

INFORMACIÓN IMPORTANTE

La Universidad Santo Tomás, informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del catálogo en línea, página web y Repositorio Institucional del CRAI-USTA, así como en las redes sociales y demás sitios web de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento, para todos los usos que tengan finalidad académica, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de grado y a su autor, nunca para usos comerciales.

De conformidad con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, la Universidad Santo Tomás informa que “los derechos morales sobre documento son propiedad de los autores, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.”

**Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación, CRAI-USTA
Universidad Santo Tomás, Bogotá D.C.**

PROPUESTA DE UN PLAN DE DISTRIBUCIÓN PARA EMPRESAS
TORREFACTORAS DE COLOMBIA BASADA EN LA TÉCNICA DRP

NATALIA QUIÑONES RINCÓN
MICHAEL ALEXANDER RODRÍGUEZ ALFONSO

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERIAS
FACULTAD DE INGENIERIA INDUTRIAL
BOGOTA D.C, COLOMBIA
2020

PROPUESTA DE UN PLAN DE DISTRIBUCIÓN PARA EMPRESAS
TORREFACTORAS DE COLOMBIA BASADA EN LA TÉCNICA DRP

NATALIA QUIÑONES RINCÓN
MICHAEL ALEXANDER RODRÍGUEZ ALFONSO

Proyecto de investigación para optar al título de ingeniería Industrial

Ingeniero Oscar Mauricio Gelves Alarcón

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS
DIVISIÓN DE INGENIERIAS
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
BOGOTÁ
2020

Nota de Aceptación:

Firma Del Presidente Del Jurado

Firma Del Jurado

Firma Del Jurado

Bogotá D.C. 30 de junio 2020

DEDICATORIA

Queremos dedicar este proyecto a nuestros padres por habernos forjado como buenos seres humanos y apoyado en cada uno de nuestros logros entre los que se incluye este, que refleja una nueva etapa que comienza profesionalmente en ingeniería industrial.

A Dios quien inspiró nuestro espíritu para culminar esta investigación, por darnos sabiduría y salud para alcanzar nuestros logros tanto personales como profesionales. Así mismo por darnos fortaleza para continuar cuando se presentaron obstáculos

Es para nosotros una inmensa satisfacción poder dedicarles este trabajo a todos nuestros seres queridos que han sido nuestro ejemplo a seguir, que con sus esfuerzos y motivación estamos a punto de lograr culminar una de nuestras metas.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro profundo agradecimiento a los docentes y personal administrativo que conforman la Facultad de Ingeniería Industrial, por confiar en nosotros, formarnos en la disciplina, guiarnos y permitirnos realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo.

De igual manera nuestro agradecimiento a la Universidad Santo Tomás, a nuestros compañeros que nos acompañaron durante este proceso formativo, a los profesores en especial a la ingeniera Magda Monroy y al ingeniero Helien Parra, quienes con sus valiosos conocimientos nos ayudaron a crecer como profesionales, y también a todas las personas que se han involucrado en este proyecto de vida por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente queremos expresar el más grande y sincero agradecimiento al ingeniero Oscar Gelves, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo

TABLA DE CONTENIDO

Resumen.....	14
Abstract.....	15
Introducción	16
Contexto de la empresa.....	17
1. Planteamiento del problema	19
1.1. Contexto del problema.....	19
1.2. Formulación del problema	20
1.3. Justificación de la investigación	21
2. Objetivos.....	22
2.1. Objetivo general.....	22
2.2. Objetivos específicos	22
3. Marco referencial	23
3.1. Marco conceptual.....	23
3.1.1. Logística.....	23
3.1.2. Cadena de abastecimiento.....	23
3.1.3. Distribución.....	25
3.1.4. Planificación de recursos de distribución (DRP).....	26
3.1.5. Pronóstico	28
3.1.6. Medidas de exactitud	32
3.2. Marco teórico	33
4. Marco metodológico.....	35
4.1. Tipo de investigación	35
4.2. Diseño de investigación	35
4.3. Población y muestra	35
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
4.5. Definición de las variables	37
4.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	38
4.7. Cronograma de actividades	39
4.8. Recursos disponibles.....	40
5. Proceso de la cadena de abastecimiento	41
5.1. Proveedores.....	41

5.1.1.	Selección de proveedores.....	41
5.1.2.	Procesos de compra	42
5.1.3.	Precio de compra	42
5.1.4.	Historial de compras.....	44
5.2.	Producción.....	44
5.2.1.	Productos	44
5.2.2.	Mapa del flujo de valor (VSM)	46
5.2.3.	Diagrama de operaciones	48
5.3.	Transporte	48
5.4.	Almacenamiento	49
5.4.1.	Distribución de la planta y áreas de almacenamiento	50
5.4.2.	Nivel del inventario	51
5.5.	Distribución	52
5.6.	Cliente.....	52
6.	Definición de variables.....	53
6.1.	Prógnosis de demanda	53
6.1.1.	Highlands coffee.....	54
6.1.2.	Cundicafé excelso	55
6.1.3.	Cundicafé tradicional.....	57
6.2.	Costo de lote.....	59
7.	Desarrollo de la técnica de planeación de recursos de distribución (DRP).....	59
8.	Desarrollo de la aplicación.....	63
8.1.	Matriz de requerimientos	63
8.2.	Casos de uso.....	64
8.3.	Entidades de relación	64
8.4.	Diagrama de clases	65
8.5.	Manual de usuario	66
9.	Resultados.....	67
9.1.	Métricas	67
9.2.	Análisis de sensibilidad.....	67
9.2.1.	Highlands Coffee.....	67
9.2.2.	Cundicafé Excelso.....	70
9.2.3.	Cundicafé Tradicional.....	72

10.	Conclusiones.....	75
11.	Recomendaciones.....	77
12.	Bibliografía	78

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	36
Tabla 2. Definición de las variables para la investigación	37
Tabla 3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	38
Tabla 4. Cronograma del proyecto.....	39
Tabla 5. Recursos Disponibles para el proyecto	40
Tabla 6. Ejemplo del Precio de Café Nesspreso.....	43
Tabla 7. Histórico de compra de pergamino de cada tipo de café	44
Tabla 8. Ficha Técnica de Highlands coffee	45
Tabla 9. Ficha Técnica de Cundicafé Excelso	45
Tabla 10. Ficha Técnica de Cundicafé Tradicional	46
Tabla 11. Descripción del transporte terrestre de Coodecafec	48
Tabla 12. Histórico de los inventarios disponibles mensual	52
Tabla 13. Histórico de ventas de junio 2018 a abril 2019 por cada café	53
Tabla 14. Error de pronóstico de demanda de Highlands coffee	54
Tabla 15. Cálculos del pronóstico de regresión lineal	55
Tabla 16. Error de pronóstico de demanda de Cundicafé Excelso	56
Tabla 17. Cálculos del pronóstico de suavización exponencial	57
Tabla 18. Error de pronóstico de demanda de Highlands coffee	57
Tabla 19. Cálculos del pronóstico de regresión lineal	58
Tabla 20. Costo de mantenimiento	59
Tabla 21. Costo de hacer.....	59
Tabla 22. Costo de lote	59
Tabla 23. Fórmulas para calcular el DRP y políticas de inventario	61
Tabla 24. Políticas de inventario y DRP Highlands Coffee	61
Tabla 25. Políticas de inventario y DRP Cundicafé Excelso	62
Tabla 26. Políticas de inventario y DRP Cundicafé Tradicional	62
Tabla 27. Matriz de requerimientos del desarrollo del sistema DRP	63
Tabla 28. Métricas generales.....	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Logo de cooperativa cafetera de Cundinamarca	17
Figura 2. Ubicación de la torrefactora	17
Figura 3. Organigrama Coodecafec	18
Figura 4. Flujo general de información de la cadena de suministros	24
Figura 5. Gestión de distribución	26
Figura 6. Esquema de DRP	27
Figura 7. Tipos de pronóstico.....	29
Figura 8. Demanda vs pronóstico	33
Figura 9. Esquema de la Cadena de Abastecimiento de Coodecafec	41
Figura 10. Fórmula para calcular el precio del grano de Café	43
Figura 11. Diagrama de flujo de valor de la empresa Coodecafec	47
Figura 12. Diagrama de flujo de operación de café tostado o molido	48
Figura 13. Almacenamiento de materia prima terminado.....	49
Figura 14. Almacenamiento de Producto	50
Figura 15. Bodega de Planos de 3D de la Empresa torrefactora.....	51
Figura 16. Descripción de las áreas del primer piso de la planta torrefactora.....	51
<i>Figura 17. Casos de uso de sistema DRP</i>	<i>64</i>
Figura 18. Entidades de relación del sistema DRP	65
Figura 19. Diagrama de clases del sistema DRP.....	66
Figura 20. Máxima Capacidad de demanda según las políticas de inventario Highlands	68
Figura 21. DRP aumentando el 50% de la cantidad de lote (Q) Highlands.....	68
Figura 22. DRP Disminuyendo el 50% de la cantidad de lote (Q) Highlands coffee	69
Figura 23. DRP aumentando el 50% del stock de seguridad Highlands	69
Figura 24. DRP disminuyendo el 50% del stock de seguridad Highlands.....	70
Figura 25. Máxima Capacidad de demanda según las políticas de inventario Excelso	70
Figura 26. DRP aumentando el 50% de la cantidad de lote (Q) Excelso	71
Figura 27. DRP Disminuyendo el 50% de la cantidad de lote (Q) Excelso	71
Figura 28. DRP aumentando el 50% del stock de seguridad Excelso	72
Figura 29. DRP disminuyendo el 50% del stock de seguridad Excelso	72
Figura 30. Máxima Capacidad de demanda según las políticas de inventario Tradicional	73
Figura 31. DRP disminuyendo el 50% de la cantidad de lote (Q) Tradicional.....	73
Figura 32. DRP aumentando el 50% del stock de seguridad Tradicional	74
<i>Figura 33. DRP disminuyendo el 50% del stock de seguridad Tradicional</i>	<i>74</i>

TABLA DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cantidad óptima de producción económica	27
Ecuación 2. Stock de seguridad.....	28
Ecuación 3. Promedio simple.....	29
Ecuación 4. Simple móvil	30
Ecuación 5. Móvil ponderado.....	30
Ecuación 6. Suavización exponencial	31
Ecuación 7. Regresión lineal.....	31
Ecuación 8. Suavización doble	32
Ecuación 9. Desviación media absoluta	33
Ecuación 10. Tiempo Takt	47

TABLA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Pronóstico vs demanda real Highlands	55
Gráfica 2. Pronóstico vs demanda real Excelso.....	56
Gráfica 3. Pronóstico vs demanda real Cundicafé tradicional	58

RESUMEN

Este proyecto pretende diseñar una propuesta de un plan de distribución para empresas torrefactoras de Colombia basada en la técnica DRP a partir de un caso de estudio de la empresa COODECAFEC. Para ello, se realizó una investigación cualitativa de corte transversal-descriptivo dado que se pretende desarrollar una técnica heurística la cual integre y visualice la información del proceso de distribución del Café. Para esto, se describió la cadena de abastecimiento de la compañía aplicando una encuesta de 19 preguntas, donde se tuvieron en cuenta las condiciones internas de la organización, identificando requerimientos, variables y condiciones en el proceso, encontrando datos reales de la producción, el tiempo de entrega, la demanda y los costos de lote. Después se identificaron las variables que intervienen dentro del proceso de despachos para la empresa y finalmente se diseñó la técnica de Planeación de Requerimientos de Distribución (DRP).

Entre los resultados más significativos del uso de esta herramienta destaca el análisis de sensibilización de las variables como el stock de seguridad, la cantidad de lote y la demanda. Así mismo se proyectó la disminución de los costos y el incremento de las ganancias. A partir de estos resultados se concluye que con el uso de esta técnica se reduce el total de envíos en el año, el nivel de stock y el costo de lote. De igual forma se incrementan los ingresos y la capacidad de demanda de los productos permitiendo controlar el inventario de los centros de distribución

Palabra Claves: Cadena de abastecimiento, control de inventarios, despachos y plan de requerimientos de distribución (DRP).

ABSTRACT

This project aims to design a proposal of a distribution plan for coffee roasting companies in Colombia based on the DRP technique through a case of study of the COODECAFEC Company. It developed a heuristic technique, which integrates and visualizes the information of the coffee distribution process in a qualitative cross-descriptive research. For this, the supply chain of the company was described applying a survey of 19 questions, where the internal conditions of the organization were taken into account, identifying requirements, variables and conditions of the process, finding real data on the production, time delivery, demand and batch costs. Then it was identified the variables that intervene in the dispatch process for the company and finally the Distribution Requirements Planning (DRP) technique was designed.

Among the most significant results of the use of this tool, the analysis of sensitization of variables such as safety stock, batch quantity and demand stand out. Likewise, the projections show to decrease costs and increase profits. From the results, the conclusions are that the use of this technique reduces the total shipments of the year, the level of stock and the cost of the lot. In the same way, there was an increase of the income and the demand capacity of the products, allowing the inventory of the distribution centers to be controlled.

Key Words: Supply chain, inventory control, dispatches and distribution requirements plan (DRP).

INTRODUCCIÓN

El uso de una técnica para la gestión empresarial en varios puntos de la cadena de suministros se ha convertido en un asunto de suma importancia para que las empresas sean más eficaces, eficientes y competitivas (Pabón Osorio, López Gil, & Romero Ballesteros, 2018). Por otro lado, se ha identificado que la planificación de inventarios en empresas torrefactoras en Colombia se hace de manera manual (Cáceres & Escobar, 2006). Lo cual implica la necesidad de una mejora usando un método de gestión empresarial.

Este trabajo estará enfocado en el desarrollo de una propuesta de un plan de distribución para empresas torrefactoras en Colombia basada en la técnica DRP, a partir del caso de estudio de la empresa Coodecafec ubicada en el sector de Ricaurte en Bogotá. Para ello se dividió en tres fases el proyecto. En primer lugar se describió el proceso de distribución, luego se identificaron las variables que intervienen dentro del proceso de distribución, y al final se desarrolló la técnica de DRP (Plan de requerimiento de distribución), además de presentar una herramienta que automatiza o da soporte al proceso de despachos al encontrar varias tareas repetitivas.

Dentro de la cadena de abastecimiento de la torrefactora se hallaron los siguientes macro procesos: Proveedores, producción, transporte, almacenamiento, distribución y clientes. Las variables consideradas fueron las proyecciones de la demanda las cuales fueron computadas a partir de los métodos: Intuitivo, promedio simple, promedio móvil, móvil ponderado, suavización exponencial, regresión lineal y suavización doble. Mientras que las medidas de exactitud utilizadas para determinar cuál es el método más apropiado para el producto, se usaron los criterios de la revisión de la gráfica de demanda real vs proyectada, la desviación media absoluta (DMA) y la señal de rastreo. La otra variable considerada fue el costo de lote que tiene en cuenta el costo de hacer y mantener.

Por otro lado, las cantidades de inventario a pedir arrojadas por el método DRP se compararon con los valores reales con el fin de analizar si las políticas de inventario establecidas son las correctas o hay un espacio de mejora en este aspecto. Además, esta técnica ofrece un control más exacto de los inventarios a partir de la vista preliminar de los periodos en los cuáles será necesario hacer las órdenes de pedido.

Por último, al usar el método DRP de forma manual se hallaron patrones que fueron automatizados en una herramienta usando el lenguaje de visual basic en Excel. En esta se resumen las órdenes de pedido por periodo, es decir, las ventas reales, se hace la proyección y luego se desarrolla el plan de distribución de requerimientos con un sistema de alarmas. Esta herramienta ayuda en el proceso de toma de decisiones concernientes a la política de inventarios para las empresas torrefactoras.

CONTEXTO DE LA EMPRESA

La cooperativa departamental cafetera de Cundinamarca (Coodecafe LTDA) identificada con el NIT 830090449 – 9, es una compañía sin ánimo de lucro con responsabilidad y con fines de interés social. Creada en Cundinamarca, se constituyó como la principal productora del movimiento caficutor del departamento, aliada con la corporativa de Rionegro y Gualiva en el 2001, incorporándose después Cundicafé en el 2007 (Coodecafec, 2020). Su principal objetivo es adaptarse a los cambios del entorno.

Figura 1. Logo de cooperativa cafetera de Cundinamarca



La torrefactora se encuentra ubicada en Bogotá D.C, en la localidad Puente Aranda exactamente en carrera 65 No 14 -45.

Figura 2. Ubicación de la torrefactora



Fuente: Maps Google

La empresa tiene como misión “Transferir el mayor precio posible a los caficultores, ofrecerles los productos de la canasta cafetera a precios competitivos y prestarles servicios de calidad a sus Asociados, todo enmarcado en criterios de viabilidad y sostenibilidad financiera.” (Coodecafec, 2020)

Su visión “Ser una cooperativa sólida, sostenible e integral; líder en la comercialización y transformación del café de Cundinamarca, con un portafolio del 50% de cafés de alta calidad; reconocida por contribuir significativamente a mejorar el nivel de vida de sus Asociados.” (Coodecafec, 2020)

Actividad económica

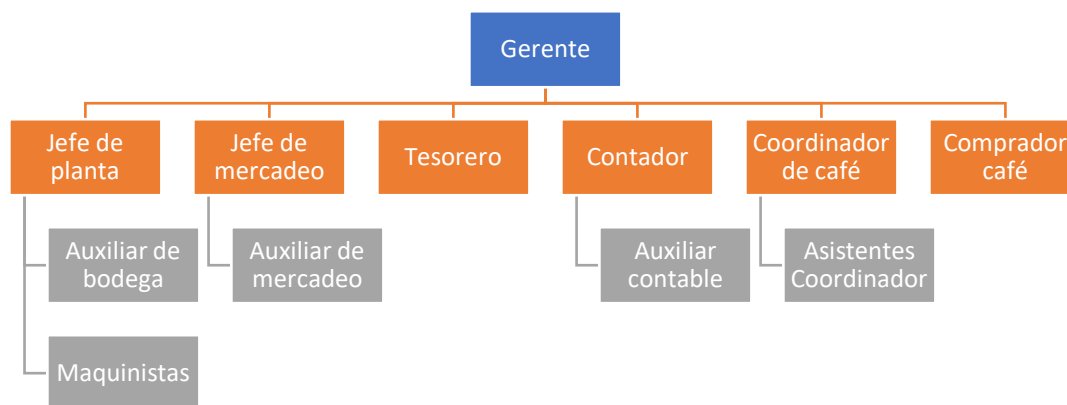
4620 Comercio al por mayor de materias primas agropecuarias.

4729 Comercio al por menor de otros productos alimenticios n.c.p., en establecimientos especializados

4631 Comercio al por mayor de productos alimenticios

Coodecafec en la planta torrefactora cuenta con 30 personas con el siguiente organigrama

Figura 3. Organigrama Coodecafec



Fuente: Coodecafec

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. CONTEXTO DEL PROBLEMA

El sector agroindustrial está teniendo un cambio en materia de regulaciones y vigilancia más estricta alrededor del mundo, en particular aquellas empresas destinadas al consumo humano, lo que implica un mayor escrutinio en la planeación de los procesos de producción y distribución en la cadena de suministro de productos agroalimentarios de cosecha, por lo tanto, se deben tener en cuenta factores de calidad, además de la variabilidad de clima, duración, demanda y precio. (Ahumada & Villalobos, 2009).

Por ende, ASC (*Agri-food Supply Chains*) tiene como propósito satisfacer al cliente final a través de la coordinación de flujos de material comenzando por el transporte de materia prima e insumos para el proceso de producción y finalmente enviando el producto terminado como parte fundamental del proceso comercial e implicando la interacción de varias compañías que constituyen la cadena de valor (Chaves Ardila Luís Guillermo, 2009). De tal manera, se genera un proceso de distribución que es la acción de “proveer a los clientes con un producto de calidad adecuada enviado en el tiempo y lugar correcto, brindando formas y condiciones más apropiadas para realizar la compra, además de la posibilidad de contar con un menor costo de transporte desde los productores a través de intermediarios hasta los clientes finales” (Sosik, Turzeniecka, & Iwan, 2019).

Este proceso también se encarga del envío de inventarios, es decir, los recursos temporalmente libres los cuales podrán ser usados para mantener las operaciones en normal funcionamiento, mientras se reduce el costo de órdenes de compra y mejora el nivel de servicio. Pero una mala gestión de los inventarios puede ocasionar en el primer caso demasiado stock en bodega y en consecuencia altos costos de mantenimiento de inventario además que ocupa demasiado capital flotante. De modo que, el control de inventario en cualquier operación logística es de suma importancia para buscar un equilibrio entre las existencias del almacenamiento y de los costos de este (Fu-gui, Hui-mei, & Bing-de, 2012)

Por otra parte, la cadena de valor del sector cafetero en Colombia que comienza con la recolección de la cosecha hasta la etapa que se conoce como café en verde (Chaves, 2009) en donde los cafeteros venden su cultivo a cooperativas en centros de compra en pueblos cercanos a sus fincas (Osorio, Gil & Ballesteros, 2018), aquí el grano pasa por un proceso de calificación y en este momento ya puede ser comercializado tanto a nivel nacional como internacional o pasa a la etapa de tosti3n donde el producto es procesado para su consumo antes de ser vendido al cliente final (García & Olaya, 2006). Presenta los mismos inconvenientes en el proceso de distribución como en el ASC, además tiene problemas de costos de oportunidad al no realizar el proceso de tosti3n en la cadena de valor generando alto flujo

logístico (Pabón Osorio et al., 2018). Esto es debido a que el 80% de la producción de café del país es destinada al comercio internacional. (Algrano, 2013)

Otro problema de suma relevancia es el alto coste de producción en contraste con los otros países productores; por ejemplo, en Vietnam producir una libra de café varía entre US\$ 0,20 y US\$ 0,22, en Brasil entre US\$ 0,45 y US\$ 0,50 mientras que en Colombia varía entre US\$ 0,57 y US\$ 0,60. Esto es gracias a que la programación de inventario se suele realizar manual y está sujeta al criterio subjetivo de la gerencia sin seguir ningún tipo de método o metodología que tenga en cuenta la planificación y gestión de existencias (Pabón Osorio et al., 2018) en vista de la falta de información histórica de su logística tiene una lenta reacción por parte de la administración ante problemas inesperados ya sean antes, durante o después de la entrega al cliente final afectando la cadena de valor.(Perdomo & Mendieta, 2007)

Actualmente las empresas torrefactoras han tenido que combatir estos desafíos, sumado a la introducción de nuevas tecnologías y estrategias para satisfacer las necesidades del cliente que son cada vez más exigentes, en cuanto a los tiempos y calidad de los servicios de despachos, ya que se han presentado problemas con la incertidumbre en la gestión y entrega de los despachos por la falta de control de la organización (García Cáceres Rafael Guillermo & Olaya Escobar Érika Sofía, 2006). Ante esto se presentan puntos ciegos como: retrasos en recoger y/o entregar el producto, tráfico o congestión vehicular no proyectado, cambios de ruta o fallos en la entrega (García Cáceres Rafael Guillermo & Olaya Escobar Érika Sofía, 2006)

Provocando no solo perder clientes, sino también generando costos asociados al envío de la mercancía, manipulación, atención al cliente (*Call center*), recepción en el almacén del retorno y la gestión del producto para un nuevo despacho, convirtiéndose en un mal negocio para la empresa (Honorato, 2016)

Por ende, es necesario contar con un método que integre y visualice la información del proceso de distribución del producto, como son la demanda, los inventarios, los costos, los requerimientos y el tiempo en el que se tendrá la materia prima y el producto terminado, así como anticipar la demanda de los clientes en los centros de distribución y proporcionar productos terminados en la ubicación adecuada cuando surjan las necesidades del cliente.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué variables, requerimientos y condiciones operativas deben considerarse para el desarrollo de un plan de distribución en empresas torrefactoras de Colombia?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Hoy en día, en un mercado cambiante y diverso las organizaciones han tenido que afrontar un gran reto para complacer a los clientes, por ende, se han forzado a generar nuevas ideas para introducirse o mantenerse en el mercado mediante la generación de métodos que produzcan ventajas competitivas. Debido a esto, las empresas están interesadas en enfocarse en la gestión eficiente de la cadena de abastecimiento, para generar valor tanto en la empresa como para los clientes.

Según un estudio comparativo de prácticas y tendencias de Deloitte denominado “Eficiencia en la Cadena de Suministro 2019”, se demuestra que una gestión eficiente de la cadena de valor juega un papel trascendental en el desarrollo y crecimiento de las compañías, contribuyendo a mayor rentabilidad, reducción de costos, aumentando la fidelización con el cliente, y también ayuda a intercambiar rápidamente información a nivel interno y externo de la empresa generando un equipo más unido. (Deloitte, 2019)

En el mismo estudio se evidencia que las empresas de manufactura como son las torrefactoras, su alta prioridad de mejora son pronóstico/ planeación con el 100%, de prioridad progresiva para la iniciativa de mejora es distribución/logística de 88% y de baja prioridad es ventas/mercadeo 75%, por ende, las técnicas de mejora que recomienda el estudio para pequeñas empresas son segmentación de cliente, gestión de control de inventario y optimización de almacén. (Deloitte, 2019)

Por otro lado, las empresas torrefactoras que son empresa pymes que hacen parte del sector cafetero el cual se ha denominado como “el motor de la economía de Colombia” según la Federación Nacional De Cafeteros debido a que crea un impacto positivo en la generación de empleo en el país, ya que actualmente el sector caficultor tiene cerca de 800 mil empleos en toda la cadena de valor (Comercialización, trilla, transporte, industrialización y exportación), donde el valor de la cosecha es de \$3,4 billones de pesos, siendo el ingreso de aproximadamente 561 mil familias (Algrono, 2014).

Por ende, el hecho de que las torrefactoras sean fundamentales para la economía del sector y del país, las cuales se enfocan a aumentar la demanda o entregar oportunamente los pedidos, requiere una aplicación de procesos de planeación de distribución. Por tal razón se usará la técnica DRP para mejorar el proceso de la cadena de abastecimiento que juega un papel fundamental para las organizaciones como para nosotros como ingenieros industriales ya que nos permite optimizar los procesos y actividades de estas pymes

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un plan de distribución para empresas torrefactoras de Colombia basada en la técnica DRP a partir del caso de estudio en la cooperativa Coodecafec.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los procesos actuales de distribución en la empresa torrefactora.
- Identificar las variables que intervienen dentro del proceso de distribución para la empresa torrefactora.
- Desarrollar la técnica de DRP (Plan de requerimiento de distribución) para la empresa torrefactora.

3. MARCO REFERENCIAL

3.1. MARCO CONCEPTUAL

3.1.1. Logística En la actualidad, la logística se ha convertido en un aspecto importante para las organizaciones ya que les permite ser más competitivas, productivas, rentables y mantenerse en el mercado. Este concepto proviene del lenguaje militar que lo definía como el conjunto de actividades de almacenaje y transporte de los equipos y materiales que se requieren para cumplir una misión (Lobato & Villagrà, 2010)

Al paso del tiempo se ha ido redefiniendo este término, el profesor James L. Heskett lo definió como el conjunto de procesos y técnicas para administrar los materiales y la información, gestionando los recursos y la demanda con el fin de asegurar un nivel de servicio al menor costo (Lobato & Villagrà, 2010).

Para (Castellanos Ramírez, 2015) la logística es el sistema de planificar, organizar y controlar las actividades de transporte y almacenamiento, la cual facilite el flujo de materiales y productos desde la fábrica hasta el consumidor, satisfaciendo la demanda, reduciendo costos y obteniendo información.

Según GSI Colombia (Instituto Colombiano de Automatización y Codificación Comercial) se determina como el conjunto de medios y técnicas para gestionar la cadena de abastecimiento y distribución para llevar a cabo un fin determinado, desde el proveedor hasta el cliente involucrando los actores de la logística interna y externa de la cadena de valor.

Para esta investigación se entenderá la logística como la parte de la cadena de suministro que se encarga de planificar, organizar, implementar y controlar efectivamente los procesos de almacenaje y de transporte de artículos, bienes, servicios e información desde el proveedor hasta el cliente con el fin de satisfacer al cliente y reducir costos mediante la gestión de procesos y recursos. Por ende, se ha convertido en un factor importante en la competitividad ya que puede influir en el éxito o el fracaso de la comercialización de un producto.

3.1.2. Cadena de abastecimiento Según (Cano, Correa-Espinal, & Gómez-Montoya, 2019) para lograr una buena gestión de las actividades logísticas los objetivos de almacenamiento y distribución deben estar alineados con la gerencia de la cadena de suministros, la cual es el área que se encarga de manejar esto.

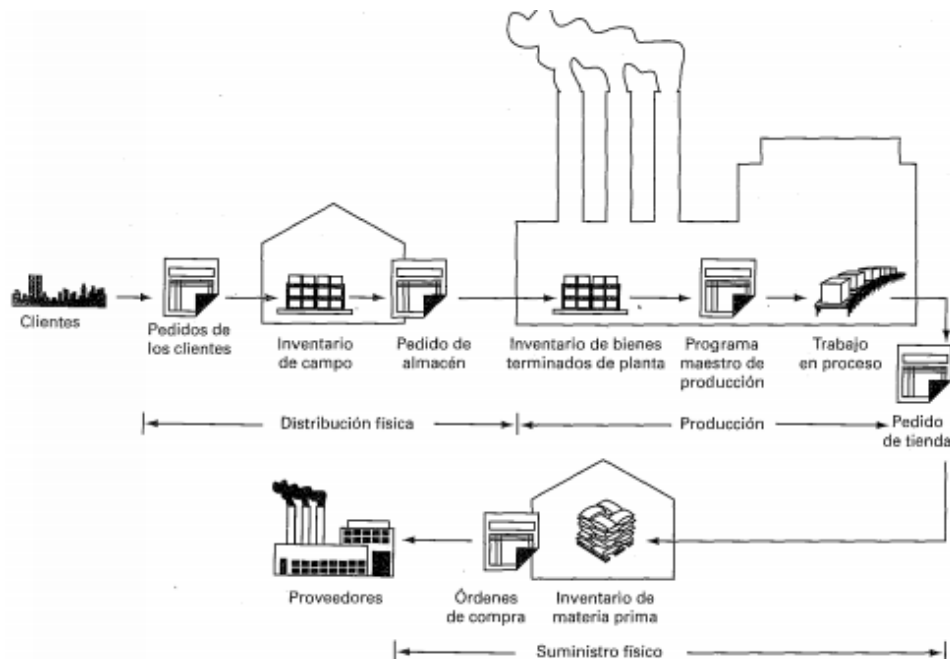
La cadena de suministros según (Kamble, Gunasekaran, & Gawankar, 2020) se compone de planificación, provisión la cual representa las actividades de requerimiento de materia prima, producción que se compone de las actividades que

son realizadas durante la transformación de la materia prima, envío que representa las actividades que conciernen a la distribución y transporte de los productos finales y retorno las actividades que se dan en el caso de que el cliente devuelva el producto.

La cadena de abastecimiento se compone de una serie de organizaciones enlazadas entre sí durante diferentes procesos para generar valor en forma de productos o servicios o dicho de otra manera es la integración de diferentes procesos donde la materia prima es transformada en un producto final la cual considera los requerimientos del cliente para al final ser enviada a este (Louis W, 1998). Además se destacan que sus principales características son gestión de inventarios, costo total, tiempos, monitoreo de información, filosofías corporativas, bases de proveedores y flujo de información como se muestra en la (Figura1).

Para esta investigación el término de cadena de suministro se entenderá como la interacción de varias organizaciones y procesos para producir valor a partir de la transformación de materia prima, la cual se divide en planificación, provisión, producción y logística. La cual para funcionar eficaz y eficientemente debe tener en cuenta la gestión de inventarios, costo total, tiempos, monitoreo de información, filosofías corporativas, bases de proveedores y flujo de información.

Figura 4. Flujo general de información de la cadena de suministros



Fuente:(Louis W, 1998) Pag 444

3.1.3. Distribución Como se evidencia anteriormente, la distribución pertenece a uno de los eslabones de la cadena de abastecimiento la cual es definida según (Jiménez, 2012), como el proceso que consiste en entregar un producto o mercancía al consumidor, para ello planifica, desarrolla y coordina un conjunto de actividades y medios para satisfacer las necesidades y deseos del cliente

En los libros de (Castellanos Ramírez, 2015) y (West, 1991) definen la distribución como las operaciones necesarias para movilizar, almacenar y entregar un producto o artículo correctamente, desde un punto inicial (Fábrica) hasta un punto final (cliente), bajo los aspectos de calidad, menos costos, lugar adecuado y entregas a tiempo.

Así pues, la distribución es la administración de pedidos, apoyo informativo, canales, distribución de la planta física, ubicación de los almacenes y de la producción. Todo esto relacionado entre sí, al gestionarlo adecuadamente crea valor para el cliente, los socios y los proveedores en términos de tiempo y lugar.

3.1.3.1. Gestión de la distribución La gestión de la distribución en los últimos años se ha convertido en un papel importante en los procesos de la cadena de abastecimiento.

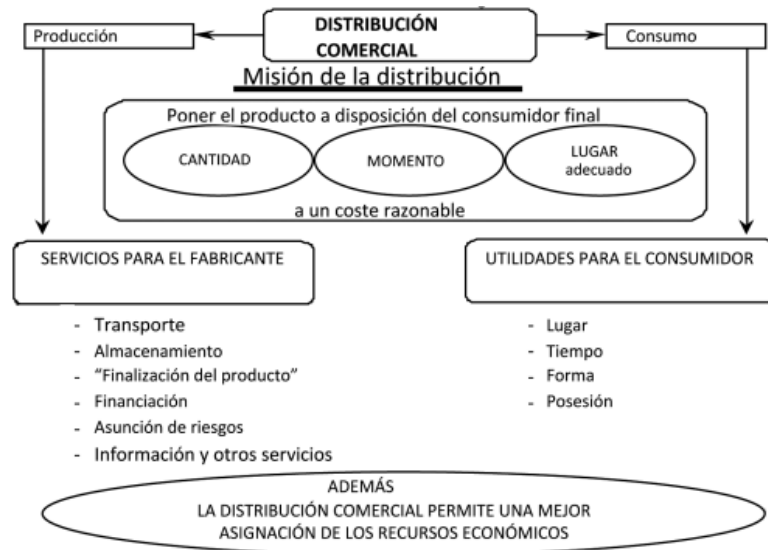
Para (Handabaka & de Galofre, M. D. P. M., 1994) la gestión de la distribución es el movimiento adecuado de los productos, con las cantidades requeridas, en la ubicación determinada y al menor costo con el fin de satisfacer las necesidades de los clientes con calidad total (CT) y justo a tiempo (JAT).

Otro concepto de la gestión de la distribución es el proceso que se encarga de planificar y controlar de manera eficaz el transporte de mercancías y productos desde que sale del vendedor y llegan hasta el comprador, para que no tengan problemas de falta de abastecimiento según la escuela de negocios de España (EAE Business School, 2016) .

La gestión de distribución es una estrategia que contribuye con la misión de la empresa mediante la relación de mercancía y los canales de distribución, además es el proceso que pasan los productos desde que se fabrica hasta que son entregados al cliente final

Para esta investigación se optará por el concepto de gestión de distribución de acuerdo a (Mora García, 2011) el cual argumenta que es una técnica para optimizar las actividades que se desarrollan desde que el producto ha sido fabricado hasta el cliente final, facilitando información precisa de inventarios, demanda, tiempos de entrega , cantidad requerida y disponible, con lo que se lleva a cargo la distribución más eficiente de la mercancía, mediante un sistema que ayuda a la productividad y rentabilidad logística de una organización como se evidencia en la siguiente figura.

Figura 5. Gestión de distribución



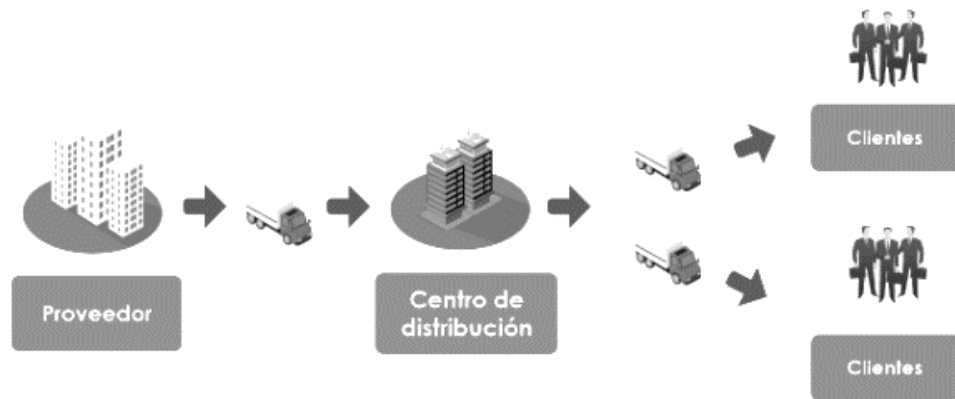
Fuente: (Ronald H, 2004) Pag 204

3.1.4. Planificación de recursos de distribución (DRP) La planificación de recursos es una herramienta informática que ayuda a optimizar la gestión de la distribución en una organización, la cual tiene características como estar compuesta por una unidad central y varios clientes con almacenes como se muestra en la (figura3). Esta trata de pronosticar las necesidades de productos almacenados y de asegurar el abastecimiento de las sucursales (Muñoz Machado, 2005).

Según Brown y Martin el objetivo de este instrumento es ayudar a mejorar el sistema logístico de las empresas mediante la relación de la distribución física (transporte y almacenamiento) y producción.

De acuerdo con (Castán Farrero et al., 2012) la planificación de las necesidades de distribución es un sistema push debido a que los centros de distribución son los que toman la iniciativa del abastecimiento basándose en las necesidades de cada uno de los puntos de ventas y de las políticas de distribución que se tengan pactadas; este se basa en la técnica de planificación de requisitos de material (MRP)

Figura 6. Esquema de DRP



Fuente:(Seethamraju, 2015)

3.1.4.1. Modelos de inventarios En esta investigación se tendrá en cuenta la definición de(Izar-Landeta, Ynzunza-Cortés, Castillo-Ramírez, & Hernández-Molinar, 2016) la cual presenta a los inventarios como parte integral de la cadena de valor y con un alto grado de relación con otras funciones como almacenamiento y distribución. La gestión de inventarios se basa en la creación de valor, flexibilidad y control de los mismos y sirve como apoyo estratégico en la empresa.

3.1.4.2. Modelo de Cantidad óptima de Producción Económica EPQ Con tal de lograr un control de inventarios (Thinakaran, Jayaprakas, & Elanchezhian, 2019) el modelo de Cantidad óptima de Producción Económica (EPQ) es una extensión del modelo de cantidad óptima de Orden Económico (EOQ) y surge para determinar cuándo y cuánto pedir con el objetivo de mantener un buen nivel en el inventario en negocios manufactureros.

(Chiu, Lin, Wu, & Yang, 2011) Define el EPQ como un modelo matemático comúnmente usado para establecer el tamaño de lote óptimo para reabastecer el inventario que minimice el costo total del inventario de producción por producto.

Según (Chung & Cárdenas-Barrón, 2012) el modelo EPQ básico es:

Ecuación 1. Cantidad óptima de producción económica

$$Q = \sqrt{\frac{2KD}{h\left(1 - \frac{D}{P}\right)}}$$

Q= Lote óptimo

K= costo de ordenar

D= Rata de demanda en unidades por unidad de tiempo

h= Costo de mantener en unidades por unidad de tiempo

P= Rata de producción en unidades por unidad de tiempo

Además, menciona que se deben tener las siguientes suposiciones:

1. La demanda es constante y conocida.
2. La tasa de producción es constante y conocida.
3. La tasa de producción debe ser mayor que la demanda $P > D$.
4. El modelo es para un solo producto.
5. El horizonte de planeación es infinito.

En esta investigación el EPQ se toma como un modelo matemático que establece el tamaño óptimo de lote para reabastecimiento de inventario con tal de saber cuándo y cuantos ítems por producto pedir y así mantener un alto nivel de inventario que abastezca la demanda.

El stock de seguridad se obtiene de la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Stock de seguridad

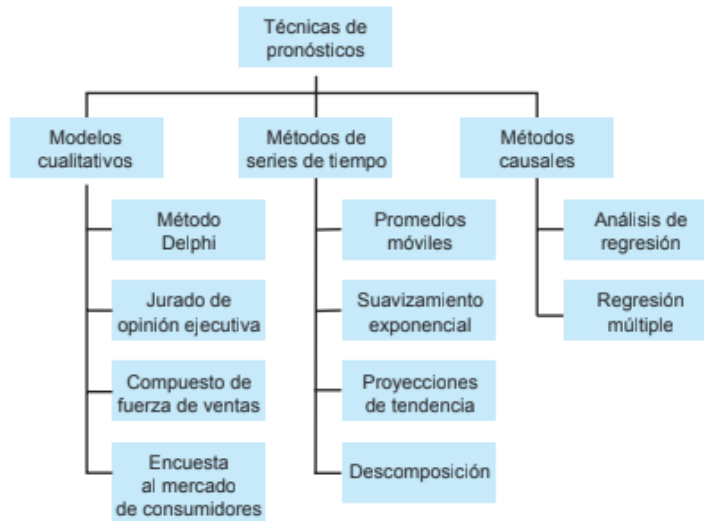
$$B = Z\sigma_z$$

Z = Nivel de servicio $P(z)$ correspondiente al número de desviaciones estandarizada de la curva normal.

σ_z = Desviación estándar de la demanda del tiempo de entrega, unidades

3.1.5. Pronóstico Un pronóstico es una herramienta que sirve para predecir cómo se comportará una variable en el futuro y se debe tener en cuenta que los pronósticos se clasifican en 3 categorías que se presentarán en la siguiente figura.

Figura 7. Tipos de pronóstico



Fuente: (Render, 2012)

Están los modelos cualitativos que utilizan el juicio subjetivo, opinión de expertos y la experiencia interna como factores de predicción de la variable (Render, 2012). Por otro lado, los modelos de series de tiempo usan datos históricos para predecir una variable, es decir, se supone que un evento que ocurra en el futuro será función de lo que haya pasado anteriormente (Render, 2012). Por último, los modelos causales añaden variables externas a los históricos como estacionalidad, temperatura, humedad, entre otras, ya que estos factores pueden afectar la dinámica de la variable a predecir (Render, 2012). En este trabajo solo se consideraron los métodos de serie de tiempo para predecir las ventas y se explicarán a continuación, además de las medidas de exactitud para establecer la mejor técnica.

3.1.5.1. Pronóstico con promedio simple Se pronostica el valor del periodo siguiente mediante el promedio del total de los valores de los periodos anteriores (Izar, 2007). A continuación, se mostrará cómo se escribe matemáticamente

Ecuación 3. Promedio simple

$$F_{t+1} = \frac{\sum_{t=1}^n Y_t}{n}$$

Donde:

F_{t+1} = Pronóstico para el periodo t+1

Y_t = Valor real del periodo t

n = número de periodos para promediar

(Izar, 2007)

3.1.5.2. Pronóstico simple móvil Este tipo de proyección de demanda es confiable si es posible suponer que las demandas del mercado permanecerán estables a través del tiempo. Se halla sumando la demanda de n periodos y dividiéndolo entre n , logrando suavizar las irregularidades del corto plazo de la serie de datos (Render, 2012). A continuación, se mostrará cómo se escribe matemáticamente

Ecuación 4. Simple móvil

$$F_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-n+1}}{n}$$

Donde:

F_{t+1} = Pronóstico para el periodo $t+1$

Y_t = Valor real del periodo t

n = número de periodos para promediar

(Render, 2012)

3.1.5.3. Pronóstico móvil ponderado En esta proyección de demanda se le puede dar el mismo peso ($1/n$) a cada dato, así como asignarles diferentes pesos a las observaciones anteriores. Se considera que este pronóstico es más sensible a los cambios ya que se suele asignar mayores pesos a los datos más recientes (Render, 2012). A continuación, se mostrará cómo se escribe matemáticamente.

Ecuación 5. Móvil ponderado

$$F_{t+1} = \frac{w_1 Y_t + w_2 Y_{t-1} + \dots + w_n Y_{t-n+1}}{w_1 + w_2 + \dots + w_n}$$

Donde:

F_{t+1} = Pronóstico para el periodo $t+1$

Y_t = Valor real del periodo t

n = número de periodos para promediar

w_i = Peso para la i -ésima observación (peso entre 0-1)

(Render, 2012)

3.1.5.4. Pronóstico con suavización exponencial Es un tipo de proyección de promedio móvil, necesita llevar un registro de los datos pasados En esta, la última estimación de la demanda es igual a la estimación previa ajustada por una fracción

de error (Render, 2012). A continuación, se mostrará cómo se escribe matemáticamente.

Ecuación 6. Suavización exponencial

$$F_{t+1} = F_t + \alpha (Y_t - F_t)$$

Donde:

F_{t+1} = Pronóstico para el periodo t+1

Y_t = Valor real del periodo t

F_t = Pronóstico previo para el periodo t

α = Constante de suavizamiento ($0 \leq \alpha \leq 1$)

(Render, 2012)

3.1.5.5. Pronóstico con regresión lineal El método de regresión lineal con mínimos cuadrados sirve para hallar los coeficientes que minimizan la suma de los cuadrados de los errores. Esta es una técnica de proyección de tendencia que ajusta una recta de tendencia a una serie de datos históricos para luego proyectar sobre esa línea (Render, 2012). A continuación, se presenta como se escribe matemáticamente

Ecuación 7. Regresión lineal

$$Y = b_0 + b_1x$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = X_{promedio}$$

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y}{n} = Y_{promedio}$$

$$b_1 = \frac{\sum XY - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum X^2 - n\bar{X}^2}$$

$$b_0 = \bar{Y} - b_1\bar{X}$$

Donde:

Y = Valor predicho

b_0 = intersección

b_1 = pendiente de la recta

x = Valor del periodo n

(Render, 2012)

3.1.5.6. Pronóstico con suavización doble En esta técnica de proyección se le agrega al suavizamiento exponencial un componente β por corrección de tendencia

que pueda tener la variable pronosticada (Izar, 2019). A continuación, se presenta como se escribe matemáticamente:

Ecuación 8. Suavización doble

$$Y_t = L_t + p T_t$$

$$L_t = \alpha Y_{t-1} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \beta (L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta) T_{t-1}$$

Donde:

Y_t = Valor pronosticado para el periodo t

L_t = Valor estimado para el periodo t

T_t = Valor de tendencia en el periodo t

p = periodos a pronosticar en el futuro

α = Constante de suavización ($0 \leq \alpha \leq 1$)

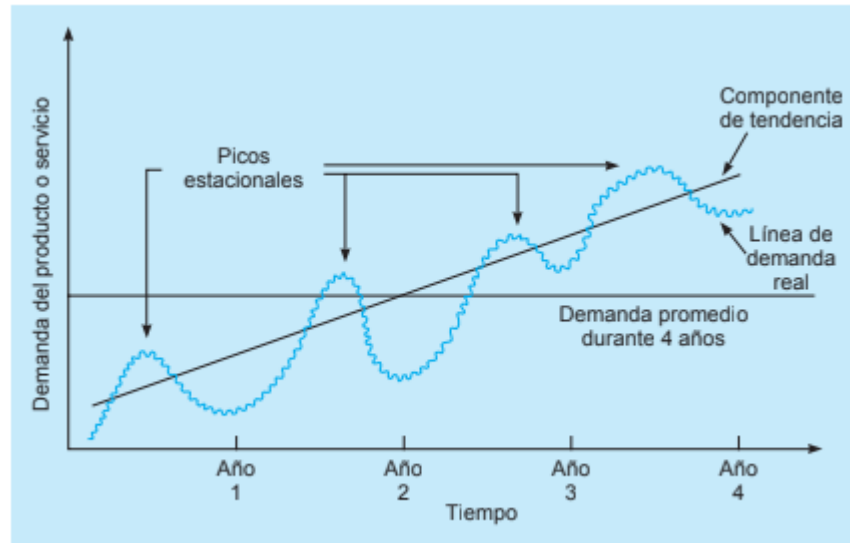
β = Constante de suavizamiento por corrección de tendencia ($0 \leq \alpha \leq 1$)

(Izar, 2019)

3.1.6. Medidas de exactitud Con tal de determinar la veracidad de un método de pronóstico existen una serie de métricas que nos ayudan a comparar y elegir la técnica más acorde (Render, 2012).

3.1.6.1. Un factor de decisión del método de pronóstico a usar es comparar gráficamente cómo se comporta la demanda vs el pronóstico de una serie de datos, por eso se debe entender que una serie de tiempo tiene 4 componentes: La tendencia (T) o movimiento gradual hacia arriba o hacia abajo, la estacionalidad (S) o patrón de fluctuación, los ciclos (C) que son patrones que ocurren cada cierto número de años y la variación aleatoria (R) que son los valores atípicos que aparecen de manera no predecible. En la siguiente gráfica se pueden observar estos componentes (Render, 2012).

Figura 8. Demanda vs pronóstico



Fuente: (Render, 2012)

3.1.6.2. La desviación media absoluta (DMA) compara los valores reales u observados con los pronosticados buscando que tanto difieren estos dos, así:

Ecuación 9. Desviación media absoluta

$$\text{Error de pronóstico} = \text{valor real} - \text{valor pronosticado}$$

$$DMA = \frac{\sum |\text{Error de pronóstico}|}{n}$$

(Render, 2012)

3.1.6.3. La señal de rastreo indica en qué medida el promedio del pronóstico tiende a la demanda, esta se calcula a partir del alejamiento entre el número de desviaciones medias y la realidad (Bravo & Builes, 2011).

3.2. MARCO TEÓRICO

La distribución de productos terminados a los clientes juega un papel importante en la gestión de la cadena de suministro, un tipo de distribución aplicado en el transporte de grano según la investigación “Optimización de la planificación de la distribución de productos agrícolas en logística basada en el grado de madurez.”, es el modelo de distribución de vehículos estructurado como algoritmo de la colonia de hormigas, para garantizar la llegada de productos agrícolas en el momento requerido (Fu-gui, Hui-mei, & Bing-de, 2012). Los resultados que obtuvieron fueron que al implementar este modelo se posibilitó obtener la solución óptima con más precisión y velocidad para programar vehículos según la demanda de cliente sobre

la madurez del producto agrícola permitiendo a la empresa ser eficiente y ahorrar recursos de transporte. (Fu-gui, Hui-mei, & Bing-de, 2012).

Otro modelo es mediante la programación de enteros estocásticos SBBT, como lo plantea el artículo (Du, Kong, Hu, & Zhao, 2018) , este optimiza los procesos de la cadena de suministros de vehículos para reducir costos, mediante la comparación de la capacidad de producción y de distribución en el cual se obtuvieron los siguientes resultados: El algoritmo SBBT ha demostrado un gran potencial económico para mejorar el rendimiento de la cadena de suministro para estos productos , siempre que cumpliera con las restricciones operativas garantizando una reducción de costo de 10%.

En el artículo de (Libardo López, Ricardo Alberto Hincapié, Ramón Alfonso Gallego, 2011) su propósito es dar solución a un problema de sistemas de destrucción mediante una técnica de optimización multiobjetiva. Para ello, se propuso un modelo que consistía en considerar la ubicación y las dimensiones de un elemento para repotenciarlo, donde se utilizó la función objetivo de los costos de inversión y de operación y la confiabilidad de la red. En conclusión, al emplear el algoritmo del modelo (NSGA-II) en este se logró verificar la eficiencia de la red de distribución del sistema

En el estudio realizado al I Laboratorios Abbott de Canadá el cual fabrica productos a tres plantas y lo envía a diferentes centros de distribución de Canadá, se implementó un sistema de información denominado DRP. Donde obtuvieron los siguientes resultados el mejoramiento en los niveles de servicio al cliente de 85 a 97%, gracias a la reducción de los inventarios en 25% y los costos totales de distribución descendieron 15%. Además, se redujo 80% la existencia de productos obsoletos. (Louis W, 1998)

Por otro lado, un proveedor del Medio Oeste, realiza el despacho para equipo agrícola Hesston, donde tiene 1,200 clientes mediante ocho centros de distribución. Esto implementó la herramienta de planificación de requerimiento de distribución donde se obtuvieron los siguientes beneficios una reducción de costos de 20% y de una mejora en los niveles de servicio al cliente de 97.5%, se observó mejoría en la flexibilidad y en la habilidad de reaccionar al cambio. La planeación de requerimientos futuros mejoró, e informó mayor productividad a partir de su análisis de distribución (Seethamraju, 2015).

4. MARCO METODOLÓGICO

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta será una investigación cualitativa de corte transversal-descriptivo dado que se pretende desarrollar una técnica heurística la cual integre y visualice la información del proceso de distribución del producto a partir de una previa indagación de los componentes de un DRP y cómo se aplica en el caso de la cadena de abastecimiento del café en un periodo determinado.

4.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto pertenece a un diseño de investigación no experimental, con el fin de conocer los procesos de distribución de estas empresas para planificar y controlar los inventarios, así mismo identificar los impactos que tiene la herramienta DRP en la distribución de empresas torrefactoras.

4.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La investigación está enfocada a empresas torrefactoras en Colombia, que para el año 2009 se reportaron 218 firmas que se dedicaban a tostar el café. La muestra para desarrollar la investigación será de tipo no probabilístico por conveniencia, caso de estudio con la empresa Coodecafec (Cooperativa Departamental Cafetera De Cundinamarca LTDA)

4.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Objetivos Específicos	Variables	Instrumento	Entregables	Fuente de información
Describir los procesos actuales de distribución en empresa Torrefactoras	- Tiempo de despacho - Condiciones de almacenamiento - Referencias de productos	Observación Directa	- Informe - Formulario de estudio de tiempo	Primaria Investigadores
	Cantidad de orden de pedido	Observación Indirecta	Formato de ordenes	Segundaria Documentos de la empresa
	- Proceso de compra - Canales de distribución - Redes de distribución	Entrevista (No estructural)	- Diagrama de procesos - Diagrama de red	Primaria Coordinador de producción
Identificar las variables que intervienen dentro del proceso de distribución para empresas torrefactoras.	- Inventarios - Lead Time	Observación Directa	- Formulario de estudio de tiempo - Reporte para inventarios	Primaria Investigadores
	- Producción diaria - Demanda	Observación Indirecta	Formatos de producción y de demanda	Segundaria Documentos de la empresa
	- Costos por mantenimiento de inventario - Costo por preparar lote	Entrevista (No estructural)	Informe de presupuesto	Primaria Coordinador de producción
Desarrollar la técnica de DRP (Plan de requerimiento de distribución) para las empresas torrefactoras.	Proceso de distribución	Entrevista (No estructural)	Diagrama de procesos	Primaria Coordinador de producción

Fuente: Los Autores

4.5. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 2. Definición de las variables para la investigación

Variable	Definición	Tipo de variable	Definición operativa
Tiempo de despacho	El tiempo que se demora para salir el producto	Razón	¿Cuánto tiempo se demora el despacho?
Condiciones de almacenamiento	Son las características del espacio de almacenamiento	Nominal	¿Cómo es la temperatura, humedad e iluminación del almacenamiento del producto?
Referencias de productos	Tipo de producto y su descripción	Nominal	¿Cuántos productos tiene? Realizar una descripción
Cantidad de orden de pedido	Las ordenes recomendadas al comienzo de cada periodo	Razón	¿Cuánto producto ha solicitado cada cliente?
Inventario	Existencia de producto en almacén	Razón	¿Cuánto de producto le queda al finalizar el periodo?
Demanda	Cantidad de ventas en unidades	Razón	¿Cuánta es la demanda de cada producto al finalizar el periodo?
Productos diaria	Cantidad de unidades producidas por día	Razón	¿Cuántas unidades hacen al día de cada producto?
Costos por mantenimiento de inventario	Costo de mantenimiento por unidad en almacén	Razón	¿En promedio cuánto cuesta mantener una unidad de producto en el almacenaje?
Costo por preparar lote	Costo por producción de los lotes por unidad	Razón	¿En promedio cuánto cuesta hacer una unidad del producto?
Lead time	Tiempo de espera en el cargue y descargue del producto	Razón	¿Cuánto se demora cargando y descargando la mercancía?
Proceso de compra	Describe las fases que un cliente pasa a la hora de comprar un producto.	Nominal	¿Cómo desarrollan las compras en la empresa?
Proceso de distribución	Describe el método para distribuir el producto	Nominal	¿Cómo realizan la distribución de sus productos?
Canales de distribución	El tipo de canales de distribución que utiliza	Nominal	¿Cuáles son los canales de distribución?
Redes de distribución	El tipo de redes que utiliza para distribuir	Nominal	¿Cuáles son las redes de distribución del producto?

Fuente: Los Autores

4.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Tabla 3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Objetivos Específicos	Variables	Procesamiento	Análisis de datos
Describir los procesos actuales de distribución en empresa Torrefactoras	• Condiciones de almacenamiento • Referencias de productos • Proceso de compra • Canales de distribución • Redes de distribución	Organizar datos • Tabla • Diagrama de procesos • Diagramas de redes	Análisis de contenido
	• Tiempo de despacho • Cantidad de orden de pedido	Organizar datos • Tabla • Operación matemática • Técnica DRP	Análisis del método DRP
Identificar las variables que intervienen dentro del proceso de distribución para empresas torrefactoras.	• Inventarios • Producción diaria • Demanda	Tabular los resultados • Cuadros • Gráficos de dispersión • Técnica DRP	
	• Costos por mantenimiento de inventario • Costo por preparar lote • Lead Time	Organizar datos • Tabla • Operación matemática • Técnica DRP	
Desarrollar la técnica de DRP (Plan de requerimiento de distribución) para las empresas torrefactoras.	• Proceso de distribución	Organizar datos Diagrama de procesos	Análisis de contenido

Fuente: Los Autores

4.7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta el cronograma (tabla 4) en el que se detallan de manera general las tareas a realizar durante el periodo de diciembre a mayo de 2020, en donde se ven reflejadas las actividades necesarias para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto.

Tabla 4. Cronograma del proyecto

Actividades	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Requerimiento del proceso de distribución																								
Establecer Contacto con la empresa																								
Elaborar y ajustar instrumentos de recolección de datos																								
Recolectar los datos necesarios																								
Organizar y tabular los datos																								
Técnica del DRP																								
Proyectar la demanda																								
Ejecutar las ecuaciones																								
Prototipo en Excel																								
Herramienta DRP																								
Realizar algoritmos DRP																								
Realizar la formulación																								
Realizar las alertas																								
Probar y verificar la herramienta DRP																								
Ajustes finales de la herramienta																								
Entrega del documento																								
Describir los resultados																								
Analizar los resultados																								
Modificación del documento final																								
Solicitud de Jurados																								
Entrega del documento																								
Presentación de proyecto final																								

Fuente: Los Autores

4.8. RECURSOS DISPONIBLES

La planeación de recursos e insumos necesarios para esta investigación para 6 meses, se mostrará, a continuación:

Tabla 5. Recursos Disponibles para el proyecto

Recurso	Descripción	Cantidad	Costo
Recurso Humano			
Docente	Tutor	1	\$ 800.000
Investigadores	Estudiantes	2	\$ 8.281.160
Experto	Gerente	1	\$ 200.000
Recursos Materiales			
Computador	Equipo	1	\$ 100.000
Programas	Excel	1	\$ 0
Recursos Financieros			
Transporte	Salidas de campo	7	70000
Total de Costos de Recursos			\$ 9.451.160

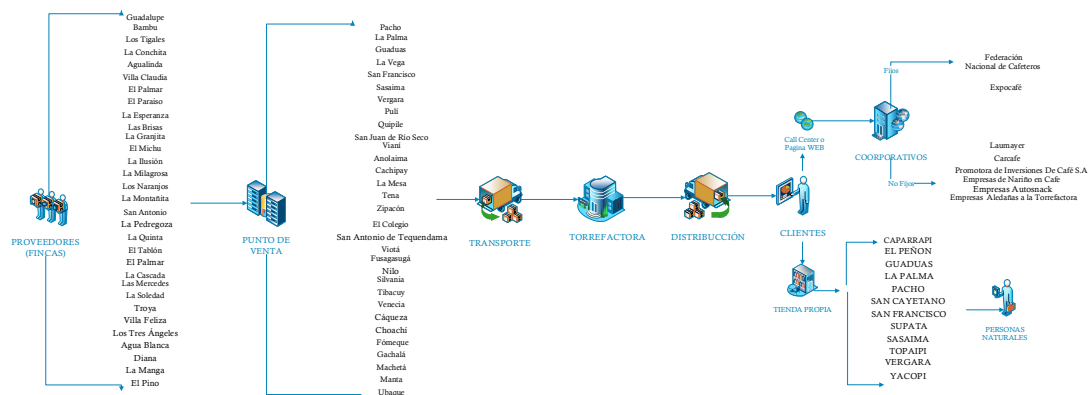
Fuente: Los Autores

5. PROCESO DE LA CADENA DE ABASTECIMIENTO

Con el fin de estudiar, entender y analizar la situación actual de la planta trilladora de Coodecafé, se realizó una entrevista no estructural que se encuentra disponible en el (Anexo1) realizada al coordinador de producción, con esta se identificó lo siguiente:

La cadena de abastecimiento de Coodecafec inicia con la compra de materia prima (café pergamino seco) principalmente en los meses de abril y octubre los cuales son los más prósperos, aunque se debe realizar rotación de inventarios periódicamente, ya que se trata de productos perecederos. La compañía cuenta con 32 puntos de compra ubicados estratégicamente en algunos municipios de Cundinamarca, quienes se encargan de la compra del café, para luego ser transportado a la planta torrefactora en Bogotá, donde se llevan a cabo una serie de procesos para obtener el producto terminado, el cual es distribuido a empresas y personas naturales.

Figura 9. Esquema de la Cadena de Abastecimiento de Coodecafec



Fuente: Los Autores (Microsoft Visio)

5.1. PROVEEDORES

5.1.1. Selección de proveedores Los proveedores se encuentran ubicados en las siguientes regiones de Cundinamarca Rionegro, Gualiva, Magdalena, Tequendama Norte, Tequendama sur, Sumapaz y Oriente. Esto con el objetivo de ayudar a los caficultores del departamento a mejorar sus entradas de dinero, por lo tanto, la selección de los proveedores se realiza considerando los 86 Caficultores o fincas registradas cómo se evidencia en el (Anexo2), también dependiendo del tipo de café que se necesite.

Por tanto, en la empresa se ha optado por una estructura organizacional basada en las redes de keiretsu, modelo organizacional japonés en el que se trabaja sobre un conjunto de relaciones de capital y propiedades cruzadas. Los caficultores entonces se vuelven parte de la coalición de la empresa y pertenecen a un grupo de empresas

con relaciones que se privilegian entre ellas buscando un equilibrio a largo plazo (Montaño Hirose, 2003).

5.1.2. Procesos de compra Cada Proveedor de diferentes veredas ofrece su pergamino seco a los puntos de ventas distribuidos en los diferentes municipios, el comprador dependiendo del tipo de café considera los siguientes aspectos:

- Café cundicafé: Para la captación de las pastillas de café sin características especiales se le compra al caficultor su grano, al precio justo teniendo en cuenta las características mínimas de calidad y el valor que se encuentra en el mercado.
- Café Highlands y cundicafé excelso: Para la captación de pastilla con características especiales como: Humedad entre el 10% y el 12%, no se acepta café con olor a reposo, moho, tierra, vinagre, petróleo, etc, el color debe ser uniforme, la almendra no puede tener granos flojos, cardenillos o vinagres y debe estar libre de todo insecto vivo o muerto. Esta pastilla tiene un mayor costo en el mercado, se le pide al caficultor una muestra de su café, la cual se lleva a las instalaciones en donde se le hace un análisis químico con tal de encontrar la mejor, para por consiguiente hacerles la debida compra.

En este momento se está desarrollando un proyecto de gestión de la calidad en las fincas de los campesinos que cumplan con ciertos requerimientos, en donde se están capacitando y colocando laboratorios de captación con tal de obtener materia prima con mejores características.

5.1.3. Precio de compra Para realizar la compra es necesario tener presente que el precio del café varia diariamente a nivel mundial de acuerdo a la (Federacion nacional de cafeteros de Colombia , 2020). A continuación, se evidencia cómo se calcula el precio del pergamino seco:

Figura 10. Fórmula para calcular el precio del grano de Café



Fuente: Federación nacional de cafeteros de Colombia, 2020

Aplicando lo anteriormente mencionado, se evidencia un ejemplo del precio del café Nesspreso del día del 25 noviembre 2019 que tiene vigencia hasta las 2 pm del siguiente día. Así mismo el factor de rendimiento que es la cantidad de café pergamino seco (CPS), que se necesita para obtener un saco de 70 kg, entre menor sea este factor mayor será el costo del producto. El factor de rendimiento en trilla óptimo es de 94 kilogramos de café pergamino.

Tabla 6. Ejemplo del Precio de Café Nesspreso

PRECIO	Cargo	Kilo	Sobrepeso
PRECIO CARGA DE CPS	980.000	7.840	400

FACTOR Rendimiento	PRECIO Kg	PRECIO CARGA
87	8.420,23	1.052.529
88	8.329,09	1.041.136
89	8.240,00	1.030.000
90	8.152,89	1.019.111
91	8.067,69	1.008.462
92	7.984,35	998.043
93	7.902,80	987.849
94	7.822,98	977.872

Fuente: Coodecafec, 2019.

5.1.4. Historial de compras A continuación, se muestra un histórico de compra de materia prima según el tipo de café en un corte de Julio 2018 a abril 2019:

Tabla 7. Histórico de compra de pergamino de cada tipo de café

Periodo	Highlands coffee		Cundicafè excelso		Cundicafè tradicional	
	Cantidad comprada (Kg)	Costo (\$ Miles)	Cantidad comprada (Kg)	Costo (\$ Miles)	Cantidad comprada (Kg)	Costo (\$ Miles)
Julio	232	\$ 1.706	26	\$ 190	-	\$ 57.415
Agosto	1.050	\$ 8.391	8	\$ 56	3.063	\$ 89.511
Septiembre	239	\$ 1.910	300	\$ 2.014	115	\$ 60.899
Octubre	1.122	\$ 8.529	116	\$ 816	288	\$ 76.608
Noviembre	490	\$ 3.676	-	\$ -	296	\$ 91.595
Diciembre	7.560	\$ 56.720	320	\$ 2.191	929	\$ 981
Enero	-	\$ -	171	\$ 1.246	345	\$ 5.283
Febrero	315	\$ 1.323	-	\$ -	315	\$ 13.503
Marzo	1.052	\$ 11.234	239	\$ 1.137	614	\$ 5.392
Abril	-	\$ -	83	\$ 525	500	\$ 12.168
Promedio	1.206		126		646	

Fuente: Los Autores

Se evidencia que la organización compra pergamino seco en promedio mensual para el producto highlands es 1.206 kg, Excelso es 126 kg y tradicional 646 kg. También se observó que las compras se realizan cada vez que se necesite sin tener una planeación de compra de materia prima El valor de compra nacional en promedio es \$9.286 miles de highlands, \$908 Miles de Excelso y \$41.336 miles de tradicional

5.2. PRODUCCIÓN

5.2.1. Productos A continuación, se muestran las fichas técnicas de sus productos donde describen características y atributos.

Highlands coffee: Este café se produce bajo sombra con el fin de tener una apariencia fresca, su sabor es dulce acaramelado con ligeras sensaciones de acidez y una tostion adecuada.

Tabla 8. Ficha Técnica de Highlands coffee

HIGHLANDS COFFEE	
	HIGHLANDS COFFEE
	ORIGEN CUNDINAMARCA
	PERFIL: Balanceado Sabor y aroma intenso Cuerpo medio-alto Acidez media-alta
	CARACTERÍSTICAS: Café Fresco Tostión media Grano o en Molienda media
	Presentación: 454 gramos Precio: \$18.000

Fuente: Pagina Web de Coodecafe, 2020

Cundicafé Excelso: Este café tiene un perfil de taza de 80- 82 puntos, es elegido por sus características únicas y debe ser seleccionado, perfilado y tostado a una temperatura específica.

Tabla 9. Ficha Técnica de Cundicafé Excelso

CUNDICAFÉ EXCELSO	
	CUNDICAFÉ EXCELSO
	ORIGEN CUNDINAMARCA
	PERFIL: Balanceado Sabor y aroma intenso Cuerpo medio-alto Acidez media-baja
	CARACTERÍSTICAS: Café Fresco Tostión media-alta Grano o en Molienda media
	Presentación: 500 gramos Precio: \$12.000

Fuente: Pagina Web de Coodecafe, 2020

Cundicafé tradicional: Este es de bajo precio para venta masiva sin atributos especiales.

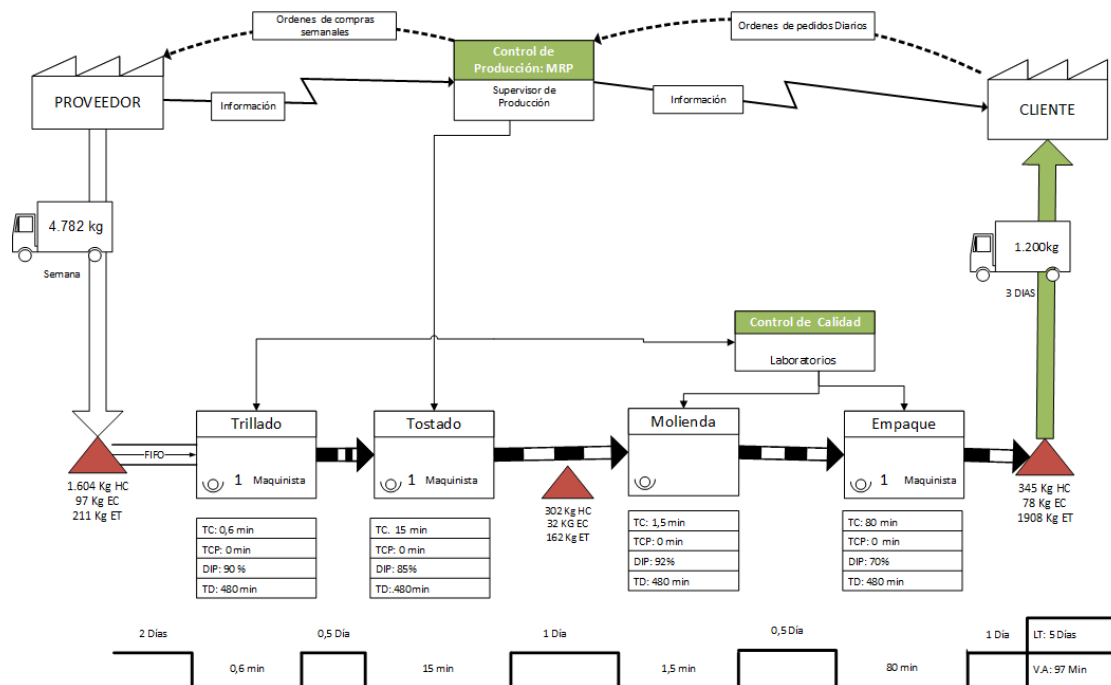
Tabla 10. Ficha Técnica de Cundicafé Tradicional

CUNDICAFÉ TRADICIONAL	
	CUNDICAFÉ
	ORIGEN CUNDINAMARCA
	PERFIL: Sabor y aroma intenso Cuerpo medio Acidez media-baja CARACTERÍSTICAS: Café Fresco Tostión media-alta Molienda media Presentación: 500 gramos Precio: \$9.000

Fuente: Pagina Web de Coodecafe, 2020

5.2.2. Mapa del flujo de valor (VSM) A continuación, se muestra el diagrama VSM de la empresa permitiendo visualizar la secuencia de información en los procesos de la empresa detalladamente, las interacciones necesarias entre los diferentes actores para cumplir con los requerimientos del cliente, empezando desde la orden de pedido, pasando por la adquisición de materia prima a través del centro de distribución (CD), realizando las actividades de transformación del pergamino seco hasta entregar el producto final. Así mismo se evidencian los inventarios de los tres tipos de café Highlands coffee (HC), Cundicafé Excelso (EC) Y Cundicafé tradicional (ET), el recurso humano y los tiempos aproximados de la producción según la información entregada por la empresa.

Figura 11. Diagrama de flujo de valor de la empresa Coodecafec



Fuente: Los Autores (Microsoft Visio)

En este se evidencia que el proceso cuenta con 3 maquinistas donde uno maneja dos máquinas trilladora y moledora. Así mismo tiene un Lead Time de 5 Días para 2.326 kg, es decir, un lote de 4.652 unidades entre los tres productos que ofrece la compañía. Se tarda aproximadamente una semana desde la producción hasta el despacho, con un tiempo de ciclo de valor agregado total de 1 hora con 37 minutos. Este tiempo puede variar dependiendo de la cantidad que se requiera; así entre 50 kg a 80 kg se espera que el pedido llegue al siguiente día. Teniendo en cuenta lo anterior se calculó el tiempo Takt por producto con la siguiente ecuación:

Ecuación 10. Tiempo Takt

$$\text{Tiempo Takt por producto} = \frac{\text{Demandaproducto} * \text{Tiempo Disponible}}{\text{DemandaDiaria}}$$

Se prosigue a realizar los respectivos cálculos:

$$\text{Tiempo Takt Higlands} = \frac{69\text{kg} * 480\text{min}}{465\text{kg}} = 71\text{min}$$

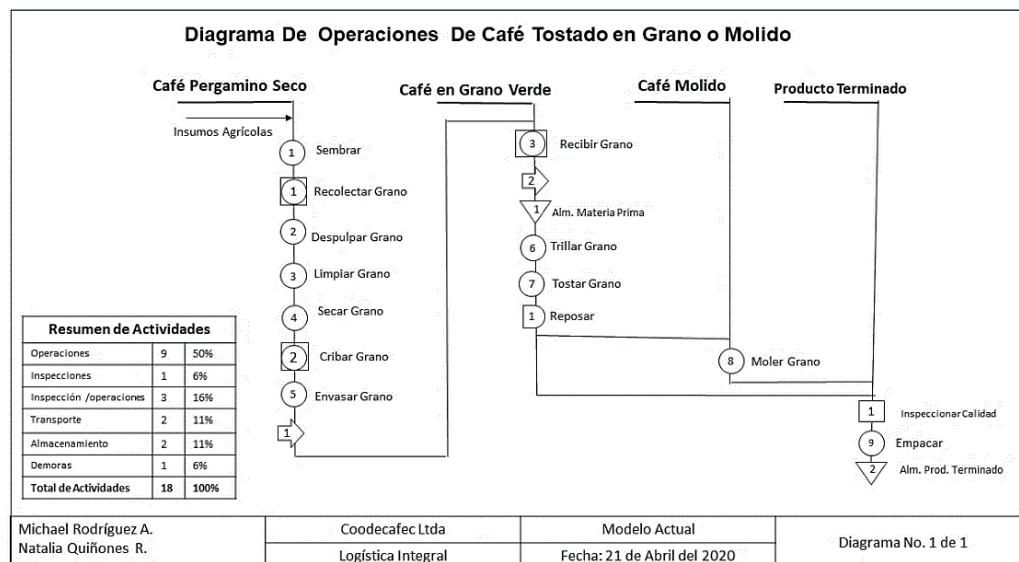
$$\text{Tiempo Takt Excelso} = \frac{16\text{kg} * 480\text{min}}{465\text{kg}} = 17\text{min}$$

$$\text{Tiempo Takt Tradicional} = \frac{382\text{kg} * 480\text{min}}{465\text{kg}} = 394\text{min}$$

Esto significa que los clientes compran con una frecuencia diaria en promedio de 71 minutos Highlands, 17 minutos Excelso y 394 minutos Tradicional, de tal forma que este sería el tiempo de producción diaria.

5.2.3. Diagrama de operaciones En el siguiente diagrama se evidencia una secuencia de pasos de operación del café tostado en grano o molido el cual está conformado por: 50% son operaciones, 16% son inspecciones/operaciones, 11% Transporte y almacenamiento, Finalmente 6% Inspección y demoras. Así mismo se evidencia que la empresa ofrece café en grano o molido si el cliente lo requiere.

Figura 12. Diagrama de flujo de operación de café tostado o molido



Fuente: Los Autores (Microsoft Visio)

5.3. TRANSPORTE

La Empresa cuenta con un camión NPR Reward Euro IV ABS con furgón de estacas, para transportar los sacos de pergamino desde el punto de compra ubicados en cada municipio hasta la torrefactora en Bogotá. Para enviar el producto para los clientes corporativos o tiendas propias usan un Camión De Carga Dfsk ya que su distribución se encuentra en Cundinamarca y Bogotá por lo que requieren camiones pequeños para tener una libre circulación en la ciudad. (Anexo3)

Tabla 11. Descripción del transporte terrestre de Coodecafec

Tipo De Vehículo	Ancho	Largo	Alto	Capacidad	Costo De Cargue Y Descargue	Costo Comercial
------------------	-------	-------	------	-----------	-----------------------------	-----------------

NPR Reward IV	2.04 m	4.3 m	2 m	4.782 kg	\$90.000	\$127.300.000
Camión de Carga	2m	2,5m	1,8m	1.200kg	\$70.0000	\$40.000.000

Fuente: Los Autores

5.4. ALMACENAMIENTO

Según la naturaleza del producto el almacén de la compañía está dividida en tres zonas, en la primera se encuentra la materia prima (Figura 6), en este son almacenados los sacos de café en verde; en la segunda zona se encuentran los productos terminados (Figura7), es decir, el café empacado en las diferentes presentaciones, así mismo se encuentra el café en reposo y finalmente la tercera zona donde se guardan los empaques que se usarán para envolver el producto final.

Figura 13. Almacenamiento de materia prima terminado



Fuente: Los Autores

Figura 14. Almacenamiento de Producto



Fuente: Los Autores

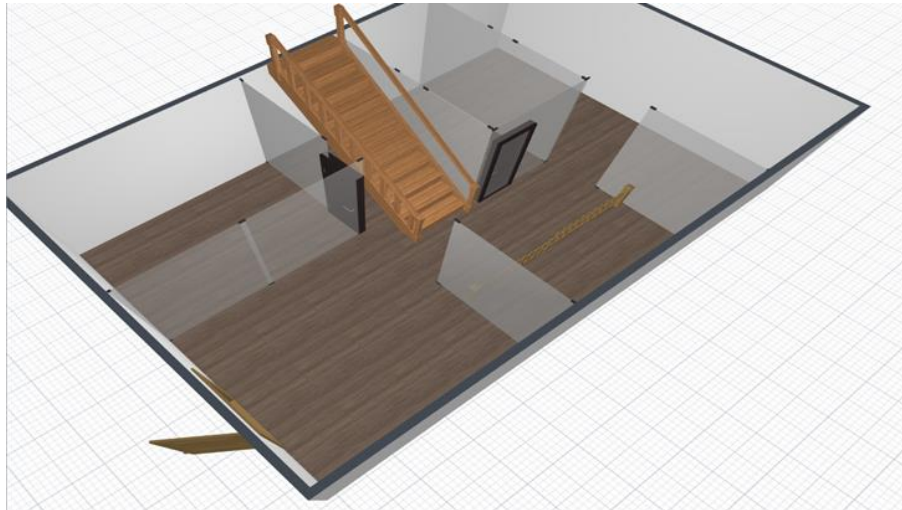
Como se evidencia anteriormente su sistema de almacenamiento logístico es en bloque también llamado almacén compacto debido a que este modelo se utiliza para almacenar mercancía a granel como es el café. Los productos se apilan en palets uno sobre otro formando una estructura sin necesitar estanterías y estos dependen de la resistencia de cada uno.

Para el caso de la materia prima se utilizan sacos de 70 Kg debidamente marcados con etiquetas que contengan el nombre de la finca proveniente, cantidad de café y fecha de vencimiento. En cambio, para el producto terminado existen dos tipos de empaques el primero es para ventas B2C de 500g excepto para el café Highlands coffee que es de 454g, con su debida presentación, su código de barras de 19 dígitos, la cantidad, sello de calidad, fecha de vencimiento y descripción. El otro para venta B2B es un empaque plástico y transparente con una etiqueta que indica la marca, cantidad, fecha de vencimiento y lote.

La organización presenta un inconveniente respecto al almacenamiento debido a que no tiene ningún seguimiento de los materiales, siendo importante para evitar daños y desperdicios, entre otras cosas.

5.4.1. Distribución de la planta y áreas de almacenamiento Las instalaciones de la compañía cuentan con 3 plantas, en donde el segundo y tercer piso son para oficinas y sala de conferencias, mientras el primero es para bodegas y planta torrefactora la cual está conformada por cinco zonas: empaque / producción, materia prima, insumos, recepción de pedido y producto terminado (Figura11) aunque la empresa no tiene definida las estaciones de trabajo, como se evidencia a continuación:

Figura 15. Bodega de Planos de 3D de la Empresa torrefactora



Fuente: Los Autores (Floorplanner)

Figura 16. Descripción de las áreas del primer piso de la planta torrefactora



Fuente: Los Autores (Floorplanner)

5.4.2. Nivel del inventario Para planificar los despachos se debe tener información del inventario, para este proyecto se obtuvieron los datos desde el mes de junio 2018 hasta abril 2019 de cada producto, para tener conocimiento de los inventarios disponibles al finalizar cada periodo

Tabla 12. Histórico de los inventarios disponibles mensual

Periodo	Highlands coffee		Cundicafé excelso		Cundicafé tradicional	
	Cantidad en inventario	Valor de inventarios (Miles pesos)	Cantidad en inventario	Valor de inventarios (Miles pesos)	Cantidad en inventario	Valor de inventarios (Miles pesos)
Julio	3.488	\$ 25.647	1.453	\$ 10.617	2.208	\$ 11.989
Agosto	23.546	\$ 28.336	745	\$ 5.413	2.833	\$ 15.382
Septiembre	3.334	\$ 26.912	806	\$ 5.709	1.825	\$ 8.449
Octubre	572	\$ 4.411	101	\$ 709	202	\$ 1.151
Noviembre		\$ -	33	\$ 230	63	\$ 365
Diciembre	7.010	\$ 52.597	272	\$ 1.868	804	\$ 4.439
Enero	5.370	\$ 40.289	138	\$ 1.001	186	\$ 1.009
Febrero	5.350	\$ 40.138	81	\$ 586	218	\$ 1.013
Marzo	4.781	\$ 38.513	135	\$ 727	502	\$ 3.097
Abril	4.277	\$ 34.451	105	\$ 567	9	\$ 55
Promedio	6.414		387		885	

Fuente: Los Autores

Se muestra que el nivel de inventario en promedio para el café Highlands es de 6414 kg, el Excelso de 387 y tradicional 885. Teniendo un inventario disponible en abril de 4.277 kg para Highlands ,105 kg para Excelso y 9 kg para tradicional esto muestra que para este mes se presenta un riesgo de desabastecimiento. Esto ocurre debido a que no tiene un sistema de inventario para controlar.

El valor del inventario en promedio del Highlands es de \$32.366 miles de pesos, para Excelso es \$2.742 miles de pesos y del tradicional es \$4.695 miles

5.5. DISTRIBUCIÓN

Codecafec implementa estrategias de distribución selectiva porque vende sus productos en tiendas propias con un número de distribuidores reducidos. Sus canales de distribución son directos debido a que se encargan de fabricar el producto y de hacerle llegar el café a clientes personales o corporativos, sin necesidad de delegar a terceros el almacenaje, el transporte o el servicio al cliente.

Canal directo



5.6. CLIENTE

Actualmente sus principales compradores son: Federación Nacional de Cafeteros y Expocafé. Algunos clientes no fijos son: Empresas privadas para consumo interno o para exportar, empresas de máquinas dispensadoras de Snacks, empresas cercanas a la torrefactora en Bogotá y personas naturales que compran directamente en la torrefactora o en las tiendas propias ubicadas en Caparrapi, El Peñón, Guaduas, La Palma, San Cayetano, Yacopí, Sopotá y Pacho. También la empresa presta servicios de trilla siendo sus clientes exportadores de café del país.

Como se observa, se tiene una gran variedad de clientes, por ende, se debe tener en cuenta el histórico de ventas para el desarrollo del pronóstico de la demanda con el fin de predecir las ventas, Como se muestra en la Tabla13, se obtuvieron la información de la cantidad de kilogramos vendidos en los periodos de junio del 2018 hasta abril del 2019 y el valor de consumo por cada línea de producto fabricado:

Tabla 13. Histórico de ventas de junio 2018 a abril 2019 por cada café

Periodo	Higlands coffee		Cundicafè excelso		Cundicafè tradicional	
	Cantidad consumida (Kg)	Valor consumo (Miles pesos)	Cantidad consumida (Kg)	Valor consumo (Miles pesos)	Cantidad consumida (Kg)	Valor consumo (Miles pesos)
Julio	315	\$ 4.400	344	\$ 2.282	9.120	\$ 57.415
Agosto	992	\$ 8.084	714	\$ 5.189	16.165	\$ 89.511
Septiembre	457	\$ 3.689	238	\$ 1.686	14.771	\$ 60.899
Octubre	670	\$ 5.045	77	\$ 546	13.363	\$ 76.608
Noviembre	1.061	\$ 8.086	68	\$ 478	16.094	\$ 91.595
Diciembre	549	\$ 4.125	80	\$ 553	188	\$ 981
Enero	1.756	\$ 13.172	305	\$ 2.114	964	\$ 5.283
Febrero	4.094	\$ 34.799	57	\$ 415	2.904	\$ 13.503
Marzo	1.987	\$ 15.771	424	\$ 2.282	1.001	\$ 5.392
Abril	1.921	\$ 15.472	613	\$ 12.017	1.743	\$ 12.168
Promedio	1.380		292		7.631	

Fuente: Los autores

Se observa que las ventas mensuales para el café Higlands es de 1.380 kg que equivale aproximadamente 2.760 unidades o 20 sacos de 70 kg, del café Excelso es 292 Kg que son 584 unidades o 4 sacos y del café tradicional son 7631 kg que son 15.263 unidades y 109 sacos. Con un valor de consumo promedio para el café higlands de \$11.264 miles de pesos, para el café Excelso de \$2.756 miles de pesos y para el café tradicional de \$41.336 miles de pesos.

6. DEFINICIÓN DE VARIABLES

6.1. PRÓNOSTICO DE DEMANDA

A lo largo de la revisión de la cadena de abastecimiento, la empresa no cuenta con una planeación de producción o distribución, solo tiene en cuenta el comportamiento de las ventas sin usar ningún método estadístico o matemático de pronóstico. Por ende, en este proyecto se pretenden usar métodos para predecir las ventas futuras, siendo estos: Regresión lineal, intuitivo, promedio simple, simple móvil, móvil ponderado, suavización exponencial y suavización doble.

Se midió la exactitud de los métodos de pronóstico con: El DNA, que mide la dispersión de los datos observados respecto al valor esperado, cuanto menor sea el valor más se ajusta el pronóstico. La desviación de la Señal de Rastreo (ST), que mide lo desviado que está el pronóstico respecto a la variación de la demanda,

teniendo en cuenta para su análisis que esta desviación no se acerque a los límites, superior +4 e inferior -4. Por último, se tiene en cuenta la desviación del error, σ (*sigma*), la cual cuanto menor sea, mejor será el método de pronóstico.

6.1.1. Highlands coffee Según las mediciones y análisis de error para la demanda del Highlands coffee se observa que las ventas no cuentan con un claro comportamiento en la demanda (Anexo4). A continuación, se presenta la tabla en donde se analizó cada técnica teniendo presente los errores.

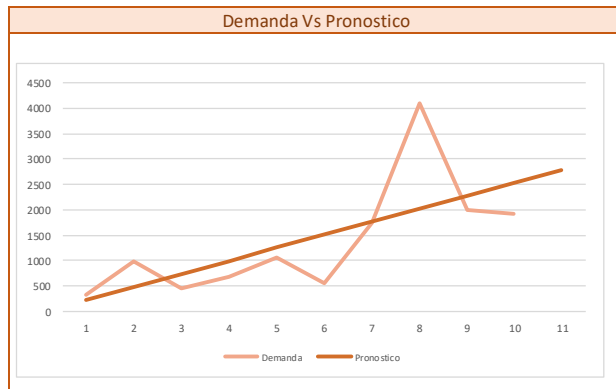
Tabla 14. Error de pronóstico de demanda de Highlands coffee

METODO		DNA	DES ST σ	ST
Intuitivo		894	1,29	NO
Promedio Simple		806	2,67	NO
Simple Móvil	1 per	894	1,29	NO
	2 per	860	2,70	NO
	3 per	1058	2,74	NO
	4 per	1168	2,74	NO
Móvil Ponderado	2 con	895	1,41	NO
	3 con	837	1,72	NO
	4 con	855	2,01	NO
	5 con	882	2,29	NO
Suavización Exponencial		666	3,29	NO
Regresión Lineal		584	1,65	SI
Suavización Doble		923	1,48	NO

Fuente: Los Autores

Para este caso se observa que el pronóstico que más se ajusta a la demanda es el de regresión lineal. A continuación, se evidencia el comportamiento de la demanda real con el pronóstico mediante la técnica de regresión lineal:

Gráfica 1. Pronóstico vs demanda real Highlands



Fuente: Los Autores

En la siguiente tabla se muestran los cálculos de regresión y la medición de los errores:

Tabla 15. Cálculos del pronóstico de regresión lineal

Regresion Lineal										
Periodo	Demanda	Pronostico	e(P-D)	e	Σ e	DNA	Σe	ST (E/DNA)	LS	LI
1	315	225							4	-4
2	992	482	-510	510	510	510	-510	-1	4	-4
3	457	739	282	282	792	396	-229	-1	4	-4
4	670	995	325	325	1117	372	97	0	4	-4
5	1061	1.252	191	191	1308	327	287	1	4	-4
6	549	1.508	959	959	2267	453	1247	3	4	-4
7	1755,6	1.765	9	9	2277	379	1256	3	4	-4
8	4094	2.022	-2072	2072	4349	621	-816	-1	4	-4
9	1987	2.278	291	291	4640	580	-525	-1	4	-4
10	1.921	2.535	614	614	5255	584	90	0	4	-4
P(11)		2.792								
							σ	1,7		
						m	256,64			
						b	-31,41			

Fuente: Los Autores

Según el pronóstico para el periodo 11 su demanda sería de 2.792 Kg, teniendo un promedio de desviación de 584 y una desviación de la señal de rastreo de 1,7. Así mismo la señal de rastreo nos muestra que el modelo de pronóstico supera la demanda ya que tiene signo positivo. La ecuación de regresión lineal es:

$$Y = mx + b$$

$$y = 257(P) - 32$$

6.1.2. Cundicafé excelso De acuerdo a las mediciones y análisis de error para la demanda del Cundicafé Excelso se muestra que las ventas no cuentan con un claro comportamiento en la demanda (Anexo5). A continuación, se presenta la tabla en donde se analizó cada técnica teniendo presente los errores.

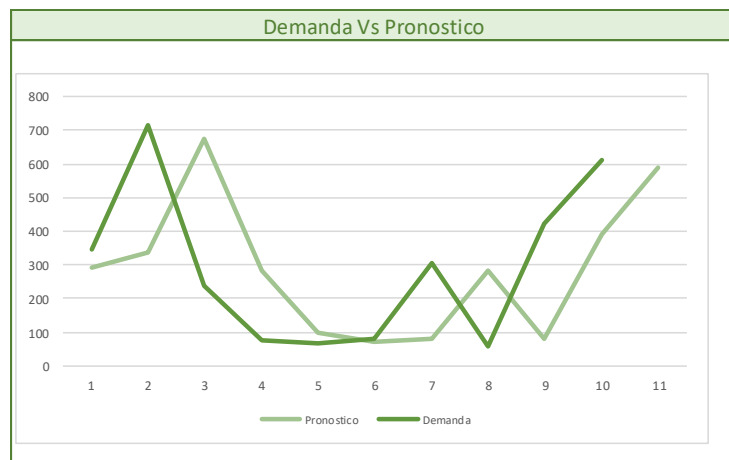
Tabla 16. Error de pronóstico de demanda de Cundicafé Excelso

METODO		DNA	DES ST σ	Rango Limites ST
Intuitivo		228	0,95	SI
Promedio Simple		255	1,54	SI
Simple Móvil	1 per	228	0,95	SI
	2 per	215	1,92	NO
	3 per	211	2,54	NO
	4 per	226	2,66	NO
Móvil Ponderado	2 con	273	0,78	SI
	3 con	272	1,00	NO
	4 con	255	1,41	NO
	5 con	241	1,88	NO
Suavización Exponencial		240	0,92	SI
Regresión Lineal		202	1,40	SI
Suavización Doble		320	1,93	NO

Fuente: Los Autores

Para este caso se observa que el pronóstico que más se ajusta a la demanda es el de suavización exponencial, aunque se muestra una variación muy alta en cuanto a la demanda real. A continuación, se evidencia el comportamiento de la demanda real con el pronóstico mediante la técnica de suavización exponencial:

Gráfica 2. Pronóstico vs demanda real Excelso



Fuente: Los Autores

En la siguiente tabla se muestran tanto los cálculos del pronóstico como las mediciones de los errores:

Tabla 17. Cálculos del pronóstico de suavización exponencial

Suavizacion Exponencial										
Periodo	Demanda	Pronostico	e(P-D)	e	$\Sigma e $	DNA	Σe	ST (E/DNA)	LS	LI
1	344	292							4	-4
2	714	339	-375	375	375	375	-375	-1,0	4	-4
3	238	676	438	438	814	407	63	0,2	4	-4
4	77	282	205	292	1106	369	268	0,7	4	-4
5	68	97	29	29	1135	284	298	1,0	4	-4
6	80	71	-9	9	1144	229	289	1,3	4	-4
7	305	79	-226	226	1370	228	63	0,3	4	-4
8	57,3	282	225	225	1595	228	288	1,3	4	-4
9	424	80	-344	344	1939	242	-56	-0,2	4	-4
10	613	390	-223	223	2162	240	-279	-1,2	4	-4
P(11)		590								

σ 0,9

Fuente: Los Autores

De acuerdo al pronóstico se observa que la demanda para el periodo 11 es de 590 kg de este café, con un promedio de desviación de 240. La señal de rastreo nos muestra que tiene signos positivos es decir que el modelo supera la demanda. Por otro lado, se tuvo en cuenta un Alfa de 0,2.

6.1.3. Cundicafé tradicional Según las mediciones y análisis de error para la demanda del Cundicafé tradicional se observa que las ventas no cuentan con un claro comportamiento en la demanda (Anexo6). A continuación, se presenta la tabla en donde se analizó cada técnica teniendo presente los errores.

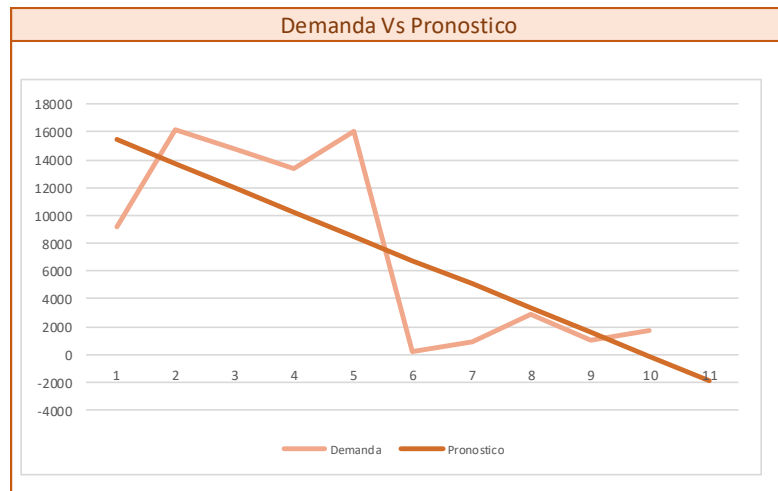
Tabla 18. Error de pronóstico de demanda de Highlands coffee

METODO		DNA	DES ST σ	Rango Limites ST
Intuitivo		3.760	1,71	SI
Promedio Simple		6469	3,32	NO
Simple Móvil	1 per	3760	1,71	SI
	2 per	5170	1,50	NO
	3 per	5854	2,02	NO
	4 per	6247	2,24	NO
Móvil Ponderado	2 con	4926	1,33	SI
	3 con	6267	0,92	SI
	4 con	8204	0,82	NO
	5 con	10152	0,82	NO
Suavización Exponencial		6186	2,15	NO
Regresión Lineal		3287	0,90	SI
Suavización Doble		4685	2,15	SI

Fuente: Los Autores

Para este caso se observa que el pronóstico que más se ajusta a la demanda es el de regresión lineal. A continuación, se muestra el comportamiento de la demanda real con el pronóstico mediante la técnica de móvil ponderado.

Gráfica 3. Pronóstico vs demanda real Cundicafé tradicional



Fuente: Los Autores

En la siguiente tabla se muestran los cálculos de regresión y la medición de los errores:

Tabla 19. Cálculos del pronóstico de regresión lineal

Regresion Lineal										
Periodo	Demanda	Pronostico	e(P-D)	e	Σ e	DNA	Σe	ST (E/DNA)	LS	LI
1	9120	15.403							4	-4
2	16165	13.676	-2489	2489	2489	2489	-2489	-1	4	-4
3	14771	11.949	-2822	2822	5311	2655	-5311	-2	4	-4
4	13363	10.222	-3141	3141	8452	2817	-8452	-3	4	-4
5	16094	8.495	-7599	7599	16051	4013	-16051	-4	4	-4
6	188	6.768	6580	6580	22630	4526	-9471	-2	4	-4
7	963,752	5.041	4077	4077	26707	4451	-5394	-1	4	-4
8	2903,7	3.313	410	410	27117	3874	-4984	-1	4	-4
9	1001,25	1.586	585	585	27702	3463	-4399	-1	4	-4
10	1.743	-141	-1884	1884	29586	3287	-6283	-2	4	-4
P(11)		-1.868								

σ 0,9

Fuente: Los Autores

Según el pronóstico para el periodo 11 su demanda seria de -1.868Kg evidenciando una recesión de coma durante eso periodos, teniendo un promedio de desviación de 3287y una desviación de la señal de rastreo de 0,9. Así mismo en la señal de rastreo nos muestra que el modelo de pronóstico no supera la demanda ya que tiene signo negativo, por lo tanto, debe ser ajustado por encima.

6.2. COSTO DE LOTE

Es el costo en el cual incurre la organización por preparar el lote. Este costo es el resultado de la sumatoria del costo de mantenimiento y del costo de hacer, en donde se tuvieron en cuenta 23 días hábiles de trabajo con jornadas de 8 horas.

A continuación, se calculan estos costos de mantenimiento estimado, donde se tiene el valor de arriendo y los servicios públicos

Tabla 20. Costo de mantenimiento

CONCEPTO	VALOR MENSUAL	VALOR DIARIO	VALOR HORA	VALOR SEGUNDO
Arriendo	\$ 12.000.000	\$ 521.739	\$ 65.217	\$ 1.087
Servicios Públicos	\$ 1.350.000	\$ 58.696	\$ 7.337	\$ 122
Total de Costo De Mantenimiento	\$ 13.350.000	\$ 580.435	\$ 72.554	\$ 1.209

Fuente: Los Autores

El costo de hacer es el recurso humano que es necesario para la operación

Tabla 21. Costo de hacer

NÓMINA	CANTIDAD	COSTO MENSUAL	COSTO DIARIO	COSTO HORA	COSTO SEGUNDO
\$ 1.479.684	\$ 3	\$ 4.439.052	\$ 193.002	\$ 24.125	\$ 402

Fuente: Los Autores

Finalmente se obtiene el costo de preparar el lote que es de 96.680 por hora.

Tabla 22. Costo de lote

CONCEPTO	VALOR MENSUAL	VALOR DIARIO	VALOR HORA	VALOR SEGUNDO
Costo Mantenimiento	\$ 13.350.000	\$ 580.435	\$ 72.554	\$ 1.209
Nómina	\$ 4.439.052	\$ 193.002	\$ 24.125	\$ 402
Merma	\$ 1.778.905	\$ 77.344	\$ 9.668	\$ 161
Costo Lote	\$ 19.567.957	\$ 850.781	\$ 106.348	\$ 1.772

Fuente: Los Autores

El costo de lote sería entonces la sumatoria del costo de hacer y mantener más un 1% correspondiente a las mermas que se pueden presentar en el proceso de distribución.

7. DESARROLLO DE LA TÉCNICA DE PLANEACIÓN DE RECURSOS DE DISTRIBUCIÓN (DRP)

La técnica DRP hace un acercamiento sistémico a los problemas de distribución en una empresa, puesto que puede establecer qué productos enviar, en qué cantidad y al cliente que lo requiera con anterioridad ya que usan proyecciones de demanda a partir de históricos de la misma. Su funcionalidad última es determinar la cantidad de reposición de producto en un tiempo específico, ayudando a disminuir la escasez en el flujo de material, reducir los costes de pedidos, transporte e inventarios.

El primer paso de la técnica DRP es calcular la cantidad de lote óptimo (Q) que en el caso de Coodecafec se usará un modelo de lote de producción EPQ mostrado en la *Ecuación 1. Cantidad óptima de producción económica*, esta necesita de las variables de costo de hacer (K), tasa de demanda promedio (D), tasa de demanda diaria (d), costo de mantener (h) y la tasa de producción (P) para hallar el lote óptimo (Q). (Rizkya*, K Syahputri, R M Sari, I Siregar, M M Tambunan and Anizar, 2018)

Teniendo en cuenta lo anterior, sabemos que las tasas de producción diaria P conforme al VSM son de 69 kg de tradicional, 16 kg de Excelso y 382 kg de Highland, el costo de mantenimiento diario es de 580.435 \$/día que dividido entre la tasa de producción general de 466 kg daría un costo de mantener h de 1.245\$/kg y el costo de hacer k calculado anteriormente es 773.437 \$/día. Por otro lado, la demanda promedio es de 16.562 kg de Highlands coffe, 3.504 kg de Cundicafé Excelso y 91.576 kg de Cundicafé tradicional, dando una demanda diaria de 46 kg, 10 kg y 382 kg respectivamente. El lote óptimo entonces sería:

$$Q_{HighlandsCoffe} = \sqrt{\frac{2 * 193002 * 16562}{1245 \left(1 - \frac{46}{69}\right)}} = 3926 \text{ kg}$$

$$Q_{CundicaféExcelso} = \sqrt{\frac{2 * 193002 * 3504}{1245 \left(1 - \frac{10}{16}\right)}} = 1682 \text{ kg}$$

$$Q_{CundicaféTradicional} = \sqrt{\frac{2 * 193002 * 91576}{1245 \left(1 - \frac{254}{382}\right)}} = 9230 \text{ kg}$$

El segundo paso es calcular la *Ecuación 2. Stock de seguridad (SS)* la cual tiene en consideración el nivel de servicio establecido siendo del 95% en Coodecafec, es decir, un Z de 1.64, así como la desviación estándar de la demanda en unidades que para Highlands coffe es de 1135 kg, 236 kg de Cundicafé Excelso y 6922 kg de Cundicafé tradicional. Los SS respectivamente son:

$$SS_{HighlandsCoffe} = 1,64 * 199 = 1.861 \text{ kg}$$

$$SS_{CundicaféExcelso} = 1,64 * 217 = 387 \text{ kg}$$

$$SS_{CundicaféTradicional} = 1.64 * 210 = 11.352 \text{ kg}$$

Después se va a realizar el plan de requerimientos brutos y netos, el cual consta de 5 partes: Requerimientos brutos (RB) o dicho de otra manera las proyecciones de demanda, inventario disponible (ID), requerimientos netos ($RN = RB - ID$), recepción de orden planificada (RP) que es la cantidad de lote Q que se debe enviar en caso de que RN sea inferior a SS y la liberación de órdenes planeadas (LP) el cual usa el tiempo de espera (LT) para crear un cronograma que muestra cuándo se debe ordenar a los proveedores. A continuación, se muestra el paso a paso para realizar el DRP.

Tabla 23. Fórmulas para calcular el DRP y políticas de inventario

Políticas de inventario			
SS			
LT			
$Q = Q_1, Q_2, Q_i$			
ID_0			
DRP			
PERIODOS	P_1	P_2	P_i
RB	RB_1	RB_2	RB_i
ID	$ID_1 = ID_0 + RP_1$	$ID_2 = RN_1 + RP_2$	$ID_i = RN_{i-1} + RP_i$
RN	$RN_1 = RB_1 - ID_1$	$RN_2 = RB_2 - ID_2$	$RN_i = RB_i - ID_i$
RP	<i>If ($ID_1 < SS$) Then Q_1; if not 0</i>	<i>If ($ID_2 < SS$) Then Q_2; if not 0</i>	<i>If ($ID_i < SS$) Then Q_i; if not 0</i>

Fuente: Los Autores

Para Highlands Coffee se muestra el resumen de las políticas de inventario, seguido de la planeación de recursos de distribución, esta última muestra que con un nivel de inventario inicial de 4.277 kg se deben hacer requerimientos de materia prima 4 veces en el año en los meses de septiembre, diciembre, febrero y abril, para tener suficiente inventario y hacer frente a las demandas del año.

Tabla 24. Políticas de inventario y DRP Highlands Coffee

Políticas de inventario	
ID	4.277
SS	1.861
Q	3.926
LT	1 semana

DRP											
Periodo	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
RB	225	482	739	995	1.252	1.509	1.765	2.022	2.279	2.535	2.792
ID	4.277	4052	3570	6.757	5762	4510	6928	5163	7067	4788	6179
RN	4.052	3570	2831	5.762	4510	3002	5163	3141	4788	2253	3387
RP	0	0	0	3.926	0	0	3926	0	3926	0	3926
LP	0	0	3926	0	0	3926	0	3926	0	3926	0

Fuente: Los Autores

Para Cundicafé Excelso se muestra el resumen de las políticas de inventario, seguido de la planeación de recursos de distribución, esta última muestra que con un nivel de inventario inicial de 767 kg se debe hacer requerimientos de materia prima 2 veces en el año en los meses de julio y diciembre, para tener suficiente inventario y hacer frente a las demandas del año.

Tabla 25. Políticas de inventario y DRP Cundicafé Excelso

Políticas de inventario	
ID	767
SS	387
Q	1682
LT	1 semana

DRP											
Periodo	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
RB	290	304	395	360	297	246	209	231	192	244	326
ID	767	767	2145	1750	1390	1093	847	638	2089	1897	1653
RN	767	463	1750	1390	1093	847	638	407	1897	1653	1327
RP	0	0	1682	0	0	0	0	0	1682	0	0
LP	0	1682	0	0	0	0	0	1682	0	0	0

Fuente: Los Autores

Por último, para Cundicafé tradicional se presenta el resumen de las políticas de inventario, seguido de la planeación de recursos de distribución, esta última muestra que con un nivel de inventario inicial de 759 kg se debe hacer requerimientos de materia prima todos los periodos a excepción de abril y mayo.

Tabla 26. Políticas de inventario y DRP Cundicafé Tradicional

Políticas de inventario Cundicafé Excelso	
ID	759
SS	11353
Q	9230
LT	1 semana

DRP											
Periodo	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
RB	15403	13676	11949	10222	8495	6768	5041	3313	1586	-141	-1868
ID	759	9989	5543	2824	1832	2567	5029	9218	15135	13549	13690
RN	759	-3687	-6406	-7398	-6663	-4201	-12	5905	13549	13690	15558
RP	9230	9230	9230	9230	9230	9230	9230	9230	9230	0	0
LP	9230	9230	9230	9230	9230	9230	9230	9230	0	0	0

Fuente: Los Autores

8. DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

El procedimiento realizado en la planificación de los recursos de distribución presenta varios procesos repetitivos, lo cual representa una oportunidad de automatizar la técnica DRP creando una herramienta que ayude al coordinador de producción en el desarrollo de las tareas que se incurren en esta. Para el desarrollo de la herramienta se usó el lenguaje de programación Visual Basic.

Esta herramienta se puede volver un soporte a las actividades de despachos de producto terminado y requerimientos de materia prima, teniendo en cuenta tiempos de espera, proyecciones de demanda, lote óptimo y el histórico de inventarios. Para lograrlo se siguieron los pasos que se exponen a continuación.

8.1. MATRIZ DE REQUERIMIENTOS

En primer lugar, se identificó que la persona que interactúa en mayor medida con la información de despachos de la empresa es el coordinador de producción, por tanto, se realizó un levantamiento de requerimientos del sistema en cuanto a este, los cuales se evidencian en la siguiente tabla.

Tabla 27. Matriz de requerimientos del desarrollo del sistema DRP

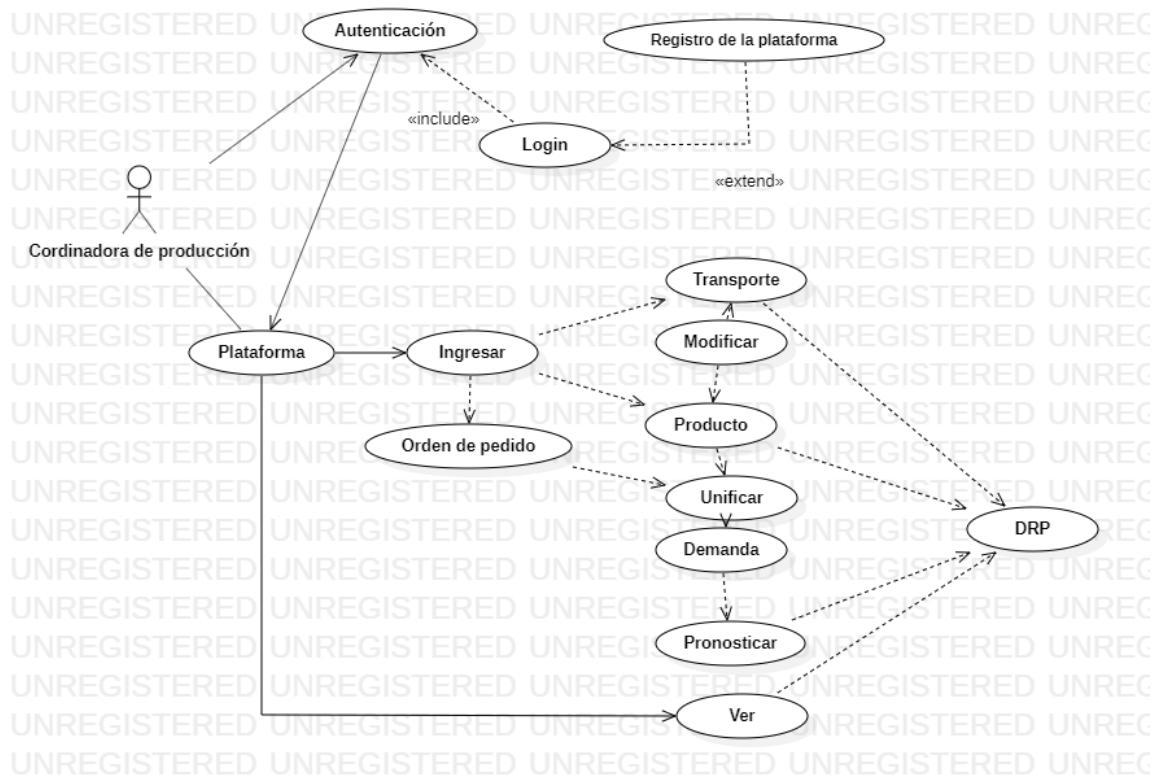
Coordinador de producción	
Cod	Requerimiento
P1	Cantidades a tostar
P2	Tipos de café a tostar
P3	Efectividad en el tiempo de entrega del pedido al cliente
P4	Almacenamiento de información de demanda de periodos anteriores
P5	Ordenar datos de los clientes
P6	Controlar el stock (Inventario disponible)
P7	Pronosticar órdenes de compra
P8	Pronosticar la demanda
P9	Saber cuándo y cuánto se debe despachar a los clientes
P10	Cuántos camiones necesito enviar para suplir la demanda
P11	Costo de envío
P12	Costo de almacenamiento
P13	Costo de producción

Fuente: Los Autores

8.2. CASOS DE USO

Lo siguiente que se hizo fue graficar cómo el coordinador de producción interactúa con el sistema teniendo en cuenta una secuencia de escenarios, y con ello describir el uso particular del programa, así como el comportamiento a lo largo de la ejecución de los diferentes elementos.

Figura 17. Casos de uso de sistema DRP

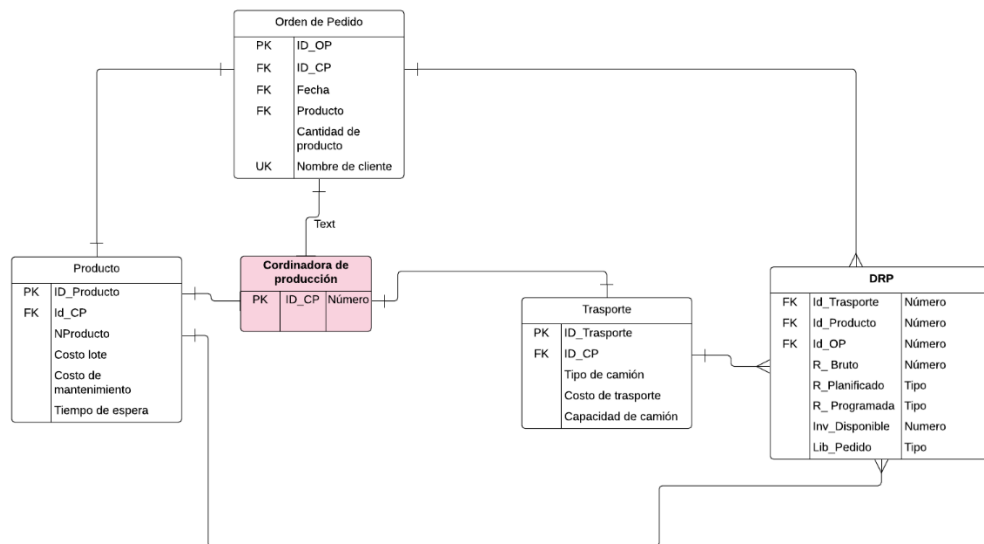


Fuente: Los Autores (StarUML)

8.3. ENTIDADES DE RELACIÓN

Seguido se realizó una gráfica que ilustra cómo las "entidades", personas, objetos o conceptos, se relacionan entre sí dentro del sistema.

Figura 18. Entidades de relación del sistema DRP

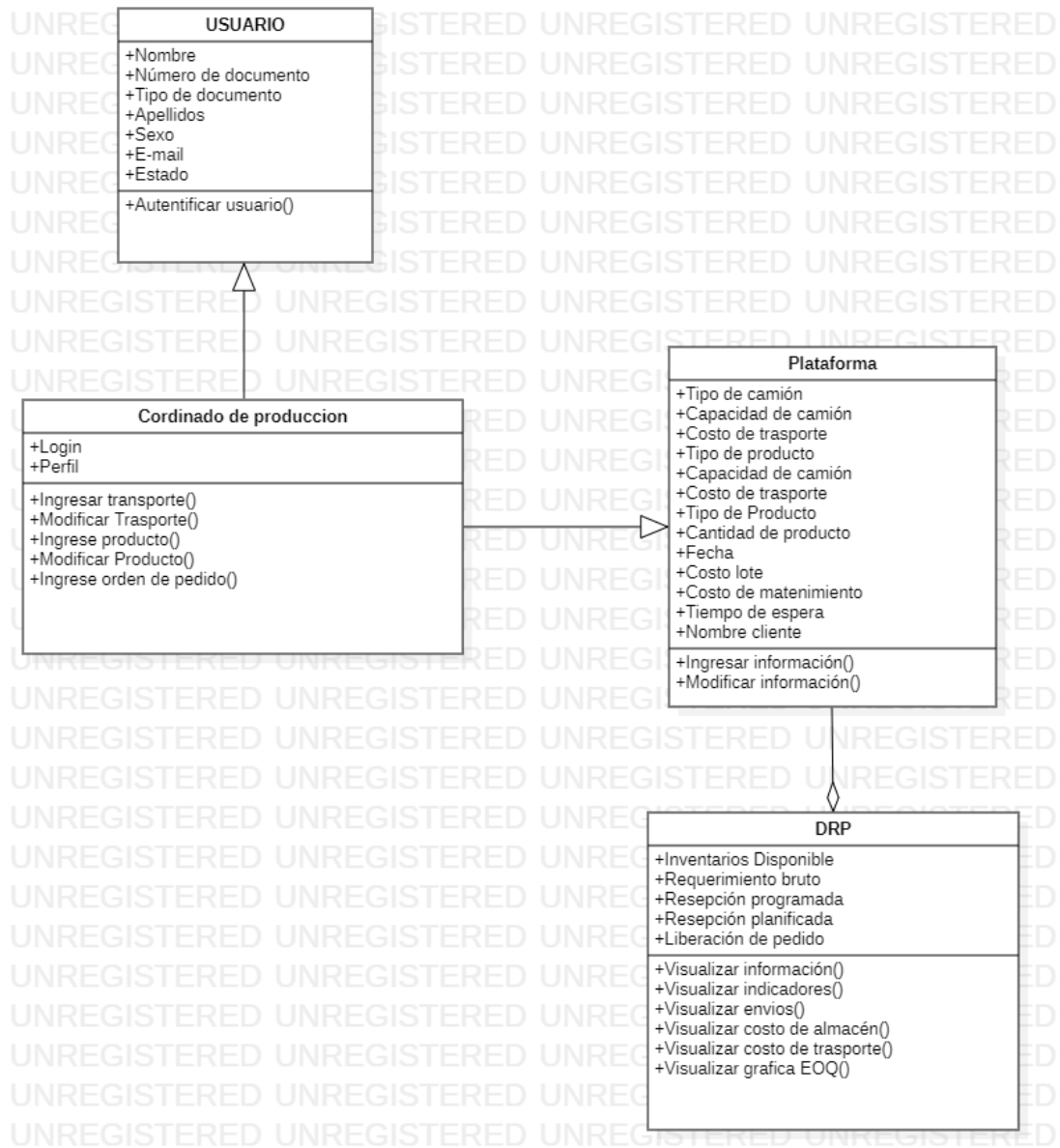


Fuente: Los Autores (Visio)

8.4. DIAGRAMA DE CLASES

Después, se representaron los elementos que componen el sistema informático desde un punto de vista estático, mostrando el modelo lógico de los datos. Este está compuesto por tres elementos: nombre de la clase, atributos y funciones.

Figura 19. Diagrama de clases del sistema DRP



Fuente: Los Autores (StarUML)

8.5. MANUAL DE USUARIO

Por último, se desarrolló el manual de usuario (Anexo7), el cual contendrá la descripción y mapa del sistema además de la interfaz gráfica en forma detallada. Se deben seguir minuciosamente las instrucciones del manual de usuario para comprender el funcionamiento de la herramienta correctamente. En el (Anexo8) se muestra la herramienta diseñada del DRP.

9. RESULTADOS

9.1. MÉTRICAS

Según los pronósticos escogidos se esperan unas ganancias brutas totales de \$1.006.012.880 de los cuales el 67% es por Cundicafé tradicional, el 30% de Highlands Coffee y un 4% de Cundicafé Excelso. El costo de mantener fue de \$117.262.011 y el de hacer fue de \$38.991.106 con un porcentaje de participación del 79% de Cundicafé tradicional, 18% de Highlands Coffee y 3% de Excelso. Por último, tenemos un total de 14 envíos con un 57%, 29% y 14% respectivamente, sin tener en cuenta que en un mismo periodo se pueden hacer requerimientos de la materia prima de varios productos a la vez.

Tabla 28. Métricas generales

Concepto	Highlands coffee	Cundicafé Excelso	Cundicafé tradicioanl	Total
Ingresos	\$ 298.881.403,64	\$ 37.128.000	\$ 670.003.477	\$ 1.006.012.880
Costo de mantener	\$ 20.682.072,90	\$ 3.853.789	\$ 92.726.149	\$ 117.262.011
Costo de hacer	\$ 6.877.051,58	\$ 1.281.434	\$ 30.832.621	\$ 38.991.106
Total envíos	4	2	8	14

Fuente: Los Autores

9.2. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

En este proyecto se realizó un análisis de sensibilidad para las siguientes variables stock de seguridad, cantidad de lote, inventario disponible y requerimiento bruto, identificando cómo estas impactan en la planificación de los despachos, según la herramienta desarrollada en este proyecto. Se tendrán en cuenta dos escenarios extremos, uno positivo y otro negativo por cada variable, considerando el comportamiento de cada producto que ofrece la compañía, así como el DRP óptimo encontrado anteriormente.

9.2.1. Highlands Coffee En la Figura 17 se evidencia que de acuerdo a las políticas de inventarios propuestas como óptimas, es decir, un stock de seguridad de 1.862kg y una cantidad de lote de 3926, tendría la capacidad de menos de 7000 kg a 8000 kg para que no incurra en faltantes.

Figura 20. Máxima Capacidad de demanda según las políticas de inventario Highlands

		CALCULADORA POQ ANTERIOR CERRAR SECCION											
CDI		DRP o Plan de Requerimientos de Distribución											
Significado		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	225	482	8.000	7.000	1.252	1.509	1.765	2.022	2.279	2.535	2.792	
Rprog	Recepción programada		-	279	3.353	679	-	-	-	-	-	-	-
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	4.277	3.795	(279)	(3.353)	(679)	1.739	3.900	1.878	3.525	4.916	6.050	2.124
Recep Planif	Recepción planificada		-	3.926	3.926	3.926	3.926	3.926	-	3.926	3.926	-	-
Libera Planif	Liberación pedidos	0	3926	3926	3926	3926	3926	0	3926	3926	0	0	

STOCK DE SEGURIDAD	CANTIDAD DE LOTE	TIEMPO LOTE SEMANA	INVENTARIO DISP	Actualizar
1862	3926	1	4277	

Fuente: Los autores

Al incrementar el costo de hacer a \$289.503 y disminuir el costo de mantenimiento a \$622 la cantidad de lote para el café Highland que es de 5.889 kg (Figura 18), se observa que disminuye la cantidad de compras planificadas que serían para los periodos 5, 8 y 11, pero se tendrían costos de deterioro de material u obsolescencia y costos de almacenamiento, generando un aumento del precio. Aunque esta estrategia se puede considerar en el momento que el precio del café disminuye ya que la materia prima para este producto tiene un mayor costo en comparación de los demás.

Figura 21. DRP aumentando el 50% de la cantidad de lote (Q) Highlands

		CALCULADORA POQ ANTERIOR CERRAR SECCION											
CDI		DRP o Plan de Requerimientos de Distribución											
Significado		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	225	482	739	995	1.252	1.509	1.765	2.022	2.279	2.535	2.792	
Rprog	Recepción programada		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	4.277	3.795	3.057	2.061	6.699	5.190	3.425	7.292	5.013	2.478	5.575	5.575
Recep Planif	Recepción planificada		-	-	-	5.889	-	-	5.889	-	-	5.889	-
Libera Planif	Liberación pedidos	0	0	0	5889	0	0	5889	0	0	5889	0	

STOCK DE SEGURIDAD	CANTIDAD DE LOTE	TIEMPO LOTE SEMANA	INVENTARIO DISP	Actualizar
1862	5889	1	4277	

Fuente: Los Autores

Al disminuir el valor del costo de hacer \$96.501 y aumentar el costo de mantenimiento de \$1.866, se mantendría una cantidad de lote de 1963 kg (Figura 19). Se analizó que se deberían realizar 8 compras, generando mayores costos de transporte, incremento en costos agregados de reabastecimiento y tener fallas en el servicio por demoras, como ocurre actualmente.

Figura 22. DRP Disminuyendo el 50% de la cantidad de lote (Q) Highlands coffee



CALCULADORA POQ

ANTERIOR

CERRAR SECCION

DRP o Plan de Requerimientos de Distribución													
CDI	Significado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	225	482	739	995	1.252	1.509	1.765	2.022	2.279	2.535	2.792	
	Recepción programada		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	4.277	3.795	3.057	2.061	2.773	3.227	3.425	3.366	3.050	2.478	1.649	3.612
Recep Planif	Recepción planificada		-	-	-	1.963	1.963	1.963	1.963	1.963	1.963	1.963	1.963
Libera Planif	Liberación pedidos	0	0	0	1963	1963	1963	1963	1963	1963	1963	1963	

STOCK DE SEGURIDAD

CANTIDAD DE LOTE

TIEMPO LOTE SEMANA

INVENTARIO DISP

Actualizar

1862

1963

1

4277

Fuente: Los Autores

Aumentando el 50% del stock de seguridad del café Highlands es decir 2.979 kg, se evidencia, según la Figura 20, que se deben planificar compras en el periodo 4, 7, 9 y 10, para cumplir las políticas establecidas en comparación al óptimo, tendrían la misma cantidad de periodos de compra, aunque se muestra que la empresa podría incurrir en sobre costos de almacenamiento de inventario y logísticos en algunos periodos.

Figura 23. DRP aumentando el 50% del stock de seguridad Highlands



CALCULADORA POQ

ANTERIOR

CERRAR SECCION

DRP o Plan de Requerimientos de Distribución

CDI	Significado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	225	482	739	995	1.252	1.509	1.765	2.022	2.279	2.535	2.792	
	Recepción programada		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	4.277	3.795	3.057	5.987	4.736	3.227	5.388	3.366	5.013	6.404	3.612	3.612
Recep Planif	Recepción planificada		-	-	3.926	-	-	3.926	-	3.926	3.926	-	
Libera Planif	Liberación pedidos	0	0	3926	0	0	3926	0	3926	3926	0	0	

STOCK DE SEGURIDAD

CANTIDAD DE LOTE

TIEMPO LOTE SEMANA

INVENTARIO DISP

Actualizar

2979

3926

1

4277

Fuente: Los Autores

Ahora al disminuir el 50% en el stock de seguridad óptimo del mismo café quedaría en 931kg. Se muestra en la Figura 21 que se realiza la misma cantidad de compras sin tener altos niveles de inventario, aunque tendría el riesgo de sufrir desabastecimiento, ya que la demanda de este producto es irregular, es decir, no tiene patrones determinados y está en aumento según la demanda real.

Figura 24. DRP disminuyendo el 50% del stock de seguridad Highlands



CALCULADORA POQ

ANTERIOR

CERRAR SECCION

DRP o Plan de Requerimientos de Distribución													
CDI	Significado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	225	482	739	995	1.252	1.509	1.765	2.022	2.279	2.535	2.792	
Rprog	Recepción programada		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	4.277	3.795	3.057	2.061	4.736	3.227	1.462	3.366	1.087	2.478	3.612	3.612
Recep Planif	Recepción planificada		-	-	-	3.926	-	-	3.926	-	3.926	3.926	
Libera Planif	Liberación pedidos	0	0	0	3926	0	0	3926	0	3926	3926	0	

STOCK DE SEGURIDAD

CANTIDAD DE LOTE

TIEMPO LOTE SEMANA

INVENTARIO DISP

Actualizar

931

3926

1

4277

Fuente: Los Autores

9.2.2. Cundicafé Excelso Para realizar este café, la máxima capacidad de demanda para cubrir la demanda con las políticas óptimas propuestas, es decir un stock de seguridad de 387kg y cantidad de lote de 1682kg es de menos 3500 kg de ventas mensuales para que la empresa no presente desabastecimiento como se muestra a continuación:

Figura 25. Máxima Capacidad de demanda según las políticas de inventario Excelso



CALCULADORA POQ

ANTERIOR

CERRAR SECCION

DRP o Plan de Requerimientos de Distribución

CDI	Significado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	292	304	395	3.500	3.500	246	209	231	192	244	326	
Rprog	Recepción programada		-	-	67	1.885	449	-	-	-	-	-	
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	767	463	1.751	(67)	(1.885)	(449)	1.023	793	601	2.039	1.714	1.714
Recep Planif	Recepción planificada		-	1.682	1.682	1.682	1.682	1.682	-	-	1.682	-	-
Libera Planif	Liberación pedidos	0	1682	1682	1682	1682	1682	0	0	1682	0	0	

STOCK DE SEGURIDAD

CANTIDAD DE LOTE

TIEMPO LOTE SEMANA

INVENTARIO DISP

Actualizar

387

1682

1

767

Fuente: Los Autores

Aumentado los costos de hacer a \$289.503 y disminuyendo el costo de mantenimiento a \$622 se evidencia una cantidad de lote para este café de 2523 kg, dando como resultado una sola compra para un año provocando averías y desperdicio en los materiales. Así mismo hay un aumento de costos de almacenamiento.

Figura 26. DRP aumentando el 50% de la cantidad de lote (Q) Excelso



CALCULADORA POQ

ANTERIOR

CERRAR SECCION

DRP o Plan de Requerimientos de Distribución													
CDI	Significado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	292	304	395	360	297	246	209	231	192	244	326	
Rprog	Recepción programada		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	767	463	2.592	2.232	1.935	1.689	1.479	1.249	1.057	813	488	488
Recep Planif	Recepción planificada		-	2.523	-	-	-	-	-	-	-	-	
Libera Planif	Liberación pedidos	0	2523	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

STOCK DE SEGURIDAD	CANTIDAD DE LOTE	TIEMPO LOTE SEMANA	INVENTARIO DISP	Actualizar
387	2523	1	767	

Fuente: Los Autores

Al disminuir el costo de hacer \$9.6501 y aumentar el costo de mantenimiento a \$1866 se obtiene un lote de 841kg, se observa una compra con periodos largos de tiempo generando reducción de los inventarios disponibles, aunque no genera faltantes.

Figura 27. DRP Disminuyendo el 50% de la cantidad de lote (Q) Excelso



CALCULADORA POQ

ANTERIOR

CERRAR SECCION

DRP o Plan de Requerimientos de Distribución

CDI	Significado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	292	304	395	360	297	246	209	231	192	244	326	
Rprog	Recepción programada		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	767	463	910	550	1.094	848	638	408	1.057	813	488	488
Recep Planif	Recepción planificada		-	841	-	841	-	-	-	841	-	-	
Libera Planif	Liberación pedidos	0	841	0	841	0	0	0	841	0	0	0	

STOCK DE SEGURIDAD

CANTIDAD DE LOTE

TIEMPO LOTE SEMANA

INVENTARIO DISP

Actualizar

387

841

1

767

Fuente: Los Autores

Para el producto Excelso se evidencia que al aumentar el 50% del stock de seguridad de 581 kg, como se observa en la Figura 25, comparado con el óptimo los cambios son mínimos y son de inventario disponible en algunos periodos.

Figura 28. DRP aumentando el 50% del stock de seguridad Excelso



CALCULADORA POQ

ANTERIOR

CERRAR SECCION

DRP o Plan de Requerimientos de Distribución

CDI	Significado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	292	304	395	360	297	246	209	231	192	244	326	
	Recepción programada		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	767	2.145	1.751	1.391	1.094	848	638	2.090	1.898	1.654	1.329	1.329
Recep Planif	Recepción planificada		1.682	-	-	-	-	-	1.682	-	-	-	-
Libera Planif	Liberación pedidos	1682	0	0	0	0	0	1682	0	0	0	0	

STOCK DE SEGURIDAD

CANTIDAD DE LOTE

TIEMPO LOTE SEMANA

INVENTARIO DISP

Actualizar

581

1682

1

767

Fuente: Los Autores

Al disminuir el stock de seguridad se muestra una reducción en el inventario, es decir, que no tendrían inventario extra suficiente en el almacén para enfrentarse a imprevistos como retrasos con los proveedores o aumento de demanda, generando insatisfacción en los clientes.

Figura 29. DRP disminuyendo el 50% del stock de seguridad Excelso



CALCULADORA POQ

ANTERIOR

CERRAR SECCION

DRP o Plan de Requerimientos de Distribución													
CDI	Significado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	292	304	395	360	297	246	209	231	192	244	326	
	Recepción programada		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rprog	Semaforo de Alertas												
Rprog	Inventario disponible	767	463	1.751	1.391	1.094	848	638	408	216	1.654	1.329	1.329
Inv Disp	Recepción planificada		-	1.682	-	-	-	-	-	-	1.682	-	-
Recep Planif	Liberación pedidos	0	1682	0	0	0	0	0	0	1682	0	0	
Libera Planif													

STOCK DE SEGURIDAD

CANTIDAD DE LOTE

TIEMPO LOTE SEMANA

INVENTARIO DISP

Actualizar

194

1682

1

767

Fuente: Los Autores

9.2.3. Cundicafé Tradicional Al incrementar la cantidad de lote 13.845 kg en este producto se logró cubrir los faltantes que se reportaron, aunque la empresa puede estar incurriendo en costos de hacer, pero disminuyendo en costos de mantenimiento.

Figura 30. Máxima Capacidad de demanda según las políticas de inventario Tradicional

		CALCULADORA POQ ANTERIOR CERRAR SECCION											
CDI	Significado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	15.403	13.676	11.949	10.222	8.495	6.768	5.041	3.313	1.586	-141	-1.868	
	Recepción programada		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	759	928	2.824	6.447	11.797	18.874	13.833	24.365	22.779	22.920	24.788	24.788
Recep Planif	Recepción planificada		13.845	13.845	13.845	13.845	13.845	-	13.845	-	-	-	-
Libera Planif	Liberación pedidos	13845	13845	13845	13845	13845	0	13845	0	0	0	0	

STOCK DE SEGURIDAD	CANTIDAD DE LOTE	TIEMPO LOTE SEMANA	INVENTARIO DISP	Actualizar
11353	13845	1	759	

Fuente: Los Autores

Para este producto, si se llega a presentar demoras de proveedores o disminución de cantidad, puede generar faltantes para todo el año, es decir, retrasos de entrega a los clientes, generando aumentos de costos de mantenimiento y logísticos como se muestra en la figura 28. A futuro la empresa no podría cumplir con la demanda de este producto.

Figura 31. DRP disminuyendo el 50% de la cantidad de lote (Q) Tradicional

		CALCULADORA POQ ANTERIOR CERRAR SECCION											
CDI	Significado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	15.403	13.676	11.949	10.222	8.495	6.768	5.041	3.313	1.586	-141	-1.868	
	Recepción programada		8.302	15.636	21.243	25.123	27.276	27.702	26.400	23.371	18.615	12.132	7.517
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	759	(8.302)	(15.636)	(21.243)	(25.123)	(27.276)	(27.702)	(26.400)	(23.371)	(18.615)	(12.132)	(7.517)
Recep Planif	Recepción planificada		4.615	4.615	4.615	4.615	4.615	4.615	4.615	4.615	4.615	4.615	4.615
Libera Planif	Liberación pedidos	4615	4615	4615	4615	4615	4615	4615	4615	4615	4615	4615	

STOCK DE SEGURIDAD	CANTIDAD DE LOTE	TIEMPO LOTE SEMANA	INVENTARIO DISP	Actualizar
11353	4615	1	759	

Fuente: Los Autores

Al comparar la Figura 29 con la Figura 30 de café tradicional se evidencia que en el momento de aumentar o disminuir el stock de seguridad para este producto solo genera cambio en el inventario disponible, a pesar de esto sigue generando faltante en el inventario.

Figura 32. DRP aumentando el 50% del stock de seguridad Tradicional



CALCULADORA POQ

ANTERIOR

CERRAR SECCION

DRP o Plan de Requerimientos de Distribución

CDI	Significado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	15.403	13.676	11.949	10.222	8.495	6.768	5.041	3.313	1.586	-141	-1.868	
Rprog	Recepción programada		3.687	6.406	7.398	6.663	4.201	12	-	-	-	-	
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	759	(3.687)	(6.406)	(7.398)	(6.663)	(4.201)	(12)	5.905	13.549	22.920	24.788	24.788
Recep Planif	Recepción planificada		9.230	9.230	9.230	9.230	9.230	9.230	9.230	9.230	9.230	-	
Libera Planif	Liberación pedidos	9230	9230	9230	9230	9230	9230	9230	9230	9230	0	0	

STOCK DE SEGURIDAD

CANTIDAD DE LOTE

TIEMPO LOTE SEMANA

INVENTARIO DISP

Actualizar

17030

9230

1

759

Fuente: Los Autores

Figura 33. DRP disminuyendo el 50% del stock de seguridad Tradicional



Calculadora POQ

Anterior

Cerrar Sección

DRP o Plan de Requerimientos de Distribución													
CDI	Significado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RB	Requerimientos brutos	15.403	13.676	11.949	10.222	8.495	6.768	5.041	3.313	1.586	-141	-1.868	
Rprog	Recepción programada		3.687	6.406	7.398	6.663	4.201	12	-	-	-	-	
Rprog	Semaforo de Alertas												
Inv Disp	Inventario disponible	759	(3.687)	(6.406)	(7.398)	(6.663)	(4.201)	(12)	5.905	13.549	13.690	15.558	15.558
Recep Planif	Recepción planificada		9.230	9.230	9.230	9.230	9.230	9.230	9.230	9.230	-	-	
Libera Planif	Liberación pedidos	9230	9230	9230	9230	9230	9230	9230	9230	0	0	0	

Stock de Seguridad

5677

Cantidad de Lote

9230

Tiempo Lote Semana

1

Inventario Disp

759

Actualizar

Fuente: Los Autores

10. CONCLUSIONES

- Coodecafec cuenta con una gran red de abasto, ya que cuenta con más de 89 proveedores en la región de Cundinamarca.
- El histórico de compras de materia prima de Codecafec muestra que no existe una política de inventario definida, esto puede ser gracias a ser una compañía pequeña donde sus procesos son manuales, además solo cuenta con un empleado para encargarse del área de logística y producción.
- La empresa no utiliza la máxima capacidad de producción en las máquinas perdiendo el costo de oportunidad, esto se debe a que la actividad de empaque se realiza manualmente.
- En la producción de café molido o en grano, el 17% de las actividades pueden generar retrasos en los despachos o mayores costos y el 66% generan valor a la operación.
- La compañía tiene un uso ineficiente del espacio de almacenamiento tanto de materias primas como de producto terminado. Además, se evidencia un mal manejo de las herramientas para el control de inventario.
- No existe un control de la demanda del producto puesto que no se usan modelos matemáticos o estadísticos para proyectar esta. También la falta de políticas de inventario acentúa este problema.
- Mediante el uso de técnicas estadísticas se encontró que los pronósticos más acordes para el Highlands y tradicional es regresión lineal, para el café Excelso es suavización exponencial para los periodos de julio del 2018 a abril 2019.
- Se infirió que si se aumenta la tasa de producción disminuyen los costos de lote.
- Si se implementan los modelos matemáticos para proyección y técnicas de control de inventarios, se observa que el número de envíos totales por producto disminuye.
- Se contempló una tasa de producción diaria para Highlands de 69 kg, Excelso de 16 kg y tradicional 382kg para hallar el EOQ. Por otro lado, se calculó un stock de seguridad con un nivel de servicio del 95%.
- Se obtuvo que las políticas de inventario óptimas de acuerdo al desarrollo de la técnica DRP para el producto Highlands la cantidad de lote es 3926 kg con un stock de seguridad de 1861 Kg para realizar 4 compras en el año. Para el café Excelso el lote fue de 1682Kg con un stock de 387Kg para 2 compras anuales y finalmente para el Tradicional es de un EOQ de 9230Kg y Stock de seguridad de 11.353Kg para 8 compras.
- Se evidencia que con los resultados calculados con el DRP se reduce el total de envíos en el año, ya que observando el histórico de compras actualmente realizan pedidos todos los periodos mientras que con la herramienta se busca minimizar este valor.
- Al realizar la técnica DRP manualmente se encontraron patrones automatizables surgiendo la oportunidad de desarrollar una herramienta.

- Mediante el desarrollo de la herramienta se establecieron como funciones la compilación de la demanda, pronóstico, DRP y calculadora EOQ Y Stock de seguridad.
- Con esta herramienta se facilitan las actividades relacionadas a la planificación de despachos de la compañía.
- El total de ingreso de la empresa fue de \$1.006.012.880 con un porcentaje de participación 66% para tradicional con un precio de venta de \$9.000, un 30% de Highlands con un precio de \$18.000 pesos por unidad y 4% de Excelso con un precio de venta de \$12.000
- Se recomienda establecer estrategias de ventas para aumentar los ingresos del producto Cundicafé Excelso
- Implementando las políticas propuesta se tendría que para el Highlands podría satisfacción máxima una demanda de 7000 kg y para Excelso de 3.500Kg
- Se evidencia que al aumentar el costo de hacer disminuye el costo de mantenimientos o viceversa.
- Al aumentar la cantidad de lote se disminuye la cantidad de compras corriendo el riesgo de incrementar los costos logísticos y de almacenamiento, pero al disminuir el EOQ se incrementan los pedidos incurriendo en costos de transporte.
- Al realizar cambios en el stock de seguridad generan mínimos cambios en el inventario disponible, aunque se debe contemplar para enfrentar imprevistos como retrasos con los proveedores o aumento de demanda debido a que la empresa cuenta con una demanda irregular.
- Se evidencia que para el café tradicional en los 5 primeros periodos tiene faltantes en su inventario, esto es porque el inventario disponible al finalizar el mes de abril de 2018 fue de 756 kg siendo menor a la demanda, por ende, se recomienda aumentar las cantidades de lote durante este tiempo para cumplir con las ventas.
- Esta técnica de DRP se puede aplicar a otras torrefactoras con una estructura similar de la cadena de abastecimiento de la empresa Codecafec.

11. RECOMENDACIONES

Se recomienda para futuros estudios que tengan interés en este proyecto, complementar el sistema con más datos sobre la demanda y el tiempo de espera, así mismo implementar más método heurístico en el proceso de optimización para hacer comparaciones entre los resultados.

Otra recomendación sería realizar estudios de tiempos más detallados para minimizar la cantidad de trabajo, eliminar los movimientos innecesarios y substituir métodos por otros más eficaces, así mismo desarrollar la técnica de planeación de distribución por cada cliente de la compañía, todo ello incluyendo más bases de datos de inventarios para que el sistema se adapte más a las necesidades.

Finalmente se sugiere expandir este modelo de planeación de despachos a otras pymes con el mismo modelo de cadena de suministros que la torrefactora Coodecafec.

12. BIBLIOGRAFÍA

Ahumada, O., & Villalobos, J. R. (2009). *Application of planning models in the agri-food supply chain: A review* doi://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.ejor.2008.02.014

Algrano. (2013). El sector cafetero es motor de la economía y garantía de estabilidad y paz social. Retrieved from https://www.federaciondecafeteros.org/algrano-fnc-es/index.php/comments/el_sector_cafetero_es_motor_de_la_economia_y_garantia_de_estabilidad_y_paz/

Bravo omez, M. C., & Builes Palacio, R. (2011). DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA DE PRONÓSTICOS CON MODELOS DE SERIES DE TIEMPO. Obtenido de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/8547/MariaCristina_BravoGomez_Rosana_BuilesPalacio_2011.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Cáceres, R.,Guillermo Garc, & Escobar, É S. O. (2006). Caracterización de las cadenas de valor Y abastecimiento del sector agroindustrial del Café. *Cuadernos De Administración (01203592)*, 19(31), 197-217. Retrieved from <http://crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=25257931&lang=es&site=eds-live>

Cano, J. A., Correa-Espinal, A. A., & Gómez-Montoya, R. A. (2019). *Mathematical programming modeling for joint order batching, sequencing and picker routing problems in manual order picking systems* doi:<https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.jksues.2019.02.004>

Castán Farrero, J. M., López Parada, J., & Núñez Carballosa, A. (2012). *La logística en la empresa: un área estratégica para alcanzar ventajas competitivas*. Madrid: Difusora Larousse - Ediciones Pirámide. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaustasp/detail.action?docID=3429127>

Castellanos Ramírez, A. (2015). *Logística comercial internacional*. Bogota: Universidad del Norte. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaustasp/detail.action?docID=4183564>

Chaves Ardila Luís Guillermo. (2009). *el café tostado y molido: caracterización de la industria torrefactora nacional*; universidad manuela beltrán colombia, colombia: umbral científico.

Coodecafec. (2020). Pagina Web Coodecafec . Obtenido de Nosotros : <https://www.coodecafec.com/index.php/es/nosotros/9-nosotros2>

Cuatrecasas Arbós, L. (2011). *Planificación de la producción: gestión de materiales*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaustasp/detail.action?docID=3229550>

Deloitte. (2019). Eficiencia en Cadena de Suministro. Obtenido de <https://grupo-logistics.com.mx/wp-content/uploads/2019/08/SoyLogistico.pdf>

EAE Business School. (2016,). Logística de distribución: gestionando el transporte EAE. Message posted to <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/logistica-de-distribucion-gestionando-eficazmente-el-transporte/>

Fernández Otero, M., & Navarro Huerga, M. (2014). *Sistemas de Gestión Integrada para las Empresas (ERP)*. Alcalá de Henares: Servicio de Publicaciones. Universidad de Alcalá. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaustasp/detail.action?docID=3227151>

Federacion nacional de cafeteros de Colombia . (2020). ¿Cómo se conforma? Obtenido de <https://federaciondecafeteros.org/wp/servicios-al-caficultor/aprenda-a-vender-su-cafe/>

Fu-gui, D., Hui-mei, L., & Bing-de, L. U. (2012). *Agent-based simulation model of single point inventory system* doi://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.sepro.2011.11.079

García Cáceres Rafael Guillermo, & Olaya Escobar Érika Sofía. (2006). *Caracterización de las cadenas de valor y abastecimiento del sector agroindustrial del café cuadernos de administración*. revistas científicas javeriana: Pontificia Universidad Javeriana.

Handabaka, A. R., & de Galofre, M. D. P. M. (1994). *Gestión logística de la distribución física internacional* Norma. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=xDfUOwAACAAJ>

Honorato, M. (2016). 4 problemas en la logística de distribución. Retrieved from <https://www.beetrack.com/es/logistica-de-distribucion/>

Izar, J. (2007). MODELOS DE PRONÓSTICOS. From https://www.researchgate.net/publication/303650974_MODELOS_DE_PRONOSTICOS/citation/download

Izar, J. (2019). Método de Holt. From https://www.researchgate.net/publication/331844153_Metodo_de_Holt

Jiménez, S. M. (2012). *Distribución comercial aplicada* ESIC Editorial. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=4meQwbS5944C>

Kamble, S. S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. A. (2020). *Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications* doi:<https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.ijpe.2019.05.022>

Lobato, F., & Villagrà, F. (2010). *Gestión logística y comercial*. Madrid: Macmillan Iberia, S.A. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaustasp/detail.action?docID=3216333>

Louis W, S. (1998). *Canales de comercialización* file:///D:/Users/NATALIA/Downloads/Dialnet-CanalesDeDistribucion-5655379.pdf

Mora García, L. A. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes*. Bogotá: Ecoe Ediciones. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaustasp/detail.action?docID=3197508>

Mora García, L. A. (2014). *Logística del transporte y distribución de carga*. Bogotá: Ecoe Ediciones. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaustasp/detail.action?docID=4823874>

Montaño Hirose, L. (2003). La reapropiación internacional de modelos organizacionales. Algunas reflexiones sobre la experiencia japonesa. *Iztapalapa: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, (54), 245-264. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=6092380>

Muñoz Machado, A. (2005). *Logística y turismo*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaustasp/detail.action?docID=3173429>

Pabón Osorio, S., López Gil, M. J., & Romero Ballesteros, J. E. (2018). Diseño de la programación de la producción y política de inventarios para una empresa comercializadora de café en bogotá. Retrieved from <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/44712/LopezGilMariaJose2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Perdomo, J. A., & Mendieta, J. C. (2007). Factores que afectan la eficiencia técnica y asignativa en el sector cafetero colombiano: Una aplicación con análisis envolvente de datos. *Desarrollo Y Sociedad*, (60), 1-45. doi:10.13043/dys.60.1

Prieto, A., & Martínez, M. (2004). Sistemas de información en las organizaciones: una alternativa para mejorar la productividad gerencial en las pequeñas y medianas empresas. *Revista de Ciencias Sociales*. 10(2), 2004. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaustasp/detail.action?docID=3209770>

Rizkya*, K Syahputri, R M Sari, I Siregar, M M Tambunan and Anizar. (Diciembre de 2018). *DRP: Joint Requirement Planning in Distribution Centre and Manufacturing*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/329382528_DRP_Joint_Requirement_Planning_in_Distribution_Centre_and_Manufacturing

Real Academia Española. (2019). «Diccionario de la lengua española» - edición del tricentenario. Retrieved from <https://dle.rae.es/?id=Y2AFX5s>

Render, B. (2012). *Métodos cuantitativos para los negocios*. (11a. ed.) Pearson Educación. Tomado de <http://ebooks7-24.com.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/?il=3557>

Ronald H, B. (2004). *Logística administración de la cadena de suministros*

Seethamraju, R. (2015). Adoption of software as a service (SaaS) enterprise resource planning (ERP) systems in small and medium sized enterprises (SMEs). *Information Systems Frontiers*, 17(3), 475-492.

Sosik, K., Turzeniecka, M., & Iwan, S. (2019). *Difficulties affecting distribution process in a city - a forwarder perspective* doi: <http://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.trpro.2019.06.050>

West, A. (1991). *Gestión de la distribución comercial: concepto de distribución total*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bibliotecaustasp/detail.action?docID=3175087>