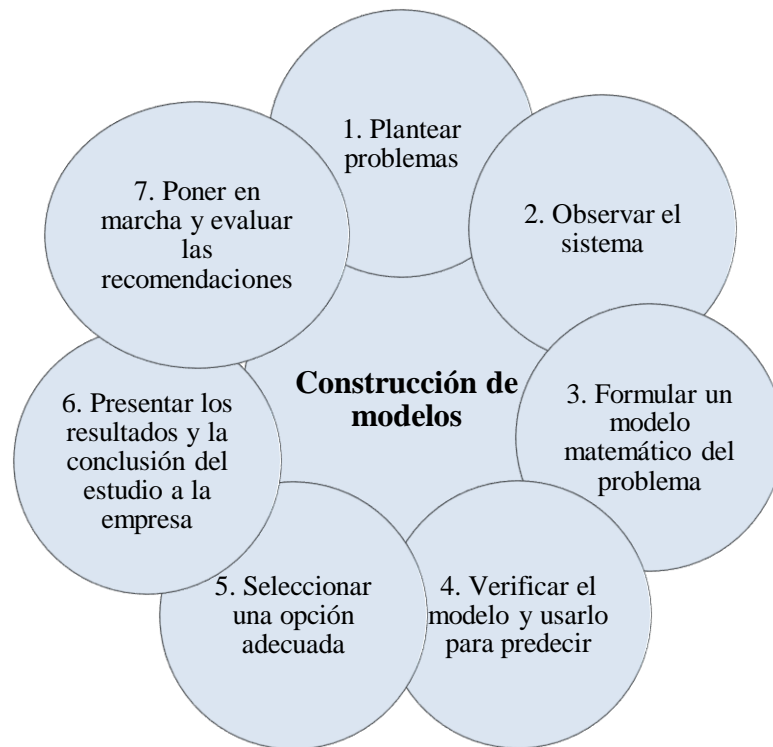


Figura 4. Proceso de construcción de modelos

Fuente: Construcción propia-Investigación de operaciones aplicaciones y algoritmos, 2019.

En la figura No. 4 se evidencia el proceso que se debe cumplir al momento de formular un modelo que permita dar solución a problemas complejos de programación lineal pues la implementación correcta de esta metodología garantiza que los resultados generen un impacto positivo en la empresa donde se desarrolle.

Sin embargo existen empresas que no tienen en cuenta este procedimiento al momento de diseñar un modelo de este tipo lo cual genera que los resultados no sean efectivos, esto se debe a que esta serie de pasos deben cumplirse en un orden lógico para que los resultados de la investigación sean exactos y verdaderos.

Supuestos de la programación lineal

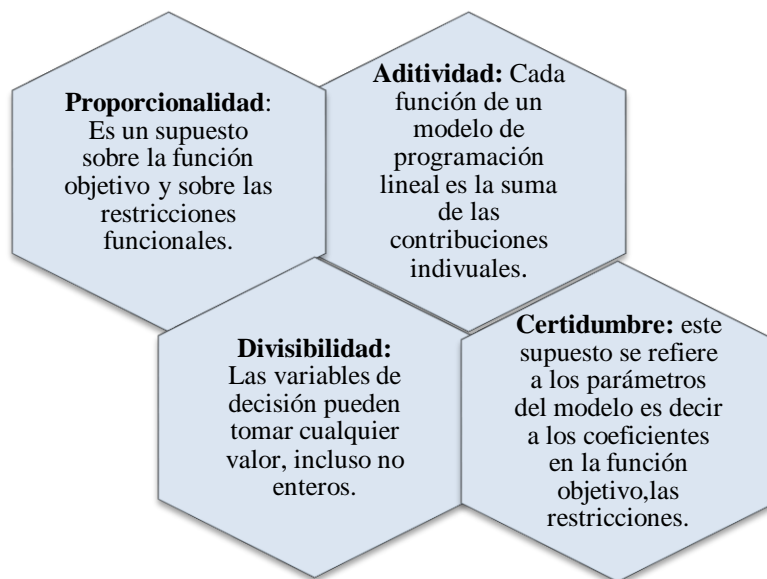


Figura 5. Supuestos de la programación lineal

Fuente: Construcción propia-Introducción a la investigación de operaciones, 2019.

En la figura No. 5 se muestra los supuestos de la programación lineal los cuales permiten entender claramente en que consiste la modelación bajo esta metodología con el fin de encontrar la solución óptima a un problema, pues es importante comprender las características fundamentales de estos modelos para determinar si la necesidad que se pretende resolver se puede por medio de un modelo de programación lineal.

De ahí que para la presente investigación se hizo uso y cumplimiento de los supuestos de programación lineal para lograr que el modelo arroje datos con exactitud. En cuanto al primer supuesto de proporcionalidad se cumple puesto que las ganancias de cada producto aumentan en la misma proporción de acuerdo a las cantidades vendidas de cada uno de ellos, por ejemplo el mareol que genera por unidad una ganancia de cuatro mil treinta y cuatro coma veintiocho (\$4.034,28) si la empresa vende 2 unidades tendría una ganancia de ocho mil sesenta y ocho coma cincuenta y seis (\$8.068,56) y así sucesivamente de acuerdo al número de unidades.

De igual manera en cuanto al segundo supuesto de aditividad se cumple ya que la sumatoria de las ganancias unitarias de los productos es la suma total del grupo al que pertenecen y a su vez el total de los 8 grupos es igual a la ganancia máxima generada por todos los productos.

Siguiendo con el tercer supuesto de la programación lineal que hace referencia al de divisibilidad corresponde a que el modelo lineal no tiene restricciones para utilizar variables continuas es decir que se pueden vender cualquier cantidad de los productos, por ejemplo la empresa normalmente vende las cajas de clorox por 12 unidades teniendo en cuenta eso el modelo podría arrojar que se pueden vender $\frac{1}{2}$ de esa cantidad es decir 6.

Por último el supuesto de certidumbre en este caso aplica en relación a que para la formulación del modelo de programación lineal en la empresa DM&E S.A.S se contó con los datos necesarios pues se conocía la ganancia unitaria por cada producto y los gastos fijos generando mayor exactitud en los resultados obtenidos.

Método Simplex

Para empezar es importante mencionar que en la presente investigación se utilizó el método simplex para la optimización de las utilidades de la empresa DM&E S.A.S debido a que los datos con los que se trabajó se ajustan a la metodología implementada por éste.

Por lo tanto como se tiene gran cantidad de variables de decisión para formular el modelo de programación lineal que se va a implementar en la empresa se debe recurrir a esta metodología que permite trabajar con esta cantidad de parámetros.

De ahí que el método simplex es:

Un procedimiento general para resolver problemas de programación lineal. Desarrollado por George Dantzing en 1947, se ha comprobado su extraordinaria eficiencia, y se usa en forma rutinaria para resolver problemas grandes en las computadoras de hoy en día. Excepto en el caso de problemas muy pequeños, se ejecuta siempre en una computadora y existe una amplia variedad de paquetes complejos de software para ellos. (Hillier & Lieberman, 2010, pág. 81)

Es por eso que el método simplex es uno de los métodos más utilizados de la programación lineal con el fin de optimizar recursos basados en una serie de restricciones que permiten obtener un resultado más eficiente, porque al ser un método iterativo la solución en cada proceso se ajusta a la necesidad problema.

De igual manera el método simplex es utilizado para resolver problemas complejos de programación lineal en su forma tabular, estos cálculos que se realizan están basados en la metodología de Gauss-Jordan puesto que esta permite la solución de varios sistemas de ecuaciones de forma simultánea.

Por lo anterior este proceso se basa en un proceso matemático donde se involucran operaciones matemáticas encontrando la solución óptima a un problema de investigación, para lograrlo realiza un proceso secuencial que le permite al ser un proceso iterativo ir comparando entre las posibles soluciones existentes cual es la mejor.

De ahí que el proceso que realiza este método inicia con el planteamiento de las ecuaciones de acuerdo a los datos y valores que se tienen de las variables de decisión, esto se realiza con el fin de que sea más fácil establecer las matrices que se van a utilizar durante el desarrollo de la investigación.

Luego se debe armar la matriz principal la cual está conformada por dos partes que son la columna pivote y la fila pivote en estas dos partes deben ir las variables de decisión, junto con las variables de holgura y el valor de los resultados de las ecuaciones planteadas inicialmente.

Además es importante mencionar que la columna pivote va a permitir la entrada de las nuevas variables que reemplazarán a las otras con el fin de lograr el objetivo principal, por el contrario las filas permitirán la salida de las variables que deben ser reemplazadas para crear una nueva matriz.

Es necesario resaltar que el número de las variables de holgura debe ser igual a la cantidad de variables de decisión que se tengan, las variables de holgura permiten convertir las restricciones o ecuaciones planteadas en igualdades, este proceso se realiza con el fin de que la solución que proporcione este método sea precisa, es importante mencionar que los valores que estas tengan deben ser positivos o nulos

Por lo anterior en la presente investigación este valor corresponde a la diferencia entre lo que se debe vender y lo que se ha vendido en este caso las variables de holgura en todos los productos a excepción de los treinta y tres (33) tienen un valor de cero (0) lo que indica una de las restricciones es que se deben vender menos o igual unidades de lo que se ha venido vendiendo.

También estas dos entradas manejan unos criterios específicos en el método simplex que se utiliza dependiendo la finalidad que tenga el investigador, la columna pivote maneja la condición de optimalidad que se utiliza cuando se busca maximizar una variable específica, y la fila pivote maneja la de factibilidad que se utiliza cuando se quiere minimizar, la intersección de estas dos entradas constituyen un elemento pivote.

Por otro lado la selección del elemento pivote se inicia escogiendo la variable de decisión que entra el cual se selecciona observando el coeficiente más negativo, luego para encontrar cual es la variable de holgura que saldrá se realiza el proceso de división entre el resultado y los datos de la columna pivote, después de obtener estos resultados se escoge el valor menos positivo, finalmente teniendo la columna y fila pivote la intersección entre

estas dos entradas será el dato pivote, en este caso porque la investigación busca es maximizar las utilidades en la empresa caso de estudio se realiza el proceso de esta forma.

De lo anterior cuando se busca maximizar se debe tomar el valor más negativo de la fila pivote, o por el contrario si se busca minimizar se debe tomar el valor menos negativo, el valor que se selecciona se denomina dato pivote el cual permite realizar las siguientes operaciones para ir armando las nuevas matrices.

Las fórmulas que se utilizan en la multiplicación de las matrices son:

$$1) N.F.P = \frac{FPA}{EP}$$

$$2) N.F = FA - CCP * NFP$$

Dónde:

N.F.P = nueva fila pivote

FPA= fila pivote actual

EP= elemento pivote

N.F = nueva fila

FA= fila actual

CCP= coeficiente de la columna pivote

Entonces se deben realizar las multiplicaciones de matrices cuantas veces sea necesario hasta cuando los coeficientes de las variables de decisión tengan un valor de cero o mayor, cuando esto ocurra se dará por terminado el ejercicio obteniendo la solución óptima del ejercicio.

En otras palabras el proceso que realiza el método simplex para dar solución a una necesidad puntual es determinar una solución básica factible, luego definir una variable de entrada utilizando el criterio de optimalidad y una de salida con ayuda del criterio de factibilidad por ultimo determina las nuevas soluciones posibles hasta el encontrar el resultado más óptimo.

En consecuencia el método simplex ha permitido al ser humano resolver problemas de optimización con el fin de mejorar los resultados económicos de una empresa pues un modelo lineal establecido bajo esta metodología permite al empresario tener un sustento en la toma de decisiones gerenciales.

De igual manera es necesario destacar que: “El método simplex es un método algebraico que nos sirve generalmente para resolver problemas de dos o más variables de programación lineal” (Soler, Molina, & Rojas, 2005, pág. 373).

Del mismo modo aunque existen diferentes presentaciones del método simplex todas en esencia guardan la filosofía estudiada por Dantzing y las modificaciones en parte se deben a facilitar la programación de tal manera que cualquier persona tenga la capacidad de usar esta herramienta de análisis en problemas reales para dar solución a necesidades puntuales.

Además este método se rige bajo una serie de restricciones, función objetivo y parámetros que están relacionados con los supuestos de la programación lineal con el fin de que al repetir el proceso internamente y secuencialmente en un programa proporcione resultados lógicos, es por esto que para realizar una modelación basta con tener una computadora y poder obtener resultados óptimos que apunten a los objetivos planteados inicialmente.

Por tal razón gracias al desarrollo de la tecnología y a los avances computacionales el crear un modelo de optimización en una empresa es fácil pues por medio de una computadora se puede establecer un modelo de programación lineal bajo el método simplex que permita mejorar la productividad de las organizaciones.

De ahí que:

Si la computación electrónica no se hubiera inventado, no se oiría hablar de programación lineal ni del método simplex. Aunque es posible aplicar el método simplex a mano (probablemente con la ayuda de una calculadora) para resolver problemas muy pequeños de programación lineal, los cálculos necesarios son demasiado tediosos para llevarlo a cabo de manera rutinaria. Sin embargo, el método simplex es un

algoritmo muy adecuado para su ejecución en computadora. La revolución de las computadoras ha hecho posible la amplia aplicación de la programación lineal en las últimas décadas. (Hillier & Lieberman, 2010, págs. 125-126)

Por tal razón es que el desarrollo tecnológico se ha convertido en unos de los avances más importantes a nivel mundial pues son muchas las actividades que se pueden desarrollar por medio de un ordenador, para el caso puntual de esta investigación se hizo uso de la tecnología mediante un ordenador con el fin de implementar un modelo de programación lineal bajo el método simplex en el complemento de análisis Solver de Microsoft Excel, para la optimización de las utilidades en la empresa caso de estudio.

Diagrama de flujo del método simplex

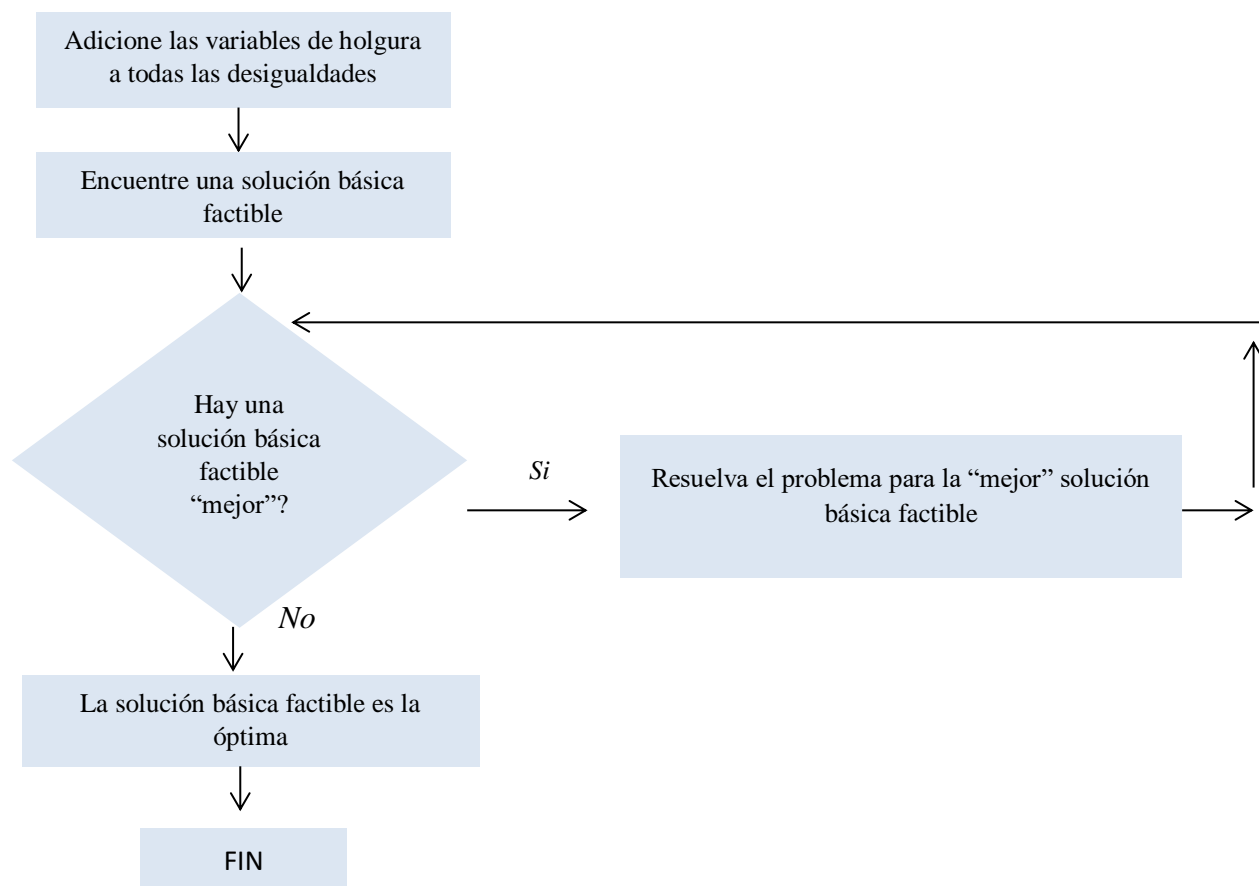


Figura 6. Diagrama de flujo del método simplex

Fuente: Algebra Lineal y Programación Lineal, 2005.

En la figura No.6 se evidencia el ciclo que tiene el método simplex al momento de encontrar la solución de un problema específico, es por esto que es considerado como un proceso iterativo puesto que busca entre las posibles respuestas cual es la más óptima con el fin de proporcionar resultados exactos.

Por lo anterior resulta pertinente mencionar que la solución óptima es aquella que proporciona el valor más favorable de la función objetivo con el fin de encontrar el mejor resultado a un problema de investigación, dentro del proceso del método simplex esta solución se va encontrando a medida que se realiza la multiplicación entre matrices logrando finalmente la maximización o minimización de una variable específica.

Uso de Excel Solver para resolver el modelo

En el libro Introducción a la investigación de operaciones muestra que:

Los paquetes de hojas de cálculo de Excel, son una herramienta conocida para analizar y resolver problemas pequeños de programación lineal. Es sencillo introducir en una hoja de cálculo las características principales de un modelo de programación lineal, entre ellas, todos sus parámetros. Sin embargo, este software puede hacer mucho más que solo desplegar datos. Si se incluye cierta información adicional, la hoja de cálculo se puede usar para analizar con rapidez soluciones potenciales. (Hillier & Lieberman, 2010, pág. 55)

De ahí que las hojas de cálculo de Excel son unas de las herramientas más utilizadas para programar modelos matemáticos de optimización entre ellos los lineales pues es una herramienta muy eficaz capaz de dar solución a estos problemas y servir como guía para la asignación óptima de recursos en una organización.

Además entre los complementos de Microsoft Excel se encuentra una herramienta de análisis denominada Solver que permite aplicar el método Simplex para encontrar la mejor solución de optimización que responda a la necesidad planteada en la empresa que se va a impactar.

Aunque el método simplex se puede implementar de forma manual es un proceso dispendioso y más cuando se trabaja un gran número de variables lo cual aumentaría las probabilidades de error arrojadas por el modelo lineal, es por esto que las computadoras se han convertido en piezas fundamentales para la solución de problemas de optimización gracias a su capacidad de rapidez y eficiencia en el planteamiento y desarrollo de la programación lineal.

De ahí que Solver es la herramienta en la cual se implementó el modelo de programación lineal con el fin de maximizar las utilidades en la empresa DM&E S.A.S pues este complemento de Microsoft Excel permite realizar el proceso secuencial e iterativo del método simplex de manera rápida y eficiente facilitando la obtención de los resultados proporcionados por el modelo lineal.

La imagen No.1 muestra la ventana del complemento Solver de Microsoft Excel la cual sirve como herramienta para la implementación del método Simplex esta ventana se compone de una serie de parámetros que se deben completar al momento de correr el modelo con el fin de establecer la función objetivo, el proceso que se va a realizar sea de maximización o minimización, las variables y las restricciones que componen el modelo planteado.

Además luego de determinar cada uno de los parámetros que componen la ventana de Solver se procede a buscar la solución óptima al problema es importante decir que el proceso se realiza internamente varias veces, porque el método Simplex se basa principalmente en su capacidad iterativa que maneja para brindar la mejor optimización de la función objetivo de los modelos que se planteen bajo este método.

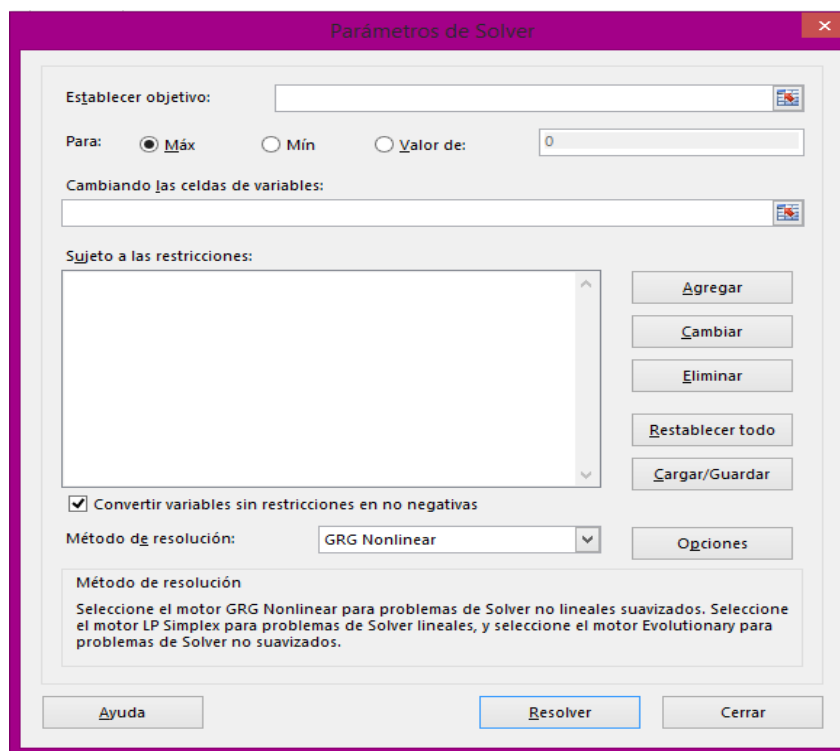


Imagen 1. Complemento Solver de Excel

Fuente: Construcción propia-Microsoft Excel, 2019.

2.2.3 Modelo alternativo de inclusión e innovación productiva

Para empezar se pretende explicar porque se toma como referencia para la presente investigación este modelo alternativo de inclusión e innovación productiva también denominado MAIIP, el cual ha venido trabajando la Universidad Piloto de Colombia con el fin de identificar necesidades puntuales en el territorio y poder solucionarlas contribuyendo al desarrollo social de estos lugares.

Dentro de las rutas de trabajo para el cumplimiento del objetivo que atañe al programa está proyectado desde el enfoque financiero el desarrollo de herramientas que puedan atender necesidades en materia logística de la empresa DM&E S.A.S quien es la empresa a impactar inicialmente.

Actualmente este modelo ha generado impacto no solo desde la parte social sino también en lo económico, cada vez más son los beneficios que esta iniciativa por parte de la universidad está generando en la comunidad al ser capaz de transformar territorios mejorando aspectos socio-económicos.

En los dos municipios que ha venido trabajando este modelo (Viota-Girardot), se han beneficiado más de 700 personas, y se han implementado más de 10 metodologías de construcción social para estos territorios. El MAIP es una iniciativa por parte de la Universidad Piloto de Colombia que busca generar innovación social atendiendo a una necesidad específica generando valor, trabajo en equipo, desarrollo, pero sobre todo emprendimiento en esos lugares donde se esté trabajando.

La construcción de este Modelo Alternativo de Inclusión e innovación Productiva estuvo a cargo de la dirección de investigaciones y el apoyo de los semilleros con el fin de responder a unas necesidades puntuales y poder hacer el respectivo acompañamiento, se conformaron 5 fases que apuntan al objetivo principal de este modelo, los cuales se mencionan a continuación:

1. Caracterización Territorial: Propende por el conocimiento del territorio para el desarrollo de cada uno de los componentes; indagando y fortaleciendo el sistema de información territorial a partir de la construcción de indicadores orientadores para la planeación territorial.

2. Encadenamiento Productivo y Asociatividad Estratégica: Genera competitividad desde la conformación de cadenas de valor productivas (proveedores, producción, distribución, cliente) gestionadas desde espacios asociativos integradores y encargados de la innovación empresarial a partir de las potencialidades productivas de cada territorio.

3. Escuela Popular de Inclusión e Innovación Productiva: Busca conocer las dinámicas sociales y culturales del territorio desde la perspectiva de la Investigación Acción Participación, la formación de capacidades productivas y de liderazgo, y la consolidación del eje de la familia campesina como parte de la resignificación territorial.

4. Mercadeo de Lugares: Pretende potenciar las virtudes culturales y productivas, generando procesos de reconocimiento nacional e internacional del territorio a partir de estrategias de mercadeo que posicionen marca territorial, atractivos territoriales y alternativas turísticas para visitantes.

5. Ocupación Sostenible del Territorio: Procura configurar a las entidades territoriales como escenarios de conectividad que favorezcan el intercambio empresarial y la generación de empleo desde el fortalecimiento de la infraestructura, el saneamiento básico, la gestión del riesgo, y la ocupación sostenible del territorio.

El MAIIP se trabajó inicialmente en el municipio de Viota donde se generaron una serie de trabajos con resultados palpables que sustentan dichas actividades, para el año 2017 se decide implementar también en la ciudad de Girardot en la provincia del Alto Magdalena con una primera fase de caracterización y diagnóstico.

La presente investigación además de nutrir el perfil de los autores como Ingenieros Financieros podrá contribuir a la segunda fase del eje de encadenamiento productivo y asociatividad estratégica generando una herramienta que pueda atender a una necesidad puntual.

De acuerdo a lo explicado en los párrafos anteriores es importante resaltar que el MAIIP fue utilizado como categoría de investigación debido al aporte que ha brindado en el fortalecimiento empresarial durante el desarrollo de su primera fase de Caracterización Territorial donde se evidencia el impacto positivo que ha generado este macro proyecto realizado por la Universidad Piloto de Colombia.

Además gracias al trabajo en conjunto de los docentes investigadores, estudiantes de los semilleros de investigación y demás personas vinculadas se pudo implementar este proyecto en la empresa DM&E S.A.S con el fin de optimizar sus utilidades contribuyendo al crecimiento del sector empresarial en Girardot.

2.3 Marco contextual

A continuación se presenta una descripción del municipio de Girardot, lugar donde se encuentra la empresa DM&E S.A.S, la cual es la empresa a impactar inicialmente.

2.3.1 Girardot

De acuerdo con el IGAC (2015), el municipio de Girardot pertenece al departamento de Cundinamarca, se encuentra ubicado en la provincia Alto del Magdalena a 120 kms de Bogotá D.C, por vía terrestre. Limita al norte con Nariño y Tocaima (Cundinamarca), al este con Tocaima y Ricaurte (Cundinamarca), al sur con Flandes (Tolima) y al oeste con Nariño (Cundinamarca) y Coello (Tolima).

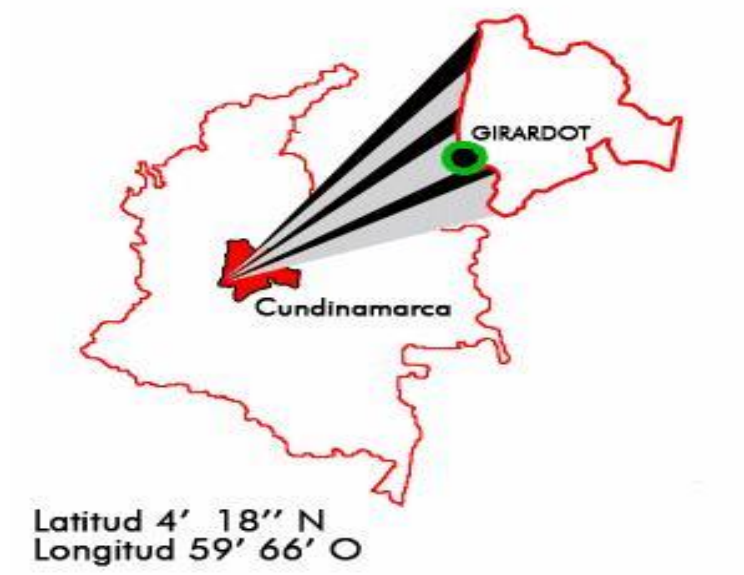


Imagen 2. Localización del municipio de Girardot en Cundinamarca

Fuente: Alcaldía de Girardot

El área municipal es de 130 km², cabecera municipal se localiza aproximadamente a los 04°18'00" de latitud norte y 74°47'51" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 289 m, el clima es cálido, la temperatura promedio anual es de 28,4°C. En cuanto a su ordenamiento territorial, la división político administrativa del municipio ha sido realizada en cinco comunas y dos corregimientos que corresponden a la zona rural de Barzalosa y San Lorenzo con 12 veredas.

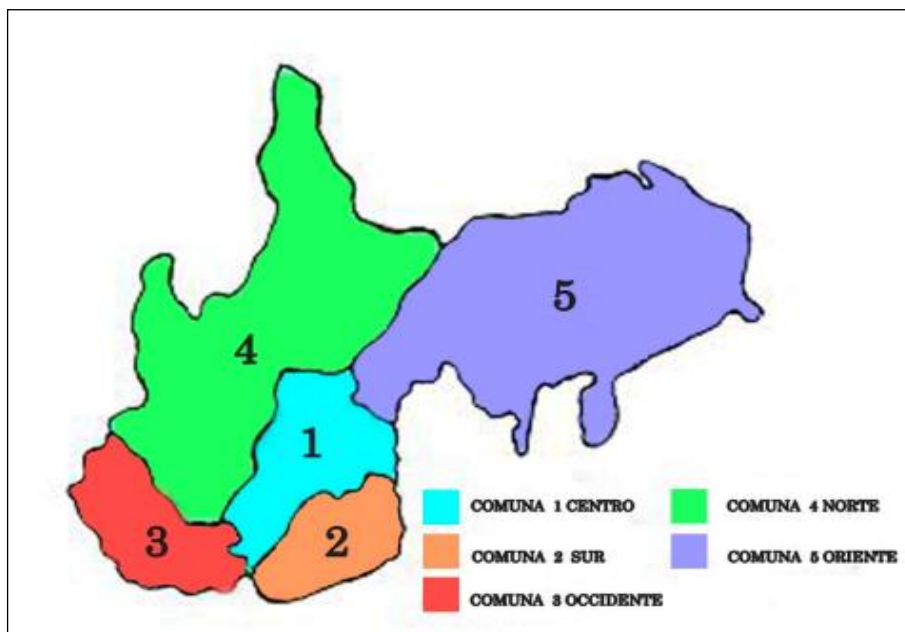


Imagen 3. Mapa de comunas de Girardot

Fuente: Alcaldía municipal – Oficina de Planeación

Características del municipio.

El municipio de Girardot según las estadísticas oficiales del censo de 2005, cuenta con 95.496 habitantes, de los cuales 92.119 se ubicaban en la cabecera y 3.377 en el resto.

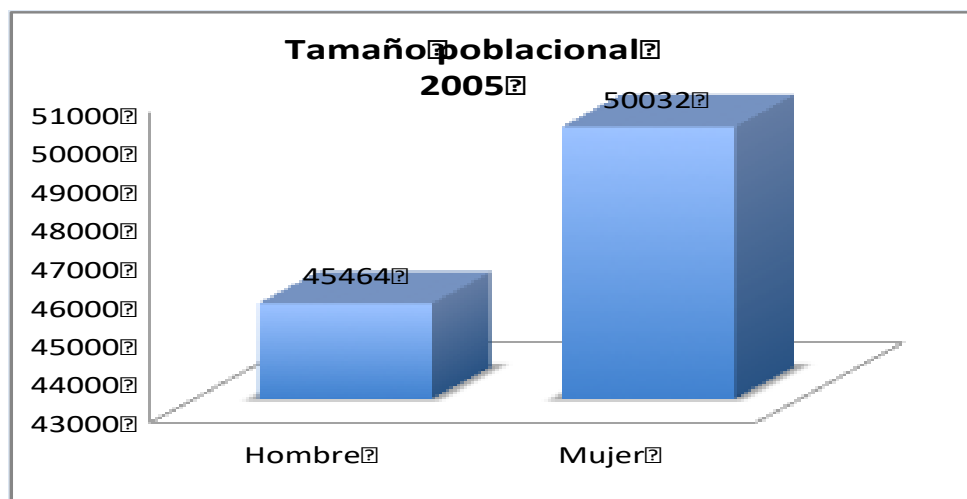


Imagen 4. Tamaño poblacional de Girardot

Fuente: Departamento administrativo nacional de estadística, 2005.

En referencia al tamaño de la población en la actualidad según estudios de proyecciones realizadas por el DANE, (2015) indicaron que el tamaño de la población del municipio es de 105.085 habitantes, donde 55.436 son mujeres y 49.649 son hombres.

Índice de pobreza multidimensional

El indicador IPM (Índice de Pobreza Multidimensional) es el encargado de medir el nivel de pobreza en que se encuentran los hogares en Colombia gracias a este indicador se puede obtener información acerca del nivel de pobreza y las necesidades que aquejan a las familias con el fin de tomar las medidas necesarias para brindar mejor calidad de vida a la sociedad.

A continuación la figura No.7 presenta los resultados del censo del año 2005 acerca del IPM (índice de pobreza multidimensional) en Girardot los cuales arrojan que el sector rural es donde se aborda la mayor parte de pobreza a diferencia del porcentaje que tiene el sector urbano.

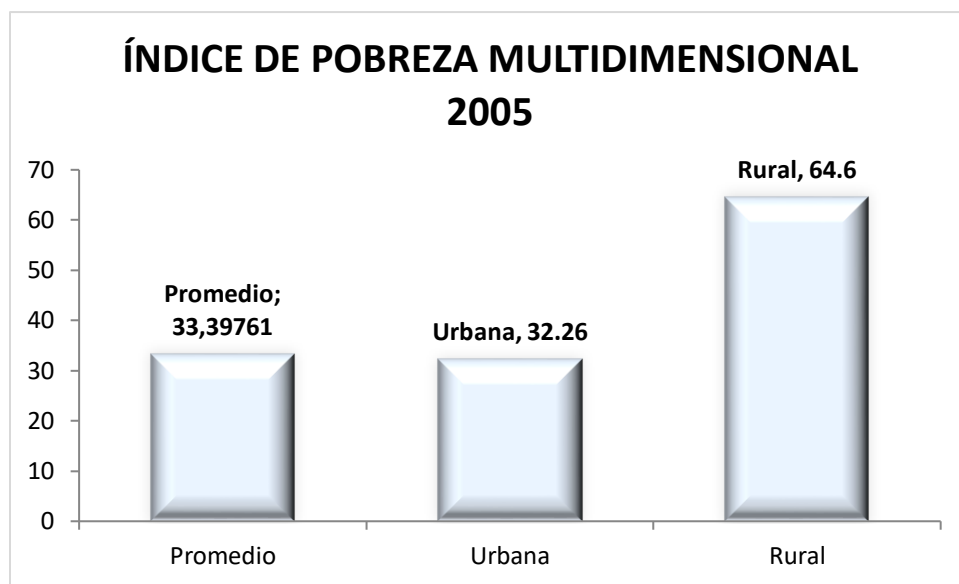


Figura 7. Índice de pobreza multidimensional en el municipio de Girardot

Fuente: Construcción propia – visor estadístico municipal de Cundinamarca, 2005.

Personas con necesidades básicas insatisfechas

Según el artículo denominado: *El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina*: “el método de las necesidades básicas ha permitido identificar las carencias que puede tener una población específica, lo cual en otras palabras representa que están viviendo en situación de pobreza” (Feres & Mancero, 2001)

Por tal razón un hogar que carece de algún elemento básico para tener una vida estable se considera que tiene una necesidad básica insatisfecha, pero existen situaciones en donde un hogar puede vivir en estado de miseria esto ocurre cuando carece de dos o más elementos básicos.

En los resultados del censo realizado por el DANE (2005) presenta que en Girardot en relación con el NBI la mayor parte de las personas que presentan necesidades básicas insatisfechas se encuentran en el resto de la población, es decir no se encuentran en el grupo de la cabecera ni del total de habitantes.

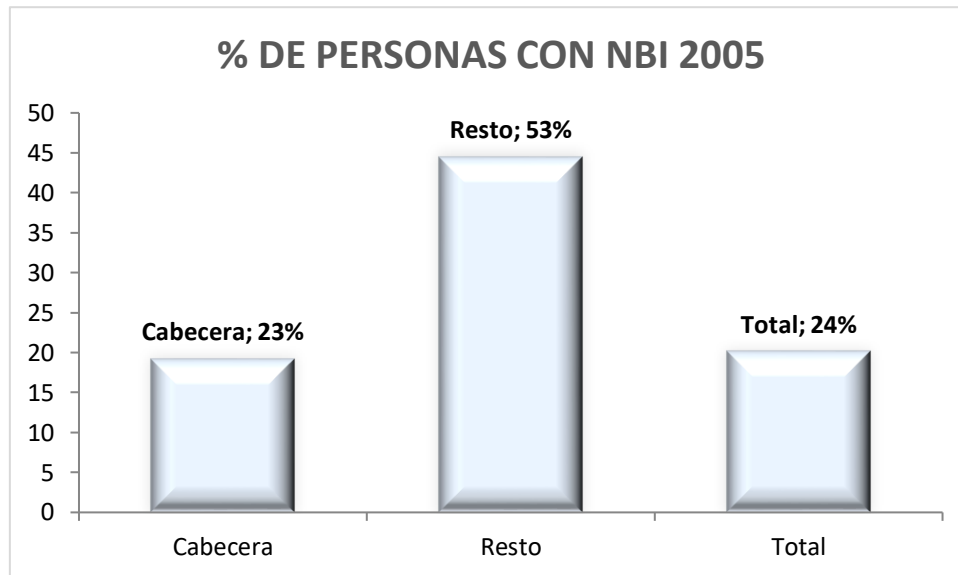


Figura 8. Porcentaje de personas con necesidades básicas insatisfechas en el municipio de Girardot

Fuente: Construcción propia – visor estadístico municipal de Cundinamarca, 2005.

El sector empresarial en el municipio de Girardot en los últimos años ha venido creciendo pues cada año son más las empresas que se crean en el municipio con el fin de recuperar la economía y de disminuir la tasa de desempleo, lo que sin duda alguna contribuye al crecimiento y desarrollo de la región.

En el municipio de Girardot existen diversos sectores económicos que permiten que el municipio sea uno de los lugares más atractivos por los turistas, además gracias a su avance en el sector empresarial muchos inversionistas han decidido invertir en este lugar con el fin de crear empresas generando empleo, mejorando la economía Girardoteña.

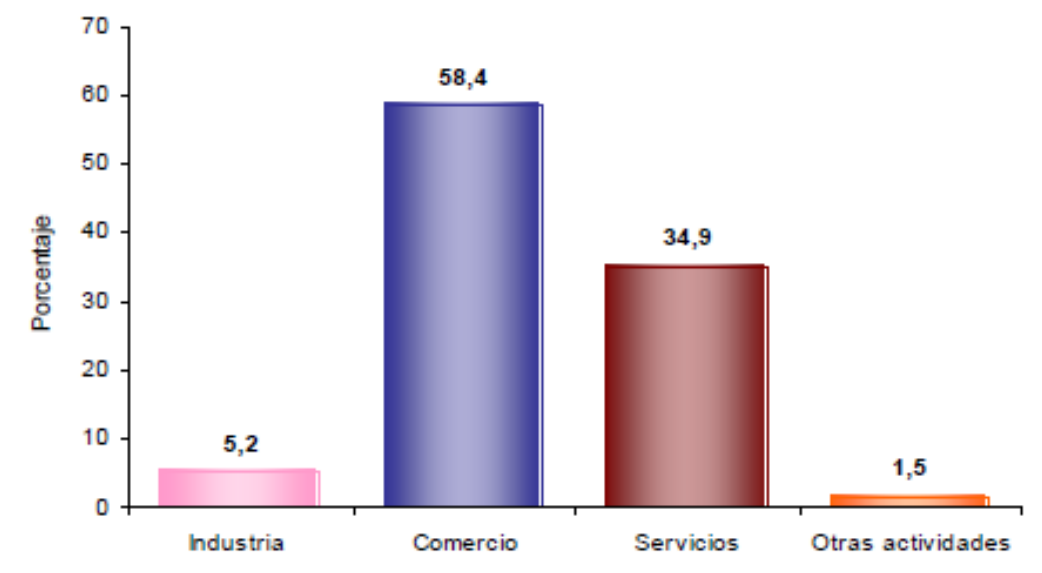


Imagen 5. Establecimientos de Girardot según su actividad

Fuente: Departamento administrativo nacional de estadística, 2019.

De la imagen No. 5 se puede evidenciar que el 58,4% de los establecimientos en Girardot están dedicados al sector de comercio pues es evidente que este sector ha ayudado a impulsar fuertemente la economía del municipio convirtiéndose en uno de los pilares generadores de crecimiento empresarial.

Teniendo en cuenta que los avances de los sectores económicos de Girardot han permitido generar empleo y potencializar la economía municipal, a continuación en la imagen No.6 se presenta el número de empleados proporcionados por estos sectores que sin duda alguna ha contribuido a una mejor calidad de vida de sus habitantes.

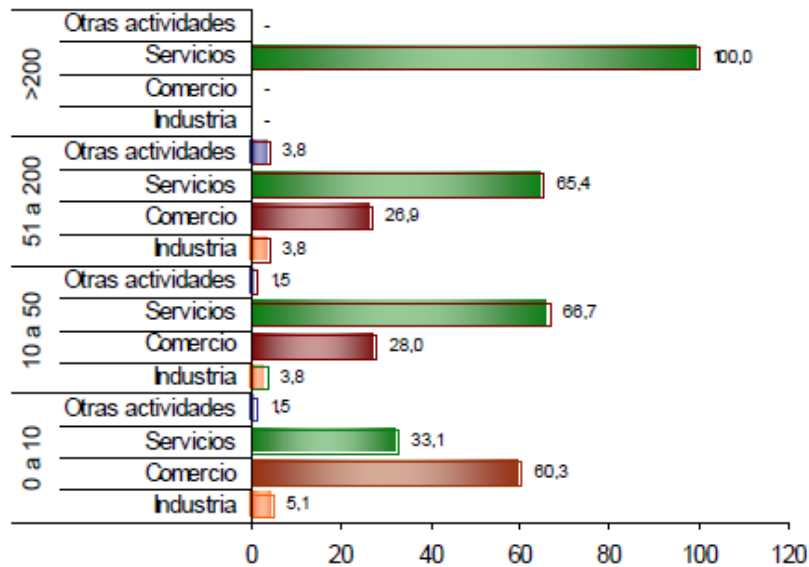


Imagen 6. Establecimientos de Girardot según su escala de personal

Fuente: Departamento administrativo nacional de estadística, 2005.

De acuerdo a la imagen mostrada anteriormente se puede concluir que en general de los rangos establecidos por el DANE con el fin de evidenciar el número de empleos proporcionados por sectores, el de servicios es el que más empleo está generando seguido del de comercio, los cuales sin duda alguna son los motores que mueven en gran medida la economía del municipio.

Además es importante mencionar que aunque el sector de comercio cuenta con un mayor número de empresas dedicadas a esta actividad el sector de servicios el que más empleos está generando pues aunque son menos las que se dedican a esta actividad son organizaciones grandes y de un volumen de venta superior a las de comercio lo que requiere un mayor número de empleados para cumplir con sus actividades operacionales.

Es por esto que Girardot al ser un centro turístico requiere de empresas dedicadas a prestar servicios que satisfagan las necesidades de los turistas que visitan el municipio, por tal razón las empresas requieren de un gran número de empleados que ayuden a prestar un buen servicio siendo esto la clave fundamental para la acreditación de un establecimiento.

Finalmente es importante mencionar que aunque el sector de comercio no está generando en gran magnitud empleos por empresa, si se analiza en conjunto probablemente sea este el mayor generador de oportunidades laborales, además de que tiene una alta expectativa de crecimiento.

Modalidad T a T en Girardot

La empresa DM&E S.A.S pertenece al sector de comercio la modalidad de negocio que utiliza como estrategia en sus ventas es la T a T (tienda a tienda), pues le ha permitido expandirse en el mercado abarcando un gran número de tiendas de barrio convirtiéndose en una empresa reconocida en los departamentos donde comercializa sus productos.

Por lo anterior esta modalidad consiste en proveer productos a pequeñas tiendas de barrio donde las grandes empresas no llegan lo cual genera grandes beneficios económicos y una mayor cobertura en diferentes territorios donde existen un gran número de tiendas de barrio que sin duda alguna siguen siendo fuertes en la economía nacional

De igual manera la técnica T a T ha tenido un auge en la actualidad a pesar de que los grandes empresarios consideran que enfocar gran parte de sus ventas en estas tiendas de barrio no es rentable o que simplemente no es una buena estrategia de mercadeo pues consideran que las empresas por tener un tamaño grande son las que generan mayores ingresos.

Con relación a lo anterior:

Las tiendas de barrio han sido un pilar importante en la economía de la ciudad de Girardot. Han surgido desde los inicios del comercio por el río Magdalena, expandiéndose por todos los barrios importantes del Municipio, hasta llegar al punto de aparecer en las comunidades de difícil acceso, supliendo una necesidad que las grandes cadenas de supermercados no pueden suplir por sus precios altos y lejana ubicación. (Tapiero, Montaña, & Sanchez, 2018)

De lo anterior se puede evidenciar la importancia que tiene las tiendas de barrio en los diferentes sectores que conforman una población puesto que ayudan a suplir una necesidad puntual de forma rápida, además en relación al costo de adquisición de los productos generalmente es más económico en las tiendas que en las grandes empresas.

Análisis del sector tendero

Teniendo en cuenta que la empresa DM&E S.A.S comercializa sus productos a las tiendas de barrio es importante realizar una caracterización sobre el sector tendero con el fin de identificar el comportamiento en el mercado de esta modalidad que ha existido desde hace mucho años.

Además el realizar este análisis es fundamental para la presente investigación debido a que la modalidad T a T (tienda a tienda) que ha venido implementando la empresa como modelo de negocio le ha permitido crecer y expandirse a nuevas zonas de los departamentos de Cundinamarca y Tolima llegando a las tiendas de barrio que se han convertido en sus clientes potenciales.

De acuerdo con Fenalco, en el país existen aproximadamente 720.000 establecimientos en los barrios, de los cuales 215.000 son tiendas tradicionales. La primera cifra hace referencia a todo tipo de comercio, como panaderías, salones de belleza, papelerías y misceláneas. Mientras que la segunda, la de las tiendas tradicionales, solo tiene en cuenta aquellos lugares que manejan unas 45 categorías diferentes de productos, como la canasta básica, dulces y bebidas. (García, 2017)

Por lo anterior se puede evidenciar que los establecimientos de barrios siguen siendo fuertes en la economía nacional pues cada vez más son el número de negocios de esta modalidad gracias a la facilidad que tiene la conformación de uno de ellos, además siguen siendo parte fundamental en el sustento de personas independientes.

De igual manera las tiendas de barrio son muy populares en el abastecimiento de productos de la canasta familiar de los colombianos pues muchas veces son estos negocios los encargados de sacar de apuro a las personas, pues como se conoce popularmente fían sus productos y brindan facilidad de pago a sus clientes.

Además estos establecimientos se consiguen con facilidad en cualquier barrio a distancias muy cortas lo que garantiza un fácil acceso de las personas a estos lugares para satisfacer sus necesidades sin realizar largos recorridos en medio de los trancones de las grandes ciudades si no que por el contrario se puede acceder a ellos con tan solo caminar unas cuantas cuadras.

Con relación a las tiendas de barrio en una columna del periódico el tiempo del año 2017: “Servinformación agrega que representan el 22,2 por ciento (64.103 locales), de los 288.623 pequeños negocios que existen en 19 grandes ciudades y municipios del país” (Lozano, 2017).

Con respecto a lo anterior se puede evidenciar la gran cobertura que tiene esta modalidad de las tiendas de barrio en la economía del país pues siguen siendo las preferidas por los colombianos esto se debe a la capacidad que tienen para satisfacer las necesidades de los seres humanos que son fundamentales en su diario vivir.

De igual manera en las grandes ciudades del país que son caracterizadas por su amplio comercio y por la fuerza de las grandes empresas nacionales y multinacionales, las tiendas de barrio siguen conquistando las familias colombianas pues brindan facilidades tanto en la adquisición de productos como en la forma de pago lo que sigue convirtiendo esta modalidad de negocio en una fuente generadora de empleo y crecimiento económico en el país.

Es por esto que hoy en día son varias las personas que deciden crear su tienda con el fin de sacar de ellas el máximo beneficio viendo en esta modalidad una actividad diaria que ayuda a distraer la mente y además encontrar una forma de sustentar sus familias, pues el crear una tienda de barrio es un proceso fácil que no requiere varios trámites legales.

Por otro lado servinformacion muestra que: “También se calcula que entre 63 y 65 por ciento de las compras de alimentos de los colombianos se hacen a través de esa vía, superando a los almacenes de cadena y a las grandes superficies” (Lozano, 2017).

Por tal razón el gusto de los colombianos por comprar los productos de la canasta familiar por medio de los establecimientos de barrio se ha convertido en la principal motivación de estos negocios que sin duda alguna siguen siendo fuertes en la economía y con una alta expectativa de crecimiento.

Aunque existen grandes cadenas de almacenes que han llegado al país las tiendas de barrio han podido mantenerse en el mercado y enfrentar esta competencia directa que sin duda alguna ha afectado un poco a estos pequeños negocios, pero a pesar de eso los tenderos no se han quedado con las manos cruzadas sino que por el contrario se han unido para poder buscar estrategias en el fortalecimiento de su actividad comercial. Además las tiendas de barrio cuentan con el apoyo de los colombianos convirtiéndose en las preferidas para la adquisición de alimentos según los datos dichas compras representan más del 50% por esta vía.

Con respecto al sector tendero de Girardot es importante mencionar que según datos proporcionados por la cámara de comercio de ese municipio del total de las empresas que aparecen matriculadas en el año 2018 corresponden a tiendas de barrio el 14,2% lo que quiere decir que estos establecimientos están teniendo una representación significativa en la economía girardoteña, además según estudios realizados se puede concluir que esta cifra puede ir en aumento.

Por otro lado con relación a la actividad comercial el municipio de Girardot ha venido mejorando a través de los años esto se debe a aspectos geográficos como por ejemplo la cercanía que tiene con la capital colombiana, contando con rutas de acceso en buen estado que permiten la gran afluencia de turistas, generando que las tiendas de barrio obtengan mayores ingresos.

Por último es importante mencionar que el abastecimiento a las tiendas de barrio ha sido un factor determinante en el crecimiento que ha tenido DM&E S.A.S puesto que llega a lugares donde su competencia no ofrece sus productos, es por esto que este tipo de tiendas son tan importantes para la empresa por lo que se debe seguir pensando en crear estrategias que permitan la fidelización de sus clientes y otras para captar la atención de nuevos consumidores o tenderos con el fin de establecer relaciones comerciales que permita obtener beneficios para ambas partes.

2.3 Marco legal

En este apartado se presentan leyes, decretos, y artículos, donde se puede evidenciar la relación que tienen con la presente investigación en aspectos como el manejo de la información, derechos de autor, cumplimiento de las empresas de llevar la contabilidad y la obligación que tiene el estado en promover actividades de carácter científico y tecnológico.

Lo anterior se utilizó durante el estudio realizado por parte de los autores en la empresa caso de estudio con el fin de garantizar la protección de la información confidencial brindada para el desarrollo de la investigación, además de mostrar la importancia que tiene las universidades como ente promotor de actividades que fomenten el desarrollo investigativo.

-Decreto 1072 de 2015: el SG-SST, se destaca por ser un elemento que agrega valor a la gestión de las organizaciones no sólo por ser un elemento de cumplimiento legal sino por los importantes beneficios que aporta en cuanto a optimización de los procesos y de los recursos.

-Ley 29 de 1990: mediante la cual se establece la obligación que tiene el estado colombiano en promover actividades de tipo científico y tecnológico en los planes de desarrollo económico y social de la nación, brindando apoyo a las entidades que adelanten procesos investigativos.

- Ley 1314 de 2009: mediante la cual se regulan los principios y normas de contabilidad e información financiera y de aseguramiento de información aceptados en Colombia, se señalan las autoridades competentes, el procedimiento para su expedición y se determinan las entidades responsables de vigilar su cumplimiento.

-Ley 1915 de 2018: Por la cual se modifica la ley 23 de 1982 y se establecen otras disposiciones en materia de derecho de autor y derechos conexos.

-Artículo 1°. Adiciónese al artículo 10 de la ley 23 de 1982 el siguiente párrafo. En todo proceso relativo al derecho de autor, y ante cualquier jurisdicción nacional se presumirá, salvo prueba en contrario, que la persona bajo cuyo nombre, seudónimo o su equivalente se haya divulgado la obra, será el titular de los derechos de autor. También se presumirá, salvo prueba en contrario, que la obra se encuentra protegida.

-Artículo 2°. Adiciónese al artículo 11 de la ley 23 de 1982 el siguiente Parágrafo. Cuando la protección de un fonograma o una interpretación o ejecución fijada en un fonograma se otorgue en virtud del criterio de primera publicación o fijación, se considerará que dicha interpretación, ejecución o fonograma es publicada por primera vez en Colombia, cuando la publicación se realice' dentro de los treinta (30) días siguientes a la publicación inicial en otro país.

-Artículo 3°. Modifíquese el artículo 12 de la ley 23 de 1982 el cual quedará así. El autor o, en su caso, sus derechohabientes, tienen sobre las obras literarias y artísticas el derecho exclusivo de autorizar, o prohibir: a) la reproducción de la obra bajo cualquier manera o forma, permanente o temporal, mediante cualquier procedimiento incluyendo el almacenamiento temporal en forma electrónica. b) la comunicación al público de la obra por cualquier medio o procedimiento, ya sean estos alámbricos o inalámbricos, incluyendo la puesta a disposición al público, de tal forma que los miembros del público puedan tener acceso a ella desde el lugar y en el momento que cada uno de ellos elija. c) la distribución pública del original y copias de sus obras, mediante la venta o a través de cualquier forma de transferencia de propiedad. d) La importación de copias hechas sin autorización del

titular del derecho. e) El alquiler comercial al público del original o de los ejemplares de sus obras. f) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación de la obra.

-Artículo 4°. Modifíquese el artículo 27 de la Ley 23 de 1982, el cual quedará así. En todos los casos en que una obra literaria o artística tenga por titular del derecho de autor a una persona jurídica, el plazo de protección será de 70 años contados a partir del final del año calendario de la primera publicación autorizada de la obra.

3. Metodología

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de la presente investigación es mixto, porque combina características de los enfoques cuantitativos y cualitativos. En primer lugar es cuantitativo, como se observa en la imagen No 7, ya que cumple con la rigurosidad de una metodología científica y como lo indica Hernández Sampieri: “usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014, pág. 4).

Con relación al concepto proporcionado por Sampieri es necesario resaltar que en la presente investigación el manejo de datos cuantitativos también se da en virtud de la suposición de la divisibilidad que se evidencia en el modelo de programación lineal.

Por otro lado aunque el objetivo principal del estudio realizado no es probar hipótesis si fue necesario el uso de variables y restricciones para la estructuración del modelo lineal que diera solución al problema de optimización de utilidades evidenciado en la empresa caso de estudio.

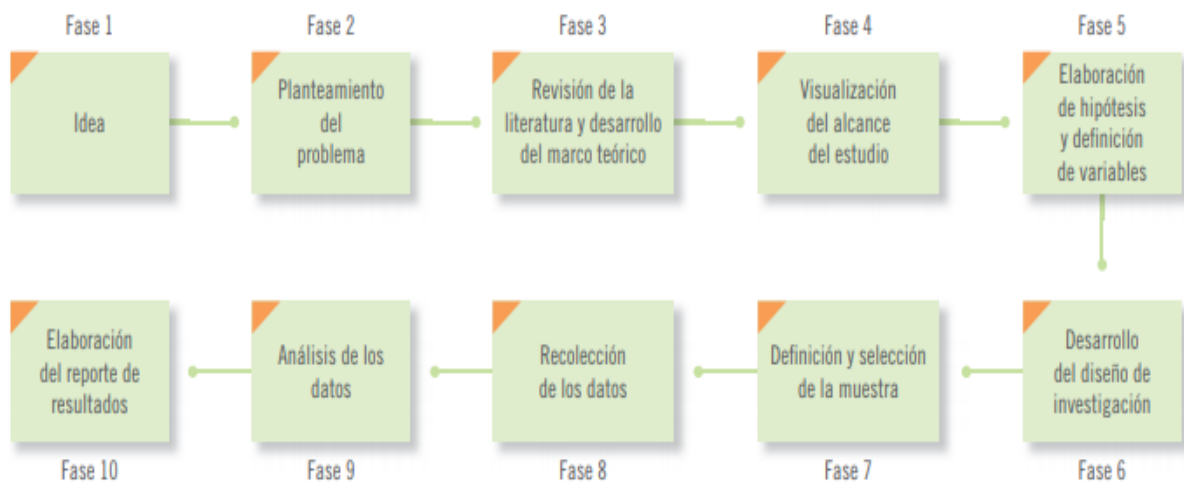


Imagen 7. Proceso cuantitativo de la investigación

Fuente: Libro-Metodología de la investigación, 2014.

Por lo anterior el enfoque cuantitativo sirve como un instrumento para realizar mediciones con el fin de establecer resultados que permitan dar solución a un problema de investigación, es importante mencionar que el enfoque cuantitativo es un proceso secuencial es decir requiere de un paso a paso sin saltar ninguno de ellos para encontrar una solución factible y probar resultados.

Además este enfoque se caracteriza porque sirve como guía en la validación de resultados determinando la factibilidad de la solución según la medición de las variables fundamentadas en la recolección de datos.

Por otro lado. “El enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación” (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014, pág. 7).

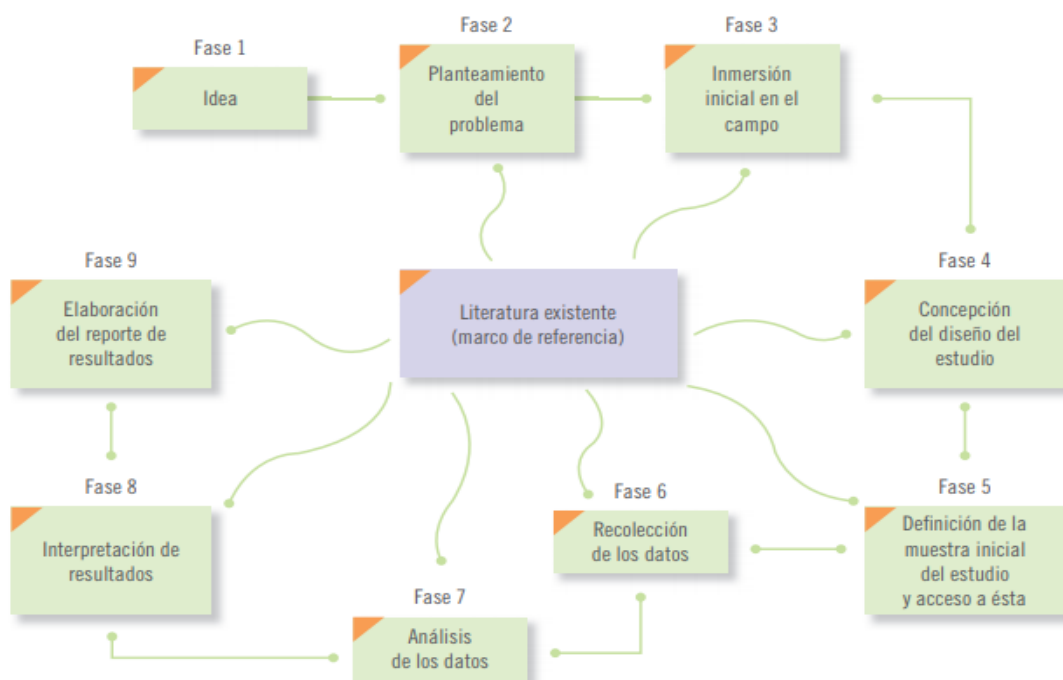


Imagen 8. Proceso cualitativo de la investigación

Fuente: Libro-Metodología de la investigación, 2014.

Así mismo este enfoque presentado en la imagen No.8 permite afianzar el planteamiento del problema de investigación basado en una serie de estudios de diferentes temas relacionados con el objeto principal para proporcionar interrogantes que se deberán ir resolviendo a medida que avanza el proceso de investigación realizando una correcta interpretación de los resultados obtenidos.

De igual manera este enfoque cualitativo nutre la base teórica pues se hace necesaria la indagación de aspectos relacionados al tema central con relación a antecedentes, marcos referenciales, aspectos sociodemográficos entre otros factores que intervienen en una investigación.

Por último esta investigación implementó aspectos cualitativos debido a que involucra los criterios que utiliza la empresa DM&E S.A.S en la comercialización de productos, así como el análisis general y particular que se realizó en cuanto a las categorías de investigación aplicadas y cuantitativos porque se requiere de un proceso secuencial para la construcción de la investigación basada en un análisis matemático y modelación lineal en la validación de resultados arrojados por el modelo de programación lineal.

3.2 Método de Investigación

El método que se desarrolló durante esta investigación parte de lo deductivo a lo inductivo.



Figura 9. Método de investigación

Fuente: Construcción propia-Metodología de la investigación, 2019.

En la figura No.9 se ilustra el método que tiene la presente investigación partiendo de un análisis deductivo el cual consiste en realizar una caracterización general del tema central a estudiar hasta un análisis inductivo basado en la contextualización particular del objeto central que los autores desean desarrollar.

Es por esto que para la presente investigación se hizo necesaria una caracterización general en relación a las categorías de investigación que son: optimización, modelos de programación lineal y el MAIIP, con el fin de afianzar conceptos e identificar aspectos relevantes que se ven inmersos determinando el impacto que han tenido en la solución de problemas.

Inicialmente se realiza un análisis general de la forma en que las empresas están manejando los procesos logísticos teniendo en cuenta que la implementación correcta de los mismos contribuye a maximizar las ganancias y a la reducción de costos que sin duda alguna son objetivos primordiales para un empresario.

Por tal razón se hizo necesaria la revisión de antecedentes relacionados con las categorías de investigación para establecer la evolución que estos conceptos han tenido a través del tiempo como herramienta para la solución de problemas en diversos campos estableciendo su incidencia en la presente investigación.

De igual manera durante el proceso de análisis deductivo se identificó los casos empresariales en donde se han aplicado modelos de programación lineal para la optimización de utilidades con el fin de conocer el impacto que esto genere en las empresas.

Luego de realizar un análisis del sector empresarial y sus problemáticas relacionadas con la optimización se procedió a realizar un estudio particular en la empresa caso de estudio de esta investigación denominada: DM&E S.A.S con la cual se construyó una investigación completa con relación a la implementación de un modelo de programación lineal para maximización de sus utilidades.

En este caso la investigación está enfocada en el proceso de optimización de utilidades relacionado con la comercialización de sus productos para determinar la cantidad que se debe vender por cada uno de ellos para obtener el máximo rendimiento económico analizando la relación costo-beneficio.

Con el objetivo de nutrir la investigación basada en la optimización de utilidades en la empresa DM&E S.A.S mediante un modelo de programación lineal se realizó el planteamiento del marco teórico para establecer las teorías que sustentan esta investigación, así mismo se construyó un marco contextual en relación a la empresa para analizar el sector de comercio aspectos sociodemográficos de Girardot y la modalidad T a T, también se analizó la normatividad que se ve inmersa en la elaboración del modelo de programación lineal que se formuló con información de la empresa.

El modelo de programación lineal que se implementó inicialmente en la empresa DM&E S.A.S podrá ser replicable por otras empresas del mismo sector que busquen mejorar su competitividad en el mercado haciendo uso eficiente de los recursos lo que generará el aumento de sus utilidades.

3.3 Alcance de la investigación

El alcance de una investigación depende de la forma en que quiera el investigador abordar el tema. Para el caso puntual de esta investigación el alcance es descriptivo y correlacional.

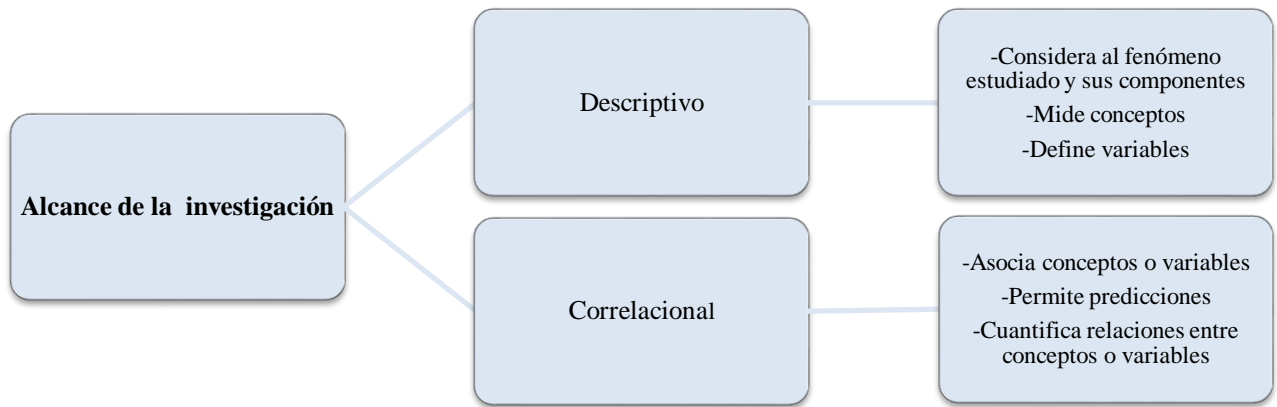


Figura 10. Alcance de la investigación

Fuente: Construcción propia-Metodología de la investigación, 2019.

La figura No 10 presenta las características del alcance de una investigación descriptiva y correlacional. En primer lugar:

Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan éstas. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014, pág. 92)

Con relación a lo anterior el alcance descriptivo permite realizar una descripción detallada de las variables que intervienen en una investigación identificando particularidades en cada una de ellas con el fin de establecer su aporte en esta investigación, aunque su objetivo no radica en la relación que existe entre ellas si permite analizar minuciosamente la incidencia de cada una de las variables en la metodología implementada en un trabajo de investigación.

Por tal razón para el presente estudio se analizaron de forma individual las diferentes variables que intervinieron en la elaboración de la investigación y en el modelo de programación lineal con el fin de establecer su incidencia en la optimización de las utilidades en la empresa DM&E S.A.S y el comportamiento de cada una de ellas como herramienta de análisis.

Por otro lado el alcance correlacional:

Tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014, pág. 93)

Igualmente el alcance correlacional permite al investigador establecer la incidencia que tiene una variable frente al comportamiento de otras que intervienen en el proceso de investigación y construcción de la metodología, es importante mencionar que esta incidencia puede representar un valor positivo o negativo.

A causa de esto el alcance correlacional permitió en la presente investigación establecer la relación que existe entre el proceso de optimización y la modelación lineal para la maximización de utilidades en la empresa caso de estudio, así mismo en el modelo de programación lineal se estableció la incidencia que tiene las variables del modelo (cantidades vendidas).

El alcance de investigación del estudio realizado fue de gran utilidad porque a partir de los resultados obtenidos por el modelo de programación lineal la empresa tuvo un sustento para la toma de decisiones gerenciales pues si realiza los ajustes necesarios podrá convertirse en una empresa más eficiente mejorando sus utilidades.

3.4 Diseño de la investigación

Para empezar es importante mencionar que los diagramas anteriormente presentados que hacían alusión al enfoque mixto que tuvo la presente investigación pues involucra datos de tipo cualitativo y cuantitativo, al método de estudio utilizado que parte de lo deductivo a lo inductivo pues se realizó un análisis general del problema de investigación hasta llegar a la necesidad puntual evidenciada en la empresa caso de estudio.

Además se presentó el alcance de la investigación que es descriptivo porque permite realizar una descripción detallada de las variables y correlacional porque permite establecer la relación que existe entre el proceso de optimización y la modelación lineal en la maximización de utilidades.

Es por esto que la información anteriormente mencionada fue importante para establecer el diseño que se iba a llevar a cabo a partir de la creación de una serie de pasos en un proceso secuencial los cuales deben cumplirse a cabalidad en el orden establecido para que los resultados sean los esperados. En la figura No.11 se presenta el diseño de la investigación realizado por los autores.

También permitió a los autores validar los resultados obtenidos en el proceso realizado con el fin de establecer la incidencia que tiene la elaboración de dicha estrategia como herramienta en el análisis del problema planteado inicialmente y construir una robusta investigación que permitió cumplir con el objetivo principal de la investigación generando valor a la empresa DM&E S.A.S.

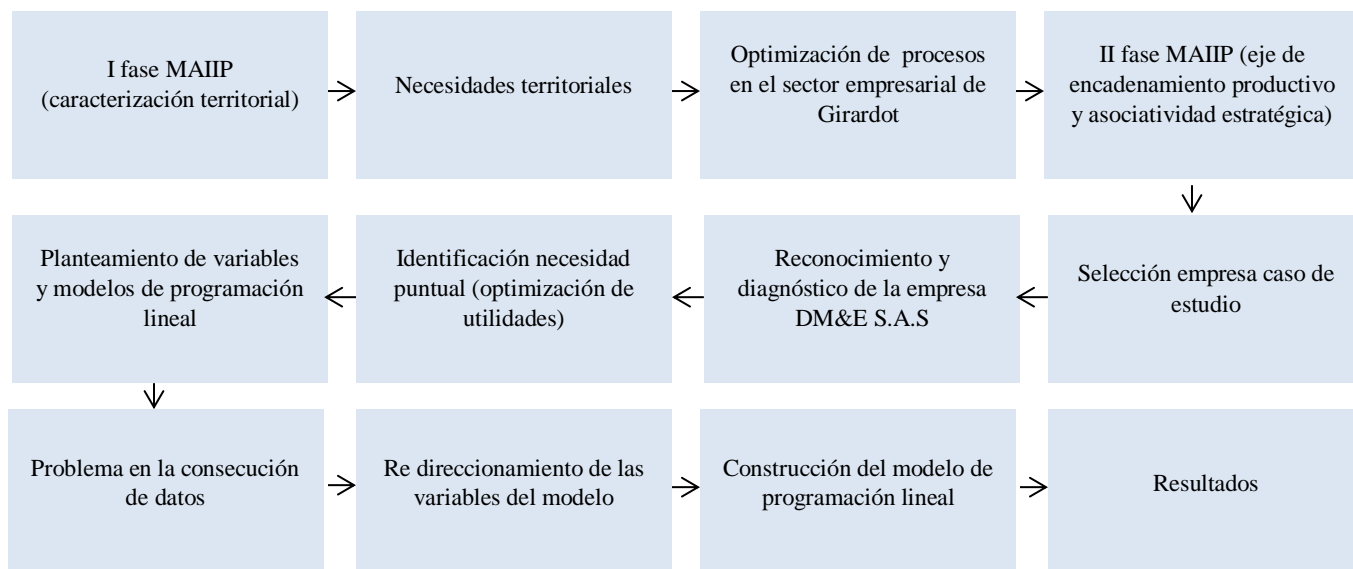


Figura 11. Diseño de la investigación

Fuente: Construcción propia, 2019.

Por lo anterior es importante destacar que cada uno de los pasos identificados en la figura anterior fueron vitales para la conformación del trabajo de investigación que proporcionó una herramienta de análisis para la empresa impactada sirviendo como una guía que puede ser implementada dentro del plan operacional con el fin de maximizar sus resultados económicos.

Además con el fin de cumplir con el objetivo principal el modelo de programación lineal se realizó en la herramienta Solver de Microsoft Excel implementando el método simplex quien fue el encargado de identificar intrínsecamente dentro del cruce de matrices cual proporcionaba la mayor utilidad para la empresa.

De igual manera dentro del diseño de investigación es importante mencionar que para este estudio se utilizó un método de tipo experimental el cual está definido en el libro *metodología de la investigación* como:

Un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos consecuentes), dentro de una situación de control para el investigador. (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014, pág. 129)

De ahí que un diseño de tipo experimental permite al autor la manipulación de variables en el análisis de estudio para así identificar las consecuencias o el impacto que tiene la modificación de las variables dentro del planteamiento y desarrollo de la investigación buscando la solución óptima que este direccionada a dar solución a una necesidad puntual.

En relación a lo anterior para el caso puntual de esta investigación se realizó un análisis de como las variables utilizadas para la formulación del modelo de programación lineal intervinieron en los resultados obtenidos con relación a las unidades optimas que se deben vender por cada producto.

3.5 Técnicas de recolección de datos

Una vez establecido el diseño de la investigación se establecieron las técnicas para la recolección de datos que condujeron a cumplir con el propósito inicial de la investigación que en este caso fue maximizar las utilidades de la empresa DM&E S.A.S mediante un análisis de los productos que comercializa.

Es por esto que en primer lugar se buscaron fuentes primarias de tal manera que permitieran tener un análisis detallado de la empresa DM&E S.A.S como fueron las entrevistas con los representantes de la empresa que se realizaron en varias oportunidades analizando de cerca la necesidad puntual e identificando aspectos de tipo cualitativo y cuantitativo que sirvieron para la construcción posterior del trabajo de investigación.

Con relación a lo anterior durante las visitas realizadas a la empresa se pudo ir recopilando datos que ayudarán a la construcción del modelo lineal, en varias ocasiones se tuvo la oportunidad de conversar con diferentes funcionarios administrativos de la empresa lo cuales siempre estuvieron dispuestos a brindar los recursos necesarios para continuar con el proceso de investigación que se desarrolló en los diferentes espacios académicos de la Universidad Piloto de Colombia seccional Girardot.

De igual manera el proceso de recopilación de datos se empezó a desarrollar desde el grupo de investigación del semillero ECOFI del cual los autores hicieron parte contando además con el apoyo de otros estudiantes y docentes que fueron vitales en la construcción y desarrollo del estudio con la empresa DM&E S.A.S de tal manera que permitiera fortalecer las líneas de investigación del programa de Ingeniería Financiera.

Es por esto que se hizo necesaria la búsqueda de información en fuentes secundarias que permitieran documentar observaciones que sirvieron como insumo para el modelo y el desarrollo de la investigación en este sentido se utilizaron fuentes como libros, artículos, documentos de grado, documentos institucionales, estadísticas del DANE, informes de gestión de la Alcaldía de Girardot, Cámara de Comercio de Girardot y sitios web seguros.

De ahí que el uso de las fuentes secundarias fueron vitales en la construcción de la investigación debido a que permitió establecer un análisis empresarial completo desde lo general hasta lo particular identificando aspectos relevantes que ayudaron al correcto direccionamiento del presente estudio vinculando diversa información que apuntará a la solución de problema planteado y que diera cumplimiento a los objetivos.

Es importante mencionar que una de las dificultades encontradas en el desarrollo del modelo de programación lineal fue que la herramienta Solver tiene un límite de variables para correr un modelo de este tipo por tal razón los investigadores decidieron clasificar los productos en grupos de igual tamaño involucrando todos los productos que la empresa comercializa para obtener la máxima utilidad.

Finalmente después de recopilar toda la información mediante las fuentes primarias y secundarias mencionadas anteriormente se pudo obtener todos los datos necesarios para el desarrollo de la investigación principalmente para la elaboración del modelo de programación lineal.

Lo anterior con el fin de cumplir con el objetivo de optimizar las utilidades en la empresa DM&E S.A.S buscando el máximo beneficio económico a partir de la comercialización eficiente de sus productos, además el presente estudio muestra que el tener valores máximos de utilidades y umbrales sobre sus productos representan una guía al momento de implementar políticas de planificación y buen manejo de inventarios.

3.6 Tratamiento de Datos

Inicialmente el modelo de programación lineal buscaba la maximización de utilidades con relación al proceso de almacenamiento de las cajas contenedoras de los productos con el fin de identificar la forma en que estas debían ser ubicadas en los espacios de almacenaje de tal manera que permitiera el uso correcto de los espacios y a su vez que la empresa DM&E S.A.S aumentará sus ganancias teniendo en cuenta la rotación de los productos que comercializa.

Por tal razón durante el proceso de construcción del modelo lineal se tuvo que redireccionar las variables utilizadas pues la consecución de los datos necesarios para el primer planteamiento no fueron conseguidos en su totalidad lo que causó que se involucraran otras variables que cumplieran con el objetivo principal de la investigación que era la maximización de las utilidades.

En relación a lo anterior el redireccionamiento fue socializado con los representantes de la empresa caso de estudio los cuales durante el proceso previo y posterior a la formulación del modelo de programación lineal estuvieron de acuerdo en colaborar con la consecución de los datos necesarios pues consideraban que este estudio proporcionará una herramienta de análisis de gran importancia para su empresa siendo este un producto innovador pero sobre todo de gran utilidad.

De ahí que previamente a la culminación del presente trabajo investigativo se realizaron diferentes encuentros con los representantes de DM&E S.A.S donde se evidenciaron los avances de este estudio, además se socializó los resultados que la investigación iba generando observando resultados favorables ante la innovación del tema de modelos de programación lineal para la empresa.

4. Modelo de programación lineal

La programación lineal actualmente se encuentra inmersa en diversos campos como lo son la medicina, finanzas, agricultura, logística, entre otros, para el caso del enfoque en esta investigación la programación lineal se ve reflejada en el sector comercial el cual ha servido como herramienta en la optimización de recursos permitiendo la solución de problemas complejos de forma segura y eficiente.

Por lo anterior un modelo de programación lineal puede tener dos opciones de optimización según sea el problema de la empresa o actividad caso de estudio. La primera es maximizar alguna variable específica como pueden ser las utilidades; la segunda opción consiste en minimizar una variable o recurso por ejemplo los costos en una empresa.

Es importante mencionar que una de las partes más importantes que conforman un modelo de programación lineal son sus variables las cuales son los datos conocidos que sirven para establecer las restricciones o limitantes del modelo con el fin de que los resultados que éste proporcione sean lógicos pero sobre todo permita a la empresa tomar decisiones gerenciales favorables.

De ahí que durante la socialización se mostró a los representantes de la empresa las dos posibles opciones que se podrían trabajar en cuanto a optimización teniendo en cuenta el objetivo que se venía desarrollando dentro del MAIIP, por un lado estaba la maximización de utilidades y por el otro la minimización de costos, estas opciones permitirían a la empresa mejorar sus resultados económicos y mejorar la gestión en sus procesos logísticos.

Por lo anterior durante el proceso de caracterización en las visitas de campo realizadas a las instalaciones de la empresa se pudo identificar que los representantes legales mostraron interés en el tema de maximización de utilidades porque veían que esto generaría mejores resultados no solo en aspectos monetarios sino también en el manejo de gestión y operación de DM&E S.A.S.

De igual manera manifestaron que los gastos que actualmente tienen son los necesarios para poder operar con normalidad además en cuanto a la adquisición de los productos no pueden ser modificados debido a que DM&E S.A.S no es una empresa productora si no que cuenta con proveedores que les suministran la mercancía para su comercialización, por otro lado son difíciles de reducir porque el valor que tienen no puede ser alterado con facilidad, pues como su nombre lo indica son obligaciones constantes y necesarias que la empresa debe asumir para su correcto funcionamiento.

Es por esto que los empresarios consideran conveniente la maximización de sus utilidades pues esto le permitirá aumentar su valor como empresa logrando el fortalecimiento de DM&E S.A.S en el sector de comercio generando a su vez el uso eficiente de sus recursos.

Teniendo en cuenta los párrafos anteriores en relación al planteamiento del modelo de programación lineal se decidió para este caso la implementación de un modelo bajo el criterio de maximización teniendo en cuenta las necesidades evidenciadas de los empresarios.

A continuación previa a la formulación del modelo de programación lineal se realizará una caracterización de la empresa caso de estudio:

DM&E, es una empresa familiar fundada en el año 2010, por 4 socios, quienes iniciaron con un capital pequeño, por lo que hubo necesidad de financiarse con el apoyo de la empresa Tecno químicas. La empresa inicia con una competencia directa en Girardot, quien una vez se retira del mercado, DM&E, logra posicionarse y expandirse cubriendo los departamentos de Cundinamarca y Tolima, atendiendo a municipios como Mariquita, Fresno, Chaparral, La Mesa, Girardot, entre otros. En el Tolima se encuentra con la frontera de Manizales y por el lado de Cundinamarca, atiende todo el sector hasta Soacha. Algunos de los rasgos que consolidaron la conformación y permanencia del negocio, fueron la experiencia en ventas de sus socios, los contactos con los proveedores, el transporte, la innovación, la publicidad, el mercado y las líneas nuevas que han ido incorporando. (Programa Ingeniería Financiera, 2018, pág. 10)

De lo anterior se puede evidenciar como la empresa a través de los años ha venido creciendo y posicionándose en el mercado en el que se encuentra pues al inicio como toda empresa requiere de una inversión inicial de capital grande para poder adquirir los elementos necesarios que necesita toda compañía para su funcionamiento.

Además gracias a la cobertura que tiene en varios municipios se puede considerar que esto ha sido un elemento clave para el crecimiento que ha tenido DM&E S.A.S junto con la implementación de estrategias de mercadeo que le han permitido expandirse a otros departamentos.

Por otro lado es importante mencionar que la empresa con relación a su equipo de trabajo además de las personas que trabajan en las instalaciones de la compañía tiene 27 vendedores los que a su vez se encuentran divididos por las casas comerciales que maneja que son Colombina, Quala y Tecno químicas, también cuenta con 12 camiones que son utilizados para la comercialización de los productos de los cuales 7 son propios y 5 se contratan por prestación de servicios.

La empresa DM&E S.A.S en relación a los productos que comercializa se puede mencionar que:

Actualmente, manejan el 80% de los productos de consumo, los cuales distribuyen a 3.500 clientes, bajo la estrategia de servicio o modalidad de preventa con entregas entre las 24, 48 y 72 horas. Cuenta con 3 portafolios, los cuales están divididos por casas comerciales como son: Tecno químicas, Colombina, Quala. Su ventaja competitiva y valor agregado es la cobertura 100% T a T (tienda a tienda), que ofrecen a sus clientes. (Programa Ingeniería Financiera, 2018, pág. 11)

Con respecto a lo anterior se puede mencionar que una de las razones que le han permitido a la empresa obtener buenos resultados ha sido manejar prácticamente todos los productos de consumo que las personas adquieren a diario porque al ser productos de primera necesidad el nivel de demanda es alto lo que representa mayores ingresos para la compañía.

Además de que esta estrategia le está generando altos ingresos para DM&E S.A.S permite que la empresa pueda diversificar el riesgo en la comercialización de sus productos pues como el nivel de demanda de todos no es igual la venta de los que le están generando mayor margen de ganancia permite suplir las pérdidas que están generando algunos de ellos.

Por otro lado la metodología T a T que implementa la empresa actualmente sin duda alguna ha sido un factor determinante en el crecimiento que ha venido teniendo DM&E S.A.S esto se debe al valor agregado que tiene frente a su competencia de tener amplia cobertura sobre las tiendas de barrio.

La retribución económica que percibe la empresa caso de estudio por los productos que comercializa se maneja de la siguiente forma:

El sistema de pago que utiliza DM&E, es efectivo y contra entrega, y sólo ofrece crédito con tiendas cabeceras con un plazo no máximo a 8 días. La empresa tiene como principal estrategia de crecimiento, el contar con nuevas líneas de producto y portafolios, además de obtener apalancamiento con recursos propios y de bancos. (Programa Ingeniería Financiera, 2018, pág. 13)

De lo anterior se puede decir que el sistema de pago que maneja la compañía es pertinente porque no tarda en recuperar sus cuentas por cobrar pues el tener un alto nivel de deudores morosos además de ocasionar pérdidas para la empresa retrasa la adquisición de nuevos productos para reemplazar los que se han vendido.

Además como la empresa obtiene efectivo de forma inmediata en cada venta que realiza le permite poder invertir este dinero en la creación de nuevas líneas de productos que busque satisfacer cada vez más las necesidades de los consumidores logrando abarcar mayores clientes, la implementación de esta estrategia se verá reflejada directamente en los márgenes de ganancia.

Con relación a las cuentas por cobrar de DM&E S.A.S es necesario resaltar que:

La empresa tiene el 3% de las ventas aproximadamente recargadas en las cuentas por cobrar, debido a que casi la totalidad de sus ventas se pagan una vez es entregado el pedido. Por lo anterior, el otorgamiento de créditos no es muy frecuente en clientes que lo requieran. (Programa Ingeniería Financiera, 2018, pág. 14)

Por lo anterior es importante mencionar que el porcentaje de ventas que tiene la empresa en sus cuentas por cobrar no es un valor significativo lo que es algo bueno para DM&E S.A.S porque significa que está teniendo un valor de liquidez alto, además una óptima gestión de estas cuentas permite aumentar el valor de una compañía por medio del CT (capital de trabajo).

Por último la administración de las cuentas por cobrar debe ser efectiva y eficiente pues influyen directamente en la rentabilidad de la empresa, asimismo el aumento excesivo del valor de estos rubros provoca una disminución en la entrada de efectivo lo que puede conllevar al incumplimiento de las obligaciones financieras que tenga la compañía.

4.1 Formulación de la función Objetivo

De acuerdo a lo expuesto anteriormente para el caso puntual de esta investigación se buscó maximizar las utilidades de la empresa DM&E S.A.S teniendo en cuenta distintas variables que van relacionadas con los productos que comercializa la empresa, la función objetivo va sujeta a unas restricciones las cuales permitieron establecer el modelo de programación lineal más óptimo.

La función objetivo que se implementó en el modelo de programación lineal para la investigación fue:

$$GT = \sum (PV_i * 97\% - CA_i) X_i$$

Dónde:

GT: Ganancia Total

PV: Precio de Venta unitario del producto i

CA: Costo de adquisición unitario del producto i

X_i : unidades vendidas del producto i

Esta función objetivo permitirá encontrar la máxima utilidad que puede obtener la empresa de acuerdo a todos los productos que comercializa, es necesario resaltar que al tener la información del costo de adquisición y el precio de venta unitario permitió realizar un análisis de la ganancia (o pérdida) que puede tener cada producto.

Por lo anterior es importante mencionar que la función objetivo se estableció con el fin de identificar la ganancia por producto que la empresa está generando en relación a la cantidad vendida además se tuvo en cuenta que la empresa a cada vendedor le paga el tres por ciento (3%) de comisión por cada unidad vendida, aspecto que fue conocido directamente por los representantes de la empresa durante las entrevistas.

4.2 Restricciones

Con relación a las restricciones se establecieron dos las cuales sirvieron como limitantes al modelo de programación lineal con el fin de que los resultados que se obtengan del modelo sean exactos.

$$\sum (PV_i * 97\% - CA_i) X_i \geq GF$$

$$Y_i \leq X_i$$

Dónde:

GF: Gastos fijos de la empresa

Yi: Cantidades óptimas a vender del producto i

La primera restricción hace relación a que la máxima utilidad que puede tener la empresa debe ser mayor o igual a los gastos fijos que asume la empresa, esto por la ley de equilibrio es decir que dichas ganancias puedan solventar las obligaciones que tiene la empresa para poder seguir con su operación normal, entre los gastos fijos se encuentran el pago de los servicios públicos, internet, uso de la plataforma que manejan para la comercialización de los productos, pago de nómina, entre otros.

Asimismo la segunda restricción señala que las unidades óptimas a vender deben ser menores o igual a las cantidades vendidas con el fin de que los resultados sean más exactos pues se utilizan las ventas de ese mes para obtener la máxima utilidad sirviendo esto como un limitante para evitar el aumento innecesario de los inventarios.

4.3 Variables

En la formulación del modelo de programación lineal se tomó como variables las unidades vendidas de cada producto en el mes de septiembre del año 2018, como se podrá evidenciar en el trabajo de investigación el modelo se corrió con los mil quinientos treinta y cuatro (1.534) productos que la empresa actualmente comercializa. Además es importante mencionar que la ganancia unitaria y los gastos fijos de la empresa aunque no son variables del modelo lineal si son coeficientes que tienen relación con el problema de investigación solucionado por parte de los autores. En esta sección del documento se describirán brevemente cada una de ellas.

4.3.1 Unidades vendidas

Las unidades vendidas de un producto son aquellas cantidades que la demanda adquiere para satisfacer sus necesidades generalmente existen productos que se adquieren más que otros y esto se debe a que se utiliza o se consume con mayor frecuencia, un ejemplo de esto sería la comparación en la venta de arroz frente a la del salmón, siendo el primero adquirido con mayor frecuencia.

Es por esto que las empresas buscan que el nivel de demanda por cada producto sea alto lo que garantizaría mejores rendimientos económicos aunque en algunos casos el no asignar correctamente los precios de los productos podría causar grandes pérdidas a medida que esta aumente.

Por lo anterior es importante mencionar que las empresas realicen un constante monitoreo sobre sus ventas analizando las unidades vendidas por cada uno de los productos con el fin de determinar el impacto individual de cada uno de ellos en la rentabilidad final que obtiene la empresa.

De acuerdo a las unidades que se venden por cada producto se podría realizar un análisis de cuáles son los productos que mayor rentabilidad o participación tienen en las ventas y por el contrario cuales son los que menor beneficios están generando, con el fin de adoptar estrategias que contribuyan a la consecución de mejores resultados en cuanto a productividad y crecimiento empresarial.

Así mismo para la formulación del modelo de programación lineal que se implementó en la empresa DM&E S.A.S se trabajó con datos del mes de septiembre de 2018 donde se evidencia la cantidad de unidades vendidas por producto las cuales como limitantes en el modelo lineal con el fin de que la cantidades optimas a vender pudieran satisfacer el nivel de demanda.

De ahí que los resultados del modelo permitieron establecer si las cantidades que actualmente se están vendiendo por producto son las indicadas para obtener la máxima utilidad en la empresa, analizando si existen productos de los cuales no se deberían vender ninguna unidad que de ser así deben ser sometidos a una reestructuración de precios.

Con relación a las variables explicadas anteriormente es necesario resaltar que estas fueron escogidas para la implementación del modelo de programación lineal debido a que están directamente relacionadas con las utilidades que la empresa está obteniendo en la venta de sus productos, por tal razón las unidades vendidas ayudaron a conocer el nivel de demanda por producto de tal manera que la empresa tenga una idea de las unidades que debe comercializar.

Coeficientes que intervienen en el problema de investigación

Como se mencionó anteriormente la única variable que actúa en el modelo son las unidades vendidas de cada producto pero existen unos factores que intervienen en el problema de investigación que fueron de gran utilidad para poder optimizar las utilidades en la empresa caso de estudio.

Además estos factores se encuentran vinculados en las restricciones que se establecieron a la hora de construir el modelo de programación lineal, es por esto que se considera pertinente presentar el concepto de éstos evidenciando la importancia que tiene en el desarrollo de la investigación.

4.3.2 Ganancia Unitaria

Las empresas generalmente establecen los precios de los productos que comercializan de tal forma que generen alguna ganancia pues esto permite un mejor desempeño en su actividad operacional, pero en algunos casos ocurre que las organizaciones no establecen correctamente el precio porque no tienen en cuenta los aspectos que se ven inmersos en la producción o adquisición de cada uno de ellos.

Es por eso que se debe tener claro el concepto de ganancia unitaria que puede ser entendido como la diferencia entre el precio de venta y el costo de venta unitario esto permite conocer si generó alguna ganancia dicho producto, este cálculo se debe realizar con alguna periodicidad específica que depende del investigador debido a que se puede trabajar con datos anuales, mensuales, trimestrales, entre otros, también es importante mencionar que la ganancia unitaria puede ser expresada en pesos o porcentaje.

Los resultados de la ganancia unitaria le permiten a la empresa conocer la rentabilidad que realmente está generando dicho producto en caso de que los resultados no sean tan favorables se debe tomar decisiones acerca de que si es necesario seguir comercializándolo o si mejor sacarlo del mercado.

En la empresa DM&E S.A.S la ganancia unitaria corresponde a la diferencia que existe entre el precio de compra y el precio de venta de cada uno de los productos además esta diferencia se ve afectada por el tres por ciento (3%) de comisión que pagan a sus vendedores por cada unidad vendida.

4.3.3 Gastos Fijos

Se entiende como gastos fijos aquellas salidas de dinero que una empresa tiene que asumir con el fin de cumplir con las obligaciones financieras que se derivan de su actividad operacional son llamados de esta manera porque estos deben ser cancelados periódicamente independientemente de los resultados económicos que tenga la empresa.

De lo anterior actualmente se ha mencionado que los gastos fijos han ocasionado el cierre o la quiebra de algunos emprendimientos debido a que no se realiza un correcto estudio acerca de estos y en algunos casos se hace imposible poder cubrirlos.

Por tal razón al momento de la constitución de una empresa es necesario conocer realmente cuales son los gastos fijos que tendrá que asumir analizando si son necesarios para el funcionamiento de la compañía y sobre todo si es posible el cumplimiento del pago de estas obligaciones periódicamente

Por otro lado es importante mencionar que los gastos fijos se mantendrán independientemente de que la empresa deje de producir o comercializar algún bien o servicio, pues se considera que estos no varían fácilmente como el pago del arriendo, servicios, entre otros.

De acuerdo al concepto de gastos fijos explicado en los párrafos anteriores para el caso puntual de esta investigación el valor de estos corresponde a las obligaciones que la empresa asume frente a planes de internet, telefonía, aplicación para vendedores, servicios públicos, mano de obra, combustible entre otras.

De ahí que el valor de gastos fijos que asume DM&E S.A.S para su operación fue proporcionado por la persona que maneja la contabilidad de la empresa el cual es de cincuenta y cuatro millones ochocientos setenta y cuatro mil novecientos sesenta y ocho (\$54.874.968) mensuales.

Formulación del modelo de programación lineal

La imagen No. 9 muestra la plantilla de Microsoft Excel con datos de la empresa con el fin de mostrar toda la información que proporcionaron sus representantes para la presente investigación, es importante mencionar que toda la información se utilizó para el desarrollo del modelo de programación lineal.

BASE DATOS (SEPTIEMBRE DEL 2018)								
PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	VENTA (\$)	UNIDADES DISPONIBLES	COSTO PRODUCTOS DISPONIBLES	PRECIO VENTA	COSTO UNITARIO	UNIDADES VENDIDAS	GANANCIA
19339	6 ATUN ACEITE *160GR DSCTO 8.3%	7.447.897,80	226,00	5.572.990,50	21.970,20	24.659,25	339,00	(3.348,16)
2671	MAYONESA DOYPACK *380GR	35.206,50	45,00	363.069,00	5.029,50	8.068,20	7,00	(3.189,59)
9031	PANTENE AC RESTAURACION 18ML *12UN	258.700,05	351,00	2.649.874,50	5.072,55	7.549,50	51,00	(2.629,13)
19338	MAYONESA PAG700 LLV1000	90.226,50	7,00	56.483,65	6.940,50	8.069,09	13,00	(1.336,81)
18136	RICOSTILLA *24 CUBOS	207.925,20	32,00	215.779,20	5.619,60	6.743,10	37,00	(1.292,09)
15102	BIANCHI BOMBON BLANCO *24 UNDS	17.194,80	75,00	365.636,25	4.298,70	4.875,15	4,00	(705,41)
19105	3 SARDINAS TOMATE *425G P.E	2.833.248,60	27,00	397.429,29	14.455,35	14.719,60	196,00	(697,91)
19275	ATUN CON FRIJOLES, MAIZ Y VEGE*2*150GR	44.047,50	7,00	63.384,93	8.809,50	9.054,99	5,00	(509,77)
19104	3 SARDINAS TOMATE *225GR	1.596.420,00	42,00	341.207,00	7.982,10	8.123,98	200,00	(381,34)
19172	SARDINA CILINDRICA ABRE FACIL *170GR	263.012,40	71,00	201.955,95	2.683,80	2.844,45	98,00	(241,16)

Imagen 9. Base de datos

Fuente: Construcción propia, 2019.

En la imagen anterior se ilustró la información recolectada por parte de los autores para el desarrollo de la presente investigación dicha información de cada producto corresponde a código, descripción, valor en pesos de ventas, unidades disponibles, valor en pesos de costos de productos disponibles, precio de venta unitario, costo unitario, ganancia unitaria y las ganancias totales.

Es necesario resaltar que en la base de datos mostrada anteriormente debido a la gran cantidad de productos que maneja la empresa que son mil quinientos treinta y cuatro (1534) se muestran algunos productos con el fin de ilustrar la forma en que está construida.

De igual manera la información presentada en la imagen No.9 fue organizada por los autores pues inicialmente la base de datos suministrada por la empresa no se encontraba ordenada además gracias a los datos brindados por los representantes legales se pudo determinar el valor de nuevas variables que más adelante fueron pieza fundamental en el desarrollo de la presente investigación.

Además se debe mencionar que todos los datos fueron utilizados para la determinación de las variables que conformarían finalmente el modelo de programación lineal los cuales sufrieron una serie de operaciones matemáticas que permitieron encontrar el valor estos parámetros del modelo.

De ahí que para encontrar el valor de ganancia por producto se tuvo que restar el precio de venta unitario menos el costo unitario y a su vez restar el tres por ciento (3%) que la empresa paga a sus vendedores por comisión; de igual forma para hallar los valores de precio de venta unitario y costo de venta se tuvo en cuenta otras variables, por ejemplo para encontrar el valor de precio de venta unitario se tuvo que dividir las ventas (\$) sobre las unidades vendidas, por último se hizo necesario dividir el costo de productos disponibles sobre las unidades disponibles para determinar el valor del costo unitario.

Después de determinar los valores de la base de datos se procede a escoger las variables explicativas que sirvieron como parámetros en la formulación y estructuración del modelo de programación lineal garantizando que éstas estuvieran relacionadas directamente con el

objetivo principal de la investigación que busco maximizar las utilidades en la empresa DM&E S.A.S. A continuación se presentan las variables del modelo:

VARIABLES DEL MODELO
Unidades vendidas de cada producto

Imagen 10. Variables utilizadas para el Modelo de Programación Lineal

Fuente: Construcción propia, 2019.

Con respecto a la imagen No.10 es necesario resaltar que la variable de decisión de las unidades vendidas utilizada en el modelo de programación lineal se busca que los resultados proporcionados por este permitan obtener la máxima utilidad en la empresa caso de estudio, de este modo se procede a establecer el modelo de programación lineal en la herramienta de análisis Solver con el fin de maximizar las utilidades en la empresa DM&E S.A.S, donde se estableció la función objetivo sujeta a las restricciones para encontrar la solución óptima como se muestra en la siguiente imagen:

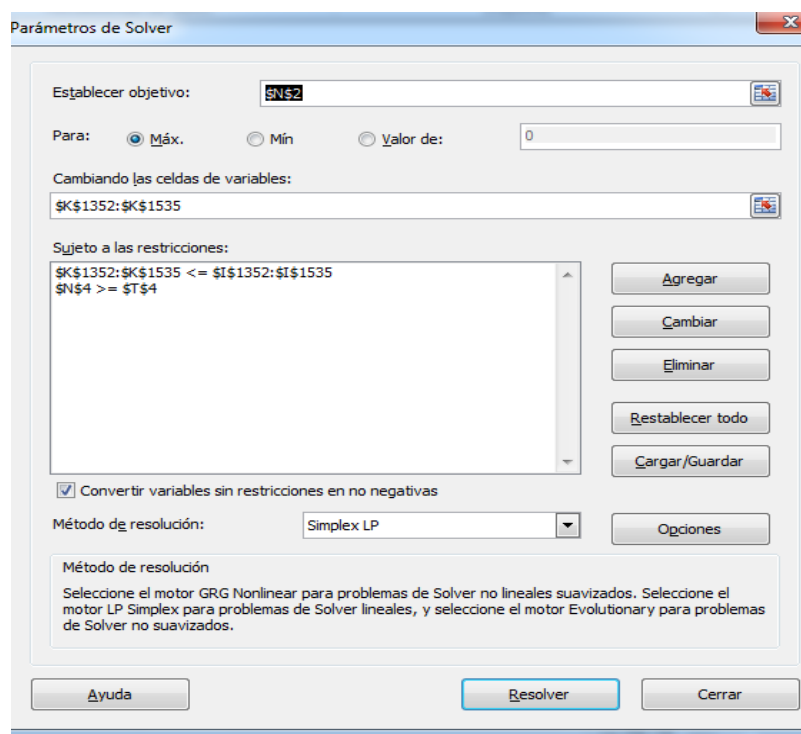


Imagen 11. Construcción del Modelo de Programación Lineal

Fuente: Solver, 2019.

Con relación a la imagen No. 11 resulta pertinente mencionar que la herramienta de análisis Solver realiza un proceso matemático internamente que consiste en ajustar el problema de programación lineal de forma estándar para poder realizar la multiplicación de matrices que permitió encontrar la solución óptima.

Las variables de holgura permiten convertir las restricciones o ecuaciones planteadas en igualdades, este proceso se realiza con el fin de que la solución que proporcione este método sea precisa, es importante mencionar que los valores que estas tengan deben ser positivos o nulos.

Por lo anterior en la presente investigación este valor corresponde a la diferencia entre lo que se debe vender y lo que se ha vendido en este caso las variables de holgura en todos los productos a excepción de los treinta y tres (33) tienen un valor de cero (0) lo que indica una de las restricciones es que se deben vender menos o igual unidades de lo que se ha venido vendiendo.

El método Simplex realiza unos cálculos de manera iterativa que consiste en comparar cada una de las posibles soluciones en un punto o vértice específico hasta encontrar el punto más alto o más bajo, en este caso se utiliza el valor más grande porque se busca es maximizar las utilidades de la empresa DM&E S.A.S.

Es por esto que la programación lineal viene dada gracias al estudio de la investigación de operaciones la cual se ha visto inmersa en todos los campos de estudio como herramienta exitosa en la solución de problemas de optimización mediante métodos eficientes que garantizan que los resultados obtenidos durante la investigación no quede solo en datos matemáticos si no que proporcionen un análisis financiero que de paso a nuevas estrategias para el crecimiento económico de las empresas.

De ahí que los ingenieros financieros están en la capacidad de diseñar procesos, estrategias e instrumentos financieros que permitan dar solución a necesidades evidenciadas en un contexto económico-financiero.

Por otro lado se debe mencionar que debido a que Solver tiene un cierto límite de variables explicativas para un modelo de este tipo que es aproximadamente de doscientas (200) celdas y debido a la gran cantidad de productos que maneja la empresa se decidió repartirlos en siete (7) grupos de ciento noventa y dos (192) y uno (1) de 190 con el fin de distribuirlos de manera equitativa.

Por lo anterior los grupos se establecieron de manera aleatoria donde se involucraran productos de todo tipo con el fin de analizarlos en igual condiciones identificando en cada uno de ellos el comportamiento con relación a los resultados obtenidos por el modelo de programación lineal.

Además los grupos fueron conformados a criterio de los autores porque la empresa no maneja distinción entre categorías de productos, estos grupos permitieron un análisis más profundo en el proceso de comercialización y gestión de operación de la empresa brindando así una herramienta que mejoraría los resultados económicos y un crecimiento en el mercado al que pertenece DM&E S.A.S.

Por último los resultados que proporcionó la herramienta de análisis Solver permitirá a la empresa obtener un sustento en la toma de decisiones la cual será el punto de partida para el diseño de planes de negocios que le permita mejorar los resultados financieros que está percibiendo actualmente.

5. Resultados

Después de correr el modelo de programación lineal los resultados que arrojó el solver permitieron conocer las cantidades exactas que se deben vender de cada producto para obtener la máxima utilidad para la empresa siendo esto lo que busca una compañía actualmente, además el conocer las cantidades exactas que se deben vender permite a la empresa un mejor manejo en el inventario de los productos.

La imagen No. 12 muestra en la última columna las unidades óptimas que la empresa DM&E S.A.S debe vender por cada producto cabe resaltar que debido a la gran cantidad que maneja la empresa solo se presenta las unidades que se deben vender de los primeros ocho productos.

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	VENTA (\$)	UNIDADES DISPONIBLES	COSTO PRODUCTOS DISPONIBLES	PRECIO VENTA	COSTO UNITARIO	UNIDADES VENDIDAS	GANANCIA	UNIDADES ÓPTIMAS A VENDER
2412	SERV FAVORITA CAFETERIA *100	175.039,20	43,00	52.244,01	1.268,40	1.214,98	138,00	15,37	138
10116	PASTA SAN REMO MACARRON *250GR	389.060,70	351,00	259.717,19	782,82	739,94	497,00	19,40	497
10109	PASTA SAN REMO SPAGUETTI *250GR	2.297.616,30	1.170,00	865.723,96	783,37	739,94	2.933,00	19,93	2933
10115	PASTA SAN REMO MACARRONCITO *250GR	543.750,90	227,00	167.965,25	783,50	739,94	694,00	20,06	694
10107	PASTA SAN REMO CONCHA *250GR	795.120,90	666,00	492.796,72	784,14	739,94	1.014,00	20,68	1014
19108	SALSA DE TOMATE *130g	29.874,60	1.070,00	834.648,18	829,85	780,05	36,00	24,91	36
19114	MAYONESA *130g	18.344,55	62,00	48.362,79	833,84	780,05	22,00	28,78	22
10017	TRIGO HAZ DE OROS POLVO HORNE *500GR	1.164.028,95	339,00	540.118,54	1.672,46	1.593,27	696,00	29,01	696

Imagen 12. Unidades óptimas a vender por cada producto

Fuente: Construcción propia, 2019.

Los resultados mostrados en la imagen anterior permite al empresario ajustar la forma en que está comercializando los productos donde podrá decidir si va a vender aquellos productos que más demanda tenga o realizar los ajustes necesarios en relación a aquellos productos que están generando pérdidas.

Con relación a lo anterior dichas unidades óptimas a vender son una herramienta fundamental en la adopción de nuevas estrategias para la empresa pues les permite identificar claramente las unidades por producto que deberían ser vendidas conociendo sus productos líderes buscando potencializar su crecimiento y desarrollo dentro del sector de comercio a nivel nacional.

A continuación se muestra en la figura No. 12 la máxima ganancia por grupo de productos donde se puede observar que existe gran variedad en los resultados que actualmente están generando cada uno de ellos pues según los resultados que arroja el Solver ninguno está generando la misma utilidad esto se debe a que ningún grupo maneja los mismos precios.

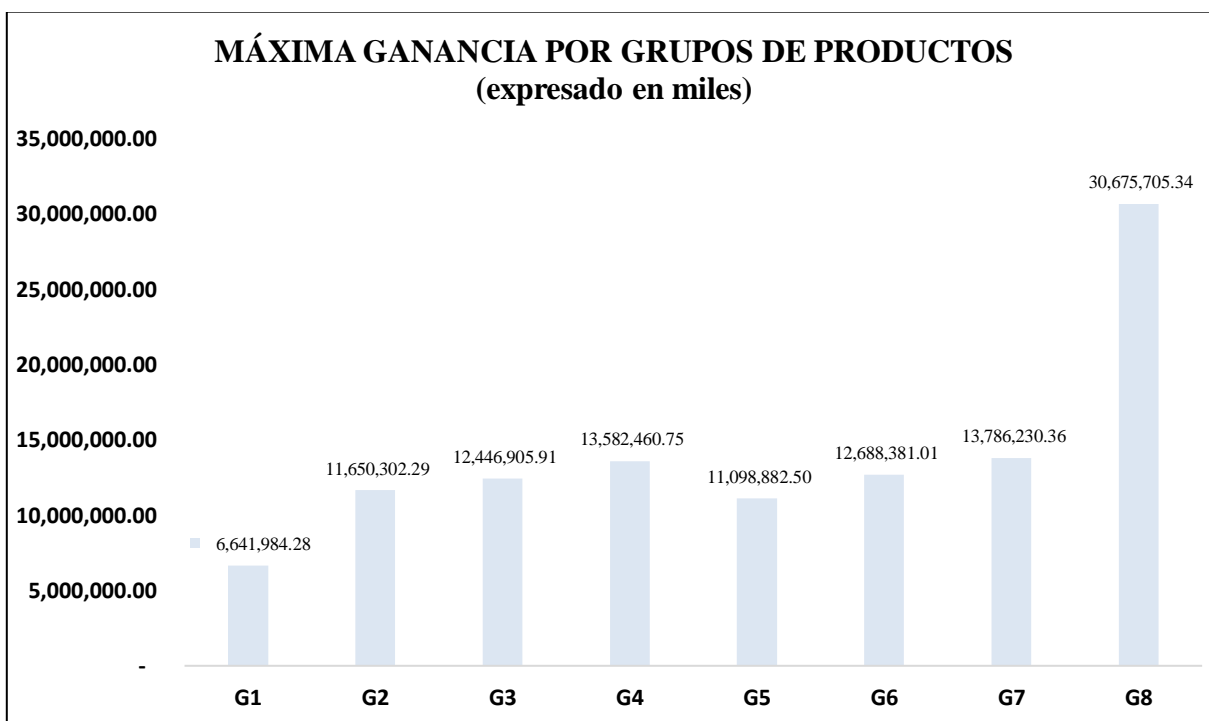


Figura 12. Máxima ganancia por grupos de productos

Fuente: construcción propia, 2019.

En la figura anterior se puede observar que la máxima utilidad que puede obtener la empresa al sumar las ganancias individuales de los ocho (8) grupos es de ciento doce millones quinientos setenta mil ochocientos cincuenta y dos coma cuarenta y cuatro (\$112.570.852,44) mensuales.

Por otro lado es importante aclarar que si se altera la distribución de los grupos en cuanto a la cantidad de productos que lo conforman su ganancia grupal cambiará pero la suma total de los grupos que se decidan crear debe corresponder exactamente a la máxima utilidad que puede percibir la empresa.

De igual manera se puede analizar que el grupo ocho (8) es el que está generando mayor ganancia para la empresa el cual representa el veintisiete por ciento (27%) del total, por otro lado el grupo uno (1) es el que está generando menor utilidad pues existe una particularidad en este grupo y es que al resolver el modelo de programación lineal Solver arroja que existen treinta y tres (33) productos de los cuales no se deben vender ninguna unidad porque están generando pérdidas para la empresa.

Como se mencionó en el párrafo anterior existen treinta y tres (33) productos de los cuales no se deben vender ninguna unidad pues están generando una pérdida de un millón ochocientos cincuenta y cinco mil seiscientos treinta y tres coma noventa y nueve (\$1.855.633,99) mensuales para la empresa.

Con relación a los resultados de pérdida de los treinta y tres productos (33) productos es necesario resaltar que la empresa actualmente está generando una ganancia de ciento diez millones setecientos quince mil doscientos dieciocho coma cuarenta y cuatro (\$110.715.218,44) por tal razón si la empresa realiza los ajustes necesarios y deja de vender unidades de aquellos productos que están generando pérdida su ganancia aumentaría en uno coma ocho por ciento (1,8%).

Aunque el margen de aumentó de las ganancias es relativamente bajo es importante resaltar que el presente análisis de utilidades se trabajó con datos de un solo mes correspondiente a septiembre del año 2018, por otro lado si la empresa en otros meses del año registra un aumento en sus ventas sus pérdidas también lo harán si continúan comercializando sus productos con los precios habituales. Por el contrario, si se decide sacar de su portafolio los productos que no generan ningún beneficio económico o se modifican los precios, además si se potencializan aquellos que son líderes en el mercado sus ingresos por venta aumentarán significativamente.

A continuación en la imagen No. 13 se presentan dichos productos:

PRODUCTOS QUE ESTÁN GENERANDO PÉRDIDA			
PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	PRODUCTO	DESCRIPCIÓN
19339	6 ATUN ACEITE *160GR DSCTO 8.3%	10020	DONA AREPA AMARILLA *500GR
2671	MAYONESA DOYPACK *380GR	3011	DETERG LAS LLAVES FLORAL*400GR
9031	PANTENE AC RESTAURACION 18ML *12UN	1949	AK-1 PROTECCION FIBRAS *450G
19338	MAYONESA PAG700 LLV1000	10072	PASTA SAN REMO ESPAGUETTI *200GR
18136	RICOSTILLA *24 CUBOS	10075	PASTA SAN REMO CONCHA*200GR
15102	BIANCHI BOMBON BLANCO *24 UNDS	10074	PASTA SAN REMO CORBATA *200GR
19105	3 SARDINAS TOMATE *425G P.E	10039	PASTA LA MUNECA ESPAGUETTI 250GR
19275	ATUN CON FRIJOLES, MAIZ Y VEGE*2*150GR	10038	PASTA LA MUNECA FIDEO *250GR
19104	3 SARDINAS TOMATE *225GR	10033	PASTA LA MUNECA CONCHA 250GR
19172	SARDINA CILINDRICA ABRE FACIL *170GR	10034	PASTA LA MUNECA CONCHITA *250GR
19165	ATUN EN ACEITE OLIVA * 80Gr *3UND.	10119	PASTA LA MUNECA CORBATA *250GR
1606	AQUATORI VALVULA *500	10035	PASTA LA MUNECA RIGATONE 250GR
1605	AQUATORI TAPA *500	10118	PASTA LA MUNECA MACARRON *250GR
1603	AQUATORI VALVULA *240	10027	PASTA LA MUNECA SPAGUETTI *200GR
19389	MILLOWS FIESTA AZUL*300GR	10028	PASTA LA MUNECA CONCHA *200GR
19163	ATUN ENSALADA *150g	10076	PASTA SAN REMO FIDEO *200GR
10019	DONA AREPA BLANCA *500GR		

Imagen 13. Productos que están generando pérdida

Fuente: construcción propia, 2019.

De lo anterior se puede mencionar que la razón por la cual estos productos están generando pérdidas es que al analizar la ganancia unitaria de estos productos se puede evidenciar que el precio de venta de estos es menor al costo de adquisición de cada uno de ellos teniendo en cuenta el 3% de comisión lo que quiere decir que la empresa está pagando más de lo que recibe.

Aunque la pérdida que está ocasionado esos productos mensualmente no es un valor muy grande puede influir directamente en la rentabilidad de la empresa pues las expectativas de la compañía es lograr el acceso a nuevos mercados con el fin de incrementar el volumen de sus ventas pero si no se realiza una reestructuración en cuanto a los precios de éstos sus ganancias se verán afectadas.

Es por esto que la empresa debe dejar de comercializar estos productos o realizar una reestructuración de precios porque la compañía siempre va a buscar vender más unidades aunque por lo general esto genera mayores ingresos en este caso sucede lo contrario pues entre mayores unidades se venda de estos mayor será la pérdida.

Continuando con el análisis del modelo de programación lineal se evidencia que el producto que está generando mayor ganancia es Advil Max display * 40 capsulas con un valor de siete mil cinco coma ciento diecisiete pesos (\$7.005,117) y el que está generando mayor pérdida es el 6 Atun Aceite *160 gr Dcto 8.3% con un valor de negativo de tres mil trescientos cuarenta y ocho mil coma ciento cincuenta y seis pesos (\$-3348,156) relacionados a continuación:

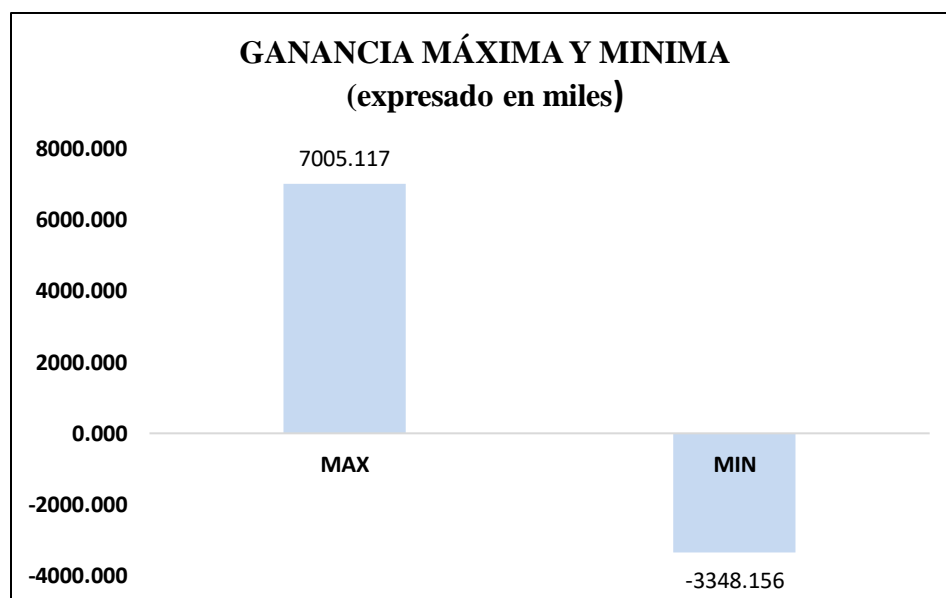


Figura 13. Ganancia máxima y mínima

Fuente: construcción propia, 2019.

En la figura No. 13 se evidencia una gran diferencia entre los valores de los productos por un lado el producto Advil Max display * 40 capsulas está generando una rentabilidad importante entre todos los productos mientras que el producto 6 Atun aceite *160gr dscto 8.3% están generando una pérdida significativa y más si se tiene en cuenta que son varias las unidades que la empresa actualmente vende de ese producto.

Por lo anterior los empresarios basados en estos resultados podrán tomar medidas necesarias en cuanto a los productos que no están generando ningún valor monetario para la empresa y principalmente sobre el producto que está representado mayor pérdida porque entre más unidades se sigan vendiendo de este producto mayor será el margen de pérdida.

Por otro lado también podrán adoptar estrategias de mercadeo que permitan aumentar las ventas de aquellos productos que están generando una rentabilidad alta con base en un análisis de mercado y un estudio del comportamiento de la demanda frente a las posibles cantidades ofertadas por la empresa.

Asimismo se decidió hacer una clasificación de los mil quinientos treinta y cuatro (1.534) productos por rangos establecidos a criterio de los autores con el fin de conocer las veces que se repite la ganancia de un producto dentro de un rango específico, se escogió un tamaño del aumento de cada rango con el fin de que se puedan identificar los valores negativos de los positivos, el tamaño de aumento tuvo un valor de seiscientos noventa y nueve coma seiscientos treinta y uno (\$699, 631).

Por lo anterior se establecieron dieciséis (16) rangos donde se podrán identificar el número de productos que están representando ganancia o pérdida para la empresa, es importante mencionar que el mayor número de productos están generando una rentabilidad dentro del rango (0; 669,6) que representa el sesenta y seis (66%) del total de los productos.

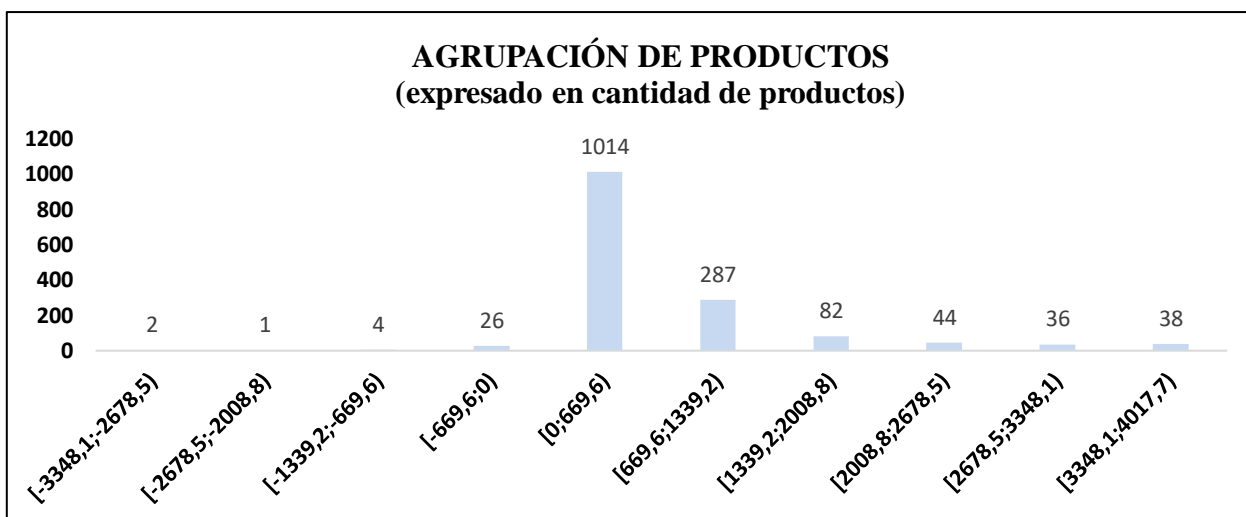


Figura 14. Gráfica de los rangos que están generando ganancia

Fuente: construcción propia, 2019.

En la figura No. 14 se puede observar que los treinta y tres (33) productos se encuentran dentro de los cuatro (4) primeros rangos que son aquellos que están generando pérdidas, de esos productos hay veintiséis (26) que se encuentra dentro del rango de pérdida de $(-669,6; 0)$ teniendo en cuenta que son varias la cantidades que la empresa está vendiendo de estos productos mensualmente dicha pérdida puede aumentar en otros meses que exista mayor demanda de estos.

Lo explicado en el párrafo anterior es una muestra fehaciente de que muchas veces las empresas creen que el vender unidades en magnitud genera mayor rentabilidad pero no siempre es así pues aunque la empresa DM&E S.A.S durante su funcionamiento comercial registra en sus estados financieros resultados favorables desconocían que dicha rentabilidad podría ser mayor.

Por tal razón si DM&E S.A.S toma decisiones basadas en este análisis su rentabilidad aumentaría significativamente porque no se estaría viendo afectada por productos que generan pérdidas los cuales han sido cubiertos en gran parte por las ganancias de los otros, además permitirá determinar estrategias de productividad y gestión empresarial.

6. Conclusiones

- Se realizó una caracterización y diagnóstico de la empresa DM&E S.A.S donde se analizó aspectos relacionados con su actividad operacional en temas de comercialización de sus productos, rutas de trabajo, asignación de precios, revisión de estados financieros, entre otros, identificando necesidades con relación a la optimización de recursos.
- Con relación a las necesidades evidenciadas en la empresa DM&E S.A.S se formuló un modelo de programación lineal que permitiera la maximización de las utilidades, brindando a su vez un sustento para la toma de decisiones gerenciales con el fin de que la empresa sea más competitiva y sólida en el mercado.
- La función objetivo se estableció con el fin de identificar la ganancia por producto que la empresa está generando con relación a la cantidad vendida de cada producto, además se tuvo en cuenta que la empresa a cada vendedor le paga el tres por ciento (3%) de comisión por unidad vendida aspecto que fue conocido directamente por los representantes de la empresa durante las entrevistas realizadas.
- Las variables escogidas para la formulación del modelo de programación lineal estaban directamente relacionadas con las utilidades que la empresa está teniendo por la venta de sus productos estas variables fueron las unidades vendidas de cada producto.
- Es necesario resaltar que durante el análisis de los resultados proporcionados por la herramienta de análisis Solver se encontró que existen treinta y tres (33) productos que le están generando pérdidas a la empresa razón por la cual el modelo lineal indicó que no se deben vender unidades de estos productos.
- De acuerdo a los productos que están generando pérdidas se puede determinar que esto se debe a la diferencia existente entre el precio de compra y el precio de venta pues la empresa los está vendiendo con un precio menor al costo de adquisición de cada uno de ellos por lo que se sugiere una reestructuración de precios o por el contrario establecer si es conveniente dejar de comercializarlos.

- De acuerdo a los resultados de la investigación los autores generaron una serie de recomendaciones a la empresa con el fin de proporcionar una guía en cuanto al desarrollo de posibles estrategias de gestión, financieras y operativas que permitan mejorar los resultados económicos que están generando actualmente y un mejor manejo de su cadena logística.

- De acuerdo a los resultados obtenidos del modelo de programación lineal se logró encontrar el valor de la máxima utilidad que podría tener la empresa en un mes en relación a los mil quinientos treinta y cuatro (1534) productos la cual tiene un valor de ciento doce millones quinientos setenta mil ochocientos cincuenta y dos coma cuarenta y cuatro (\$112.570.852,44) si decide dejar de vender los productos que están generando pérdida.

- La programación lineal ha sido un concepto que ha venido evolucionando a través del tiempo esto se debe a que este método permite resolver diferentes problemas de tipo lineal aplicado en diferentes campos de estudio, con el fin de solucionar problemas complejos de optimización de recursos.

- El uso de métodos de optimización en la parte financiera permite realizar una planeación del presupuesto, realizar un correcto uso del dinero, administrar efectivamente los recursos, desarrollar un mejor análisis financiero frente a nuevas oportunidades de inversión, pronosticar en un periodo determinado el margen de ganancias, buscar la reducción de costos, implementar estrategias de mercadeo que permitan fortalecer la actividad operacional, mejorar su competitividad frente a la competencia, entre otros aspectos financieros que pueden analizarse mediante el uso de programación lineal.

- El realizar un modelo de programación lineal para optimizar las utilidades de la empresa va más allá de los cálculos matemáticos que aunque son fundamentales deben ser nutridos por el análisis financiero que finalmente es el que permite aplicar dichos conceptos de manera eficiente midiendo la relación costo/beneficio que trae la ejecución de estrategias de gestión basadas en modelación lineal.

-La programación lineal es de gran importancia para cualquier empresa debido a que proporciona una herramienta financiera cuyos resultados permiten obtener un sustento en la toma de decisiones gerenciales, esta metodología de optimización es aplicada generalmente en las pequeñas y medianas empresas (Pymes) como lo es el caso de DM&E S.A.S porque permite un uso eficiente de los recursos con lo que dispone la compañía para su actividad operacional los cuales se verán reflejados en sus estados financieros.

-La modalidad de negocio T a T que ha venido implementando DM&E S.A.S ha sido fundamental en su crecimiento empresarial permitiéndole el acceso a nuevos territorios al ser las tiendas de barrio sus clientes potenciales y teniendo en cuenta que estas siguen siendo las preferidas por los colombianos para realizar la compra de víveres en general esto le ha generado mayores ingresos y un mejor posicionamiento en el mercado.

7. Recomendaciones

De acuerdo a los resultados del modelo de programación lineal donde muestra que existen treinta y tres productos (33) de los cuales no se debería vender ninguna unidad de éstos debido a que están generando pérdidas es necesario que la empresa DM&E S.A.S desarrolle nuevas estrategias de planificación operacional con el fin de identificar si es necesario realizar un ajuste en cuanto a precios, o si por el contrario es mejor dejar de comercializarlos.

Es muy importante que la empresa tenga en cuenta la rotación de los productos que comercializa debido a que generalmente lo único que ocasiona es el aumento del valor de inventarios además podría estar ocurriendo que se esté almacenando productos que realmente no le están proporcionando ninguna ganancia para la empresa, por tal razón la empresa podría enfocar sus ventas en los productos que le representan mayor porcentaje de ganancias con el fin de potencializarlos y obtener mejores rendimientos económicos.

También sería oportuno que la empresa realice un estudio de mercadeo basado en el comportamiento de la demanda frente a la capacidad de oferta que como empresa pueden ofrecer para establecer estrategias de gestión que le permita aumentar las ventas de aquellos productos que están generando una ganancia significativa.

Debido a la aceptación que tiene DM&E S.A.S en el sector en que se encuentra la empresa debería buscar nuevos mercados que le permita expandirse a nivel nacional lo que además de aumentar las utilidades que están percibiendo contribuiría al desarrollo de la economía colombiana garantizando su permanencia en el mercado a largo plazo.

La economía del país constantemente sufre fluctuaciones o variaciones que afectan al sector empresarial, por tal razón es necesario que la empresa adopte estrategias económico-financieras que le permita cubrirse frente a los ciclos económicos con el fin de convertirse en una empresa competitiva, sólida y con expectativas de crecimiento.

Por otro lado una de las características que podría adoptar la empresa DM&E S.A.S para potencializar su competitividad en el mercado frente a la competencia sería tener la capacidad de innovación esto le ayudará a generar un valor agregado que se verá reflejado directamente en sus ventas, para lograr esto se debe establecer modelos de negocios que permita a la empresa aumentar las utilidades que está teniendo por su actividad operacional.

Además otra de las estrategias que podría ser implementada por la empresa sería mejorar las técnicas de comercialización de sus productos (marketing), mejorar los procesos logísticos, realizar una planificación de los presupuestos, entre otros, el resultado de esto sería el acceso a nuevos segmentos generando colateralmente el aumento en los márgenes de las ganancias.

Es por esto que la empresa debe diseñar técnicas que permita la fidelización de los clientes que actualmente tienen para lograr la confianza y lealtad de sus consumidores esto se logra a partir de la capacidad que tenga de diferenciarse de su competencia, porque según estudios realizados se puede concluir que es más económico fidelizar a los clientes que buscar unos nuevos puesto que para lograr este objetivo se requiere de una inversión de capital para el diseño de estrategias que permitan captar la atención de nuevos consumidores.

Actualmente la modalidad de negocio T a T implementada por la empresa DM&E S.A.S en la comercialización de sus productos le ha generado buenos resultados económicos pero estos podrían mejorar e incluso tener acceso a nuevos mercados por medio de la creación de un plan de mercadeo que le permita realizar alianzas estratégicas para llegar a expandirse a otros departamentos del país.

De igual manera es importante generar políticas públicas municipales que permitan el fortalecimiento del sector empresarial, esto ayudará a que no solo el turismo sea considerado como una única fuente de ingreso por eso se debe adoptar nuevas medidas que permita el crecimiento del sector de comercio el cual ha venido creciendo fuertemente en la economía Girardoteña.

Además es importante que la empresa con base a los resultados proporcionados por el modelo de programación lineal realice los ajustes necesarios los cuales deberán ser analizados de forma detallada por parte de los empresarios para medir el impacto generado sobre sus utilidades, además es necesario seguir implementando herramientas de optimización que garantice un uso eficiente de los recursos trabajando con nuevos métodos y variables que pueden ser importantes en el desarrollo de los procesos que tiene DM&E SAS.

Por otro lado es importante mencionar que de realizarse futuras investigaciones relacionadas con la optimización de utilidades en la empresa caso de estudio sería pertinente realizar un análisis de la demanda con el fin de identificar la capacidad de adquisición de los consumidores frente a los productos generando un valor agregado al involucrar este factor como un parámetro en la formulación del modelo de programación lineal.

De igual forma teniendo en cuenta que el presente modelo de programación lineal puede ser muy útil para otras empresas que implementen la modalidad T a T sería conveniente vincular restricciones relacionadas con otros aspectos contables que maneje la empresa como liquidez, análisis de demanda, obligaciones financieras, entre otros, que permitan obtener mejores resultados que se ajusten a su contexto.

Por último sería idóneo que la empresa con base al modelo de programación lineal planteado en esta investigación realizará un análisis de sensibilidad que le permita establecer con mayor exactitud ciertos rangos de precios basados en un estudio de demanda con el fin de identificar el impacto generado por las posibles variaciones que se puedan presentar durante el desarrollo del modelo lineal.

8. Referencias

- Bermudes, Y. (2011). Aplicacion de modelos de programacion lineal, entera y mixta. *Ingeniería Industrial. actualidad y nuevas tendencias*, 85-104.
- Confecámaras. (Diciembre de 2018). *Nuevos hallazgos de la supervivencia y crecimiento de las empresas en Colombia*. Recuperado el 10 de Marzo de 2019, de http://www.confecamaras.org.co/phocadownload/2018/Cuadernos_An%C3%A1lisis_Econ%C3%B3mico/Cuaderno_demografia_empresarial/Cartilla17.pdf
- Dinero. (14 de Abril de 2016). *Mipymes generan alrededor del 67% del empleo en Colombia*. Recuperado el 10 de Marzo de 2019, de <https://www.dinero.com/edicion-impresa/pymes/articulo/evolucion-y-situacion-actual-de-las-mipymes-en-colombia/222395>
- Feres, J. C., & Mancero, X. (2001). El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina. *Revista de la Cepal*, 7.
- Garcia, M. (25 de Agosto de 2017). *Las tiendas de barrio siguen siendo preferidas por los colombianos*. Recuperado el 16 de Julio de 2019, de <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/dia-nacional-del-tendero-y-la-situacion-de-las-tiendas-en-colombia-123672>
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodologia de Investigacion*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Hillier, F., & Lieberman, G. (2010). *Introduccion a la investigacion de operaciones*. Ciudad de Mexico: McGrawHill.
- Hillier, F., Hillier, M., & Lieberman, G. (2002). *Metodos cuantitativos para administracion*. Ciudad de Mexico: McGrawHill.
- Lozano, R. (19 de Noviembre de 2017). *Las tiendas reinan de lejos entre negocios de barrio*. Recuperado el 16 de Julio de 2019, de <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/las-tiendas-de-barrio-representan-la-mayoria-de-los-negocios-de-comercio-al-detall-152784>
- Moskowitz, H., & Wright, G. (1982). *Investigacion de operaciones*. Naucalpan de Juarez: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Prawda, J. (2004). *Metodos y modelos de investigacion de operaciones*. Ciudad de Mexico: Limusa.

- Programa Ingeniería Financiera. (2018). *Informe Técnico Final MAIP: Eje Encadenamiento Productivo y Asociatividad Estratégica, municipio Girardot*. Girardot.
- Romero, F., Melgarejo, Z., & Vera, M. (2015). Fracaso empresarial de las pequeñas y medianas empresas (pymes) en Colombia . *Suma de negocios*, 29-41.
- Romero, J., Godoy, A., & Mogollon, L. (2018). Diagnóstico del sector productivo que contribuya al desarrollo empresarial del municipio de Girardot-Cundinamarca, mediante "árboles de decisión" como herramienta analítica (Risk simulator). *Innova ITFIP*, 23-29.
- Soler, F., Molina, F., & Rojas, L. (2005). *Álgebra lineal y programación lineal*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Taha, H. (2012). *Investigación de operaciones*. Atlacomulco: Pearson.
- Tapiero, J., Montaña, D., & Sanchez, J. (2018). *Estudio socioeconómico de las tiendas de barrio del municipio de girardot*. Recuperado el 29 de 04 de 2019, de <https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/6658/T.A%20TAPIERO%20MENDEZ%20JOSE%20DAVID.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Thierauf, R. (2008). *Toma de decisiones por medio de investigación de operaciones*. Ciudad de México: Limusa.
- Varas, S., Ortiz, C., & Vera, J. (2000). *Optimización y modelos para la gestión*. Santiago de Chile: Dolmen ediciones.
- Vargas, G. (1990). *Modelos lineales en investigación de operaciones*. Bogotá: Fondo de publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Winston, W. (2008). *Investigación de operaciones aplicaciones y algoritmos*. Ciudad de México: Cengage learning.

9. Bibliografía

Burgos, S. C., Camp, M. J. S., & Monreal, M. L. (2018). Problemas resueltos de modelos estáticos y optimización aplicados a la administración y dirección de empresas. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Singer, M. (2013). Una práctica teoría de la optimización lineal: datos, modelos y decisiones. Santiago, Chile: Ediciones UC. Retrieved from <http://search.ebscohost.com.ezproxy.unipiloto.edu.co/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1725244&lang=es&site=ehost-live>

Flores-Bazán, F. (2009). Optimización lineal : Una mirada introductoria. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Fresno, C. C. (2019). Metodología de la investigación : Así de fácil. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>

Suñé, A., Fonollosa, J. B., & Fernández, V. (2016). Programación lineal : Métodos cuantitativos para la toma de decisiones. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>