

**Universidad de Costa Rica**

**Sede Interuniversitaria de Alajuela  
Carrera de Ingeniería Industrial**

---

**Proyecto de Graduación**

**Rediseño del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos que se ejecuta en el CEDI de farmacias del Hospital Metropolitano**

**Daniel Wattson Herrera  
Tomás Núñez Calderón  
Josué Rojas Jiménez**

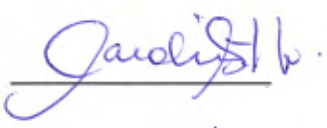
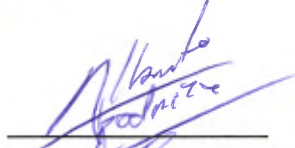
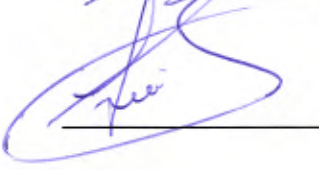



**Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial**

**Diciembre, 2022**

Proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial  
Rediseño del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos que se ejecuta en el  
CEDI de farmacias del Hospital Metropolitano

---

### Tribunal Examinador

<i>Nombre</i>	<i>Firma</i>	<i>Fecha</i>
Ing. Carolina Vasquez Representante de la Dirección		<u>8/2/23.</u>
Ing. Alberto Godínez Alvarado Director del Comité Asesor		<u>27/01/23</u>
Mtr. Luis Garcés Monge Asesor Técnico		<u>18/01/2023</u>
Ing. MBA Mario Jara Guillén Profesional Contraparte	<u>Mario Jara G</u>	<u>01/02/2023</u>
Ing. Rolando Ardón Profesor Lector		<u>06/02/2023</u>
Sustentantes: Daniel Wattson Herrera	<u>Daniel Wattson Herrera</u>	<u>24/01/2023</u>
Tomás Núñez Calderón		<u>24/01/2023</u>
Josué Rojas Jiménez		<u>06/01/2023</u>

## **Agradecimientos y dedicatoria**

## Resumen gerencial

El presente proyecto se desarrolla en el proceso logístico del Hospital Metropolitano específicamente en el área de almacenes y distribución de las farmacias. La necesidad del proyecto nace a raíz de la inexactitud del inventario presentada en la operación la cual es de 72% incurriendo en la formulación de pedidos erróneos, así como un resultado de MAPE positivo de 46,7% y uno negativo de -363% afectando el abastecimiento de SKUs. Lo anterior conlleva al incumplimiento en el nivel de servicio en entregas de pedidos del almacén hacia las farmacias, el cual es de 69,5%, lo que representa 15,5 puntos porcentuales por debajo de la meta interna de la empresa.

El proyecto se basa en el objetivo de un rediseño del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos que se ejecuta en el CEDI de las farmacias, con el fin de mejorar la disponibilidad de productos a los clientes y reducir los costos logísticos asociados en la operación.

Inicialmente, se parte con la etapa de diagnóstico, la cual se encarga de la determinación de las causas raíz que producen el incumplimiento en las entregas de los pedidos a las farmacias del Hospital Metropolitano, mediante el estudio del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos que se ejecuta en el CEDI, con el fin de la identificación de la importancia e impacto en el indicador de FR y las ventas en farmacias.

De lo anterior se detecta que la mala caracterización de la demanda (60,59%) de los SKUs, hace que se utilice un mal pronóstico (MAPE: 46,7% y un -363%), y sumado a la inexactitud de inventario real y físico (72%) se afecta negativamente el FR de las farmacias

A partir de la investigación se determina que la carencia de una metodología de inventario de seguridad que asegure la disponibilidad de producto (1092 líneas ausentes) ocasiona faltantes para entregas a farmacias, que suman 80 millones de colones anuales en ventas perdidas. Se estudia el proceso de Distribución dando como hallazgos que la utilización de un servicio compartido (35,1% de uso de capacidad para farmacias), el uso de 5 métodos de entrega, la ocupación del chofer (70%), el faltante de planeación de rutas, la paralización del servicio (33% del año), y un bajo FR a tiempo (62,5%) representan oportunidades de mejora para la planeación logística del CEDI.

En consecuencia, a lo anterior, en la etapa de diseño se propone una estrategia para el rediseño del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos que permite la mejora en el cumplimiento de entregas basada en tres pilares.

El primer pilar contempla el desarrollo de una herramienta en código Python que realiza recomendaciones al usuario en las variables de establecimiento de la caracterización de la demanda, propuesta de un pronóstico para el abasto de SKUs de farmacias y desarrollo de un DRP (planeación de los recursos de distribución).

El segundo pilar que se desarrolla en la solución es el modelo de distribución proponiendo nuevas rutas de entrega en los determinados días de la semana a las farmacias impactando

en la disminución del kilometraje en 163,4 km por mes y el levantamiento de un procedimiento general basado en ciclo PHVA y con enfoque a procesos para generar impacto en la exactitud del inventario no controlada.

Finalmente, en la etapa de validación se cuantifica la diferencia entre el proceso ejecutado en el CEDI y el rediseño del proceso propuesto con el fin de que se demuestre la factibilidad del proyecto en la evaluación de los indicadores de éxito, dando como resultado un aumento en las ventas anuales del 72,7 millones de colones a partir de la mejor disposición del productos en farmacias, adicional un ahorro de 33 761 094 millones de colones en los costos logísticos de distribución y una mejora de 27 puntos porcentuales en el nivel de servicio de entregas del CEDI a farmacias que pasa a un cumplimiento del 92,2%.

## Índice

Introducción	12
Capítulo I: Propuesta de proyecto	13
1.    Justificación del proyecto	13
1.1.1.    Descripción de la organización	13
1.1.2.    Justificación de la problemática	14
1.1.3.    Definición del problema	15
1.1.4.    Alcance del proyecto	15
1.2.    Beneficios	15
1.2.1.    Beneficios para la organización	15
1.2.2.    Beneficios para la sociedad	16
1.3.    Objetivo general e indicadores de éxito	16
1.3.1.    Objetivo general	16
1.3.2.    Indicadores de éxito	16
1.4.    Marco de referencia teórico	17
1.4.1.    Cadena de valor y sus actividades de logística	17
1.4.2.    Servicio al cliente	17
1.4.3.    Gestión de almacenes	18
1.4.4.    Solicitud, preparación y entrega de pedidos en gestión de almacenes	19
1.4.5.    Modelos de operación en almacén	20
1.4.6.    Indicadores de solicitud, preparación y entrega de pedidos	21
1.4.7.    Métodos de alisto	21
1.4.8.    Control de inventarios en gestión de almacenes	22
1.4.9.    Error de inventario	22
1.4.10.    Gestión de inventarios	23
1.4.11.    Pronósticos de demanda	23
1.4.12.    Planificación DRP	24
1.5.    Metodología general	25
1.6.    Cronograma de trabajo	27
Capítulo II: Diagnóstico	29
2.1.    Objetivo general:	29
2.2.    Objetivos específicos:	29
2.3.    Metodología de diagnóstico	29

2.4.	Caracterización del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos de la gestión logística de almacenes del CEDI y farmacias.	30
2.5.	Actividades diagnosticadas que no tienen impacto directo en el indicador del FR de farmacias.	32
2.5.1.	Recibir al proveedor	32
2.5.2.	Acomodo de producto recibido	33
2.5.3.	Control de inventarios	34
2.5.4.	Control de productos próximos a vencer	35
2.5.5.	Finalizar pedido	35
2.5.6.	Revisar pedidos a cargar y autorizar Envío	36
2.6.	Actividades diagnosticadas que sí tienen impacto directo en el indicador del FR de farmacias.	38
2.6.1.	Cargar productos al sistema	38
2.6.2.	Recibir pedido	39
2.6.3.	Alistar pedido	41
2.6.4.	Planeamiento de rutas	42
2.6.5.	Gestión de recursos	45
2.6.6.	Entrega de pedidos	48
2.6.7.	Liquidación de rutas	49
2.6.8.	Ventas	49
2.7.	Relación diagnósticos y hallazgos	51
2.8.	Conclusiones de diagnóstico	54
Capítulo III: Diseño		55
3.1.	Objetivo general de diseño	55
3.2.	Objetivos específicos	55
3.3.	Metodología de diseño	55
3.4.	Caracterización de la demanda, pronóstico de abasto y DRP de las farmacias del Hospital Metropolitano.	57
3.4.1.	Diseño de la herramienta	57
3.4.2.	Cálculos internos de la herramienta	57
3.4.3.	Interfaz de usuario	60
3.4.4.	Salidas de herramienta	63
3.4.5.	Resumen de herramienta	64
3.4.6.	Código de herramienta	65

3.5.	Modelo de distribución	65
3.5.1.	Factores tomados en cuenta para el rediseño de rutas	66
3.5.2.	Nuevo diseño de rutas	74
3.6.	Resumen del modelo de distribución planteado	76
3.7.	Metodología para el control del inventario	77
Capítulo IV: Validación		79
4.1.	Objetivo general	79
4.1.1.	Objetivos específicos	79
4.2.	Metodología de validación	79
4.2.1.	Herramienta de caracterización, pronóstico y DRP de la demanda.	80
4.2.2.	Modelo de distribución	84
4.2.3.	Evaluación de la mejora en el indicador de éxito de <i>Fill Rate</i> a partir de la implementación del procedimiento general para el control y administración del inventario	91
4.3.	Conclusiones de validación	95
Conclusiones del proyecto		96
Recomendaciones		97
Referencias bibliográficas		98
Abreviaturas y acrónimos		101
Anexos		102



## Índice de tablas

Tabla 1. Metodología general	25
Tabla 2. Cronograma de trabajo	27
Tabla 3. Metodología de diagnóstico.	30
Tabla 4 Medición de cumplimiento de proveedores hacia el CEDI de farmacias	32
Tabla 5 Formulario de mermas	34
Tabla 6 Costo de mermas de inventario	35
Tabla 7 MUDAS (8 Desperdicios)	36
Tabla 8. Revisión y autorización del pedido	37
Tabla 9. Cumplimiento de entregas	42
Tabla 10. Horario de entregas de CEFA a farmacias	43
Tabla 11. Horario de entregas y pedidos de farmacias	43
Tabla 12. Costos logísticos	45
Tabla 13. Pedidos y entregas La Botica con sus gastos asociados	46
Tabla 14. Entrega de pedidos a farmacias	47
Tabla 15. FR de HM y CEFA	48
Tabla 16. Costos por pedidos de emergencia	48
Tabla 17. Metodología de diseño	55
Tabla 18. Ejemplo de test Dickey-Fuller	59
Tabla 19 Ejemplo de pronóstico a 4 meses	59
Tabla 20. Direcciones exactas de cada una de las farmacias de HM	67
Tabla 21. Km totales entre cada farmacia y el CEDI	68
Tabla 22. Km totales entre cada farmacia	69
Tabla 23. Propuesta de nuevo horario de entrega de CEFA	70
Tabla 24. Propuesta de nuevo horario de entrega de CEDI	70
Tabla 25. Capacidad actual del camión	72
Tabla 26. Capacidad investigada para una motocicleta	72
Tabla 27. Capacidad investigada para un camión de 1 t	72
Tabla 28. Rutas actuales	74
Tabla 29. Km entre cada punto del nuevo diseño para la ruta 1	74
Tabla 30. Km entre cada punto del nuevo diseño para la ruta 3	75
Tabla 31. Nuevo diseño de rutas	75
Tabla 32. Km totales por ruta	75
Tabla 33. Litros de gasolina necesarios según el transporte utilizado	76
Tabla 34. Resumen del modelo de distribución planteado	77
Tabla 35. Metodología para la etapa de validación	79
Tabla 36 MAPE actual para 5 periodos	81
Tabla 37 MAPE anterior vs actual	81
Tabla 38 Dinero no percibido por ventas perdidas	82
Tabla 39. Toma de mediciones sobre las rutas actuales	85
Tabla 40. Kilómetros totales para cada ruta actual	85
Tabla 41. Toma de mediciones sobre las rutas propuestas	86
Tabla 42. Kilómetros totales para cada ruta propuesta	86
Tabla 43. Resumen km totales para cada escenario	87

Tabla 44. Porcentaje de cumplimiento en las entregas en el horario sugerido	87
Tabla 45. Cálculos de gastos por gasolina en camión de 2 t en ruta actual	88
Tabla 46. Total de gastos mensuales y anuales para la ruta actual	88
Tabla 47. Gastos mensuales y anuales en cada escenario para la ruta actual	89
Tabla 48. Cálculos de gastos por gasolina en camión de 2 t en ruta propuesta	89
Tabla 49. Total de gastos mensuales y anuales para la ruta propuesta	90
Tabla 50. Gastos mensuales y anuales en cada escenario para la ruta propuesta	90
Tabla 51. Resumen de gastos de distribución para cada escenario	91
Tabla 52. Resultados primer conteo cíclico utilizando el procedimiento general	93

## Índice de figuras

Figura 1 Diagrama de flujo del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos de la gestión logística de almacenes del CEDI y farmacias.	31
Figura 2. Inventario físico vrs inventario en SAP	39
Figura 3. Formulario de ventas perdidas 1	50
Figura 4. Formulario de ventas perdidas 2	51
Figura 5. ARA HM	53
Figura 6. Manual de usuario	57
Figura 7. Diagrama de flujo de herramienta	58
Figura 8 Ejemplo de DRP de herramienta	60
Figura 9. Interfaz de usuario	60
Figura 10. DataProyecciones.xlsx	61
Figura 11. FilterFile.xlsx	61
Figura 12. Ajustes.xlsx	62
Figura 13. Reales.xlsx	63
Figura 14. Output3.xlsx	63
Figura 15. DRP ejemplo	64
Figura 16. Metrics.xlsx	64
Figura 17 BPMN de herramienta	83
Figura 18. Resultados de exactitud de inventario empleando el procedimiento general	93
Figura 19. Fill Rate farmacias semana 21 - 22	94

## Introducción

Este documento se desarrolla para el Hospital Metropolitano, específicamente para el área del CEDI y la distribución a las farmacias del hospital, desde la compra de medicamentos hasta el despacho a las farmacias. El Hospital ha incurrido en costos extra y en ventas perdidas debido a sobrante y faltante de producto, así como desconocimiento del inventario real.

Para la solución del problema de manera integral, se modifica el proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos que se ejecuta en el CEDI del Hospital Metropolitano utilizando cuatro fases: Propuesta de Proyecto, Diagnóstico, Diseño y Validación.

El primer capítulo define el problema, así como el alcance y los indicadores de éxito evaluados y el objetivo general.

El segundo capítulo compuesto por el diagnóstico, donde se evalúa todo el proceso actual que utiliza el Hospital Metropolitano relacionado al alcance del proyecto, donde se identifican las causas raíces del problema.

El tercer capítulo muestra un diseño de solución a las problemáticas halladas, que sea integral e implementable por el Hospital Metropolitano.

Finalmente, el cuarto capítulo evalúa el desempeño de las propuestas diseñadas en la etapa anterior, y se comprueba que el diseño es exitoso de manera cuantificable para la organización.

# Capítulo I: Propuesta de proyecto

## 1. Justificación del proyecto

### 1.1.1. Descripción de la organización

Hospital Metropolitano (HM) es una empresa costarricense que fue fundada en 2010 en San José - Costa Rica gracias a la fundación Durman Esquivel, la cual inicia sus operaciones en el país en el año 1959 lo que les brinda una trayectoria de más de 62 años.

Se dedica principalmente al ofrecimiento de servicios de salud privados, esta necesidad surge ya que Costa Rica a pesar de que cuenta con un sistema de salud público muy fuerte, el tiempo de espera en estudios de diagnóstico, control por medicina general y especialistas es cada vez mayor. A su vez esta organización se conceptualiza como una opción segura, de calidad, que sea accesible e innovadora para la población costarricense.

Su expansión comercial se hace latente a partir del inicio de operaciones en Panamá en 1975, después de esto en el año 2006 se fortalece mediante la fusión con la líder mundial en sistemas de construcción "Aliaxis". La experiencia empresarial obtenida a través de la exitosa trayectoria comercial hace que la familia Durman Esquivel incursione en la apertura y desarrollo de nuevos y exitosos negocios. El  *Holding* Grupo Montecristo, perteneciente a la familia Durman Esquivel, tiene inversiones en compañías con actividades diversificadas, entre ellas: inmobiliarias, comercial, agroindustriales, forestales, financieras, entre otras (Hospital Metropolitano, 2021).

Con respecto a la división salud Grupo Montecristo cuenta con servicios de Hospital (HM), plan médico (Medismart), laboratorios (Páez), transporte de emergencia (SAAT) y farmacia, este último actualmente cuenta con 10 de ellas, de las cuales la primera surge en el 2010 como Farmacia Hospital Metropolitano a raíz de que al inicio era solo la farmacia del Hospital Metropolitano sede San José, debido al crecimiento de dicho grupo para el 2020 se decide establecer una marca para las farmacias llamada La Botica.

La cadena de Farmacias La Botica actualmente cuenta con dos formatos (Farmacias Comunes y Farmacias Mixtas (Hospitalarias y comunales)), ocho son consideradas Farmacias Comunes (Quepos, Huacas, Liberia, Lincoln, Avenida Escazú, Calle Blancos, Avenida 2da, Torre Médica) y dos Farmacias Mixtas (Hospital Lindora, Hospital San José).

Cuentan con tres canales de ventas los cuales son: punto de venta, *ecommerce* y llamada telefónica.

Actualmente la división farmacia está conformada por 56 colaboradores, el personal por farmacia depende del tamaño del local junto con esto cada una de ellas cuenta con un regente farmacéutico.

### 1.1.2. Justificación de la problemática

Las farmacias del Hospital Metropolitano realizan sus pedidos de manera automática un día a la semana (jueves) mediante un sistema programado llamado CUBO el cual determina los tipos y cantidades de SKUs a suplir para cada una de las 10 farmacias. Sin embargo, el nivel de cumplimiento del CEDI (centro de distribución), para el primer semestre del 2021 es de un 69,5%, lo que representa 15,5 puntos porcentuales por debajo de la meta previamente establecida por la gerencia (meta 85%). El pendiente resultante del abastecimiento del pedido automático es resuelto por las farmacias mediante la solicitud de un segundo tipo de pedido llamado extrapedido el cual se ejecuta cualquier día de la semana en dependencia del faltante. El *Fill Rate* del CEDI a farmacias para este segundo tipo de pedido es de un 64,1% lo que a su vez representa 19,9 puntos porcentuales por debajo de la meta.

Debido a que los primeros dos tipos de pedidos no logran el cubrimiento completo de la demanda de las farmacias, éstas generan un tercer tipo de pedido llamado pedido de emergencia el cual responde a la necesidad de faltantes que en promedio mensual es de 417 pedidos (13% del total de pedidos) que se representa en aproximadamente 660 líneas. El tiempo de alisto para el promedio mensual antes citado es de 22 horas.

Según criterio experto la forma ideal que responde a la solicitud de pedidos es que en el primer tipo de pedido (automático) el nivel de cumplimiento esté igual o mayor a la meta para lograr reducir los extra pedidos y a su vez se eliminan los pedidos de emergencia y sus costos asociados.

La principal causa del nivel de cumplimiento inferior a la meta descrita anteriormente es el nivel de abasto de SKU's en CEDI el cual es de un 60%, mientras que la meta para este indicador a nivel de empresa es de un 90%, según estudio realizado en primer semestre del 2021. El porcentaje de participación del desabasto es de un 97% en el total de las causales, el otro 3% es debido a causales en procesos de distribución.

Por otro lado, se obtiene el cálculo del MAPE para el periodo de marzo a junio del sugerido del CUBO que ellos actualmente manejan. Debido a que hay valores de MAPE positivos y negativos, se decide separarlos para que se evite que haya un sesgo por promedios positivos y negativos. A continuación se describe la fórmula utilizada:

$$MAPE = \frac{Ventas Reales - Ventas Pronosticadas}{Ventas Reales} * 100$$

Los resultados son un MAPE positivo de 46,7% y uno negativo de -363%.

Abonado a lo anterior, la exactitud del inventario en las farmacias es de un 60% a 75% (dependiendo de la farmacia) lo que ocasiona que no haya la totalidad de los productos necesarios para la venta.

Como se carece de una metodología de control de inventario, las farmacias desconocen de sus inventarios disponibles ocasionando pedidos erróneos en tipos y cantidades, lo que provoca que pidan SKUs con los que cuentan con suficiente inventario, o bien no pidan SKUs en los que tienen oportunidad de inventario. Sumado a lo anterior no existe un límite de cuánto y cuándo piden las farmacias de cada SKU resultando en faltantes y sobrantes en otros puntos de venta (farmacias).

Además, HM la logística general de gestión de almacenes y distribución actualmente tiene un faltante de indicadores de gestión, como DOH (*Days On Hand*), EI (Exactitud del Inventario), así como SLA (*Service Level Agreement*; Acuerdo de nivel de servicio), entre otros que permitan el control y el orden de sus operaciones. Sumado a lo anterior, el CEDI no cuenta con pronósticos asociados a la demanda para el abastecimiento y no existe estandarización ni gestión documental de las actividades.

Los hallazgos descritos anteriormente revelan la oportunidad de mejora en el proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos que se ejecuta en el almacén del CEDI, ya que compromete las metas de desempeño tales como *Fill Rate*, nivel de abasto y las ventas que eventualmente ponen en riesgo la competitividad del Hospital (Frazelle, 2017).

### 1.1.3. Definición del problema

El proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos que se ejecuta en el CEDI ocasiona un desabasto en las farmacias, lo que conlleva un incumplimiento en el *Fill Rate* y aumento de los costos logísticos.

### 1.1.4. Alcance del proyecto

El proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos de la gestión logística de almacenes del CEDI y farmacias. El cual se compone de las actividades de generación y solicitud de pedidos, abastecimiento de CEDI, preparación de pedidos y entrega de producto a farmacias.

## 1.2. Beneficios

### 1.2.1. Beneficios para la organización

Con la realización de este proyecto el CEDI podrá:

- a. Contar con un mayor aprovechamiento de los recursos en las labores logísticas de la organización.

- b. Tener un control de inventario real que permita suplir de mejor manera sus puntos de venta y generar más confianza.
- c. La mejora en el nivel de servicio brindado al cliente final.

### 1.2.2. Beneficios para la sociedad

En términos sociales se desea que con la ejecución de este proyecto se contribuya a:

- a. Se asegura a los usuarios la disponibilidad de medicamentos para atender su salud
- b. Se mantiene una fuente de empleo estable para quienes dependen de las operaciones de las farmacias del Hospital Metropolitano.
- c. Se aporta en el crecimiento económico de las farmacias, y por ende en el crecimiento económico del país.

## 1.3. Objetivo general e indicadores de éxito

### 1.3.1. Objetivo general

Rediseño del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos que se ejecuta en el CEDI, con el fin de mejorar la disponibilidad de productos a los clientes y reducir los costos logísticos asociados.

### 1.3.2. Indicadores de éxito

- a. *Fill Rate* (FR): Porcentaje de pedidos solicitados vs entregados.

$$FR = \frac{\text{Pedidos solicitados}}{\text{Pedidos entregados}}$$

- b. Error de Pronóstico: Porcentaje de error de pronóstico.

$$MAPE = \frac{\text{Ventas Reales} - \text{Pronóstico}}{\text{Ventas Reales}} * 100$$

- c. Exactitud del Inventario (EI): Inventario real entre inventario en sistema.

$$EI = \frac{\text{Inventario real}}{\text{Inventario sistema}} * 100$$



## 1.4. Marco de referencia teórico

La logística es una actividad empresarial que tiene como finalidad planificar y gestionar todas las operaciones relacionadas con el flujo óptimo de materias primas, productos semielaborados y productos terminados desde las fuentes de aprovisionamiento hasta el consumidor final (Serrano, 2014).

### 1.4.1. Cadena de valor y sus actividades de logística

La cadena de valor es una sucesión de acciones realizadas con el objetivo de que se instale y se valore un producto o un servicio exitoso en un mercado, mediante un planeamiento económico viable (...), la cadena de valor tiene tres objetivos: la mejora de los servicios, la reducción de los costes y la creación de valor". Para lo anterior la cadena de valor basa sus actividades en tres criterios y los categoriza en actividades básicas y actividades de apoyo. Las primeras actividades citadas anteriormente se dividen a su vez en: Fabricación, Distribución, Marketing, Ventas y Servicios (50 minutos, 2016).

Para lo anterior, las organizaciones deben velar por el funcionamiento óptimo de racionamiento en temas de eficiencia y eficacia en recursos tales como tiempo, humano, materiales y equipo para lo cual la coordinación en la ejecución de las tareas debe ser planificada y medida en indicadores como por ejemplo la recepción, tiempos de alisto, tiempos de entrega, cantidades entregadas, capacidad del proceso, entre otros.

La gestión logística presenta dos principales macro procesos, iniciando por la gestión de almacenes y seguido por la gestión de distribución al cliente.

Los procesos que componen estos macro procesos son recepción y almacenamiento, control y administración de inventario, solicitud, preparación y entrega de pedidos, despacho de pedidos, actualización de rutas y entrega al cliente.

### 1.4.2. Servicio al cliente

El almacenamiento agrega valor al servicio al cliente, facilitando una alta disponibilidad de inventario, tiempos de respuesta más cortos, servicios de valor agregado, devoluciones, personalización y consolidación entre otros (Frazelle, 2017).

Desde los 50's a la actualidad, el almacenamiento ha evolucionado de ser una simple actividad dedicada a la acumulación de materiales. Con la adopción de los principios JIT en los años setenta y ochenta, menores tamaños de pedido más a menudo, menos inventario y una mayor necesidad de actividades de alisto de pedidos se hicieron más frecuentes, transformando los almacenes en centros de

distribución. Con la adopción del aplazamiento, la personalización masiva, la integración de la cadena de suministro y la logística global en los 90's, se agregaron actividades de *cross docking* y servicios de valor agregado, como empaquetado personalizado y procesos dedicados al cliente en el almacén, los centros de distribución evolucionaron a centros logísticos (Frazelle, 2017).

El mismo autor señala que, dentro del modelo *RightChain*, que considera los cinco elementos de la logística: servicio al cliente, administración de inventario, abastecimiento o suministro, transporte y almacenamiento; este último, a pesar de demostrar valor en todos los otros elementos, debería ser el último en considerarse cuando se desarrolla la estrategia de la cadena de abastecimiento, ya que un planteamiento correcto en los otros cuatro tiene la capacidad de que se elimine, minimice y determine correctamente la necesidad de almacenaje en lugar de que se permita que los almacenes desempeñen un rol de ser la manifestación física de la falta de coordinación, integración y planificación de la cadena de suministro.

Además, el autor también señala que el *Fill Rate* es uno de los indicadores claves de desempeño que permite la evaluación de la forma en que la empresa atiende a sus clientes por lo que resulta indispensable relacionarlo con los niveles de inventario, políticas con clientes y proveedores, el primero de ellos (nivel de inventario) como ya se mencionó anteriormente va directamente relacionado con el alcance del proyecto ya que es un pilar clave para que se logre la obtención de un adecuado nivel de servicio.

Existen consideraciones que se toman en cuenta para un nivel de servicio ideal, la primera tiene que ver con respecto a si la empresa considera existencias para el artículo solicitado o si sólo se pide contra pedido, en el caso de HM mantienen existencias en cada una de sus farmacias sin embargo solo cuentan con un 60% en su nivel de abasto lo que como ya se ha mencionado conlleva a que tengan que realizar extra pedidos o pedidos de emergencia. La siguiente es la etapa del ciclo de vida del producto, pues en muchas ocasiones hay ítems que la empresa ha decidido no se comercialice más y en consecuencia, sólo espera a agotar existencias, junto con esto está la vida útil de los productos por lo que se toman en cuenta los próximos a su vencimiento o vencidos. Finalmente, una consideración económica que se toma en cuenta es que una empresa puede ofrecer 100% de Nivel de Servicio y aun así exhibe pérdidas puesto que resulta muy caro que se tenga de todo, para todos, en las cantidades que todos desean lo que da como resultado la búsqueda de un nivel óptimo de *Fill Rate* (Frazelle, 2017).

#### 1.4.3. Gestión de almacenes

Según Frazelle (2016), el almacén está llamado a ejecutar más transacciones, almacenar más ítems, provea más productos y servicios personalizados, y ofrezca servicios con mayor valor agregado; considerando que se cuenta con menor tiempo disponible, menor margen de error y menos capacidades de los sistemas de gestión de almacén.

Según el tipo de almacén y la operación y tipo de negocio de la organización donde se desempeña, los almacenes desarrollan distintas actividades dentro de su función diaria, sin embargo, Frazelle (2016) señala que de forma general el almacenamiento incluye:

- a. Recepción: Son las actividades involucradas en la descarga ordenada y la recepción de todos los materiales que entran en el almacén, proporcionando la garantía de que la cantidad y calidad de tales materiales son los ordenados, y en el manejo de materiales para su almacenamiento a otras dependencias de la organización que lo requieran
- b. Acomodo: Es el acto de poner la mercancía en el lugar de almacenaje. Incluye el movimiento del material y la colocación del material en lugares o posiciones asignadas.
- c. Almacenamiento: Es la contención física de la mercancía mientras está esperando una demanda o hasta que se libere de la cuarentena (productos que requieren maduración). El método de almacenamiento depende del tamaño y la cantidad de los artículos en el inventario y de las características de manejo del producto y/o su envase.
- d. Preparación de pedidos: Es el proceso donde se remueven elementos del almacenamiento para que se satisfaga una demanda específica. El alisto de pedidos es el servicio básico que un almacén proporciona a sus clientes, y es la función alrededor de la cual se basan la mayoría de los diseños de almacén.
- e. Entrega: Puede incluir tareas donde se clasifican selecciones (“piqueos”) por lotes en órdenes individuales y se acumulen selecciones distribuidas en órdenes, se compruebe la integridad y exactitud de los pedidos, se embale mercancías en un contenedor adecuado, se prepare documentos de envío, se acumulen pedidos por proveedor saliente y se cargue camiones.

#### 1.4.4. Solicitud, preparación y entrega de pedidos en gestión de almacenes

Haciendo énfasis en el macro proceso de gestión de almacenes, uno de los procesos con mayor importancia es el de solicitud, preparación y entrega de pedido, ya que el mismo enlaza el almacenaje con la entrega final del producto al cliente y es ahí donde se requiere la ocupación de mayor recurso y atención al detalle. El alisto de pedidos, también conocido como *picking* representa entre el 45% y el 75% del coste total de las operaciones de un almacén (Noega Systems, 2020).

Las operaciones de alisto de pedidos consideran la formulación del pedido en cantidad, tipo y tiempo, respondiendo a la demanda, basándose en proyecciones futuras de ventas.

La formulación de pedidos en el CEDI, se da de acuerdo a tres tipos de pedidos: Pedido automático que consiste en la proyección del CUBO que se utiliza en conjunto con la información de producto que las farmacias esperan necesitar para la próxima semana. Luego el Extra Pedido, que consiste en que se reabastezcan las farmacias una segunda vez en caso de que no se haya podido satisfacer la demanda en el primer intento. Y

finalmente, el pedido de emergencia, que se utiliza cuando el primer y segundo pedido fallan, y que como los anteriores, se da todas las semanas (Escudero, 2021).

#### 1.4.5. Modelos de operación en almacén

Dentro de la gestión de almacenes el CEDI se apoya en el sistema informático SAP, donde se cargan la solicitud de alisto por parte las farmacias, los cuales son la guía para las cargas correspondientes de pedidos. Además, se utiliza el sistema CUBO, el cual es la herramienta que proporciona la inflación de que, y cuanto se pide para que se supla con SKU's las farmacias, la integración de este tipo de sistemas es de suma importancia ya que posibilita el flujo de información, así como la comunicación entre las áreas y labores múltiples de la empresa.

Otro aspecto que se toma en cuenta en los almacenes es la separación o preparación de pedidos, conocida como *picking*, está diseñada como uno de los procesos más importantes y costosos dentro del almacén, una de las causas principales es que gran parte del proceso se refiere al desplazamiento de los operadores. Por supuesto, una disposición adecuada y el uso correcto de las estructuras de almacenamiento y el equipo tienen un gran impacto, pero no son suficientes. La implementación de las modalidades ideales de recolección en su operación a través de la tecnología hace toda la diferencia (Chopra & Meindl, 2015).

Es fundamental que se utilicen la modalidad o modalidades de *picking* más adecuadas para cada tipo de negocio. La definición del modelo ideal para la operación depende de una serie de factores, tales como: unidades de separación (si los pedidos se separan en pallets, cajas, fraccionadas, por peso), cantidad de pedidos procesados en el día, cantidad y diversidad de SKUs en el almacén, tiempo estimado para la separación del orden, tipos de productos almacenados (su forma, grado de fragilidad, entre otros), facilidad o dificultad en la unificación de cargas, dimensiones y disposición operativa del almacén, el volumen del stock, la estacionalidad en las ventas (Jiménez, 2018).

Actualmente las farmacias de HM utilizan un *picking* discreto (*Order picking*). En este modelo, cada operador cumple un solo pedido a la vez, por lo que la posibilidad de errores es menor, ya que una sola persona es responsable de todo el proceso. Por otro lado, hay una mayor pérdida de tiempo, ya que el funcionario tendrá que pasar por una gran parte del CEDI para separar el pedido. Para que este modelo de recogida funcione bien, la disposición del almacén debe estructurarse teniendo en cuenta la rotación de los productos, es decir, los artículos de mayor producción deben ocupar posiciones más cercanas al envío (Jiménez, 2018).

Por otro lado, un factor de suma importancia es la implementación de nuevas tecnologías en el proceso de operación del almacén, HM en este momento se encuentran migrando a un nuevo sistema de facturación llamado ZH, el cual también es el mismo utilizado para agendamiento de citas, esta herramienta se conecta con SAP y el sistema actualiza todos

los productos cada cierto tiempo. Sin embargo, actualmente solo se cuenta con esta herramienta en una de las farmacias, por lo que cuando se pide algún producto que no se tiene en stock es necesaria una doble aprobación, en este caso por parte del CEDI y farmacia por lo que se utiliza un medio telefónico para obtenerse.

#### 1.4.6. Indicadores de solicitud, preparación y entrega de pedidos

Toda organización que desee la mejora de sus gestiones mide sus operaciones con el fin de que se tenga un control sobre ellas y cumplir los objetivos propuestos. Establecer indicadores de gestión es una buena forma de asegurarse que se lleve un control de las acciones y un buen análisis para ver si se están cumpliendo los objetivos propuestos (EAE Business School, 2019).

En la gestión de almacenes se trabajan y emplean muchos indicadores diferentes con el fin de controlar la operación para la mejora posterior de las tareas ejecutadas día a día. Enfocando únicamente la actividad de alisto de pedidos, los indicadores mayormente incorporados por las empresas en general son porcentaje de entregas perfectas (en tipo y tiempo), DOH (Días Inventario), NDA (Nivel de Abasto), IP, porcentajes de pedidos errados.

El CEDI en su gestión carece de indicadores, sin embargo, sí basa su operación en metas de FR (cantidades entregadas vs solicitadas) y nivel de abasto tanto en la bodega como en farmacias. Ambas metas están relacionadas directamente en el nivel de servicio percibido por el cliente, impactan directamente en el nivel del servicio percibido por el cliente final el cual se calcula en la relación entre pedidos servidos y pedidos solicitados generando una retroalimentación directa en la realidad de la operación.

La opinión de los clientes, sus quejas y sugerencias siempre han sido buenos datos para evaluar la calidad y actuar en consecuencia, sobre todo si las quejas se producen, o repercuten de alguna forma en algunos de los elementos planificados por el departamento de logística (González, 2018).

#### 1.4.7. Métodos de alisto

Dentro de los diferentes métodos de alisto se conocen los pedidos individuales donde se realiza la preparación pedido a pedido, de manera que no se inicia con el segundo hasta que se finalice el primero, los pedidos agrupados que se subdividen en los siguientes por olas en diferentes cortes durante el día, normalmente preestablecidos, y se preparan los pedidos que hasta ese momento se hayan entrado, por rutas donde se separan los pedidos por ruta de reparto, asignada anteriormente, siguiendo las políticas marcadas por la empresa, por zonas que divide de forma virtual, no física, el almacén; es lo que se denomina zonificación del almacén. Para ello, las personas implicadas en la preparación trabajan también por zonas y por operario el cual implica que los pedidos se reparten entre las personas que han de prepararlos. Se puede hacer de manera aleatoria o bien teniendo en

cuenta la capacidades, habilidades, experiencias y productividad de las personas (Flamarique, 2019).

Las operaciones de CEDI, específicamente en la actividad de alisto de pedido, emplea diferentes métodos de los antes mencionados, ya que se trabaja en respuesta de los requerimientos, de manera que el colaborador o responsable del alisto descarga la solicitud de pedido a nivel de sistema y realiza su armado de pedido según criterio individual y experiencia.

#### 1.4.8. Control de inventarios en gestión de almacenes

El concepto de inventario se refiere a la existencia física de cualquier tipo de inventario necesario para efectuar algún proceso o actividad. Existen 4 tipos de inventario: Materia prima, trabajo en proceso (WIP), producto terminado e inventario para repuestos y suministros de equipos. Todos estos tipos de inventario tienen costos de mantenimiento asociados.

El tipo de inventario que se da en CEDI de farmacias es el de producto terminado, específicamente en materiales y productos médicos.

La gestión de inventarios es la capacidad y organización de tener controlado la cantidad física e informática de cada producto en un momento determinado. Un método adecuado de gestión de inventario será aquel que permita la organización alcance el nivel óptimo de inventario: aquel que regule el flujo correcto entre las entradas y salidas, equilibrando el nivel de pedidos en función de la demanda, sin que se produzcan rupturas (de Guevara, 2020).

En el caso de CEDI farmacias, se carece de una gestión de inventarios que permita el control de las unidades y las características anteriormente descritas. Se realiza control de inventario en conteos no planificados ni actualizados en el sistema correctamente.

#### 1.4.9. Error de inventario

La dirección debería tomar una dirección proactiva, tendente a conseguir una mentalidad de prevención del error, en lugar de una actitud punitiva ante los mismos, designando responsables para cada uno de los aspectos básicos de la exactitud, a los cuales hay que darles los medios y formación adecuada. Asimismo, debería establecerse unos objetivos de calidad apoyados en un plan de indicadores de control con el correspondiente seguimiento (Anaya, 2008).

Las consecuencias del error de inventario producen excesos o faltantes de materiales o productos, pérdida de servicio e imagen para la empresa, incremento de coste innecesario, y estancamiento físico de productos con riesgo de caducidad y obsolescencia.

#### 1.4.10. Gestión de inventarios

Es de alta importancia en las empresas y compañías en general mantener un control óptimo sobre sus inventarios de manera tal que les facilite su administración para el abastecimiento efectivo y ligero a sus clientes internos y externos. Para poder controlar el inventario es necesario conocer los tipos, cantidades y estados que presentan los productos en los centros de distribución y dar visibilidad a los involucrados. A raíz de lo que se comunique como presente en inventario (y sumado a los pronósticos de demanda) se generan las solicitudes de pedidos, de ahí la importancia de que la información sea veraz y responda estrictamente a la realidad en físico y en sistema.

Es necesario que las empresas lleven algún control de sus inventarios para que se asegure la continuidad del proceso productivo, pero un control excesivo de todos y cada uno de los artículos tendría un coste excesivo, por lo que es necesario que se determine qué control se establece para evitar este sobre coste (de Guevara, 2020).

Los controles de inventarios deben ser estratégicamente implementados para que exista una correlación entre la rentabilidad y el aporte de la administración. Las empresas entonces realizan controles de conteos diferentes que revisen en piso los disponibles y compararlos con el sistema.

En el CEDI de farmacias del hospital metropolitano no se mantiene un control de inventarios estructurado que permita dar visibilidad de disponibilidad o bien realizar contramedidas con respecto a las causales asociadas.

Es necesario realizar inventarios para un control de los datos anotados en la base de datos con las existencias reales disponibles en el almacén. La importancia de hacer un inventario en condiciones reside en que nos va a proporcionar una serie de factores de valoración pormenorizada de las mercancías de las que disponemos al día (Meana & Pedro, 2017).

#### 1.4.11. Pronósticos de demanda

Es vital que se conozca de alguna manera los requerimientos de los clientes para que se potencie el cumplimiento, de ahí la importancia de que se estimen con aproximación cuáles serán las siguientes movidas en solicitudes para la destinación del recurso correcto y apropiado para la consecución de los indicado.

Cuando se conoce el comportamiento de la demanda del cliente da una clara idea de cuáles y en cantidades se maneja la producción, el almacenaje y la distribución, específicamente de cada SKU. Si se caracteriza la demanda de cada SKU permite que se conozca la conducta futura y por ende se pronostica o estima lo que sucederá por parte del cliente.

El hospital metropolitano carece de un sistema o método de estimación de la demanda conllevando a solicitudes de pedidos que no necesariamente se ajustan a las necesidades de las diferentes farmacias en cuanto a las ventas lo que ocasiona que se presenten excesos y/o faltantes en sus bodegas.

El pronóstico de los niveles de demanda es vital para la firma como un todo, ya que proporciona los datos de entrada para la planeación y control de todas las áreas funcionales, incluyendo logística, marketing, producción y finanzas. Los niveles de demanda y su programación afectan en gran medida los niveles de capacidad, las necesidades financieras y la estructura general del negocio. Cada área funcional tiene sus propios problemas especiales de pronóstico. Los pronósticos en logística se relacionan con la naturaleza espacial, así como temporal de la demanda, el grado de variabilidad y su aleatoriedad (Ballou, 2004).

Los pronósticos deben ir acompañados de las variaciones no predecibles que puede aportar el criterio experto, tales como eventos no estacionarios, dinámicas comerciales, promociones, entre otras, con el fin de que se atine en mayor exactitud lo requerido por el cliente. Cuando se estima, además, está acompañado por una metodología o proceso que abarque también la disposición de recursos ahora no solo en cantidades, sino que también en tiempos y estados.

#### 1.4.12. Planificación DRP

Dadas las oportunidades de abasto que se presentan en las farmacias por parte del centro de distribución se hace estrictamente necesaria la implementación de un proceso o metodología que organice y alinee las actividades en su operación de manera tal que garantice la entrega de productos en tipo y tiempo, así como en condiciones óptimas para ser colocadas a nivel de cliente. El método DRP (*Distribution Resource Planning*, por sus siglas en inglés) o bien la Planificación de los Recursos de Distribución permite ayudar con la disposición y distribución de manera tal que exista un cumplimiento al cliente en sus entregas.

La Planificación de los Recursos o *Distribution Resource Planning* (DRP) es un método empleado a nivel administrativo para llevar a cabo el plan y el consiguiente control de inventario en los centros de distribución de mercancías con el fin de poder anticiparse a las fluctuaciones de la demanda mediante la toma de decisiones a corto plazo (Equipo Editorial, 2020).

El DRP entonces permite la planificación a partir de datos de entrada como inventarios iniciales, tiempos de entrega de proveedores y pronósticos de demandas necesarios para el procesamiento y salida de requerimientos del cliente.

Su función última es posibilitar de la manera más rápida y efectiva posible que las demandas y expectativas de los clientes sean satisfechas mediante la provisión de



productos o materiales a los diferentes engranajes de la cadena de distribución que los necesiten, aporta datos sobre estas peticiones (Equipo Editorial, 2020).

### 1.5. Metodología general

Tabla 1. Metodología general

Metodología general			
Etapa	Actividad	Herramienta	Resultados
Diagnóstico	Análisis de las actividades esenciales	Diagramas de flujo	Mapa de procesos
		Gap análisis	Oportunidades de mejora por proceso definidas
		VSM	Interacción de las actividades del proceso
	Análisis de causas que generan mayor incumplimiento en entregas de pedidos	Lluvia de ideas	Listado y clasificación de posibles causas que provoquen un menor cumplimiento en entregas de pedidos
		Análisis estadístico	
		Entrevistas	
	Cuantificación del impacto de las causas significativas que provoquen un menor nivel de cumplimiento en CEDI	Análisis estadístico	Factores que provocan incumplimiento en el CEDI
		Entrevistas	
	Evaluación de la exactitud de inventarios en el CEDI y farmacias, y las causas de sus variaciones	Muestreo	Porcentaje de inexactitud de Inventario
		Análisis estadístico	
		Diagramas causa efecto 5 Por Qué	Causas asociadas a la inexactitud de inventario
	Análisis de la disponibilidad de producto en inventario en las farmacias y el CEDI	Muestreo	Listado y cuantificación de las principales causas de la no disponibilidad
		Análisis estadístico	
Diagrama causa-efecto			

<b>Metodología general</b>			
<b>Etapas</b>	<b>Actividad</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Resultados</b>
	Análisis de las entradas de información para formulación de pedidos	Análisis estadístico Criterio experto	Listado y porcentaje de participación de las entradas de información.
	Análisis de las entradas para abastecimiento del CEDI y las farmacias.	Análisis estadístico Criterio experto	Listado y porcentaje de participación de las entradas de abastecimiento.
<b>Diseño</b>	Rediseño y estandarización de las actividades del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos	Diagrama de flujo	Actividades estandarizadas y documentadas
		Normalización	Puntos de control sobre las actividades
	Rediseño del proceso de Solicitud, preparación y entrega de pedidos	Análisis estadístico.	Metodología con base en criterios de eficiencia del almacén establecida
		Investigación y consulta de criterio experto	
		Entrevistas	
Desarrollo de las herramientas de control y seguimiento para garantizar la exactitud del inventario	Investigación	Herramientas requeridas para la mejora del proceso definidas	
	Análisis costo beneficio		
<b>Validación</b>	Medición de indicadores de éxito	Pruebas piloto	Cumplimiento de los indicadores propuestos en el proyecto
	Simulación de la ejecución del método rediseñado	Simulación	Validación del funcionamiento del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos
	Medición de la factibilidad económica de implementar el diseño propuesto	Análisis financiero	Factibilidad económica de la propuesta establecida
		Entrevistas	Personal capacitado en los procesos

<b>Metodología general</b>			
<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Resultados</b>
	Validación del diseño propuesto con el personal del almacén		Aceptación de las propuestas

## 1.6. Cronograma de trabajo

Tabla 2. Cronograma de trabajo

<b>Cronograma de trabajo</b>		
<b>Semana</b>	<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>
<b>Semana 1</b>	<b>Diagnóstico</b>	Análisis de las actividades esenciales
<b>Semana 2</b>		Análisis de causas que generan mayor incumplimiento en entregas de pedidos
<b>Semana 3</b>		Cuantificación del impacto de las causas significativas que provoquen un menor nivel de cumplimiento en CEDI
<b>Semana 4</b>		Evaluación de la exactitud de inventarios en el CEDI y farmacias y las causas de sus variaciones
<b>Semana 5</b>		Análisis de la disponibilidad de producto en inventario en las. Farmacias y el CEDI
<b>Semana 6</b>		Análisis de las entradas de información para formulación de pedidos
<b>Semana 7</b>		Análisis de las entradas para abastecimiento del CEDI y las farmacias
<b>Semana 8</b>	<b>Diseño</b>	Rediseño y estandarización de las actividades del proceso de Solicitud, preparación y entrega de pedidos
<b>Semana 9</b>		Rediseño del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos
<b>Semana 10</b>		Desarrollo de las herramientas de control y seguimiento para garantizar la exactitud del inventario
<b>Semana 11</b>	<b>Validación</b>	Medición de indicadores de éxito
<b>Semana 12</b>		Simulación de la ejecución del método rediseñado
<b>Semana 13</b>		Medición de la factibilidad económica de implementar el diseño propuesto

<b>Cronograma de trabajo</b>		
<b>Semana</b>	<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>
<b>Semana 14</b>		Validación del diseño propuesto con el personal del almacén
<b>Semana 18</b>		Revisión y aprobación del proyecto

## Capítulo II: Diagnóstico

### 2.1. Objetivo general:

Determinación de las causas raíz que producen el incumplimiento en la entrega de pedidos en las farmacias del Hospital Metropolitano, mediante el estudio del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos, con el fin de identificar su importancia e impacto en el indicador de FR y las ventas en farmacias La Botica.

### 2.2. Objetivos específicos:

- a. Definición de las actividades logísticas del CEDI y así se identifiquen potenciales causa raíz que afectan el FR.
- b. Determinación de las causas raíz que afectan el bajo cumplimiento del FR en las farmacias del Hospital Metropolitano y así se entienda su relación con este indicador.
- c. Estimación de las ventas anuales que no se perciben en las farmacias La Botica debido a un bajo FR y que se conozca el impacto monetario en la operación.

### 2.3. Metodología de diagnóstico

De acuerdo con los objetivos previamente establecidos, se emplea un mapa de actividades que guíe la búsqueda en respuesta a cada uno de ellos, contemplando metodologías de trabajo y tareas específicas, como se muestra a continuación:

Tabla 3. Metodología de diagnóstico.

Etapa 1			Etapa 2		Etapa 3
1. Caracterizar las actividades logísticas del CEDI para identificar potenciales causa raíz que afectan el FR.			2. Determinar los errores logísticos que ocasionan las causas raíz que afectan el bajo cumplimiento del FR en las farmacias del Hospital Metropolitano para entender su relación con este indicador.		3. Cuantificar las ventas anuales que se dejan de percibir en las farmacias La Botica debido a errores logísticos que ocasionan un bajo FR para conocer el impacto monetario en la operación.
1.1. Mapeo de actividades logísticas.	1.2. Análisis de variaciones en registros de entregas para determinar y enlistar los eventos que originan disminución en el FR.	1.3. Análisis causa raíz para los eventos identificados que afectan el Fill Rate en el CEDI.	2.1. Identificación de los errores logísticos relacionados a las causas raíz que provocan un bajo FR del CEDI.	2.2. Cuantificación del impacto de los errores logísticos detectados para determinar su nivel de impacto.	3.1. Cuantificación de las ventas no percibidas, asociadas a los errores logísticos que provocan un bajo FR.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Caracterización de actividades logísticas</li> <li>Entrevistas con responsables de las actividades logísticas para determinar potenciales causas raíz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muestreo de variaciones en los registros de entregas</li> <li>Análisis del historial de no entregas para determinar el evento que generó la no entrega.</li> <li>Diagrama de interacciones entre eventos y variación en los registros de entregas.</li> <li>Priorización de impacto que presenta el evento detectado en el muestreo según el número de veces que se presenta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Árbol de Realidad Actual para detección de causas raíz de los eventos detectados que afectan el Fill Rate.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis comparativo de errores logísticos que generan un bajo FR según literatura contra presencia de estos errores en el CEDI.</li> <li>Determinación de los errores logísticos que generan un bajo FR utilizando focus group con departamento de compras y Supply Chain.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de histórico para stock-outs, reprogramación de pedidos, errores de pronóstico, distribución secundaria y otros errores logísticos detectados</li> <li>Análisis de gestión de rutas actual y variables asociadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estimación monetaria de ventas anuales no percibidas asociadas a la ejecución de actividades logísticas por bajo Fill Rate.</li> <li>Estimación monetaria del costo anual asociado a gestión de rutas ineficiente.</li> </ul>

Se estudian cada una de las actividades del proceso de recepción, preparación y entrega de pedidos del Hospital Metropolitano.

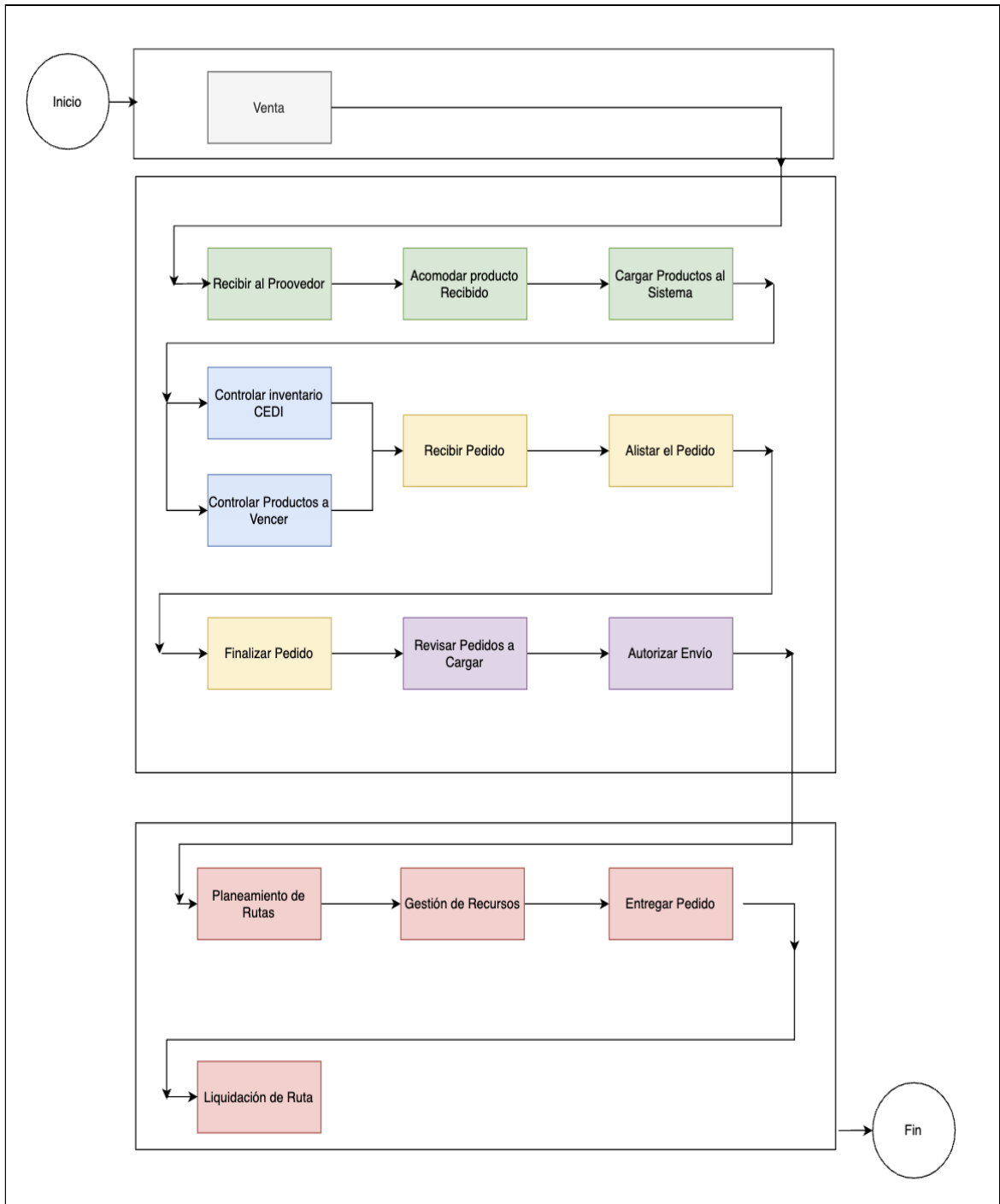
#### 2.4. Caracterización del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos de la gestión logística de almacenes del CEDI y farmacias.

Se estudian y entienden las tareas que componen el proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos de la gestión logística de almacenes del CEDI y farmacias, se realiza un mapeo a través de la herramienta de flujograma. Las tareas se diferencian por colores, dependiendo de la actividad a la que pertenezcan:

- a. Verde: Recepción y Acomodo,
- b. Azul: Control y Administración de Inventario
- c. Amarillo: Alisto del Pedido
- d. Morado: Despacho de Producto
- e. Rojo: Distribución
- f. Blanco: Ventas

La herramienta del flujograma se muestra a continuación:

Figura 1 Diagrama de flujo del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos de la gestión logística de almacenes del CEDI y farmacias.



Seguidamente, se estudia cada una de las tareas bajo el alcance del proyecto, anteriormente mapeadas, con el fin de que se entienda y cuantifique el impacto que tiene (o no) en el incumplimiento de entrega de pedidos a farmacias (FR). Las actividades se dividen según su impacto o no en el indicador de FR, primeramente, se describen las que no tienen impacto y posteriormente las que sí tienen impacto significativo en el indicador.

## 2.5. Actividades diagnosticadas que no tienen impacto directo en el indicador del FR de farmacias.

### 2.5.1. Recibir al proveedor

La logística de gestión de almacenes inicia con la actividad nombrada recepción y acomodo, la cual se compone de tareas de recepción de productos y revisión de proveedor. Se determina la afectación de esta actividad sobre el cumplimiento en entrega de pedidos y se procede con el estudio del desempeño de los proveedores con respecto al total de entregas realizadas en las cantidades correctas (entrega completa) y en el lapso determinado (entrega a tiempo), obteniendo los siguientes resultados en los días previamente seleccionados con el criterio experto del Hospital contemplando diferentes días de la semana y diferentes proveedores.

Para este estudio, se utiliza la siguiente fórmula y así obtenemos el tamaño de muestra.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2}{Z_{\alpha}^2 + 4 * N * e^2}$$

Donde:

$$N = 30 \text{ días}$$

$$Z_{\alpha/2} = 1.96 \text{ para un nivel de confianza del 95\%}$$

$$e = 5\% \text{ de margen de error}$$

Por lo tanto, el número de muestras n que se hacen son de 27,83. A continuación, se muestra un extracto de 35 mediciones realizadas, por lo que se cubre más que el tamaño de muestra requerido. Este estudio se realiza durante un mes, tomando las muestras a diferentes horas del día para ajustar a varios proveedores. Debido a que ellos llegan a ciertas horas en específico, se ajustan las horas de muestreo a los mismos horarios.

*Tabla 4 Medición de cumplimiento de proveedores hacia el CEDI de farmacias*

<b>Cumplimiento de proveedores hacia el CEDI de farmacias</b>		
Fecha	% Entrega a tiempo	% Entrega completa
3/9/2021	100%	100%
7/9/2021	100%	100%
8/9/2021	100%	98%
9/9/2021	100%	100%



Cumplimiento de proveedores hacia el CEDI de farmacias		
Fecha	% Entrega a tiempo	% Entrega completa
10/9/2021	100%	98%
11/9/2021	100%	100%

Con lo anterior se determina que el desempeño de los proveedores no afecta directamente el cumplimiento de entregas del CEDI hacia las farmacias, ya que en promedio el 99% (con desviación estándar de 1,032) de las ocasiones se cumple con las cantidades solicitadas en el tiempo agendado.

#### 2.5.2. Acomodo de producto recibido

Una vez realizada la recepción de los productos solicitados al proveedor, se procede con la tarea de acomodar producto recibido en las instalaciones del CEDI. Esta tarea se basa en el criterio experto en cuanto a ubicaciones, acomodando los SKUs por orden alfabético.

Debido a los problemas en solicitud de pedidos que se evidencian con el análisis del MAPE (descrito más adelante), se presenta mayor volumen de productos en CEDI que conlleva a un 140% de la utilización de las instalaciones teniendo como resultado producto acomodado en pasillos y juntos unos de otros sin contemplar tipo de producto, familia, características y otras variables que ayuden a la gestión de almacenes.

Pese a la sobre utilización del espacio del almacén, y que se tiene una metodología de acomodo empírica, el criterio experto del CEDI indica que sí se procesan los pedidos a las farmacias en tiempo y cantidad según lo solicitado, en otras palabras, no afecta el FR de las farmacias.

Polypal Storage Systems explica que:

En la industria farmacéutica se considera el espacio físico del almacén con un correcto diseño de *lay out* donde, un buen diseño de almacén, además de optimizar al máximo el espacio disponible, debe permitir realizar de la manera más eficiente las actividades que se llevan a cabo en él. Concretamente, en el diseño de un almacén para el sector farmacéutico hay que tener en cuenta una serie de condicionantes (Polypal Storage Systems, 2013):

- Se definen las zonas del almacén destinadas a productos de baja rotación, o de rotación media/alta.
- Si es necesario el almacenamiento a temperatura ambiente, temperatura controlada o congelación.
- Organización de los productos por bloques y definición de los flujos de entrada y salida van a tener esos bloques.

- d. Definición de la mercancía teniendo en cuenta el peso y el volumen de los diferentes artículos.

### 2.5.3. Control de inventarios

Con respecto a los inventarios, se realizan tres tipos: el inventario general, semanal y diario; el primero se realiza tres veces al año durante todo un fin de semana; el segundo tiene como propósito la realización de un inventario del 100% de los productos en el transcurso de un año, por lo que semanalmente en promedio se verifican alrededor de 70-60 líneas y así al final del año se realiza una revisión del 100% de todos los SKUs. El último tipo de inventario es variable, se realiza tres veces a la semana y consta de alrededor de 10 SKUs.

Con respecto a las mermas se determina el porcentaje de producto defectuoso en el CEDI, el cual es de un 1% en los últimos 4 meses. A continuación, se muestra una pequeña parte de los datos obtenidos, que conforman 3179 artículos. Este estudio es mediante un formulario y son los resultados totales, por lo que no se debe recurrir a un muestreo.

Tabla 5 Formulario de mermas

Formulario de mermas							
Cod. artículo	Físico	En stock	Diferencia	Costo de artículo	Costo físico	Costo en stock	Diferencia costo
MED-00244	2	15	-13	₡13 004	₡26 008	₡195 060	-₡169 052
MED-05182	210	331	-121	₡1 082	₡227 155	₡358 039	-₡130 884
MED-01970	30	54	-24	₡3 222	₡96 664	₡173 996	-₡77 331
MED-02977	8	13	-5	₡12 018	₡96 144	₡156 234	-₡60 090
MAT-10535	0	2	-2	₡28 350	₡0	₡56 700	-₡56 700
MED-02780	1	4	-3	₡17 714	₡17 714	₡70 856	-₡53 142
MED-04448	8	11	-3	₡17 555	₡140 442	₡193 108	-₡52 666
MAT-11544	5	250	-245	₡166	₡829	₡41 460	-₡40 631
MAT-08895	0	2	-2	₡20 285	₡0	₡40 571	-₡40 571

El porcentaje de mermas es de 1%, el cual es bajo y no significativo, es decir, que no afecta el FR de farmacias. Además, se calculan los costos de las mismas, los cuales representan ₡166 000 colones y se detalla a continuación:

Tabla 6 Costo de mermas de inventario

Mermas							
Costo físico	Costo en SAP	Sobrantes	%	Faltante	%	Diferencia costo	%
₡18 473 529	₡18 639 557	₡429 326	2 %	-₡595 354	-3%	-₡166 028	- 1 %

#### 2.5.4. Control de productos próximos a vencer

Por parte de farmacias, la metodología utilizada es muy manual. El CEDI tiene políticas ya establecidas con los diferentes proveedores, las cuales se cumplen en la mayoría de los casos según las entrevistas realizadas, por lo que los productos próximos a vencer no impactan sustancialmente. El 99% de las veces se cambia o devuelve satisfactoriamente.

Por parte de Farmacia, los productos identificados previamente como próximos a vencer se envían al CEDI donde tienen una ubicación específica y si en algún momento alguna de las farmacias solicita uno de esos productos para su venta inmediata se envía para que sea vendido. Si la fecha de vencimiento se maneja por mes, es válido venderlo antes del último día del mes.

Para los productos vencidos se verifica que sí existe una política con el proveedor y se procede con el cambio. En estos casos, el CEDI tiene una ubicación designada para colocar producto vencido el cual es cambiado por el proveedor sin ningún costo.

#### 2.5.5. Finalizar pedido

En esta etapa, se realiza un estudio de *Mudas* para la identificación de factores que afectan el *Fill Rate* hacia las farmacias del HM.

Nuevamente, se identifica que el 100% de la no entrega de producto es debido a que no hay suficiente inventario, no se debe a atrasos, problemas con transporte, producto vencido, exceso de movimientos, etc. Se destaca que sí hay oportunidades de mejora, pero estas no afectan el FR específicamente, que es uno de los indicadores de éxito que se evalúan.

Entre las oportunidades de mejora se encuentra que hay reproceso, cuando las farmacias necesitan un producto, llaman al CEDI y los colaboradores si hay inventario o no disponible antes de despacharlo, esto sucede todos los días, a pesar de que cuando el producto se ingresa por primera vez, se coloca la información al sistema.

También sucede que el 45% de los pedidos llegan después del mediodía cuando debería ser antes de las 9 de la mañana, esto debido a que el servicio del camión es compartido con 12 Laboratorios Paez, 13 Drs. Dent y 36 empresas y hoteles. El problema se refleja en

el 4% del total de los pedidos. Si se logra el despacho de los pedidos a pesar del tiempo extra. Ambos problemas se reflejan en 22 horas extra mensuales. A continuación, se muestra el formato de tabla para recopilar la información de las *Mudas*:

Tabla 7 MUDAS (8 Desperdicios)

MUDAS	
Desperdicio	Área identificada y explicación del problema
Transporte	
Inventario	
Movimiento	
Espera	
Sobre - producción	
Sobre - proceso	
Defectos	
Talento no utilizado	

#### 2.5.6. Revisar pedidos a cargar y autorizar Envío

Una vez que se finaliza el alisto del pedido se procede con la revisión del pedido de carga en camión justo antes de colocarlos en el camión y la autorización del envío, donde un chequeador valida los pedidos en cuanto a tipo y cantidad con respecto a la orden del pedido.

Se diagnostica el impacto de estas últimas dos tareas de la logística de gestión de almacenes con respecto al cumplimiento de entrega de pedidos en farmacias mediante un muestreo.

Para este estudio, se utiliza la siguiente fórmula y así obtenemos el tamaño de muestra.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha/2}^2}{Z_{\alpha/2}^2 + 4 * N * e^2}$$

Donde:

$$N = 30 \text{ días}$$

$$Z_{\alpha/2} = 1.96 \text{ para un nivel de confianza del 95\%}$$

$$e = 5\% \text{ de margen de error}$$

Por lo tanto, el número de muestras  $n$  que hay que hacer es 27,83. A continuación, se muestra un extracto del muestreo que consiste en 50 unidades, realizado durante un poco más de 1.5 meses, por lo que se sobrepasa el requerimiento estadístico. Para este estudio,

durante todos los días se recolecta la información justo antes de que se despachen los pedidos hacia las farmacias, estos son los resultados:

Tabla 8. Revisión y autorización del pedido

Pedido	Cumple	
	Revisión del pedido	Autorización del pedido
1	SI	SI
2	SI	SI
3	SI	SI
4	SI	SI
5	SI	SI
6	SI	SI
7	NO	SI
8	SI	SI
9	SI	SI
10	SI	SI
11	SI	SI
12	SI	SI
13	SI	SI
14	SI	SI
15	NO	SI
16	NO	NO
17	SI	SI
18	SI	SI
19	SI	SI
20	SI	SI

En cuanto a la tarea de revisión del pedido previo a la carga, del muestreo tomado, el 15% de las ocasiones se muestra un incumplimiento en alguna de las dos variables medidas (tipo y cantidad de producto), mientras que en la autorización del envío un 5% de las veces se muestra una eventualidad que prohíbe la salida de distribución del pedido.

Sin embargo, cuando se puntualiza en estos hallazgos se visualiza que el 100% de las eventualidades se corrigen en el momento por parte de los colaboradores de gestión de almacenes, esto se corrige en el momento, completando el pedido, siempre y cuando el producto esté presente en el CEDI. Así por ejemplo, si en la revisión de la carga se detecta el faltante en cantidad, el colaborador responsable del alisto lo trae de CEDI (en caso de estar disponible) y completa el pedido, lo que permite que la distribución salga completa a ruta.

En estos resultados y en entrevistas con el personal de CEDI farmacias se determina que estas tareas no afectan el incumplimiento en el indicador de FR del CEDI hacia las

farmacias, ya que se alista lo que se pide y en cuánto se pide, desconociendo que el pedido arrastra el error desde su creación y solicitud.

## 2.6. Actividades diagnosticadas que sí tienen impacto directo en el indicador del FR de farmacias.

### 2.6.1. Cargar productos al sistema

La entrada de productos se da en dos vías, a nivel físico en el acomodo en las instalaciones del CEDI y también a nivel de sistema (SAP), donde se debe ingresar en tipo y cantidades los productos en sus fechas de recepción y además registrar la salida cuando estos son parte del alisto del pedido. Las farmacias verán en su sistema los productos disponibles por lo que se debe asegurar por parte del CEDI que el empate a nivel físico y de sistema sea del 100%. En el muestro en sitio en conjunto con el personal de almacenes del HM se realizan 30 muestras en diferentes días de la semana y en selección de productos varios donde se obtuvieron los siguientes resultados en ese comparativo:

Nuevamente, obtenemos el tamaño de muestra:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha/2}^2}{Z_{\alpha/2}^2 + 4 * N * e^2}$$

Donde:

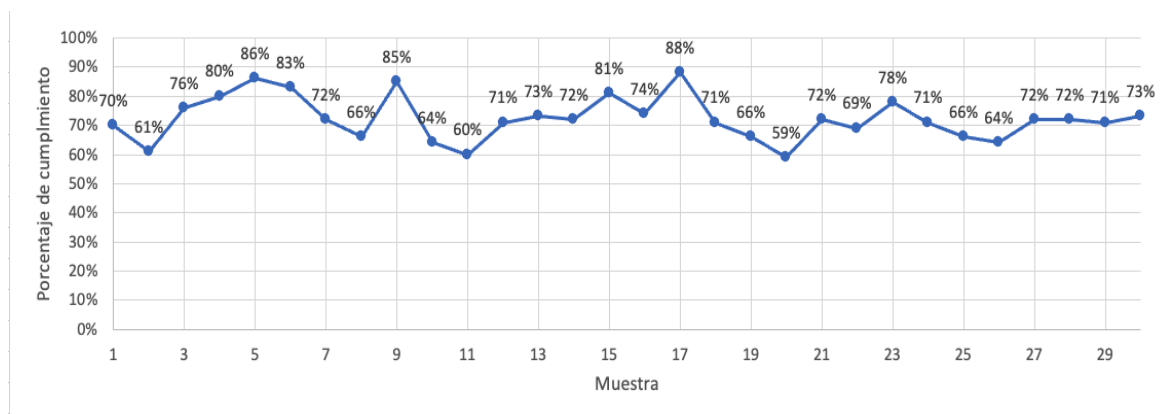
$$N = 30 \text{ días}$$

$$Z_{\alpha/2} = 1.96 \text{ para un nivel de confianza del 95\%}$$

$$e = 5\% \text{ de margen de error}$$

Por lo tanto, el número de muestras n que hay que hacer es 27,83. Se obtiene 30, por lo que se cubre el requerimiento estadístico. Durante este estudio, se realiza la cuantificación de tres tipos de SKU por día, elegidos de manera aleatoria. A continuación, se muestra el resultado:

Figura 2. Inventario físico vs inventario en SAP



El resultado del muestreo da un promedio del 72% (con una desviación estándar de 7,49%) en cuanto al empate entre inventario físico e inventario en sistema, es decir, las farmacias no están visualizando la realidad de inventario con que se cuenta en CEDI los que les ocasiona el error en el armado de la solicitud del pedido, solicitando productos de los que no se cuenta o bien en cantidades diferentes a las que se presentan en el CEDI.

Se analiza cómo trabaja en la industria farmacéutica, *Polypal Storage Systems* destaca la importancia de que la información esté compartida en tiempo real desde el distribuidor hasta el propio centro de almacenamiento. Esta información se utiliza para la toma de decisiones, y, por ende, debe de ser lo más precisa y real posible (*Polypal Storage Systems*, 2013).

### 2.6.2. Recibir pedido

En la tarea de Recibir Pedido, se comparan los pedidos que llegan contra lo que las farmacias solicitaron existe variación, esto porque sobra producto de cierto tipo y de otro hay un faltante importante. Para determinar el número exacto, se investiga más a fondo las causas de que no haya producto disponible para el despacho, se realiza un estudio del modelo actual de pronóstico que se usa en el HM.

Nick Thomopoulos recalca que: “El pronóstico es quizás la función más importante en el control del inventario. En una entidad de inventario típica, se necesitan pronósticos para cada uno de los meses futuros hasta el horizonte de planificación, normalmente 12 meses. Se necesitan datos de las demandas pasadas para generar los pronósticos”(Thomopoulos, 2016a).

Comparando el modelo actual contra la realidad y como ya se mencionó en el primer capítulo, se obtiene un valor MAPE de un 46,7% y un -363%. Sin embargo, al ser un promedio de MAPE tanto positivo como negativo, se entiende qué sucede con cada uno de los 3642 SKUs que se manejan en el HM. El objetivo es la determinación de si existe una buena caracterización de la demanda para los SKUs con el método actual. Un mismo

modelo puede ser útil para algunos SKUs pero no necesariamente para todos, dependiendo de la caracterización de la demanda.

Mediante criterio experto, se define que existe una mala caracterización de un SKU si el valor MAPE del pronóstico actual es superior al valor absoluto de 30%. Esto significa que de los 3462 SKUs del HM, un 60,59% están mal caracterizado, y, por lo tanto, el modelo actual no es adecuado para pronosticar la demanda de manera adecuada.

Los proveedores sí traen lo que se les pide, el problema yace en un mal modelo actual que no es preciso a la hora que se pronostican los productos necesarios para satisfacer la demanda mes a mes de las farmacias. A raíz de este sistema actual de pronóstico, se genera el pedido automático que tiene un FR de 64,1%. Esto genera desabasto y que todas las semanas se tengan que hacer extra pedidos y pedidos de emergencia para satisfacer la demanda real. Por otro lado, hay una desconfianza en el sistema que provoca que las farmacias pidan de más para estar seguros con inventario, quitándole a las otras farmacias lo que necesitan.

La gestión eficiente de las cadenas de suministro se basa, entre otros elementos, en pronósticos fiables de p. ej. demanda futura de ciertos productos. Los respectivos modelos de pronóstico generalmente se construyen y evalúan basado en datos pasados que se dividen en datos de entrenamiento, validación y prueba. Una vez que se ha construido un modelo, se aplica para pronosticar la demanda futura generalmente sin gran adaptación (Weber Richard and Guajardo, 2008).

A continuación, se muestra la fórmula de error de pronóstico:

$$MAPE = \frac{Ventas\ Reales - Ventas\ Pronosticadas}{Ventas\ Reales} * 100$$

Por lo tanto, según los retos mencionados anteriormente se respalda la importancia de la tecnología *Big Data* y dato predictivo aplicado en este tipo de industria, especialmente para prevenir problemas de suministro en el sector farmacéutico. *Polypal Systems* menciona los desafíos que presenta la industria, y realiza una serie de recomendaciones como, por ejemplo:

La recopilación y el posterior análisis de grandes volúmenes de datos provenientes de las distintas operaciones logísticas permite obtener información valiosa para optimizar la toma de decisiones estratégicas, esto ayuda a crear nuevos escenarios con procesos más eficientes, reduce los costos asociados y además mejora la calidad del servicio ofrecido al cliente (...) es importante desarrollar estrategias que tomen en cuenta patrones y tendencias, análisis de datos históricos y actuales de diferentes tipos para tener una visibilidad correcta del escenario en que se trabaja. Se puede cubrir desde: inventarios, pedidos o clientes, hasta picos extremos de demanda de productos, previsiones de eventos no planificados y eventos multitudinarios (Polypal Storage Systems, 2013).



### 2.6.3. Alistar pedido

Al momento de preparar el pedido, en respuesta a la solicitud de las farmacias, se identifica que la principal causa de la no consecución del pedido completo es el desabasto. El cual, responde a dos escenarios: Primero, debido al mal pronóstico que propicia un pedido que no se ajusta a la demanda real, ya que se compone de productos o cantidades que no se cuentan en físico en el CEDI, pero sí en SAP. El segundo escenario responde a la compra para reposición de productos que se hace al proveedor

Abonado a lo anterior, el problema de faltante de inventario aumenta debido a que el HM no toma en consideración estacionalidades de demanda para hacer sus pedidos. Además, no tienen una metodología de inventario de seguridad que asegure la disponibilidad de producto debido a eventos extraordinarios. El autor Nick Thomopoulos explica en qué consiste y la relevancia que tiene en la industria:

El stock de seguridad es la cantidad de stock adicional que se mantiene en el inventario como precaución en caso de que la demanda futura supere el pronóstico. Esta situación prevalece en los centros minoristas y de distribución donde las demandas de necesidad inmediata ocurren de manera aleatoria sin previo aviso. Se necesitan existencias de seguridad para proporcionar un nivel de servicio deseado a los clientes, a menudo denominado nivel de servicio. Cuando ocurren demandas y el stock no está disponible para enviar, la demanda se coloca en un estado de pedido pendiente o es una venta perdida. Ninguno de los dos casos es deseable (Thomopoulos, 2016b).

Se evidencia el problema, cuando se realiza un muestreo durante un mes donde se obtiene cuántas líneas de producto no se enviaron debido a faltante de producto, esto corresponde a un total 1092 líneas faltantes, un 40% de los pedidos de farmacias. A continuación, se muestra un extracto del formulario:

Nuevamente, obtenemos el tamaño de muestra:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha/2}^2}{Z_{\alpha/2}^2 + 4 * N * e^2}$$

Donde:

$$N = 30 \text{ días}$$

$$Z_{\alpha/2} = 1.96 \text{ para un nivel de confianza del 95\%}$$

$$e = 5\% \text{ de margen de error}$$

Por lo tanto, el número de muestras  $n$  que hay que se hacen es de 27,83. Se obtiene 80, por lo que se cubre el requerimiento estadístico. Para este estudio, se tomaron varias muestras al día según la ruta que tenía el chofer a cada farmacia, si por ejemplo, el jueves iba a Lindora, Lincoln y San José, se recopilaban los datos de cada una.

Tabla 9. Cumplimiento de entregas

Cumplimiento de entregas			
Fecha	Cantidad solicitada	Cantidad entregada	Causa de no entrega
10/4/2021	63	33	DESABASTO
10/4/2021	93	44	DESABASTO
10/4/2021	69	39	DESABASTO
10/4/2021	11	4	DESABASTO
10/6/2021	117	39	DESABASTO
10/8/2021	67	32	DESABASTO
10/8/2021	27	15	DESABASTO
10/8/2021	20	7	DESABASTO

#### 2.6.4. Planeamiento de rutas

HM cuenta con un CEDI que distribuye en su gran mayoría (60%) los productos de farmacia y un almacén general que distribuye insumos que utilizan las farmacias para su operación, como uno de los principales hallazgos se encuentra que HM no cuenta con un planeamiento de rutas predeterminado, sino que se realiza día con día dependiendo de los pedidos que realicen las farmacias.

El CEDI de HM se encarga de la distribución aproximadamente un 60% de la cartera de los productos mientras que CEFA (principal proveedor) se encarga de la distribución del restante 40% esto por políticas internas de la compañía la cual ya tiene contratos establecidos previamente.

Para la gestión de distribución, el CEDI cuenta con un camión marca Toyota (2019) de 2 toneladas el cual es un servicio compartido que se utiliza para diferentes propósitos, por ejemplo entregas a farmacia, laboratorios, clínicas o como flete para emergencias o situaciones específicas de las empresas hermanas del hospital, esto ya que HM pertenece a Grupo Montecristo el cual está conformado por una cartera de más de 20 empresas y el camión se utiliza para solucionar eventualidades en algunos casos.

La utilización del camión para entrega de pedidos del CEDI varía dependiendo de la ruta. Los días que se envía a Lindora se utiliza más de una entrega ya que el camión va al 100% de su capacidad (también entregan a otras farmacias de la zona Oeste), en este caso farmacia ocupa alrededor de un 40% de ese espacio, para las otras entregas (zona Este) la ocupación del camión ronda entre el 70% y 60% y farmacia ocupa un 30% de esa ocupación.

Por otro lado, uno de los problemas que genera que el camión se utilice para solventar eventualidades es que en ocasiones no se encuentra disponible para repartir los productos de farmacia en el horario establecido, por encontrarse en otras tareas ajenas a farmacia, lo que ha provocado en diferentes momentos que los productos lleguen tarde (lo cual no afecta el FR) o se tenga que pagar un transporte ajeno a la empresa lo que eleva los costos de operación (17 millones de colones durante el 2020) Esto provoca desabasto y eventualmente pérdida de ventas (80 millones de colones anuales).

Abonado a lo anterior cada farmacia cuenta con horarios ideales para recibir los pedidos dependiendo del distribuidor (CEDI o CEFA), el cual ha sido diseñado directamente con el personal y criterio experto a cargo de cada una de las 10 farmacias, esto por motivos de disponibilidad de personal y horas pico de atención al cliente, por ende, la llegada tardía del camión provoca un reajuste en las políticas de entrega planeadas por el hospital.

En el caso de las entregas de CEFA a farmacia se tiene el siguiente horario:

*Tabla 10. Horario de entregas de CEFA a farmacias*

<b>Horario de entregas de CEFA a farmacias</b>	
<b>Nombre del almacén</b>	<b>Horario para entrega de productos CEFA</b>
Farmacia San José	K o M: 7am - 10am
Farmacia Torre Médica	L o M: 2pm - 4pm
Farmacia La Botica Calle Blancos	L o V: 7am - 4pm
Farmacia Lincoln	K o V: 7am - 10am
Farmacia Avenida Segunda	K o V: 7am - 4pm
Farmacia Av. Escazú	L o J: 9am - 3pm
Farmacia Lindora	L o J: 7am - 10am
Farmacia Liberia	L o V: 7am - 6pm
Farmacia Quepos	L o M: 10am - 1pm
Farmacia Cabo Velas	K o J: 8am - 4:30pm

En el siguiente cuadro se observa un resumen de los horarios en lo que el CEDI y le distribuidor Maxis entregan los pedidos. Maxis es una empresa de encomiendas que entrega los productos a las farmacias rurales ya que son distancias de 752,2km semanales. El distribuidor recoge los pedidos en el CEDI y/o almacén general y luego los distribuyen.

*Tabla 11. Horario de entregas y pedidos de farmacias*

<b>Horario de entregas y pedidos de farmacias</b>			
<b>Nombre del almacén</b>	<b>Horario de pedido</b>	<b>Horario para entrega de productos CEDI</b>	<b>Distribuidor</b>
Farmacia San José	L, M y V (antes 7am)	L, M y V	HM
Farmacia Torre Médica	L, M y V (antes 12md)	L, M y V	HM

Horario de entregas y pedidos de farmacias			
Nombre del almacén	Horario de pedido	Horario para entrega de productos CEDI	Distribuidor
Farmacia La Botica Calle Blancos	L y J (antes de 12md)	K y V	HM
Farmacia Lincoln	L y J (antes de 12md)	K y V	HM
Farmacia Avenida Segunda	L y J (antes de 12md)	K y V	HM
Farmacia Av. Escazú	L y J (antes de 12md)	K y V	HM
Farmacia Lindora	L y J (antes de las 7am)	K y V	HM
Farmacia Liberia	K (antes 12md)	J	Maxis
Farmacia Quepos	K (antes 12md)	J	Maxis
Farmacia Cabo Velas	K (antes 12md)	J	Maxis

Actualmente solo un 55% de los pedidos se realizan antes de las 12 mediodía y según criterio experto un escenario favorable en el que se deberían realizar los pedidos de farmacia a CEDI debería ser antes de las 8am para lograr terminar la última entrega alrededor de las 3 y 4 de la tarde ya que se iniciaría en el sector Este para luego proceder con el sector Central y Oeste.

Los horarios anteriores también se han diseñado con el propósito de que ambos proveedores no lleguen a entregar los productos a farmacia a la misma hora y así evitar inconvenientes.

Por otro lado, además de los productos de Farmacia, el camión también debe de realizar las siguientes entregas cada mes:

- Dres Dent (12 sedes): Pedidos 1 vez al mes, se pide 1ra semana y se entrega la 2da semana.
- Lab Paez (13 sedes): Pedidos 2 veces al mes, se pide 1ra y 3ra semana, se entrega 2da y 4ta semana respectivamente.
- Medicina de empresa (23 sedes): Pedidos 1 vez al mes, se pide 1era semana y se entrega la 2da semana.

Se destaca que no hay horarios de entrega definidos, lo anterior es una estimación del trabajo que realizan todos los meses.

La planificación de escenarios es una metodología que se aplica con éxito en muchas industrias, como sector farmacéutico, automotriz y energético. Numerosas historias de éxito informan cómo empresas se las arreglaron eficazmente para hacer frente a situaciones competitivas, volátiles e inciertas entornos invirtiendo en tales prácticas de planificación. Varios estudios empíricos además indican que hay un

número creciente de empresas que participan en la planificación de escenarios. (“Fundamentals of Scenario Planning,” 2008)

Los pedidos que realizan los diferentes servicios se entregan ya sea en cajas, bultos, galones o una combinación de las anteriores, actualmente, el chofer entrega el producto, pero no se hace un chequeo de lo que se entrega, se carece de control para cuantificación de sobrantes o faltante de producto en las entregas. Se desconoce el impacto real con respecto a pérdidas de producto, ya que carece de control.

La vulnerabilidad de las cadenas de suministro puede resultar en una cadena de suministro menos consistente desempeños, y, en consecuencia, su poder competitivo en el mercado puede disminuir. Para mantener la estabilidad del desempeño de la cadena de suministro, es necesario diseñar cadenas de suministro sólidas. Cadenas de suministro robustas debe poder seguir funcionando bien en caso de una interrupción, así como en el entorno empresarial normal (Vlajic Jelena V.and van der Vorst, 2016).

#### 2.6.5. Gestión de recursos

Hospital Metropolitano actualmente cuenta con un camión y un chofer el cual el cual realiza todas las rutas, por ende, si surge algún tipo de incapacidad o contratiempo no hay quién entregue los pedidos. La ocupación actual del chofer es de 70% y en el último año solo estuvo disponible un 66% del tiempo, por otro lado, el camión no estuvo disponible 33% del tiempo, ambos factores sumados provocaron un gasto extra de ₡5 950 000 al mes debido a tercerización del servicio de entrega.

Los gastos anuales suman un total de ₡58 981 420 según la planificación actual como se puede observar en el siguiente cuadro resumen:

Tabla 12. Costos logísticos

<b>Costos logísticos</b>		
<b>Gastos</b>	<b>Monto en colones mensual</b>	<b>Monto en colones anual</b>
Gasolina	₡3 894 350	₡46 732 200
Salario	₡395 000	₡4 740 000
Mantenimiento	₡130 000	₡1 560 000
Inventario	₡229 167	₡2 750 000
Depreciación	₡770 833	₡9 250 000
Extras	₡329 167	₡3 950 000
Otros	₡208 333	₡2 500 000
<b>Total</b>	<b>₡5 956 850</b>	<b>₡71 482 200</b>

Actualmente el HM no cuenta con un planeamiento de rutas, mediante entrevistas con el encargado de distribución, se hace un cálculo aproximado de los kilómetros que recorren semanalmente para las entregas a farmacias. Se destaca que el análisis excluye las rutas de servicios compartidos de los 13 Laboratorios Dent, los 13 Laboratorios Páez, y las 36 empresas y hoteles a los que también se les entregan insumos del CEDI:

Tabla 13. Pedidos y entregas La Botica con sus gastos asociados

<b>Cálculo de gastos por gasolina (camión 2 toneladas)</b>					
<b>Sede</b>	<b>Frecuencia de entregas</b>	<b>Distribuidor</b>	<b>km totales</b>	<b>Litros semanales</b>	<b>Costo semanal</b>
Av. Segunda	K y V	HM	51,9	183	₡367 518
Calle Blancos	K y V	HM			
Lincoln Plaza	K y V	HM			
Av. Escazú	K y V	HM			
Lindora	K y V	HM			
Liberia	J	Maxis	752,2	2654*	₡350 000
Cabo Velas	J	Maxis			
Quepos	J	Maxis			
Torre Médica	L, M y V	HM	14,2	50	₡150 831
San José	L, M y V	HM			
<b>Total semanal</b>					<b>₡899 388</b>
<b>Total mensual</b>					<b>₡3 894 349</b>

Se suman los gastos anteriormente presentados, más el extra de incapacidad del chofer, lo que brinda un total de ₡64 931 420 anuales.

Aunque se migró a CEFA la distribución de un 40% de los SKUs, no significa una disminución de los viajes que se realizan a las farmacias. Uno de los problemas que se genera actualmente por la tercerización de entrega de pedidos (CEFA-Farmacias) es que HM no puede dar trazabilidad por lo que no se pueden controlar llegadas tardías o incumplimientos, como se menciona más adelante.

Una consideración importante que afecta las decisiones a nivel estratégico de logística es la eficiencia, que es una medida que toma en cuenta el costo económico de la efectividad. Ya que Los recursos económicos suelen ser limitados, los responsables de la toma de decisiones deben sopesar la competencia en presencia de un presupuesto de defensa limitado. La eficiencia de una entidad es generalmente medida en términos de la relación entre sus beneficios y su costo, o más generalmente, por la relación producción / insumo (Kress, 2016).

A continuación, se muestra una tabla que detalla los pedidos de una semana entre un total de cuatro a las que se les hizo el estudio. Estos son datos obtenidos mediante

formulario y representan la totalidad. En esta semana en específico, se enviaron en total 150 cajas a los diferentes puntos de venta. El promedio del mes es de 145 cajas con una desviación estándar de  $\pm 4,39$  unidades. (Semana 1 = 15, semana 2 = 140, Semana 3 = 147 y semana 4 = 143).

Tabla 14. Entrega de pedidos a farmacias

Total de cajas enviadas de CEDI a diferentes locaciones						
farmacia	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Lindora	0	22	0	4	1	27
San José	3	0	14	0	3	20
Torre	0	0	1	0	3	4
Lincoln	0	3	0	0	3	8
Escazú	0	3	0	0	0	3
Avenida 2da	0	1	0	0	2	3
Calle Blancos	0	1	0	0	1	2
Liberia	2	0	3	0	0	5
Quepos	1	0	1	0	0	2
huacas	2	0	3	0	0	5
Sop Lindora	0	8	0	10	1	19
Sop SJ	4	0	2	0	6	12
Urgencias Lindora	0	3	0	4	0	7
Urgencias SJ	1	0	5	0	1	7
Hospitalizacion Lindora	0	7	0	5	0	12
Hospitalizacion SJ	3	0	3	0	2	8
UCI Lindora	0	1	0	0	0	1
Maternidad lindora	0	2	0	2	0	4
CCM Lindora	0	3	0	0	0	3
<b>Total</b>						<b>150</b>

La capacidad del camión es de 45 cajas, como 100% de su capacidad y cada caja mide  $64\ 000\text{cm}^3 \pm 1000\ \text{cm}^3$  lo que da como resultado un volumen de  $2,88\ \text{m}^3$  de capacidad en el camión.

Según la Tabla 14 el total de cajas que se entregan por semana en las farmacias es de 79. Si la capacidad semanal del camión es de 225 cajas, significa que un 35,1% de la capacidad semanal del camión es utilizada por farmacias únicamente.

El autor Kress menciona varios tipos de modelos matemáticos comúnmente utilizados. Según el tipo de industria, se puede plantear uno distinto. Debido a que se trata de la industria farmacéutica, se mencionan dos que describe el autor:

Los modelos de rutas de vehículos seleccionan rutas para transportar suministros y servicios en toda la red logística. El objetivo principal es encontrar el más rápido forma de transportar recursos de determinadas fuentes a determinados destinos (Kress, 2016).

Los modelos de distribución (también llamados modelos de transporte) prescriben las formas de transportar suministros desde un conjunto de orígenes a un conjunto de destinos donde el costo total del plan de transporte se minimiza y cierta oferta y demanda. se satisfacen las restricciones (Kress, 2016).

#### 2.6.6. Entrega de pedidos

Como ya se mencionó actualmente existen tres tipos de pedidos por parte de las farmacias al CEDI de HM y un tipo de pedido de farmacias a CEFA, por lo que es importante comparar los niveles de FR de cada uno de estos.

Tabla 15. FR de HM y CEFA

FR para HM y CEFA		
Distribuidor	Tipo de pedido	Fill Rate
HM	Pedido automático	64,10%
	Extra-pedido	69,50%
	Pedido de emergencia	100%
CEFA	Completo-Tercerizado	60,80%
	A tiempo-Tercerizado	62,40%

Como se observa los niveles de FR en todos los casos, excepto el pedido de emergencia, son menores respecto a la meta del 85% que tiene la compañía, por lo que se entiende como una gran problemática actualmente, ya que se puede incurrir en incumplimientos en la demanda.

Hay varios tipos de modelos cuantitativos asociados con problemas de transporte en entornos logísticos militares. Van desde modelos de optimización, donde algunos a medida de eficacia se maximizan (o minimiza), a probabilística modelos descriptivos que proporcionan estimaciones para algunas métricas relacionadas con el transporte (Kress, 2016).

Ya que el pedido automático no cumple al 100% surge el extra pedido el cual tampoco se cumple con exactitud por lo que se realiza el tercer pedido de emergencia el cual se envía con los repartidores de farmacia virtual (motorizado) y si este se encuentra en ruta o no está disponible se envían en Uber. Los costos actuales por extra pedido del mes de octubre son los siguientes.

Tabla 16. Costos por pedidos de emergencia

Costos por pedidos de emergencia			
Método de entrega	Cantidad (mes)	Costo mensual	Costo anual
Cantidad pedidos por Uber	16	₡104 000	₡1 248 000



<b>Costos por pedidos de emergencia</b>			
<b>Método de entrega</b>	<b>Cantidad (mes)</b>	<b>Costo mensual</b>	<b>Costo anual</b>
Cantidad de pedidos por repartidor	401	₡496 647	₡5 959 767
<b>Total</b>	417	₡600 647	<b>₡7 207 767</b>

Abonado a lo anterior existe un gasto extra de ₡ 120 000 por temas en transporte de personal mediante Uber empresarial.

#### 2.6.7. Liquidación de rutas

Actualmente, no existe ningún tipo de control de seguimiento ni documentación asociada relacionada a la liquidación de rutas lo que es un problema ya que no se da trazabilidad a este factor por lo que se espera buscar la manera de como medirlo o cuantificarlo.

#### 2.6.8. Ventas

Las farmacias desconocen las ventas perdidas que tienen por faltante de producto, si un cliente llega al punto de venta y no hay inventario del producto que busca, se le dice que vaya a otra farmacia La Botica del HM. Sin embargo, los puntos de venta quedan muy lejos entre sí y no tiene sentido que un cliente vaya hasta uno de esos lugares por fidelidad al negocio. El criterio experto también indica que es altamente probable que la venta se pierda del todo.

Se determina el monto de ventas perdidas o de oportunidad de ganancia desarrollando un formulario en *Google Forms* el cual es enviado a cada una de las farmacias. En conjunto con la contraparte, se completó el formulario cada vez que un cliente preguntó por un producto y no estaba en disponibilidad. Cada una de las farmacias completa los datos por un tiempo indefinido, y al finalizar el mes, se obtiene un monto aproximado de 6.7 millones de colones por ventas perdidas a causa de faltante de producto.

Haciendo un cálculo conservador, se estima que se pierden cerca de 80 millones de colones al año, esto tomando en consideración un supuesto, que la pérdida se da de manera constante durante todo el año, es decir, no se toma en cuenta la estacionalidad de demanda de los medicamentos. Si se tomara en consideración, el número puede ser más alto, debido a que el negocio ha ido creciendo a lo largo del año constantemente, y pensando de manera lógica, debería ir de la mano con mayor consulta de medicamentos que la farmacia no tiene, y por ende un número mayor de ventas perdidas por mes de aquí a un año.

Conversando con la contraparte, ellos piensan que el número puede ser mayor al finalizar los 12 meses, debido a la razón anteriormente mencionada, y en caso de que alguna farmacia no haya llenado los datos con una veracidad total, por ejemplo, si hubiera datos faltantes que no se llenaron en el momento. Sin embargo, están de acuerdo en fijar el cálculo en 80 millones de colones anuales.

Para llenar el formulario, se solicita el código del SKU para análisis de información, en caso contrario se hace una búsqueda manual del medicamento para averiguar el precio de venta. A continuación, se muestra el machote utilizado.

Figura 3. Formulario de ventas perdidas 1

**Pérdida oportunidad de Venta**

La idea de este formulario es poder darle visibilidad al departamento de compras de los productos que perdemos oportunidad de venta por no tener disponibilidad, ya sea que lo tengamos incluido o no en nuestro catálogo.

danielwattsonh@gmail.com (not shared) [Switch account](#)

\* Required

Escoja la sede de la cuál esta reportando \*

Choose ▼

This is a required question

Detalle por que motivo se perdió la venta \*

Precio

Producto no disponible

[Next](#) [Clear form](#)

Figura 4. Formulario de ventas perdidas 2

The image shows a web form with a white background and orange accents. At the top, the title 'Pérdida oportunidad de Venta' is displayed in a large, bold, black font. Below the title, the user's email 'danielwattsonh@gmail.com (not shared)' is shown with a 'Switch account' link and a cloud icon. A red asterisk and the text '\* Required' are positioned below the email. A red bar with the text 'Sin código en sistema' is located below the email. The form contains two text input fields. The first field is labeled 'Detalle el nombre del producto \*' and has 'Your answer' written below it. The second field is labeled 'Detalle la potencia del producto (cuando aplique)' and also has 'Your answer' written below it. At the bottom of the form, there are three buttons: 'Back' and 'Next' in white with orange text, and 'Clear form' in red with white text.

## 2.7. Relación diagnósticos y hallazgos

Se estudia cada una de las tareas del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos de la gestión logística de almacenes del CEDI y farmacias, hay evidencia de deficiencias u oportunidades de mejora. A continuación, se resumen los hallazgos principales asociados al incumplimiento en la entrega de pedidos de 15,5 puntos porcentuales por debajo de la meta interna (85%) que el proyecto de tesis debe atacar:

El error MAPE de 46,7% y un -363% y la mala caracterización de un 60,59% de los *SKUs* son una causa raíz del desabasto del CEDI y farmacias. Esto es evidencia que se caracteriza la demanda de los *SKUs* y se desarrolla un pronóstico que logre mitigar el error MAPE, de manera que empate mejor la demanda real de las farmacias La Botica.

El 72% de exactitud en el inventario genera ruido a la hora de que las farmacias hagan los pedidos al CEDI. Esta incertidumbre que tienen de cuánto producto hay en el almacén hace que los pedidos no se hagan de la manera correcta y pidan erróneamente, lo que genera faltantes y sobrantes de inventario. Se concluye que el HM debe tener una metodología de conteo de inventario más precisa que logre empatar el inventario real contra el que existe en el sistema (SAP), de manera que se tenga información real que haga los pedidos realmente necesarios.

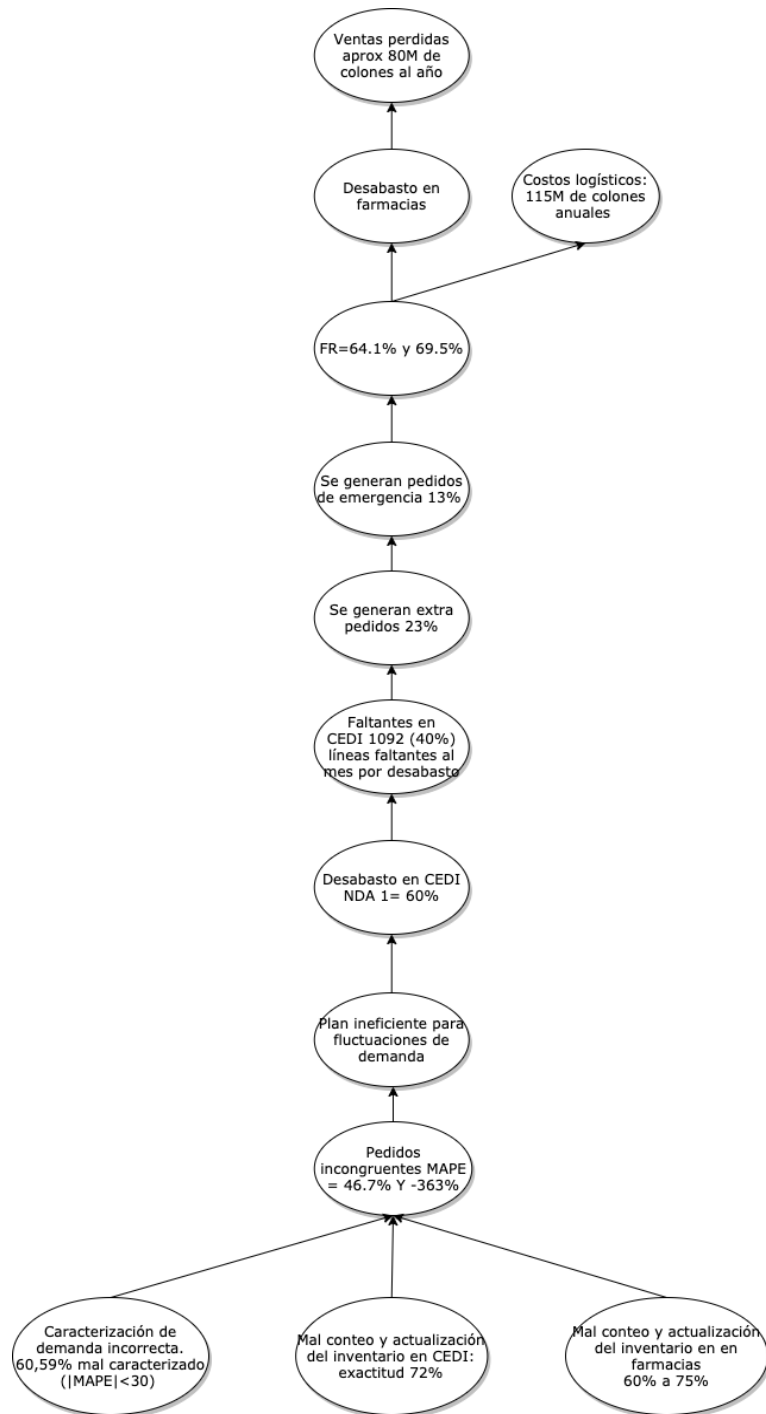
La ausencia de 1092 líneas (un 40% de los pedidos requeridos por farmacias), también se alimenta del problema de faltantes de inventario debido a picos de demanda, los cuales no son tomados en cuenta para planeamiento de compras. El HM no tiene una metodología de inventario de seguridad que asegure la disponibilidad de producto debido a eventos extraordinarios. Esto también se refleja en las ventas perdidas de las farmacias, que corresponden a 80 millones de colones anuales, de los cuales un 97,5% se deben a desabasto.

Sumado a lo anterior, la distribución y entrega de pedidos a las farmacias, presenta diversas oportunidades de mejora con respecto al aprovechamiento de los recursos en su utilización. El análisis demuestra que el camión que se utiliza en servicio compartido sólo utiliza un 35,1% de su capacidad, para hacer entregas a farmacias, y la ocupación del chofer (único) es de un 70% para el total de entregas de HM. Además, se terceriza el 40% del servicio con CEFA, siguen teniendo un FR a tiempo de 62,4%. Este cambio no generó efectos en costos logísticos, siguen yendo a los mismos PDV la misma cantidad de veces. Sumado a esto, se utiliza el servicio de UBER, repartidor privado y la empresa Maxis para entregas a farmacias. Con lo anterior, se identifican 5 métodos de entrega diferentes para las farmacias, y el FR no ha mejorado a lo largo del tiempo. Es necesario un planeamiento de rutas para la entrega de medicamentos del HM y una evaluación de los distintos escenarios para una optimización de recursos. Este planeamiento incluye estrategias que eviten la paralización del servicio de entrega, que se presentó en 1/3 del año generando gastos extra mensuales de ₡5 950 000.

A continuación, se muestra un árbol de Realidad Actual que muestra las causas raíz con sus respectivos efectos cuantificados en el proceso bajo estudio:

Figura 5. ARA HM

Mapa de realidad actual



## 2.8. Conclusiones de diagnóstico

- a. La mala caracterización de la demanda (60,59%) de los SKUs, hace que se utilice un mal pronóstico (MAPE: 46,7% y un -363%). Esto afecta negativamente el FR de las farmacias. Resolviendo la mala caracterización y la elección del pronóstico, se logrará mejorar el indicador.
- b. Una inexactitud de inventario real y físico (72%) genera ruido a la hora que se realizan los pedidos de farmacia a CEDI, y por ende se ve afectado el FR. Mejorando la metodología de conteo de inventario, se tendrá información real para hacer los pedidos necesarios, mejorando el FR.
- c. La carencia de una metodología de inventario de seguridad que asegure la disponibilidad de producto (1092 líneas ausentes) ocasiona faltantes para entregas a farmacias, que suman 80 millones de colones anuales en ventas perdidas. Al poner en marcha un inventario de seguridad, se mejorará el indicador de FR.
- d. La utilización de un servicio compartido (35,1% de uso de capacidad para farmacias), el uso de 5 métodos de entrega, la ocupación del chofer (70%), el faltante de planeación de rutas, la paralización del servicio (33% del año), y un bajo FR a tiempo (62,5%) representan oportunidades de mejora para la planeación logística del CEDI. Al optimizar la planeación de recursos y rutas, se bajarán los costos logísticos y mejorará el FR

## Capítulo III: Diseño

### 3.1. Objetivo general de diseño

Rediseño del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos que mejore el cumplimiento de entregas, con el fin de que se mejore el abasto de producto y se aumente las ventas en las farmacias del Hospital Metropolitano.

### 3.2. Objetivos específicos

- a. Caracterización y estimación de la demanda de los productos con el fin de cumplir con los requerimientos del cliente.
- b. Desarrollo de un método de planificación de los recursos de distribución que permita ayudar con la disposición y distribución de los productos.
- c. Establecimiento de un procedimiento general de control y administración del inventario para asegurar la continuidad del proceso productivo.

### 3.3. Metodología de diseño

De acuerdo con los objetivos establecidos anteriormente, se emplea un mapa de actividades que guíe la búsqueda en respuesta a cada uno de ellos, contemplando metodologías de trabajo y tareas específicas, con el fin de que se desarrollen las diferentes propuestas que vayan con miras a mejorar el cumplimiento de las entregas y el nivel de abasto, como se muestra a continuación.

Tabla 17. Metodología de diseño

Metodología de diseño			
Actividades	Cómo	Herramientas	Resultados esperados
Establecer una caracterización de la demanda	Se estudiará el comportamiento de demanda de cada SKU y se caracterizará	Estadística descriptiva	Demanda caracterizada

Metodología de diseño			
Actividades	Cómo	Herramientas	Resultados esperados
Proponer un pronóstico para el abasto de SKUs de farmacias	De acuerdo con la caracterización de la demanda, estudiar la teoría para asignar un modelo adecuado a cada SKU. Se desarrollará un pronóstico centralizado para el CEDI, que abastece las farmacias.	Modelos estadísticos	Pronóstico que se ajuste a la demanda de las farmacias del HM.
Desarrollar un DRP para distribuir los requerimientos por farmacia	A partir del pronóstico, se diseña una herramienta para distribuir las cantidades y SKUs correctos a cada farmacia.	DRP	Cantidad y SKU requerido por farmacia en el tiempo justo.
Desarrollar metodología para el control del inventario	Desarrollar un plan de ejecución de conteos cíclicos que contemple frecuencia, responsables, SKUs, etc. Para empatar la demanda real con la del sistema.	Plan de conteos cíclicos	Levantamiento del proceso de conteos cíclicos
Reconstruir proceso de distribución del CEDI.	Desarrollar un plan de ejecución de entregas que impacte los costos logísticos y asegure un servicio a tiempo.	Plan de entrega	Establecimiento de rutas, recursos y frecuencia de distribución hacia las farmacias.



### 3.4. Caracterización de la demanda, pronóstico de abasto y DRP de las farmacias del Hospital Metropolitano.

A continuación, se desarrollan los tres primeros apartados de la metodología de diagnóstico los cuales tienen factores y métricas en común, de ahí la importancia de verlos en conjunto para un mayor enfoque.

#### 3.4.1. Diseño de la herramienta

Como se define en la etapa de diagnóstico, el Hospital Metropolitano tiene deficiencias al tratar de empatar la demanda real de las farmacias La Botica con el pronóstico que usan actualmente. Para solventar este problema, se desarrolla una herramienta en código Python que realiza una serie de cálculos y pasos para dar recomendaciones al usuario. En resumen, caracteriza la demanda de cada SKU, luego elige un algoritmo de pronóstico dependiendo de las características de la demanda, y finalmente, calcula un DRP para cada uno de ellos. Además, se desarrolló un Manual de Usuario para que cualquier persona puede utilizar la herramienta y comprenda cómo funciona.

Figura 6. Manual de usuario

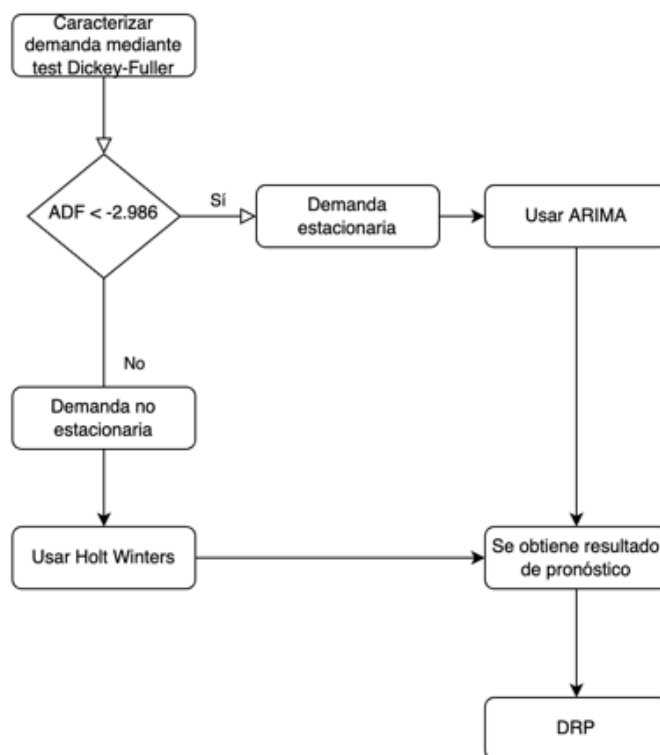


#### 3.4.2. Cálculos internos de la herramienta

A continuación, se muestra un diagrama con los pasos internos que realiza la herramienta:

Figura 7. Diagrama de flujo de herramienta

### Diagrama de flujo de la herramienta



#### 3.4.2.1. Caracterización de la demanda

Antes de que se defina un pronóstico, se estudian las características de demanda de ese SKU. En este caso si la demanda es estacionaria o si no lo es, para esto, se utiliza la prueba *Dickey-Fuller*. Se plantea la hipótesis nula de que la demanda es estacionaria, y este cálculo se realiza al comparando el valor P con un valor crítico de -2.986, que corresponde a un 95% de confianza. Si el valor P es menor al crítico, se acepta la hipótesis nula, y por lo tanto, la demanda es estacionaria, de lo contrario, se rechaza la hipótesis nula y la demanda no es estacionaria.

A continuación, se muestra un ejemplo de caracterización de algunos SKU's de la farmacia de Lindora. Se observa que el algoritmo define cuál modelo se utiliza dependiendo del valor P que dio como resultado la prueba *Dickey-Fuller*, donde ARM es un *Arima* y *HLW* es un *Holt-Winters*.

Tabla 18. Ejemplo de test Dickey-Fuller

<b>Test Dickey Fuller</b>	
<b>adfuller</b>	<b>Model</b>
-2.992216	ARM
-2.95123	HLW
-2.967882	HLW
-2.95123	HLW

### 3.4.2.2. Selección de pronóstico

Como se menciona anteriormente, dependiendo del resultado de la prueba *Dickey-Fuller*, el programa asigna un tipo de pronóstico para ese SKU. Las opciones son un ARIMA o un *Holt-Winters*. El usuario puede elegir el periodo de tiempo que se pronostique (en meses) y la herramienta le dirá la información de los siguientes meses pronosticados, el formato es año y mes AAAA/MM. El siguiente ejemplo muestra un pronóstico de 4 meses de 5 SKUs:

Tabla 19 Ejemplo de pronóstico a 4 meses

<b>Pronósticos a 4 meses</b>			
<b>202201</b>	<b>202202</b>	<b>202203</b>	<b>202204</b>
8929.373	6893.053	6248.759	5238.193
28013.07	23364.38	26273.62	21430.12
4958.418	4642.51	5673.919	4431.442
3620.444	3601.93	4346.157	3231.835
5542.412	4908.02	3876.744	2589.407

### 3.4.2.3. DRP

Una vez que la herramienta obtiene el pronóstico, utiliza esos datos y alimenta un DRP (*Distribution Resource Planning*). La misma hace una serie de cálculos, tomando de entrada datos de inventario de seguridad deseado, inventario actual, pronóstico, inventario en tránsito, y *Lead Time* de ese SKU. En el Manual de Usuario de la herramienta se describe el paso a paso de cómo ingresar la información requerida.

El programa calcula un DRP para cada SKU al que se le realiza el estudio y lo muestra en un archivo de Excel aparte:

Figura 8 Ejemplo de DRP de herramienta

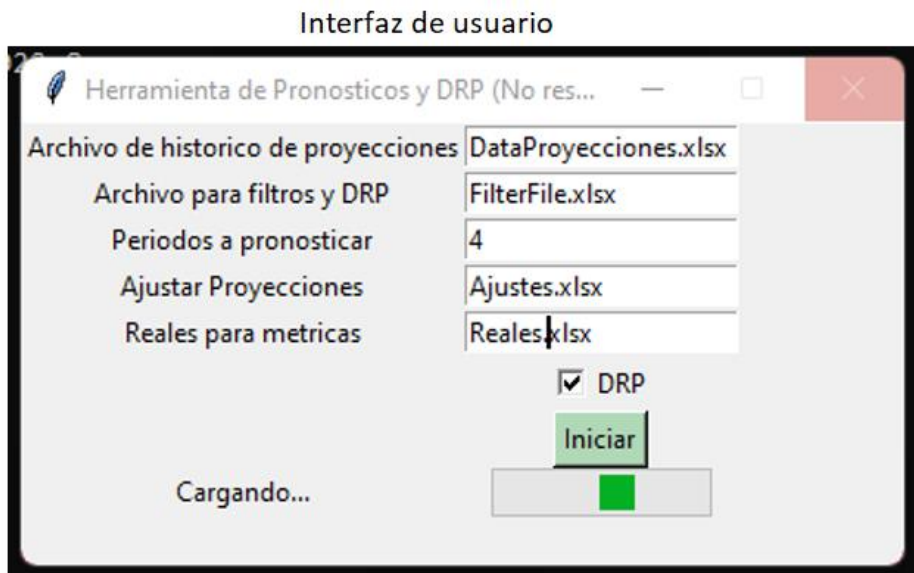
Ejemplo del DRP para cuatro meses

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	u: MED-020	M-1	M0	M1	M2	M3	M4	
2	Inv Inicial	0	0	889	0	2435	2435	
3	Entradas	0	0	200	5877.2393	2632.0532	4810.755	
4	Disponible	0	0	1089	5877.2393	5067.0532	7245.755	
5	Demanda	0	0	2791.2441	3442.2393	2632.0532	4810.755	
6	Inv Final	0	889	0	2435	2435	2435	
7	Pedidos	200	5877.2393	2632.0532	4810.755	0	0	
8	Transit	0	200	5877.2393	2632.0532	4810.755	0	
9								
10								

### 3.4.3. Interfaz de usuario

El usuario abre un archivo .exe, el cual despliega un menú. A continuación, se muestra la interfaz.

Figura 9. Interfaz de usuario



El usuario ingresa los nombres de los archivos de Excel que van de entrada, la información de los anteriores se describe en los siguientes apartados:

### 3.4.3.1. *DataProyecciones.xlsx*

En este archivo van los datos de demanda real de las farmacias del Hospital Metropolitano, a continuación, se muestra un ejemplo:

Figura 10. *DataProyecciones.xlsx*

Datos de demanda real			D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	B	C	201901	201902	201903	201904	201905	201906	201907	201908	2019
1	FARMACIAS	ITEM Description									
2	FR LR	MAT-00002 MICROPORE PIEL 1/2 (Pulgadas)x10Y REF (1533-0) 3M	7	7	0	14	14	7	7	7	7
3	FR LR	MAT-00003 MICROPORE PIEL 1 (Pulgadas)x10Y REF (1533-1) 3M	49	42	14	28	35	21	49	14	7
4	FR LR	MAT-00004 MICROPORE PIEL 2 (Pulgadas)x10Y REF (1533-2) 3M	42	28	21	0	0	0	7	49	7
5	FR LR	MAT-00006 MICROPORE BLANCO 1/2 (Pulgadas)x10Y REF (1530-0) 3M	14	0	0	7	7	0	7	14	0
6	FR LR	MAT-00007 MICROPORE BLANCO 1 (Pulgadas)x10Y REF (1530-1) 3M	7	0	7	7	7	28	28	14	7
7	FR LR	MAT-00008 MICROPORE BLANCO 2 (Pulgadas)x10Y REF (1530-2) 3M	14	0	14	7	0	0	0	7	0
8	FR LR	MAT-00009 MICROPORE BLANCO 3 (Pulgadas)x10Y REF (1530-3) 3M	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	FR LR	MAT-00010 TRANSPORE 1 (Pulgadas)x10Y REF (1527-1) 3M	7	21	35	77	49	35	42	7	28
10	FR LR	MAT-00011 TRANSPORE 2 (Pulgadas)x10Y REF (1527-2) 3M	14	21	0	0	0	0	0	0	28
11	FR LR	MAT-00012 TRANSPORE 3 (Pulgadas)x10Y REF (1527-3) 3M	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 3.4.3.2. *FilterFile.xlsx*

Este archivo se utiliza de “filtro” para elegir los SKU a los que se les quiere hacer el análisis (no siempre queremos la totalidad de ellos). Además, se ingresa la información requerida para hacer el DRP:

Figura 11. *FilterFile.xlsx*

Filtro para elección de SKU							
A	B	C	D	E	F	G	H
1	FARMACIAS	ITEM	InvInicial	InvTransito	InvSeguridad	LeadTime	
2	FR LR	MED-02855	3000	500	7891	1	
3	FR SJ	MED-02855	2000	700	7891	1	
4	FR LR	MED-01025	1400	800	4979	2	
5	FR SJ	MED-01024	1000	100	2427	3	
6	FR SJ	MED-01025	440	200	4979	2	
7	FR LR	MED-02059	320	75	2435	1	
8	FR LR	MED-01024	2225	100	2427	3	
9	FR LR	MED-02989	1000	100	1781	1	
10	FR SJ	MED-02059	889	200	2435	1	
11	FR SJ	MED-02035	900	100	1608	2	
12	FR LR	MED-02035	900	100	1608	2	
13	FR SJ	MED-02989	1000	100	1781	1	

### 3.4.3.3. *Periodos a Pronosticar y DRP*

En estas dos últimas secciones, se ingresa el número de periodos que se pronostican para los SKUs elegidos, y además, si el usuario desea que también se incluya un DRP, debe marcar la casilla.

### 3.4.3.4. *Ajustes.xlsx*

Este archivo consiste en los ajustes que se le quiera dar a los SKUs bajo análisis del DRP. A veces la empresa quiere pedir menos cantidad de artículos debido a ofertas, faltante de producto, entre otras razones. Aquí simplemente se resta o suma la cantidad que se quiere modificar:

Figura 12. *Ajustes.xlsx*

Ajustes de SKU bajo análisis del DRP

	A	B	C	D	E	F	G
1	FARMACIAS	ITEM	Descripcion	202201	202202	202203	202204
2	FR LR	MED-01024	Enantyum 25mg X 200 tabs (Ud)	-176	92	252	55
3	FR LR	MED-01025	Enantyum 25mg Bebible X 100 (Ud)	-162	-91	-80	203
4	FR LR	MED-02035	Neo-Melubrina 500mg X 100 Tab (Ud)	-110	-260	296	-70
5	FR LR	MED-02059	Nexium 40mg X 28 tabs (PP) (UD)	-267	-276	-205	-12
6	FR LR	MED-02855	Tylox 750mg X 40 tabs (Ud)	23	-273	67	68
7	FR LR	MED-02989	Zaldiar 37.5/325mg X 50 tabs (Ud)- EXC	206	128	-157	-143
8	FR SJ	MED-01024	Enantyum 25mg X 200 tabs (Ud)	-222	-184	236	-169
9	FR SJ	MED-01025	Enantyum 25mg Bebible X 100 (Ud)	-294	-9	9	197
10	FR SJ	MED-02035	Neo-Melubrina 500mg X 100 Tab (Ud)	95	189	-114	260
11	FR SJ	MED-02059	Nexium 40mg X 28 tabs (PP) (UD)	-73	-54	209	230
12	FR SJ	MED-02855	Tylox 750mg X 40 tabs (Ud)	275	239	-61	-216
13	FR SJ	MED-02989	Zaldiar 37.5/325mg X 50 tabs (Ud)- EXC	-255	84	118	-295

### 3.4.3.5. *Reales.xlsx*

Este último archivo corresponde a los datos reales de X cantidad de periodos, el objetivo es calcular valores de error de pronóstico para poder hacer ajustes mediante criterio experto:

Figura 13. Reales.xlsx

Datos reales de la cantidad de periodos escogidos						
FARMACIAS	ITEM	Descripcion	202201	202202	202203	202204
FR LR	MED-01024	Enantyum 25mg X 200 tabs (Ud)	6585,964	7694,511	9089,177	7015,105
FR LR	MED-01025	Enantyum 25mg Bebible X 100 (Ud)	15999,46	14272,95	14376,96	8232,94
FR LR	MED-02035	Neo-Melubrina 500mg X 100 Tab (Ud)	10868,81	9886,816	5553,742	6014,463
FR LR	MED-02059	Nexium 40mg X 28 tabs (PP) (UD)	9410,423	11704,24	7906,241	9840,989
FR LR	MED-02855	Tylex 750mg X 40 tabs (Ud)	37061,84	27365,52	35035,56	32822,94
FR LR	MED-02989	Zaldiar 37.5/325mg X 50 tabs (Ud)- EXC	8117,903	6857,18	7653,409	8641,192
FR SJ	MED-01024	Enantyum 25mg X 200 tabs (Ud)	5500,775	4595,214	5319,963	5012,568
FR SJ	MED-01025	Enantyum 25mg Bebible X 100 (Ud)	10529,17	7009,525	7002,742	3961,063
FR SJ	MED-02035	Neo-Melubrina 500mg X 100 Tab (Ud)	3266,182	3415,178	4222,656	4799,334
FR SJ	MED-02059	Nexium 40mg X 28 tabs (PP) (UD)	4358,363	6268,473	3209,929	8939,863
FR SJ	MED-02855	Tylex 750mg X 40 tabs (Ud)	23833,36	18136,64	17145,03	18220,07
FR SJ	MED-02989	Zaldiar 37.5/325mg X 50 tabs (Ud)- EXC	1915,002	1900,42	3626,802	2900,103

### 3.4.4. Salidas de herramienta

Al darle *click* a Iniciar, el programa hace los cálculos y coloca los resultados en archivos de Excel, dentro de una sola carpeta llamada *Outputs*.

#### 3.4.4.1. Output3.xlsx

Este primer archivo, indica el resultado del análisis Dickey-Fuller, el pronóstico seleccionado y el pronóstico de los SKUs de los periodos elegidos:

Figura 14. Output3.xlsx

Resultado del análisis de Dickey-Fuller, el pronóstico seleccionado y el pronóstico de los SKUs de los periodos elegidos

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	FARMACIAS	ITEM	Descripcion	201901	201902	201903	201904	201905	201906	201907	201908	201909	201910	201911	201912	202001	202002
2	FR LR	MED-0102: Enantyum	7000	5747	4872	4571	4900	5453	4508	6342	3612	4536	6062	4494	5327	4690	
3	FR LR	MED-0102: Enantyum	9261	9373	9282	8274	7987	10178	10507	7350	9261	8652	10479	9520	9023	9002	
4	FR LR	MED-0203: Neo-Melub	0	0	238	1211	3801	2926	2919	3255	2597	2590	3374	4340	6160	5656	
5	FR LR	MED-0205: Nexium 40	3584	2268	2660	3381	2835	3066	3374	2583	3633	6083	3318	5789	6202	4508	
6	FR LR	MED-0285: Tylex 750rr	11242	8638	9247	10640	9723	13041	12803	14721	11529	16009	12411	12985	15820	14490	
7	FR LR	MED-0298: Zaldiar 37.!	1554	3290	2156	3591	2233	2478	3738	3108	1862	3346	5054	2961	4095	3920	
8	FR SJ	MED-0102: Enantyum	8680	6993	7609	9247	8330	9646	5607	7343	6139	6888	5565	5873	5166	4487	
9	FR SJ	MED-0102: Enantyum	7644	3906	6062	6762	5068	6083	4606	6629	6167	4774	5572	5530	5467	6111	
10	FR SJ	MED-0203: Neo-Melub	0	0	217	3213	2219	4018	1540	1253	4137	5264	4452	4613	4277	3500	
11	FR SJ	MED-0205: Nexium 40	3710	3542	4382	3038	3136	5460	2800	2926	2639	3297	5684	3318	3038	3563	
12	FR SJ	MED-0285: Tylex 750rr	10724	7721	11970	14028	11893	16247	10332	11165	10451	14658	13426	15295	15848	13258	
13	FR SJ	MED-0298: Zaldiar 37.!	1267	1281	2128	3192	1771	2989	1456	3017	3017	1477	2583	1862	1463	2044	

### 3.4.4.2. *DRP final*

Para los SKUs seleccionados, la herramienta da un DRP para cada uno, tomando en cuenta como base la información anteriormente ingresada por el usuario y los cálculos hechos del pronóstico. Este ejemplo muestra el DRP para un SKU:

Figura 15. DRP ejemplo

	A	B	C	D	E	F	G
1	SKU: MED-020	M-1	M0	M1	M2	M3	M4
2	Inv Inicial	0	0	889	0	2435	2435
3	Entradas	0	0	200	5877.2393	2632.0532	4810.755
4	Disponible	0	0	1089	5877.2393	5067.0532	7245.755
5	Demanda	0	0	2791.2441	3442.2393	2632.0532	4810.755
6	Inv Final	0	889	0	2435	2435	2435
7	Pedidos	200	5877.2393	2632.0532	4810.755	0	0
8	Transit	0	200	5877.2393	2632.0532	4810.755	0

### 3.4.4.3. *Metrics.xlsx*

Este archivo muestra el error de pronóstico MAPE y MAE al comparar datos reales contra el pronóstico:

Figura 16. Metrics.xlsx

Error de pronóstico MAPE y MAE												
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	FARMACIAS	ITEM	202201	202202	202203	202204	InvInicial	InvTransito	Seguridad	LeadTime	MAPE	MAE
2	FR LR	MED-0102	5147,703	5608,75	5690,996	5525,313	2225	100	2427	3	0,268924	2102,999
3	FR LR	MED-0102	9162,17	8845,279	8695,99	7162,446	1400	800	4979	2	0,333198	4754,108
4	FR LR	MED-0203	5555,004	5048,816	4095,131	3495,275	900	100	1608	2	0,414933	3532,401
5	FR LR	MED-0205	8663,209	6618,034	6044,803	5227,344	320	75	2435	1	0,304556	3077,126
6	FR LR	MED-0285	28036,95	23092,33	26341,53	21499,21	3000	500	7891	1	0,248201	8328,956
7	FR LR	MED-0298	5063,045	4753,689	5457,143	4292,491	1000	100	1781	1	0,368322	2925,829
8	FR SJ	MED-0102	3399,399	3418,896	4583,188	3063,782	1000	100	2427	3	0,291319	1490,814
9	FR SJ	MED-0102	5249,382	4899,984	3886,713	2787,376	440	200	4979	2	0,385919	2919,762
10	FR SJ	MED-0203	2402,708	3280,296	2717,492	2811,643	900	100	1608	2	0,268618	1122,803
11	FR SJ	MED-0205	2719,229	3389,236	2842,035	5041,781	889	200	2435	1	0,346514	2196,087
12	FR SJ	MED-0285	12665,55	11440,69	11267,48	10124,82	2000	700	7891	1	0,406223	7959,137
13	FR SJ	MED-0298	1327,402	1541,687	2329,383	1835,692	1000	100	1781	1	0,305091	827,0411

### 3.4.5. Resumen de herramienta

Para recapitular, la herramienta construida solventa varios aspectos:



- a. Caracteriza la demanda de los SKUs y utiliza un pronóstico para predecir la demanda futura de los mismos.
- b. Relaciona el inventario en tránsito, inventario actual e inventario de seguridad con la información del pronóstico para definir cuánto se debe pedir en el siguiente periodo en cada una de las farmacias para uno o varios SKUs en específico.
- c. La herramienta reduce algunas de las problemáticas descubiertas en la etapa de diagnóstico como lo son faltante de producto (1092 líneas), error de pronóstico (MAPE: 46,7% y un -363%), y FR (62,5%). Así como dar una base de guía de cómo distribuir los medicamentos desde el CEDI hacia las farmacias.

#### 3.4.6. Código de herramienta

El código de la herramienta se encuentra en el siguiente enlace:

[https://1drv.ms/t/s!AvoBUvWBj3MvmmT3NgzR8hby\\_10Z?e=bLdjDn](https://1drv.ms/t/s!AvoBUvWBj3MvmmT3NgzR8hby_10Z?e=bLdjDn)

Librerías utilizadas:

- a) Adfuller (Perktold et al., 2022b)
- b) ARIMA (Perktold et al., 2022a)
- c) datetime(Python Software Foundation, 2022c)
- d) ExponentialSmoothing (Perktold et al., 2022a)
- e) JSON(W3Schools, n.d.)
- f) Matplotlib(Hunter et al., 2002)
- g) NumPy(NumPy org, n.d.)
- h) OS(Python Software Foundation, 2021)
- i) Pandas(Pandas, n.d.)
- j) sklearn.metrics (Pedregosa et al., 2011)
- k) Time (Python Software Foundation, 2022a)
- l) Tkinter (Python Software Foundation, 2022b)

### 3.5. Modelo de distribución

Para este apartado se realizan múltiples entrevistas con la contraparte que brinda un criterio experto sobre el modelo que se utiliza actualmente para la distribución de productos del CEDI a las farmacias, las restricciones que se tienen por políticas de la compañía y también limitantes que pueden surgir según la experiencia del personal, esto ya que actualmente son los que día con día realizan las rutas y las entregas de los productos, de acuerdo a la información recolectada y diferentes análisis de los factores que influyen en el ruteo se plantea un re diseño de las rutas actuales en conjunto para así elaborar una mejor propuesta de distribución a la actual.

Es importante tener en cuenta que actualmente el aumento del precio de los combustibles y que el costo de transporte puede representar altos porcentajes de los costos logísticos

totales, se hace de suma importancia la disminución de los costos de los procesos logísticos relacionados con el transporte. Dicha disminución puede lograrse, administrando mejor los recursos existentes y con esto lograr beneficios para la organización (Correa & Gómez, 2010).

Entre algunas de las restricciones encontradas se tiene que actualmente no hay posibilidad de realizar inversión en la compra de algún otro medio de transporte para realizar las entregas, por lo que se debe seguir utilizando el camión actual. Sin embargo, esto no quiere decir que no se puede mejorar la utilización de este recurso como se evidencia más adelante. Otro de los factores que se tiene que tomar en cuenta para el rediseño de rutas es que las farmacias hospitalarias (son las que se encuentran dentro de alguno de los hospitales y por ende suple de insumos para los procedimientos que realizan en el mismo) deben de ser suplidas de primero en las mañanas, ya que alrededor de un 30% de los insumos que se entregan en estas se utilizan para procedimientos hospitalarios, por lo que resulta de vital importancia que las farmacias tengan en stock disponibles. Junto con esto el horario de entrega debe estar sujeto a las horas donde se tiene disponibilidad ya que en horas pico el personal se encuentra ocupado en otras gestiones por lo que este recurso se debe utilizar al máximo.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente se realiza un estudio de todos los factores que son considerados importantes para las rutas de distribución.

### 3.5.1. Factores tomados en cuenta para el rediseño de rutas

El diseño de las rutas de distribución logística es un punto clave dentro de todo el proceso logístico ya que en cierto punto condiciona tanto el transporte posterior de los SKU's como también el proceso previo de preparación de los productos en el CEDI. El almacén general de HM distribuye productos e insumos que utilizan las farmacias para su operación y como ya se ha mencionado anteriormente HM no cuenta con un planeamiento de rutas predeterminado, sino que se realiza día con día dependiendo de los pedidos que realicen las farmacias.

Para una realización correcta del diseño de rutas se tienen varios puntos clave, como los siguientes:

- a. Posición geográfica de los puntos de ruta
- b. Distancia y tiempo de tránsito entre puntos y con el almacén
- c. Tiempo de carga en el almacén y tiempo de descarga en cada punto de entrega
- d. Franja horaria de entrega preferente
- e. Demanda de cada punto (herramienta)
- f. Número de vehículos disponibles
- g. Capacidad de cada vehículo
- h. Hora de salida de cada vehículo y tiempo de jornada
- i. Descansos a lo largo de la jornada
- j. Accesibilidad de los vehículos

k. Compatibilidad del tipo de mercancía y el vehículo

(Routingmaps, 2022).

Los cuales se desarrollan a continuación.

3.5.1.1. *Posición geográfica de los puntos de ruta*

Como primer paso se tiene la ubicación geográfica de cada una de las posiciones de las farmacias de Hospital Metropolitano, en la siguiente tabla se detalla el tipo de farmacia y se hace una breve descripción de la dirección exacta de cada una de ellas, además en el Anexo 2 se puede encontrar un enlace que abre directamente la ubicación exacta de cada una de las farmacias en *Google Maps* junto con una imagen que muestra dicha ubicación.

Tabla 20. Direcciones exactas de cada una de las farmacias de HM

Direcciones exactas de cada una de las farmacias de HM		
Farmacia	Tipo	Dirección exacta
Torre Médica	Mixta (Hospitalaria y comunal)	Se ubica en el edificio del Hospital Metropolitano en el centro de San José y su localización exacta es 300m sur del costado oeste del Parque La Merced. Torre Médica Hospital Metropolitano San José.
San José	Comunal	Se ubica a un costado de la Torre Medica, en la zona de urgencias del HM.
Av. Segunda	Comunal	Se encuentra ubicada diagonal a las oficinas centrales de la CCSS, Calle 7, Avenida 2da.
Calle Blancos	Comunal	Se encuentra ubicada en Goicoechea, Calle Blancos, Plaza San Gabriel, local 2.
Lincoln Plaza	Mixta (Hospitalaria y comunal)	Es otra de las farmacias hospitalarias de HM. Ubicada en el Mall Lincoln Plaza, 4to piso, San Vicente de Moravia.
Av. Escazú	Comunal	Se encuentra ubicada en el 2do piso, Torre Lexus, Escazú
Lindora	Mixta (Hospitalaria y comunal)	Se encuentra ubicada justo en la entrada del Hospital Metropolitano en Lindora, específicamente en 300m norte de la iglesia de Pozos, Santa Ana. Antiguo Lindora Medical Center.

Direcciones exactas de cada una de las farmacias de HM		
Farmacia	Tipo	Dirección exacta
Quepos	Comunal	Se encuentra ubicada en la Marina Pez Vela, Quepos, local #206.
Liberia	Comunal	Es una de las tres farmacias rurales que están fuera de la GAM, La Botica Liberia se encuentra ubicada en el Centro Comercial Plaza Millenium, provincia de Guanacaste.
Cabo Velas	Comunal	Se encuentra ubicada en Cabo Velas, contiguo a la estación de Bomberos, Guanacaste. Es otra de las sedes rurales.
CEDI	N/A	Se encuentra en Pitay de San José, la dirección exacta es: Del costado norte de la antigua bodega de Colgate, 100 metros norte y 100 metros este, última bodega a mano derecha.

### 3.5.1.2. Distancia de tránsito entre puntos y con el almacén

#### 3.5.1.2.1. Distancias entre el CEDI y las farmacias

A continuación, se muestran las distancias en kilómetros entre el CEDI y cada una de las farmacias de HM.

Tabla 21. Km totales entre cada farmacia y el CEDI

Km totales entre cada farmacia y el CEDI	
Sede	Km totales al CEDI
San José	2,1
Torre Médica	2,2
Av. Segunda	2,4
Calle Blancos	3
Lincoln Plaza	6,2
Av. Escazú	8,4
Lindora	9,2
Quepos	165
Liberia	210
Cabo Velas	254

Estas distancias no contemplan el regreso al CEDI, por lo que la distancia total es aproximadamente el doble de las distancias mencionadas.

### 3.5.1.2.2. Distancias entre las farmacias

También se elabora una matriz donde se observan las distancias en kilómetros entre cada una de las farmacias (sin incluir las rurales ya que estas tienen un método de entrega diferente).

Tabla 22. Km totales entre cada farmacia

Km totales entre cada farmacia							
	San José	Torre Médica	Av. Segunda	Calle Blancos	Lincoln Plaza	Av. Escazú	Lindora
San José	0	0,1	4,5	5,3	6,1	7,1	14,7
Torre Médica	0,1	0	4,4	5,2	6	7	14,6
Av. Segunda	2,1	2	0	3,5	6,4	16,3	21,1
Calle Blancos	4,6	4,6	9,5	0	3,8	9,5	17,1
Lincoln Plaza	7,8	7,9	14	4,4	0	13,8	21,1
Av. Escazú	8,5	8,5	8,1	10,8	14,9	0	7,9
Lindora	13,3	13,4	19,4	15,6	20,4	7,1	0
CEDI	2,1	2,2	2,4	3	6,2	8,4	13,2

Se toman en cuenta que las distancias de ida y regreso no son totalmente iguales por lo que puede variar en algunos metros.

### 3.5.1.3. Tiempo de carga en el almacén y tiempo de descarga en cada punto de entrega

Como actualmente el camión que se tiene disponible reparte en diferentes puntos que no son parte de las farmacias se llena con diferentes productos lo que eleva el tiempo de carga en el almacén, este tiempo es aproximadamente de 2 horas y se realiza en la tarde o noche del día anterior a la entrega.

El tiempo de descarga en cada una de las farmacias La Botica es aproximadamente de 30 minutos ya que actualmente no se hace revisión de los productos que se entregan por lo que solo se tiene que descargar los SKUs en cada punto y continuar con la ruta.

#### 3.5.1.4. Franja horaria de entrega preferente

Como ya se mencionó en el capítulo anterior el CEDI entrega alrededor de 60% de la cartera de productos y CEFA entrega alrededor del 40%, cada uno de ellos como son distribuidores diferentes llegan en días y horas diferentes, esto para una correcta utilización de los recursos y el personal.

En la etapa de diagnóstico se muestran los horarios que utilizan actualmente cada uno de los distribuidores para entregar los pedidos, se realiza un análisis con la contraparte y tomando en cuenta el criterio experto se logra determinar que los mejores horarios para la entrega y utilización de los recursos de la mejor manera son las siguientes:

Para entregas de CEFA:

Tabla 23. Propuesta de nuevo horario de entrega de CEFA

Propuesta de nuevo horario de entrega de CEFA	
Nombre del almacén	Horario para entrega de productos CEFA
Farmacia San José	L o J: 7am - 10am
Farmacia Torre Médica	L o J: 2pm - 4pm
Farmacia Lincoln	L o J: 7am - 10am
Farmacia La Botica Calle Clancos	K o V: 7am - 4pm
Farmacia Avenida Segunda	K o V: 7am - 4pm
Farmacia Av. Escazú	K o V: 9am - 3pm
Farmacia Lindora	K o J: V 9am - 10am
Farmacia Liberia	L o V: 7am - 6pm
Farmacia Quepos	L o M: 10am - 1pm

Para entregas de CEDI:

Tabla 24. Propuesta de nuevo horario de entrega de CEDI

Propuesta de nuevo horario de entrega de CEDI			
Nombre del almacén	Horario de pedido	Horario para entrega de productos CEDI	Distribuidor
Farmacia San José	L y J (antes 12md)	K y V: 7am - 8am	HM

Propuesta de nuevo horario de entrega de CEDI			
Nombre del almacén	Horario de pedido	Horario para entrega de productos CEDI	Distribuidor
Farmacia Torre Médica	L y J (antes 12md)	K y V: 8am - 9am	HM
Farmacia Lincoln	L y J (antes de 12md)	K y V: 9am - 10:30am	HM
Farmacia La Botica Calle Blancos	V y M (antes de 12md)	L y J: 2pm - 4pm	HM
Farmacia Avenida Segunda	V y M (antes de 12md)	L y J: 11:30am - 12md	HM
Farmacia Av. Escazú	V y M (antes de 12md)	L y J: 9am - 10:30am	HM
Farmacia Lindora	V y M (antes de 12md)	L y J: 7am - 9am	HM
Farmacia Liberia	K (antes 12md)	J	Maxis
Farmacia Quepos	K (antes 12md)	J	Maxis
Farmacia Cabo Velas	K (antes 12md)	J	Maxis

Con las combinaciones anteriores el personal de cada farmacia tiene disponibilidad los miércoles (no se entregaría ese día) tomando ese tiempo y realizando los inventarios cíclicos e inventarios con altos días de rotación, de esta manera se optimizan los recursos y el tiempo ya que anteriormente no se tenía disponibilidad para lograr completar los mismos.

#### 3.5.1.5. *Número de vehículos disponibles*

Actualmente, HM solo cuenta con un camión marca Toyota (2019) de 2 toneladas el cual es un servicio compartido que se utiliza para diferentes propósitos y no es exclusivo para farmacias La Botica por lo que se pretende realizar diferentes escenarios con métodos de transporte diferentes para visualizar su factibilidad.

Cada uno de estos escenarios parten de la premisa que son exclusivos para farmacias La Botica, se realizan estudios para el camión actual, y dos supuestos más, un camión más pequeño tipo van y una motocicleta.

### 3.5.1.6. Capacidad de cada vehículo

En capítulo de diagnóstico se determina que la capacidad del camión actual (en cajas) es de 225 y farmacia utiliza de ese espacio alrededor de un 35,1% lo que equivale a unas 79 cajas como se muestra a continuación:

Tabla 25. Capacidad actual del camión

Capacidad actual (camión 2t)		
Total cajas	Cajas Farmacia	% utilización
225	79	35,1%

Se realiza el estudio para una moto da como resultado que la mayor capacidad que se podría suplir es de 20,5 cajas lo que significa que si se quisiera suplir las 79 cajas de farmacia no se podría ya que la utilización sería de un 386% como se resume en la siguiente tabla:

Tabla 26. Capacidad investigada para una motocicleta

Capacidad sugerida (motocicleta)		
Total	Farmacia	% utilización
20,5	79	386%

Se contempla el uso de dos o más motocicletas tampoco es una opción viable ya que requiere de la inversión por la compra de cada una de ellas más la contratación de un repartidor para cada una.

Para un camión más pequeño que el actual de alrededor de 1 tonelada se obtiene que se lograrían distribuirse 112,5 cajas por pedido lo que supliría un 70,2% de la demanda de farmacias. En el siguiente cuadro se resume lo mencionado:

Tabla 27. Capacidad investigada para un camión de 1 t

Capacidad sugerida (camión 1t)		
Total	Farmacia	% utilización
112,5	79	70,2%

Además, deja un total de 29,8% de capacidad del camión para posibles incrementos en la cantidad de cajas entregadas por parte del CEDI a las farmacias.

Como ya se menciona antes, actualmente no se cuenta con el presupuesto ni la autorización para realizar una inversión en otro método de transporte por lo tanto se elige el camión actual para la realización del rediseño de rutas, sin embargo, se contemplan los



demás escenarios para dejar el estudio realizado y así lograr la visualización de los posibles beneficios por si en algún momento se autoriza el cambio del camión.

#### *3.5.1.7. Hora de salida de cada vehículo y tiempo de jornada*

La hora de salida varía dependiendo de la ruta y el día de entrega, por lo general el camión debe salir entre 7am y 8am. El tiempo de jornada es de 9h y 30min para el repartidor, el cual actualmente es solo uno, con un asistente.

#### *3.5.1.8. Descansos a lo largo de la jornada*

Los descansos a lo largo de la jornada laboral son de 15 minutos de desayuno, una hora de almuerzo y 10min de descanso por la tarde.

Se recalca que si el repartidor tiene algún tiempo ocioso por lo general se le encargan otras tareas. En algunas ocasiones estas tareas se solicitan, aunque el repartidor no tenga tiempo libre por lo que afecta toda la operación ya se realiza lo encomendado durante el tiempo que tiene disponible para entregas a farmacias, por eso es importante contemplar un repartidor exclusivo para las mismas.

#### *3.5.1.9. Accesibilidad de los vehículos*

El vehículo cuenta con accesibilidad para la casi todas las farmacias excepto dos, en el caso de la farmacia en Lincoln Plaza los repartidores bajan las cajas del camión y subirlas en el asesor hasta el piso 4 y luego trasladarse alrededor de 40m hasta la farmacia, el otro caso es en la farmacia de Avenida Escazú donde el repartidor debe caminar aproximadamente 100m desde el parqueo y luego subir a un segundo piso en asesor.

Estas son limitantes que existen actualmente sin embargo no se cambian por los lugares físicos donde se encunetan. Para todas las demás farmacias hay un correcto acceso para vehículos lo que hace que la descarga no tenga mayores complicaciones.

#### *3.5.1.10. Compatibilidad del tipo de mercancía y el vehículo*

No hay estudios de compatibilidad para el camión, al ser productos de farmacia que en algunos casos deben de tener controlada su temperatura o manipulación si se deben tomar en cuenta estos factores según el criterio experto, pero al no haber presupuesto para un camión nuevo se maximiza el uso del actual.

### 3.5.2. Nuevo diseño de rutas

Actualmente HM presenta la siguiente ruta de trabajo:

Tabla 28. Rutas actuales

Rutas actuales		
Ruta	Sede	Km totales
1	Av. Segunda	51,9
	Calle Blancos	
	Lincoln Plaza	
	Av. Escazú	
	Lindora	
2	Liberia	752,2
	Cabo Velas	
	Quepos	
3	Torre Médica	14,2

Como propuesta se plantea cambiar los días de entrega en la ruta 1 de lunes y jueves para martes y viernes y los de la ruta 3 que son lunes, miércoles y viernes para lunes y jueves, además se cambió a la farmacia de Lindora de la ruta 1 y se colocó en la ruta 3 lo que ahorraría al menos 15 km en cada entrega, que a su vez se ve reflejado en ahorro de combustible. Además de la correcta utilización de recursos y tiempo que se puede utilizar en otras funciones.

- La propuesta para la ruta 1 es: CEDI – Lindora - Avenida Segunda - Avenida Escazú - Calle Blancos – CEDI. A continuación, se muestran las distancias de un punto a otro.

Tabla 29. Km entre cada punto del nuevo diseño para la ruta 1

Km entre cada punto del nuevo diseño para la ruta 1	
Ruta	Km
CEDI - Lindora	9,2
Lindora - Av Escazú	6,9
Av Escazú - Av 2da	8
Av 2da - Calle Blancos	3,1
Calle Blancos - CEDI	4
<b>TOTAL</b>	<b>31,2</b>

- La propuesta para la ruta 3 es: CEDI-San José- Torre Medica- Lincoln-CEDI.

Tabla 30. Km entre cada punto del nuevo diseño para la ruta 3

Km entre cada punto del nuevo diseño para la ruta 3	
Ruta	Km
CEDI - Torre Medica	2,5
Torre medica - San José	0,1
San José - Lincoln	7,1
Lincoln - CEDI	6,1
<b>TOTAL</b>	<b>15,8</b>

La ruta 2 no se cambia ya que son las farmacias de zonas rurales no se muestra en la siguiente tabla y por lo tanto las nuevas rutas quedarían de la siguiente manera:

Tabla 31. Nuevo diseño de rutas

Nuevo diseño de rutas		
Ruta	Sedes	Km totales
1	Lindora	31,2
	Av. Escazú	
	Av. 2da	
	Calle Blancos	
3	Torre Médica	15,8
	San José	
	Lincoln	

Se realiza la comparación entre la ruta actual y la propuesta por el grupo de trabajo se obtiene la siguiente tabla resumen:

Tabla 32. Km totales por ruta

Km totales por ruta		
Ruta	Actual	Propuesta
1	51,9	31,2
3	14,1	15,8
<b>Total:</b>	<b>64,2</b>	<b>46,4</b>

Por lo tanto, el ahorro en kilómetros que se obtiene al mes tomando en cuenta que son 2 entregas por cada ruta por semana es aproximadamente de 163,4 km.

A su vez, las rutas anteriores se optimiza aún más si se utiliza un transporte más adecuado para la demanda de las farmacias, por lo que se plantean tres escenarios, el primero de

ellos es el mencionado anteriormente con el camión actual, otro escenario para el caso de una moto y el ultimo para un camión de ½ tonelada, como se puede observar a continuación:

Tabla 33. Litros de gasolina necesarios según el transporte utilizado

Litros semanales de gasolina según el medio de transporte					
Ruta	Sedes	Km totales	Camión 2 t	Moto	Camión ½ t
1	Lindora	31,2	110	11	44
	Av. Escazú				
	Av. 2da				
	Calle Blancos				
3	Torre Médica	15,8	56	5,6	22,4
	San José				
	Lincoln				

Donde se observa los ahorros en litros de gasolina que se obtienen utilizando otros medios de transporte que suplan la logística de distribución.

Además, se plantea la sugerencia de establecer un camión y un repartidor exclusivo para farmacia ya que actualmente se deja de percibir ventas en algunos casos por motivos como que el camión no llegó a tiempo, por averías, ocupación del chofer, entregas no planeadas, todo esto como se analizó en el capítulo de diseño, lo que provoca también que se hagan pedidos de emergencia y por ende se deja la venta productos de farmacia virtual ya que utilizan los mensajeros para realizar estos pedidos de emergencia entre las farmacias o farmacia-CEDI.

Otro aspecto que se toma en cuenta con el nuevo diseño de rutas es que se evita un problema que surge con los horarios de entrega a las farmacias, ya que actualmente hay ocasiones en las que el camión llega a las horas pico y se deja de atender al cliente o se disminuye los recursos disponibles para que se dirija al recibo de pedidos.

### 3.6. Resumen del modelo de distribución planteado

En el siguiente cuadro resumen se observa cada una de las farmacias con su respectiva ruta, los días en los que se realizan los pedidos (en todos los casos antes de 12md), la fecha y horario de entrega de los SKUs solicitados y el método de transporte (según las restricciones de la organización).

Tabla 34. Resumen del modelo de distribución planteado

Resumen del modelo de distribución planteado				
Farmacia	Ruta Utilizada	Fecha de pedido	Horario de entrega	Método de transporte
Torre Médica	3	L y J	K y V: 7am - 8am	Camión HM
San José	3	L y J	K y V: 8am - 9am	Camión HM
Lincoln	3	L y J	K y V: 9am – 10:30am	Camión HM
Lindora	1	M y V	L y J: 7am - 9:00am	Camión HM
Av. Escazú	1	M y V	L y J: 9am – 11:30am	Camión HM
Av. Segunda	1	M y V	L y J: 10:30am - 12md	Camión HM
Calle Blancos	1	M y V	L y J: 2pm - 4pm	Camión HM
Quepos	2	K	J	Maxis
Liberia	2	K	J	Maxis
Cabo Velas	2	K	J	Maxis

Por lo tanto, con la nueva distribución se obtendrían beneficios como:

- a. Día sin recibo de proveedores (miércoles) para realización de invertidos cíclicos.
- b. Disminución en alrededor de 160 km mensuales que se traduce en ahorro de gasolina.
- c. Mejor utilización de los recursos por parte del CEDI y de las farmacias.
- d. Planteamiento de nuevas opciones de transporte para cuando se pueda contemplar su adquisición.

### 3.7. Metodología para el control del inventario

El centro de distribución de farmacias del Hospital Metropolitano presenta un desfase en inventarios que se leen en sistema (SAP) comparado con los inventarios que hay en físico en la bodega, específicamente un 72% del total coincide. El 18% de no empate entre inventario de sistema versus inventarios físicos proporciona una lectura errónea que da entrada a la generación de pedidos causando la solicitud de productos no existentes realmente o bien en cantidades diferentes a la disponibilidad, lo anterior resulta en no entregas que impactan directamente el cumplimiento de pedidos.

El CEDI de farmacias carece de un proceso definido y oficial que guíe con la ejecución del control y la administración del inventario e impacte directamente en la reducción de la diferencia de inventarios en sistema e inventarios en físico.

Por lo anterior, se desarrolla un levantamiento de la actividad de Control y administración del inventario en tipo de gestión documental específicamente procedimiento general donde se definen las tareas e instrucciones a realizarse de manera cronológica, así como la

asignación de responsables (por puesto de trabajo) y la información se mantiene y se conserva a partir de cada una de estas.

El procedimiento general se basa en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) el cual es un método de mejora continua que permite el cambio y control del proceso para su optimización. Abonado a lo anterior, el levantamiento de la actividad se realiza con un enfoque a procesos contemplando desde la actividad misma hasta sus instrucciones, así como un enfoque en riesgos que garantice la continuidad del negocio en los diferentes escenarios.

Las tareas definidas, en conjunto por el equipo de trabajo, para la actividad de Control y administración del inventario son:

- a. Se planifica el control y administración del inventario.
- b. Se efectúa el control del inventario.
- c. Se determina la causa de la diferencia.
- d. Se replantea metas internas y proyectos.

De esta forma, en la primera tarea “planificar el control y administración del inventario” se determinan las metas, frecuencias, distribución, recursos y comunicación de la ejecución, pasando así a la segunda tarea “efectuar el control del inventario” donde se detalla a manera de instrucciones la ejecución de tres tipos de conteo: operacional, físico programado, anual. Una vez realizados los conteos se continua con la tercera tarea “determinación de la causa de la diferencia” que investiga las causales asociadas y llega a la causa raíz que origina el desfase de inventarios, todo lo anterior se consolida en la cuarta tarea “replantear metas internas y proyectos” donde a nivel gerencial se analizan los resultados y se exponen planes de acción y nuevas metas para el control y administración del inventario.

El procedimiento general contempla en propósito y alcance de la actividad, así como la matriz de responsabilidades (RACI; Responsable, Aprobador, Consultado, Informado), los documentos asociados y la evidencia se conserva para temas de auditoría.

El Procedimiento General Control y administración del inventario descrito anteriormente se ubica completo en el Anexo 1. Procedimiento General Control y administración del inventario.

## Capítulo IV: Validación

### 4.1. Objetivo general

Validación del impacto del rediseño de un proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos en los indicadores de éxito, de la propuesta de proyecto, mediante la evaluación de las propuestas de diseño desarrolladas con el fin de demostrar la aplicabilidad de las mismas en la operación.

#### 4.1.1. Objetivos específicos

- a. Evaluación el desempeño de la propuesta de planeamiento de los recursos de distribución en el indicador de éxito de error de pronóstico para cumplir con las entregas de los pedidos.
- b. Cuantificación el impacto económico de la propuesta de modelo de distribución para validar la reducción en los costos logísticos asociados a la distribución.
- c. Medición el cumplimiento de la exactitud del inventario y su impacto en el indicador de éxito del *Fill Rate* para garantizar el cumplimiento de entregas a las farmacias.

### 4.2. Metodología de validación

De acuerdo con los objetivos planteados anteriormente, se bosqueja un mapa de actividades que guíe la búsqueda de resultados a cada uno de ellos, contemplando metodologías de trabajo y tareas específicas, con el fin de que se evalúen las diferentes propuestas desarrolladas y así se evidencien los posibles beneficios en el nivel de abasto y cumplimiento de las entregas.

Tabla 35. Metodología para la etapa de validación

Metodología para la etapa de validación			
Etapa	Actividades	Herramientas	Resultados esperados
<b>Validación</b>	Evaluar la mejora en ventas no percibidas por falta de producto y el error de MAPE del pronóstico.	Muestreo Herramienta de pronóstico Análisis estadístico	Ganancias por ventas debido a mejor <i>Fill Rate</i> y comparación de error MAPE antes y después de

Metodología para la etapa de validación			
Etapa	Actividades	Herramientas	Resultados esperados
			implementar la herramienta
	Evaluar la mejora en los costos logísticos y el servicio a tiempo en las farmacias como resultado al nuevo diseño de rutas planteado	Formularios Muestreos Criterio experto Análisis estadístico	Total de ahorros económicos que se pueden percibir Porcentaje de cumplimiento de las entregas
	Evaluar la mejora del indicador de éxito de <i>Fill Rate</i> a partir de la implementación del procedimiento general para el control y administración del inventario	Muestreo Formularios Análisis de datos	Porcentaje de exactitud de inventario Porcentaje de cumplimiento de los pedidos de las farmacias

#### 4.2.1. Herramienta de caracterización, pronóstico y DRP de la demanda.

La herramienta desarrollada es implementada en el Hospital Metropolitano exitosamente, se realiza una visita presencial con el ingeniero a cargo de la programación de entregas y con la analista de datos. Se entrega el archivo ejecutable para usarlo en una computadora de la empresa.

Asimismo, se le entrega el manual de la herramienta en formato .pdf y se le da una explicación de cómo utilizarla paso a paso. Una vez explicada, se hacen varias pruebas para medir la capacidad de análisis de la herramienta. Se pudo analizar la totalidad de los *SKUs* a los que la contraparte dio acceso ese día, alrededor de 5000 datos reales. La herramienta corre sin problemas, pero debido a la cantidad de artículos analizados, dura cerca de 20 minutos en terminar. Esto también depende de la capacidad de la computadora, y del chip de *cpu* que ella tenga. Para un análisis corto de unos 10 *skus*, dura aproximadamente 3 segundos.



1.2.1.1 Resultados finales de la herramienta de caracterización, pronóstico y DRP de la demanda.

Para el análisis de resultados se hacen muestreos para determinar el error MAPE y se puede comparar con el error de la metodología anterior de análisis de pronósticos que utiliza el hospital. Se calcula el tamaño de muestra:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha/2}^2}{Z_{\alpha/2}^2 + 4 * N * e^2}$$

Donde:

$$N = 5000 \text{ skus}$$

$$Z_{\alpha/2} = 1.96 \text{ para un nivel de confianza del 95\%}$$

$$e = 5\% \text{ de margen de error}$$

Por lo tanto, el número de muestras n se realizan es 356.75. Se hace la simulación para 2200, por lo que estamos sobre el requerimiento estadístico. Los resultados del MAPE son los siguientes:

Tabla 36 MAPE actual para 5 periodos

MAPE actual 5 periodos				
MAPE 1er periodo	MAPE 2do periodo	MAPE 3er periodo	MAPE 4to periodo	MAPE 5to periodo
-32%	-30%	-32%	-34%	-34%
26%	26%	28%	29%	30%

Tabla 37 MAPE anterior vs actual

MAPE anterior vs actual	
MAPE promedio anterior	MAPE con nueva herramienta promedio
46,7%	28%
-363%	-33%

Cabe resaltar que los datos reales están influenciados por muchos factores como faltante de productos, promociones, retiro de productos de mercado, etc. La contraparte entiende que un pronóstico nunca va a ser perfecto, y que el criterio experto es necesario para determinar cuál es la compra final que se va a realizar para un SKU en específico. Por

ejemplo, hay artículos que tenían venta cero durante un año y de repente hay una venta de cientos en un mes, para pasar luego a cero en varios periodos, en estas situaciones en que se calcula a 4 meses plazo, el error va a resultar alto, el pronóstico no entiende perfectamente cuál es la anomalía de ese mes.

Por otro lado, se calcula el *Tracking Signal* del pronóstico para determinar si hay sesgo o no. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$TS = \frac{\Sigma(\alpha_t - f_t)}{MAD}$$

$$MAD = \frac{\Sigma|\alpha_t - f_t|}{n}$$

Donde:

$\alpha_t$  es el valor real.

$f_t$  es el valor pronosticado.

MAD es la Desviación Media Absoluta (*Mean Absolute Deviation*).

TS: *Tracking Signal*.

Los resultados son que el TS corresponde a 2,85. Lo que significa que no hay sesgo, pero debido a que el número es positivo, hay una previsión insuficiente, es decir, se pronostica menos cantidad en promedio.

Por esta razón se incluye en la herramienta la opción de pedir más o menos cantidad de cualquier artículo para calcular el DRP. También se recomienda filtrar los datos finales en el Excel para resaltar artículos con MAPE muy alto o bajo y ver directamente por qué se comporta de esa manera y poder tomar decisiones.

En cuanto al dinero ahorrado esperado por ventas perdidas, se presenta a continuación:

*Tabla 38 Dinero no percibido por ventas perdidas*

Dinero no percibido por ventas perdidas		
Dinero no percibido anual con metodología anterior	Dinero no percibido anual con metodología actual	Diferencia
80 millones de colones	7,3 millones de colones	72,7 millones de colones

Se espera que se dejen de perder 72,7 millones de colones al año por falta de SKUs en las farmacias del Hospital Metropolitano, al abastecerse más las farmacias con lo que se necesita realmente, se generarán más ventas, y esto también conlleva otros aspectos positivos como retención de clientes, mayor calidad de servicio brindado, y que la

competencia no perciba ese dinero cuando los clientes buscan otra opción al haber falta de artículos en las farmacias La Botífica.

#### 4.2.1.2. BPMN

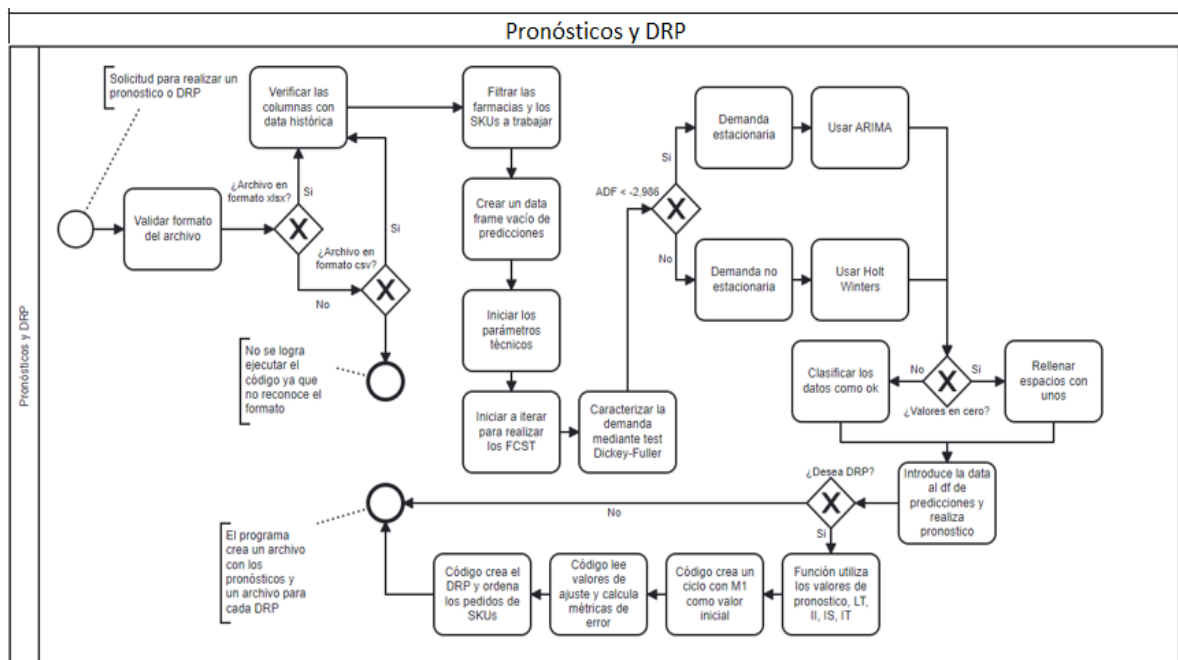
Entre una de las principales recomendaciones se tiene la elaboración de un BPMN (*Business Process Model and Notation*) para que cualquier persona ajena al proyecto pueda entender, modificar, mejorar o implementar la herramienta, esto ya que las personas que tienen conocimiento de cómo se utiliza y cómo funciona pueden salir de la organización en algún momento. También si en cualquier punto el equipo informático quiere pasar la funcionalidad de la herramienta a algún sistema con mayor grado de programación este diagrama facilitaría ese proceso.

El BPMN utiliza un lenguaje modelado de uso internacional (diferentes imágenes y símbolos estándar) y es usado para una representación gráfica de los flujos de trabajo y sus interacciones entre sí (GBTEC Software AG, 2022).

A continuación se muestra un gráfico de BPMN general para el proyecto, en el cual se ven las interacciones principales de la herramienta y da una visión general pero clara de la misma, sin embargo se recomienda la elaboración de un diagrama más detallado para tomar en consideración hasta los elementos más pequeños de la herramienta, para facilitar este proceso el equipo de trabajo dejó comentarios en todo el código programado y de esta manera se sabe que realiza cada línea de código.

A continuación se muestra el gráfico:

Figura 17 BPMN de herramienta



## 4.2.2. Modelo de distribución

### 4.2.2.1. *Diseño de rutas*

Como primer paso para la validación del nuevo modelo de distribución se realizan dos diferentes formularios (Anexo 4) los cuales fueron llenados por el personal encargado de la realización las rutas de distribución.

El primero de ellos se realiza en la ruta actual y consiste en llenar la información de un punto a otro durante toda la ruta, donde se solicitó la fecha en que se realizó la entrega, el número de ruta, el punto de partida, punto de llegada, kilómetros recorridos y hora de llegada entre cada punto.

El segundo de ellos consiste en el llenado de la misma información pero para la ruta propuesta por el grupo de trabajo, todo esto para la corroboración de una manera cuantitativa las distancias que se recorren en cada ruta las cuales fueron calculadas en la etapa de diseño con la ayuda de Google Maps y la comparación entre los resultados dan más de un 96% de exactitud.

Para este estudio, se utiliza la siguiente fórmula de la cual se obtiene el tamaño de muestra necesario.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha/2}^2}{Z_{\alpha/2}^2 + 4 * N * e^2}$$

Donde:

$$N = 30$$

$$Z_{\alpha/2} = 1.96 \text{ para un nivel de confianza del } 95\%$$

$$e = 5\% \text{ de margen de error}$$

Por lo tanto, el número de muestras  $n$  que hay que hacer es 27,83. A continuación, se muestra un extracto de las 63 mediciones realizadas, por lo que se cubre más que el tamaño de muestra requerido. Este estudio se realizó durante un mes, tomando las muestras a diferentes horas del día para ajustar a varios proveedores. Debido a que ellos llegan a ciertas horas en específico, se debe ajustar las horas de muestreo a los mismos horarios.

Tabla 39. Toma de mediciones sobre las rutas actuales

Mediciones de las rutas actuales					
Fecha	Ruta	Punto partida	Punto de llegada	Kilómetros	Hora llegada
22/3/2022	1	CEDI	Lindora	10	08:15
22/3/2022	1	Lindora	Av Escazú	8,5	10:05
22/3/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	9,5	11:30
22/3/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	5	12:55
22/3/2022	1	Calle blancos	Lincoln	5,5	14:05
22/3/2022	1	Lincoln	CEDI	11	15:30
23/3/2022	3	CEDI	Torre medica	6	08:05
23/3/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	10:15
23/3/2022	3	Urgencias SJ	CEDI	7	14:00
25/3/2022	1	CEDI	Lindora	11	08:02
25/3/2022	1	Lindora	Av Escazú	8,5	10:15
25/3/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	9,5	11:35
25/3/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	6	13:00
25/3/2022	1	Calle blancos	Lincoln	6	14:05
25/3/2022	1	Lincoln	CEDI	10	15:45
29/3/2022	1	CEDI	Lindora	10,5	08:00
29/3/2022	1	Lindora	Av Escazú	9	10:30
29/3/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	9,6	11:30
29/3/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	6	13:10
29/3/2022	1	Calle blancos	Lincoln	6,1	14:55
29/3/2022	1	Lincoln	CEDI	11	16:02
30/3/2022	3	CEDI	Torre medica	10	07:45
30/3/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	09:30
30/3/2022	3	Urgencias SJ	CEDI	7	13:05

Del muestro anterior se realiza el análisis correspondiente de las rutas actuales se obtiene que para la Ruta 1 el promedio de la distancia que se recorre es de 51,9 km y para la Ruta 3 es de 14,2 km como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 40. Kilómetros totales para cada ruta actual

Km por ruta actual	
Ruta actual	Km
1	51,9
3	14,2

Con respecto a las rutas propuestas por el grupo de trabajo se realiza una prueba piloto de dos semanas coordinado con la contraparte y se validó la efectividad del modelo de rutas

planteado, de nuevo se utiliza un muestro estadístico con un  $n = 27,83$ , del cual se obtiene un lote total de 36 mediciones de las cuales se muestra un extracto a continuación.

Tabla 41. Toma de mediciones sobre las rutas propuestas

Rutas propuestas					
Fecha	Ruta	Punto partida	Punto de llegada	Kilómetros	Hora llegada
2/5/2022	1	CEDI	Lindora	9,5	07:30
2/5/2022	1	Lindora	Av Escazú	7	09:45
2/5/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	9	11:30
2/5/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	3	14:25
2/5/2022	1	Calle blancos	CEDI	4	14:20
3/5/2022	3	CEDI	Torre medica	2	07:50
3/5/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	09:00
3/5/2022	3	Urgencias SJ	Lincoln	7	11:00
3/5/2022	3	Lincoln	CEDI	5,5	13:45
5/5/2022	1	CEDI	Lindora	10	07:45
5/5/2022	1	Lindora	Av Escazú	6	09:30
5/5/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	8	11:45
5/5/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	3	14:00
5/5/2022	1	Calle blancos	CEDI	3,2	14:50
6/5/2022	3	CEDI	Torre medica	2,5	07:20
6/5/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	09:30
6/5/2022	3	Urgencias SJ	Lincoln	7	11:25
6/5/2022	3	Lincoln	CEDI	7	14:12

Del muestro anterior se realiza el análisis correspondiente de las rutas propuestas y se obtiene que para la Ruta 1 el promedio de la distancia que se recorre es de 31,2 km y para la Ruta 3 es de 15,8 km como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 42. Kilómetros totales para cada ruta propuesta

Km por ruta propuesta	
Ruta	Km
1	31,2
3	15,8

Se comparan los resultados de ambos muestreos se obtiene que para la Ruta 1 hay una disminución de 20,7 km por cada entrega, con respecto a la ruta 3 hay un aumento de 1,7 km por entrega sin embargo la disminución en la Ruta 1 compensa este aumento, como se observa de mejor manera en el siguiente cuadro resumen:

Tabla 43. Resumen km totales para cada escenario

Km totales por ruta				
Ruta	Ruta actual	Ruta propuesta	Diferencia ruta	Diferencia semana
1	51,9	31,2	20,7	41,4
3	14,1	15,8	-1,7	-3,4
<b>Total:</b>	<b>64,2</b>	<b>46,4</b>	<b>19</b>	<b>38</b>

Se realizan los cálculos según la cantidad de entregas mensuales por parte de CEDI a farmacias se obtiene que hay una disminución de 163,4 km al mes, que con el precio actual del combustible utilizado se traduce a un ahorro de ₡12 815 356.

También se aprovecha el muestro anterior para la validación de la exactitud en los horarios de entrega de parte del CEDI a farmacias los cuales fueron realizado en conjunto con la contraparte y tomando en cuenta su criterio experto.

Se realiza una verificación de las horas de llegadas de cada entrega a su farmacia destino según la Tabla 38 se obtiene que el porcentaje de cumplimiento de las entregas es de un 91,7% sin embargo este porcentaje está influido por dos entregas tardías por motivos de cambio de ruta realizados por la empresa lo que quiere decir que no se deben de tomar en cuenta por lo tanto deja como resultado un cumplimiento real del 97%, como se puede observar enseguida.

Tabla 44. Porcentaje de cumplimiento en las entregas en el horario sugerido

Cumplimiento de llegadas a tiempo en horario sugerido			
Total entregas a tiempo	Total entregas tardías	% de cumplimiento	% de cumplimiento real
33	3	91,7%	97%

#### 4.2.2.2. Propuesta del modelo de transporte con las rutas actuales

Actualmente como ya se ha mencionado en otros apartados, HM utiliza un camión propio que realiza las entregas a las farmacias, el cual al consultar con la contraparte no tienen la disponibilidad ni presupuesto para cambiarlo actualmente sin embargo de igual manera se realizó un estudio de capacidades y de distribución con diferentes medios de transporte (camión actual, camión menor toneladas, motocicleta), donde se evaluaron los beneficios que puede conllevar adoptar alguno de ellos en el caso que satisfaga las necesidades de transporte y reduzca los costos asociados.

Los gastos con el camión actual son de ₡3 894 350 mensuales que se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 45. Cálculos de gastos por gasolina en camión de 2 t en ruta actual

Cálculo de gastos por gasolina (camión 2 toneladas)				
Sede	Ruta	Km totales	Litros semanales	Costo semanal
Av. Segunda	1	51,9	183	₡389 525
Calle Blancos				
Lincoln Plaza				
Av. Escazú				
Lindora				
Liberia	2	752,2	2654*	₡350 000
Cabo Velas				
Quepos				
Torre Médica	3	14,2	50	₡159 863
San José				
<b>Total semanal</b>				₡899 388
<b>Total mensual</b>				₡3 894 350

La Ruta 2 que contiene las sedes rurales tiene un total de 2654 km sin embargo como se tercerizan las entregas en promedio se gastan ₡350 000 colones semanales entre las tres.

Se calcula la depreciación del camión actual durante su vida útil y tomando en cuenta el mantenimiento, salarios, gasolina, entre otros se obtiene que el total de gastos anuales asciende a ₡71 482 200. En el siguiente cuadro se puede observar cada uno de ellos detalladamente:

Tabla 46. Total de gastos mensuales y anuales para la ruta actual

Total de gastos mensuales y anuales para la ruta actual		
Gastos	Monto en colones mensual	Monto en colones anual
Gasolina	₡3 894 350	₡46 732 200
Salario	₡395 000	₡4 740 000
Mantenimiento	₡130 000	₡1 560 000
Inventario	₡229 167	₡2 750 000
Depreciación	₡770 833	₡9 250 000
Extras	₡329 167	₡3 950 000
Otros	₡208 333	₡2 500 000
<b>Total</b>	<b>₡5 956 850</b>	<b>₡71 482 200</b>



Se hace el mismo análisis pero con medios de transporte diferente para las rutas utilizadas actualmente (Anexo 5) y se obtiene como resultado la siguiente tabla resumen donde se observa el ahorro que se obtiene al emplear alguno de estos métodos de transporte:

Tabla 47. Gastos mensuales y anuales en cada escenario para la ruta actual

Resumen gastos por distribución con rutas actuales		
Medio de transporte	Capacidad	Gastos anuales
Camión (2T)	35,1%	₡71 482 200
Camión (1T)	70,2%	₡44 380 466
Motocicleta	386%	₡34 967 116

Según la información analizada el mejor método de transporte sería que se utilice un camión de 1 tonelada ya que este si cumpliría con la capacidad requerida que satisface las entregas y dejaría un margen para un eventual aumento en el volumen de entregas, además se ahorraría un total de ₡27 101 734 en comparación con el camión actual, ambos escenarios con las rutas actuales.

#### 4.2.2.3. Propuesta para el modelo de transporte con rutas propuestas

Se hace el mismo análisis del apartado anterior sobre los tres métodos de transporte diferentes pero en este caso con las rutas propuestas por el grupo de trabajo lo cual da un ahorro aún mayor.

Con el cambio en las rutas propuestas se obtiene un ahorro de ₡12 815 356 en comparación con las rutas actuales utilizando el mismo camión que se tiene disponible en este momento, a continuación se observa la distribución de gastos por ruta (nuevas) con el camión disponible.

Tabla 48. Cálculos de gastos por gasolina en camión de 2 t en ruta propuesta

Cálculo de gastos por gasolina (camión 2 t)				
Sede	Ruta	Km totales	Litros semanales	Costo semanal
Lindora	1	31,2	110	₡234 165
Av. Escazú				
Av. 2da				
Calle Blancos				
Liberia	2	752,2	2657	₡300 000
Cabo Velas				
Quepos				
Torre Médica	3	15,8	56	₡118 584
San José				

Cálculo de gastos por gasolina (camión 2 t)				
Sede	Ruta	Km totales	Litros semanales	Costo semanal
Lincoln				
<b>Total semanal</b>				₡652 749
<b>Total mensual</b>				₡2 826 404

Se calculan todos los gastos para este escenario, los cuales suman un total de ₡58 666 844 anuales.

Tabla 49. Total de gastos mensuales y anuales para la ruta propuesta

Total de gastos mensuales y anuales para la ruta propuesta		
Costos	Monto en colones mensual	Monto en colones anual
Gasolina	₡2 826 404	₡33 916 844
Salario	₡395 000	₡4 740 000
Mantenimiento	₡130 000	₡1 560 000
Inventario	₡229 167	₡2 750 000
Depreciación	₡770 833	₡9 250 000
Extras	₡329 167	₡3 950 000
Otros	₡166 667	₡2 500 000
<b>Total</b>		<b>₡58 666 844</b>

De igual manera se realiza el análisis para los restantes medios de transporte propuestos (Anexo 4) y se observa que se obtendría ahorros económicos en cada uno de ellos, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 50. Gastos mensuales y anuales en cada escenario para la ruta propuesta

Resumen gastos por distribución con rutas actuales		
Medio de transporte	Capacidad	Gastos anuales
Camión (2T)	35,1%	₡58 666 844
Camión (1T)	70,2%	₡37 721 106
Motocicleta	386%	₡31 353 776

De nuevo la opción que más se adecua a las necesidades actuales del CEDI es la segunda (camión de 1 tonelada) que al complementarla con las rutas propuestas daría como resultado un ahorro de ₡6 659 360 en comparación con el mismo escenario pero utilizando las rutas actuales.

Se realiza una comparación entre el método utilizado actualmente (camión de 2 toneladas con ruta actual) contra el escenario ideal (camión 1 tonelada con rutas propuestas) se evidencia que habría ahorros de hasta ₡33 761 094 lo que mejoraría el modelo de transporte utilizado y deja mayor rentabilidad. Para la visualización de las propuestas de una mejor manera se realiza la siguiente tabla comparativa de todos los escenarios planteados.

Tabla 51. Resumen de gastos de distribución para cada escenario

Resumen gastos por distribución con rutas actuales					
Medio de transporte	Capacidad	Gastos anuales ruta actual	Gastos anuales ruta propuesta	Diferencia	Diferencia actual vs óptima
Camión (2 t)	35%	₡71 482 200	₡58 666 844	₡12 815 356	₡33 761 094
Camión (1 t)	70%	₡44 380 466	₡37 721 106	₡6 659 360	
Motocicleta	386%	₡34 967 116	₡31 353 776	₡3 613 340	

Por lo tanto se toma en cuenta la capacidad con un factor principal se tiene que la mejor opción sería la adquisición de un camión de 1 tonelada el cual dejaría beneficios en cualquiera de los dos escenarios planeados (rutas actuales y rutas propuestas) y además se pagaría en aproximadamente un año.

Además es importante la consideración de que el camión actual le quedan un total de cinco años de vida útil, por lo que se deben tener planteados escenarios para un eventual cambio.

#### 4.2.3. Evaluación de la mejora en el indicador de éxito de *Fill Rate* a partir de la implementación del procedimiento general para el control y administración del inventario

La cuantificación del impacto del procedimiento general de Control y Administración del inventario se realiza la puesta en marcha de ejecución de este en los diferentes conteos del CEDI de farmacias. Inicialmente se definen los recursos a emplear, las frecuencias y responsables de realización, así como el replanteo de las metas y puntos a prestar especial atención.

La ejecución de la medición de la exactitud del inventario tenía resultados de 70% en el empate entre el inventario en sistema y el inventario físico, además que no el registro de los hallazgos llevaba a que no se implementaran planes de acción sobre estos e hiciera que el resultado no cambie.

A partir de la puesta en marcha de la tarea 4 del procedimiento general “Replantear metas internas y proyectos” se encuentra con el orden en el desarrollo de los conteos cíclicos sumado a la motivación del personal por velar el cumplimiento en los resultados. Algunos de los planes e ideas de iniciativa para la puesta en marcha de esta tarea fueron:

- a. Asignación de responsables de ejecución: No se contaba con responsables por lo que no se tenía sentido de pertenencia y responsabilidad con el proceso.
- b. Asignación de responsables de aprobación: El responsable de ejecución tendrá un aprobador que fiscalice y valide los resultados y hallazgos encontrados.
- c. Aplicación de herramientas de mejora continua: Se capacita y facilitan herramientas de detección de causas tales como RCFA, 5 Porques, AMEF, entre otras donde los colaboradores pueden apoyarse para sus responsabilidades.
- d. Equipos de trabajo para solución: A partir de la priorización de los hallazgos se establecen grupos de seguimiento y cierre de acciones sobre los hallazgos.
- e. Valoración incentivos: Se premia a los equipos con mejores resultados y proyectos de mejora sobresaliente lo que motiva a la mejora interna.
- f. Visibilidad a la alta gerencia: Se emplea como un indicador de desempeño la exactitud del inventario para medición del rendimiento de las labores.

Una vez comunicadas las iniciativas y capacitado el personal en las instrucciones que componen el procedimiento general de Control y administración del inventario, se procede con la toma de una muestra de combinaciones producto-farmacia utilizando la siguiente fórmula de la cual se obtiene el tamaño de muestra necesario.

$$n = \frac{N * Z_{\alpha/2}^2}{Z_{\alpha/2}^2 + 4 * N * e^2}$$

Donde:

$$N = 30$$

$$Z_{\alpha/2} = 1.96 \text{ para un nivel de confianza del 95\%}$$

$$e = 5\% \text{ de margen de error}$$

Éste mismo método de toma de muestra es utilizado para las siguientes mediciones de *Fill Rate* presentadas en adelante.

El formulario utilizado junto con los hallazgos obtenidos se presenta a continuación:

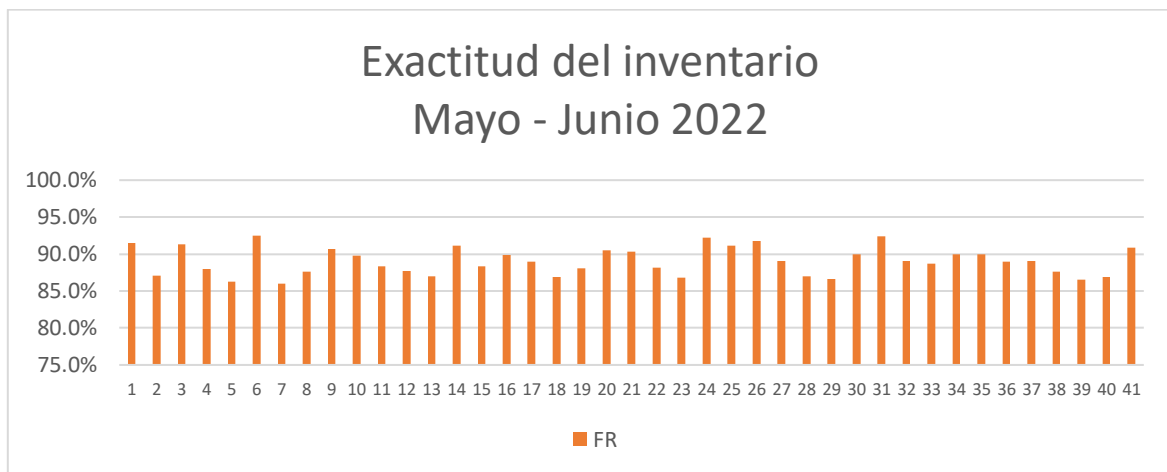
Tabla 52. Resultados primer conteo cíclico utilizando el procedimiento general

#	Fecha a realizar conteo	Cod. Artículo	Artículo	Conteo Físico	Existencias SAP	Diferencia	Hora	Responsable	Aprobado
1	18/5/2022	MED-05448	5 HTP 200mg Tr GNC x 30 tabs - CP	200	200	0	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
2	18/5/2022	MED-04114	Ab Colic D Niños Suspensión	92	102	10	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
3	18/5/2022	MED-04125	Ab Colic Gotas Pediátricas 8 mL.	39	45	6	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
4	18/5/2022	MED-03555	Abintra polvo x 27g - CP	11	22	11	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
5	18/5/2022	MED-05124	AB-Life x 30 caps	392	392	0	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
6	18/5/2022	MED-00003	Abrilar Efervescentes 65mg X 10 tabs - NC	423	446	23	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
7	18/5/2022	MED-00004	Abrilar Jarabe X 100mL	333	333	0	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
8	18/5/2022	MED-03173	Absoclear Super Absorbente Parche 10 X 10 cm (250182)	19	42	23	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
9	18/5/2022	MED-00009	Aceite Castor Lacofa 60mL	54	78	24	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
10	18/5/2022	MED-04834	Aceite de Almendras Malick 120mL	65	89	24	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
11	18/5/2022	MED-05380	Aceite de Almendras Malick 65mL	76	87	11	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
12	18/5/2022	MED-04715	Aceite de Almendras Quiflo 60mL	12	12	0	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
13	18/5/2022	MED-05381	Aceite de Camibar Malick 65mL	101	160	59	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
14	18/5/2022	MED-04363	Aceite de Hígado de Bacalao Lacofa 120ml.	23	34	11	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
15	18/5/2022	MED-05074	Aceite de Hígado de Bacalao Lacofa 240ml.	221	221	0	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
16	18/5/2022	MED-00012	Aceite Mineral Chemo X 240mL	56	71	15	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
17	18/5/2022	MED-03090	Acepress 150mg X 14 tabs	200	230	30	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
18	18/5/2022	MED-05572	Acepress 300mg X 14 tabs	298	345	47	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
19	18/5/2022	MED-03451	Acetaminofen Genfar 500mg X 100 tabs - NC	120	140	20	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
20	18/5/2022	MED-04031	Acetaminofen Jarabe LS 150mg/5mL X 90 mL	23	54	31	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
21	18/5/2022	MED-03846	Acetaminofen LS 500mg X 100 tabs (Ud) - NC	10	10	0	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
22	18/5/2022	MED-04833	Acetaminofen Stein 500mg X 100 tabs (Ud)	85	134	49	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
23	18/5/2022	MED-00019	Acetato De Aluminio Chemo 2.2 G X 50 Sobres (Ud)	23	27	4	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
24	18/5/2022	MED-03674	Acetazolamida 250mg X 1 (CCSS)	78	79	1	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
25	18/5/2022	MED-05162	Aciclovir Calox 400mg X 30 tabs (Ud)	29	29	0	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
26	18/5/2022	MED-05163	Aciclovir Crema Calox 5% X 5g	345	346	1	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
27	18/5/2022	MED-00024	Aciclovir Crema Labial Lisan 5% X 5g - NC	490	499	9	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
28	18/5/2022	MED-05034	Aciclovir Crema Lacofa 5% X 15 G	23	43	20	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
29	18/5/2022	MED-00022	Aciclovir Crema Lisan 5% X 10 G	34	56	22	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén
30	18/5/2022	MED-00020	Aciclovir Lisan 400mg X 20 tabs (Ud) - NC	345	389	44	8:am - 2pm	Encargado de almacén	Jefe de almacén

De lo anterior, se obtiene un resultado 89,5% en la exactitud del inventario logrando pasar de un 28% de no empate a un 10,5%, es decir una recuperación de 17,5 puntos porcentuales.

La misma dinámica se repite para 41 ejecuciones más, bajo el mismo principio de guía del procedimiento general, en la ventana de tiempo del 18 de mayo del 2022 al 2 de junio del 2022, realizándose conteos diarios, lo que produce los resultados que se muestran a continuación:

Figura 18. Resultados de exactitud de inventario empleando el procedimiento general

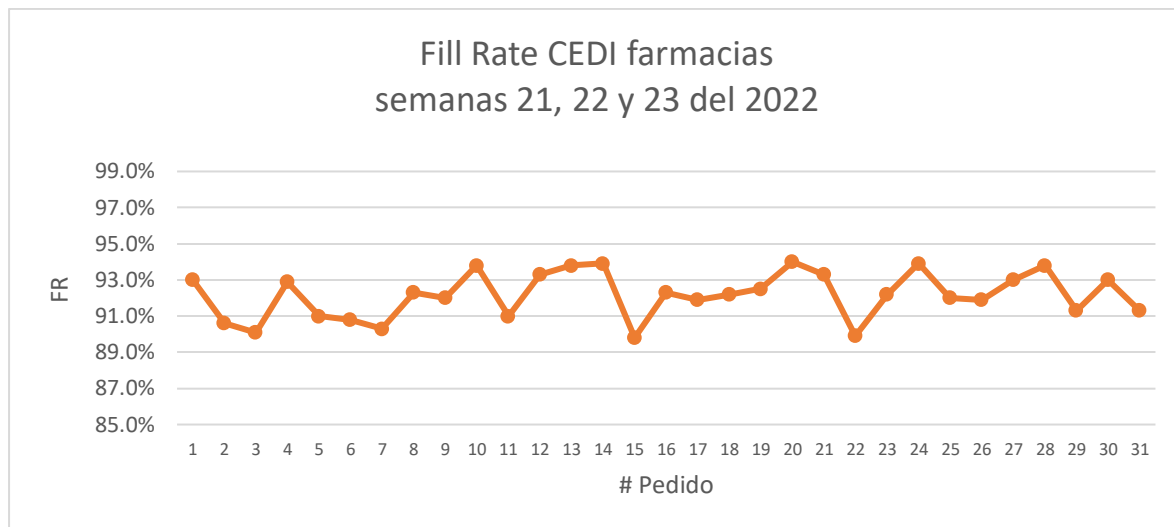


Oscilando entre 86% y 92,5% de exactitud del inventario las mediciones presentan un resultado de 89% de exactitud del inventario, superando por 17 puntos porcentuales los resultados descritos en la etapa de Diagnostico para este rubro. Lo anterior, permite:

- a. Conocimiento real de que está presente en tipo y cantidad en CEDI.
- b. Dar visibilidad más exacta de lo que se cuenta en físico en CEDI a las farmacias.
- c. Permite la formulación de los pedidos más acertados con respecto a cantidades y tipos al departamento de compras.
- d. Cumple con las entregas de acuerdo con lo requerido por el cliente.

Una vez que se la herramienta para el DRP y sumado a ello la información actualizada y controlada en sistema se procede con la solicitud de pedidos de farmacias y el alisto y despacho de estos para medir el impacto en el indicador de *Fill Rate* de ambas propuestas obteniendo los siguientes resultados:

Figura 19. Fill Rate farmacias semana 21 - 22



El cumplimiento de las entregas de los pedidos es de un 92,2% a partir de la visibilidad de la exactitud de inventario a las farmacias para la formulación de los pedidos permitiendo pedir con respecto a lo que realmente se tiene en físico en CEDI y la herramienta DRP caracterizando la demanda, pronosticando los pedidos y planificando los recursos de distribución.

El 92,2% significa una ganancia de 27 puntos porcentuales aproximadamente con respecto a la medición del *Fill Rate* en la etapa de diagnóstico (65%) con llevando así al impacto directo en mejoría del indicador de éxito del proyecto siendo el nivel de cumplimiento o *Fill Rate*.

### 4.3. Conclusiones de validación

Las siguientes conclusiones son resultantes de los principales hallazgos obtenidos en la etapa de validación:

- a. Primeramente, se determina mediante comprobación cuantificable que hay diferencia entre el proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos actual y el rediseño del proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos propuesto.
- b. La propuesta de la herramienta de DRP impacta el valor del MAPE, generando que las ventas de las farmacias del hospital metropolitano aumenten en 72,7 millones de colones anuales.
- c. La propuesta seleccionada para el modelo de distribución tiene un 97% de cumplimiento en las entregas y logra la reducción de 33 761 094 colones en los costos logísticos de distribución.
- d. El procedimiento general para control y administración del inventario logra recuperar 17 puntos porcentuales en la exactitud del inventario. Lo anterior, junto con la herramienta del DRP resultan en un 92,2% de *Fill Rate*, es decir 27% más que el estado actual.
- e. Con lo anterior se demuestra que los indicadores de éxito son impactados en positivo generando ahorros en costos logísticos y mayores ventas, por lo que el proyecto es considerado exitoso.

## Conclusiones del proyecto

- a. Rediseñando el proceso de solicitud, preparación y entrega de pedidos e implementando las herramientas sugeridas, se da una mejora en los siguientes indicadores: *Fill Rate* (de 62,5% a 97,2%), Error de Pronóstico (de -363% a -23%) y Exactitud de Inventario (de 72% a 89%). Por lo que se concluye que las herramientas y metodologías utilizadas fueron exitosas para mejorar la disponibilidad de productos a los clientes, y reducir los costos logísticos asociados, haciendo más rentable la operación.
- b. El efecto en conjunto de estos indicadores implica un beneficio de 72 millones de colones y un ahorro de 34 millones de colones anuales para el Hospital Metropolitano, por lo que se puede concluir que la aplicación de las herramientas desarrolladas genera beneficios económicos significativos y cuantificables.
- c. A partir de la herramienta desarrollada y su flexibilidad, es posible trasladar su uso a otras áreas del hospital que poseen una dinámica similar de operación (por ejemplo laboratorios y clínicas dentales), lo anterior permite concluir que es posible ampliar el uso de dicha herramienta a otras necesidades que tenga la organización.



## Recomendaciones

- a. A razón de agregar valor en el presente proyecto, se recomienda la elaboración de un BPMN (Business Process Model and Notation) para mayor facilidad de manejo, entendimiento edición y mejora de la herramienta DRP.
- b. Adicional se recomienda evaluar la ampliación de este proyecto a los CEDIs de laboratorios y hospitales también parte del hospital metropolitano ya que se gestionan de manera similar al CEDI de farmacias acá contemplado y permitiría una base y guía para la mejora de la operación.

## Referencias bibliográficas

- 50 minutos. (2016). *La cadena de valor de Michael Porter: Identifique y optimice la ventaja competitiva*. 50Minutos.es,2016.
- Anaya, J. (2008). *Almacenes: Análisis, Diseño y Organización*. ESIC Editorial.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: administración de la cadena de suministro*. Pearson Educación, 2004.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2015). *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación*. Pearson.
- Correa, A. F., & Gómez, H. M. (2010). *Características del diseño de rutas de distribución de alimentos en el Valle de Aburrá*. Facultad de Ingeniería Universidad Antioquia.
- de Guevara, M. (2020). *Gestión de Inventarios*. Tutor Formación.
- EAE Business School. (2019). *EAE Business School. Retos en Supply Chain*. <https://Retos-Operaciones-Logistica.Eae.Es/Indicadores-de-Gestion-La-Importancia-de-Contar-Con-Ellos/>.
- Equipo Editorial. (2020). *Planificación logística*. Editorial Elearning, S.L.
- Escudero, R. E. S. (2021). *Logística 2100: Gestión y operaciones en la cadena de suministro*. Ediciones de la U.
- Flamarique, S. (2019). *Manual de gestion de almacenes*. Marge Books.  
<https://elibro.net/es/lc/sibdi/titulos/111434>
- Frazelle, E. H. (2017). *Supply Chain Strategy, Second Edition: Unleash the Power of Business Integration to Maximize Financial, Service, and Operations Performance*. Business & Economics.
- Fundamentals of Scenario Planning. (2008). In *The Future of Logistics: Scenarios for 2025* (pp. 69–87). Gabler. [https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9764-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-8349-9764-7_4)
- GBTEC Software AG. (2022). *BPMN - El estándar para el Modelado de Procesos de Negocios*.  
<https://Www.Gbtec.Com/Es/Recursos/Bpmn/#:~:Text=Business%20Process%20Model%20and%20Notation,Y%20sus%20interacciones%20entre%20s%C3%AD>.
- González, M. J. S. (2018). *Optimización de la cadena logística. COMLO210*. IC Editorial.
- Hospital Metropolitano. (2021). *Hospital Metropolitano*. <https://Www.Metropolitanocr.Com/>.
- Hunter, J., Darren, D., Firing, E., Droettboom, M., & Matplotlib Development team. (2002). *Tutorials*.  
<https://matplotlib.org/stable/tutorials/introductory/usage.html#sphx-glr-tutorials-introductory-usage-py>
- Jiménez, M. Á. P. (2018). *Diseño y organización del almacén*. IC Editorial.

- Kress, M. (2016). Structure, Terminology, and Analytic Tools. In *Operational Logistics: The Art and Science of Sustaining Military Operations* (pp. 15–31). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-22674-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-22674-3_2)
- Meana, C., & Pedro, P. (2017). *Gestión de Inventarios*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- Noega Systems. (2020). *Noega Systems. Soluciones de Almacenaje*.  
<https://Www.Noegasystems.Com/Blog/Logistica/Preparacion-de-Pedidos-Picking>.
- NumPy org. (n.d.). *NumPy: the absolute basics for beginners*. Retrieved April 30, 2022, from  
[https://numpy.org/devdocs/user/absolute\\_beginners.html](https://numpy.org/devdocs/user/absolute_beginners.html)
- Pandas. (n.d.). *10 Minutes to Pandas*. Retrieved April 30, 2022, from  
[https://pandas.pydata.org/docs/user\\_guide/10min.html#min](https://pandas.pydata.org/docs/user_guide/10min.html#min)
- Pedregosa, F., Gramfort, V., Gramfort, A., Vincent, M., Grisel, O., & Prettenhofer, P. (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825–2830.  
<http://jmlr.org/papers/v12/pedregosa11a.html>
- Perktold, J., Seabold, S., Taylor, J., & statsmodels-developers. (2022a).  
*statsmodels.tsa.arima.model.ARIMA*.  
<https://www.statsmodels.org/devel/generated/statsmodels.tsa.arima.model.ARIMA.html>
- Perktold, J., Seabold, S., Taylor, J., & statsmodels-developers. (2022b, May 1).  
*statsmodels.tsa.stattools.adfuller*. <https://www.statsmodels.org/dev/index.html>
- Polypal Storage Systems. (2013). *La logística farmacéutica y los desafíos de la distribución del medicamento*. <https://Www.Polypal.Com/Blog/La-Logistica-Farmaceutica-y-Los-Desafios-de-La-Distribucion-Del-Medicamento>.
- Python Software Foundation. (2021, December 29). *Miscellaneous operating system interfaces*.  
<https://docs.python.org/3.6/library/os.html>
- Python Software Foundation. (2022a, March 1). *Basic date and time types*.  
<https://docs.python.org/3/library/datetime.html>
- Python Software Foundation. (2022b, April 26). *Python interface to Tcl/Tk*.  
<https://docs.python.org/3/library/tkinter.html>
- Python Software Foundation. (2022c, April 26). *Time access and conversions*.  
<https://docs.python.org/3/library/time.html>
- Routingmaps. (2022). *Investigate to Innovate*. <https://Www.Routingmaps.Com/Diseno-de-Rutas-de-Transporte-Logistica/>.
- Serrano, M. J. E. (2014). *Logística de almacenamiento*. Ediciones Paraninfo, S.A.

- Thomopoulos, N. T. (2016a). Forecasting. In *Elements of Manufacturing, Distribution and Logistics: Quantitative Methods for Planning and Control* (pp. 1–27). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-26862-0\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-26862-0_1)
- Thomopoulos, N. T. (2016b). Safety Stock. In *Elements of Manufacturing, Distribution and Logistics: Quantitative Methods for Planning and Control* (pp. 67–93). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-26862-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-26862-0_4)
- Vlajic Jelena V. and van der Vorst, J. G. A. J. and H. R. (2016). Framework for Designing Robust Supply Chains. In H. and P. A. and N. M. Pawar Kulwant S. and Rogers (Ed.), *Developments in Logistics and Supply Chain Management: Past, Present and Future* (pp. 13–26). Palgrave Macmillan UK.  
[https://doi.org/10.1057/9781137541253\\_2](https://doi.org/10.1057/9781137541253_2)
- W3Schools. (n.d.). *Python JSON*. Retrieved April 30, 2022, from  
[https://www.w3schools.com/python/python\\_json.asp](https://www.w3schools.com/python/python_json.asp)
- Weber Richard and Guajardo, J. (2008). Dynamic Data Mining for Improved Forecasting in Logistics and Supply Chain Management. In B. and H. H.-D. Kreowski Hans-Jörg and Scholz-Reiter (Ed.), *Dynamics in Logistics* (pp. 57–63). Springer Berlin Heidelberg.

## Abreviaturas y acrónimos

- a. Av: Avenida
- b. CEDI: Centro de Distribución.
- c. DOH: *Days On Hold*, Días de inventario.
- d. DRP *Distribution Resource Planning*, Planificación de los Recursos de Distribución
- e. EI: Exactitud del inventario.
- f. FR: *Fill Rate*, Nivel De servicio.
- g. HM: Hospital Metropolitano.
- h. JIT: *Just In Time*, Justo a tiempo.
- i. MAPE: *Mean Absolute Percentage Error*, Error porcentual absoluto medio.
- j. NDA: Nivel de Abasto.
- k. OTIF: *On Time In Full*, Pedidos a tiempo - pedidos completos.
- l. PDV: Punto de Venta.
- m. SAAT: Soporte Asistido Aéreo y Terrestre.
- n. SAP: *Systems, Applications, Products in Data Processing*, Sistemas, aplicaciones, productos en procesamiento de datos.
- o. SKU: *Stock Keeping Unit*, Unidad de mantenimiento de stock.
- p. SLA: *Service Level Agreement*, Acuerdo de nivel de servicio
- q. WIP: *Work In Process*, Trabajo en proceso.
- r. BPMN: *Business Process Model and Notation*, Modelo de proceso de negocio y notación.

## Anexos

### ANEXO 1. Procedimiento general control y administración del inventario

Propósito y alcance

*Tabla. 53 Propósito y alcance*

<b>Propósito y alcance</b>	
<b>Propósito</b>	<b>Alcance</b>
Administrar y controlar el inventario de las Farmacias del Hospital Metropolitano de una manera planificada y eficaz con un enfoque a riesgos y basado en procesos con el fin de mitigar el desfase entre los inventarios físicos e inventarios en sistema	Aplica para todas las farmacias del Hospital Metropolitano

Tabla 54 Contenido del procedimiento general

1 Planificar el control y administración del inventario				
N°	Instrucción	Criterios / referencias	Responsable	Información documentada
1.1	Establecer metas de control	<p>Criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deben establecer las metas a seguir en los conteos de control de inventario y anotarlas en el plan control de inventarios Farmacias</li> <li>• Las metas se establecen en reuniones grupales y según requerimientos estratégicos e históricos obtenidos</li> <li>• Las metas deben ser siempre buscando el empate entre el inventario físico y el inventario en sistema</li> </ul>	<p>Gerencia logística</p> <p>Jefe de Almacenes</p>	Plan control de inventarios Farmacias
1.2	Determinar recursos para ejecución	<p>Criterios</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se identifican y disponen los recursos necesarios para ejecución del plan de control: Equipo, Colaboradores, Materiales y tiempos</li> <li>• Se anotan los recursos a emplear en el plan control de inventarios Farmacias</li> </ul>	<p>Gerencia logística</p> <p>Jefe de Almacenes</p>	Plan control de inventarios Farmacias

<b>1</b>	Planificar el control y administración del inventario			
<b>N°</b>	<b>Instrucción</b>	<b>Criterios / referencias</b>	<b>Responsable</b>	<b>Información documentada</b>
1.3	Agendar fechas de ejecución	<p>Criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se establecen las fechas en las cuales se ejecutará en plan de control</li> <li>• Las fechas deben ser anotadas en el Plan control de inventarios Farmacias</li> </ul>	<p>Gerencia logística</p> <p>Jefe de Almacenes</p>	Plan control de inventarios Farmacias
1.4	Desarrollar lista de conteo de SKUs	<p>Criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se seleccionan los SKUs según y se asignan a las fechas de ejecución previamente establecidas</li> <li>• La lista se desarrolla de modo que todos los SKUs existentes estén contemplados al menos una vez anual</li> <li>• Se estima que se deben contar 60 líneas en frecuencia semanal</li> </ul>	<p>Gerencia logística</p> <p>Jefe de Almacenes</p>	Plan control de inventarios Farmacias



<b>1</b>	Planificar el control y administración del inventario			
<b>N°</b>	<b>Instrucción</b>	<b>Criterios / referencias</b>	<b>Responsable</b>	<b>Información documentada</b>
1.5	Comunicar el plan de control	<p>Criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El Plan control de inventarios Farmacias debe ser comunicado en correos electrónicos y reuniones</li> <li>En los casos que sea necesario se debe capacitar al personal que lo requiera en cuanto a comprensión y ejecución del plan</li> </ul> <p>Referencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan control de inventarios Farmacias</li> </ul>	Gerencia logística Jefe de Almacenes	N/A

*Tabla 55 Información para efectuar el control de inventario*

<b>2</b>	Efectuar el control del inventario			
<b>N°</b>	<b>Instrucción</b>	<b>Criterios / referencias</b>	<b>Responsable</b>	<b>Información documentada</b>
2.1	El control es por:  Conteo operacional: 2.2  Conteo físico programado: 2.4  Conteo anual: 2.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>N/A</li> </ul>	N/A	N/A

2 Efectuar el control del inventario				
N°	Instrucción	Criterios / referencias	Responsable	Información documentada
2.2	Detectar diferencia de inventarios en operación diaria	<p>Criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Durante la operación diaria se detectan diferencias entre inventario físico e inventario en sistema</li> </ul>	Encargado de almacén	N/A
2.3	Realizar y registrar ajuste Ir a: 3	<p>Criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>El ajuste en sistema se realiza de manera inmediata y se registra</li> </ul>	Encargado de almacén	Plan control de inventarios Farmacias
2.4	Descargar lista de conteo	<p>Referencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan control de inventarios Farmacias</li> </ul>	Encargado de almacén	N/A
2.5	Realizar conteo en bodega ¿Existe anomalía? Si: 2.6 No: 2.7	<p>Criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se valida la información de la rotulación del material contra lo real en piso y la lista de conteo</li> </ul> <p>Referencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan control de inventarios Farmacias</li> </ul>	Encargado de almacén	N/A

2 Efectuar el control del inventario				
N°	Instrucción	Criterios / referencias	Responsable	Información documentada
2.6	Corregir diferencia y notificar	<p>Criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se corrige la diferencia a nivel de SAP</li> <li>• Se notifica el cambio al controlador de operaciones del departamento de planeación</li> </ul>	Encargado de almacén	N/A
2.7	Registrar conteo físico	<p>Referencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan control de inventarios Farmacias</li> </ul>	Encargado de almacén	Plan de control de inventario
2.8	Visitar farmacias para conteo anual	<p>Criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Una vez al año se visitará a cada una de las farmacias para realizar un conteo general</li> </ul> <p>Referencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plan control de inventarios Farmacias</li> </ul>	<p>Auditores internos</p> <p>Encargados de conteo</p> <p>Jefe de Almacenes</p>	N/A
2.9	Realizar conteo general	<p>Criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza un conteo del 100% del almacén de la farmacia correspondiente</li> </ul>	<p>Auditores internos</p> <p>Encargados de conteo</p> <p>Jefe de Almacenes</p>	Plan de control de inventario

Tabla 56 Procedimiento para determinar las causas de la diferencia

<b>3</b>	Determinar la causa de la diferencia			
<b>N°</b>	<b>Instrucción</b>	<b>Criterios / referencias</b>	<b>Responsable</b>	<b>Información documentada</b>
3.1	Identificar contexto de la causal	Criterios: <ul style="list-style-type: none"> <li>Se identifica responsable, proceso y almacén</li> </ul>	Encargado de almacén Jefe de Almacenes	Plan de control de inventario
3.2	Realizar análisis del 5 porqué	Criterios: <ul style="list-style-type: none"> <li>Se busca llegar a la causa raíz que propició la anomalía en inventario</li> </ul>	Encargado de almacén Jefe de Almacenes	Plan de control de inventario
3.3	Establecer contramedida	Criterios: <ul style="list-style-type: none"> <li>Además de la acción de corrección se determina el método de revisión de la eficacia, fecha de cierre y responsable</li> </ul>	Encargado de almacén Jefe de Almacenes	Plan de control de inventario

*Tabla 57 Procedimiento para replantear metas internas y de proyectos*

<b>4</b>	Replantear metas internas y proyectos			
<b>N°</b>	<b>Instrucción</b>	<b>Criterios / referencias</b>	<b>Responsable</b>	<b>Información documentada</b>
4.1	Realizar revisión general anual	Criterios: <ul style="list-style-type: none"> <li>Cuantificar y agrupar las causales registradas durante los conteos</li> </ul> Referencias: <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de control de inventario</li> </ul>	Jefe de almacenes Gerencia Logística	N/A

<b>4</b>	Replantear metas internas y proyectos			
<b>N°</b>	<b>Instrucción</b>	<b>Criterios / referencias</b>	<b>Responsable</b>	<b>Información documentada</b>
4.2	Estudiar comportamientos de causales	<p>Criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar las causas raíz de las anomalías para entender su comportamiento</li> </ul> <p>Referencias:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de control de inventario</li> </ul>	Jefe de almacenes Gerencia Logística	N/A
4.3	Determinar planes de acción para el control de inventario	<p>Criterios:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mediante reuniones grupales se deben establecer planes de acción que apoyen el control de inventarios y registrarse en el Plan de control de inventario</li> <li>Se establecen nuevas metas para el año</li> </ul>	Jefe de almacenes Gerencia Logística	Plan de control de inventario

# Flujograma

Figura 20 Flujograma para la parte de establecer metas de control

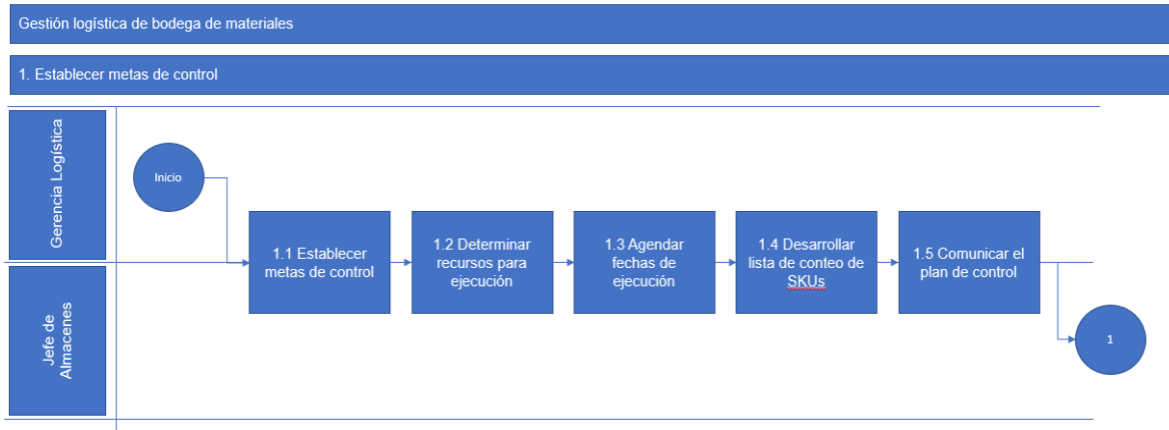
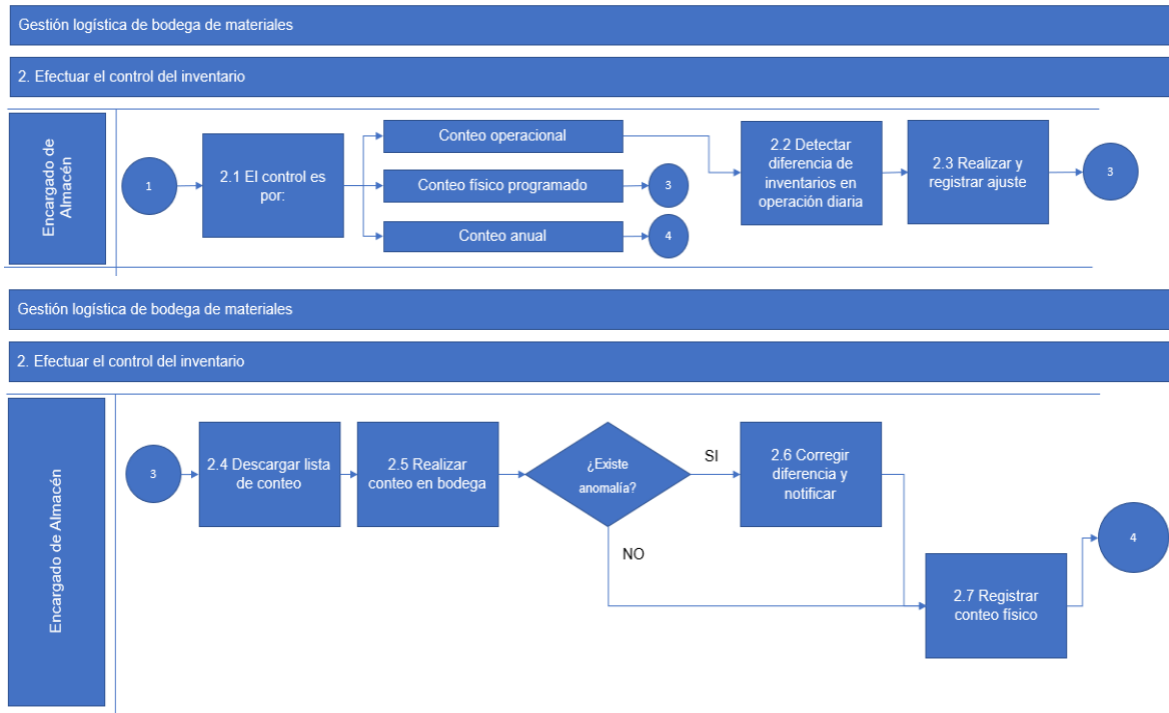


Figura 21 Flujograma para la parte de efectuar el control del inventario



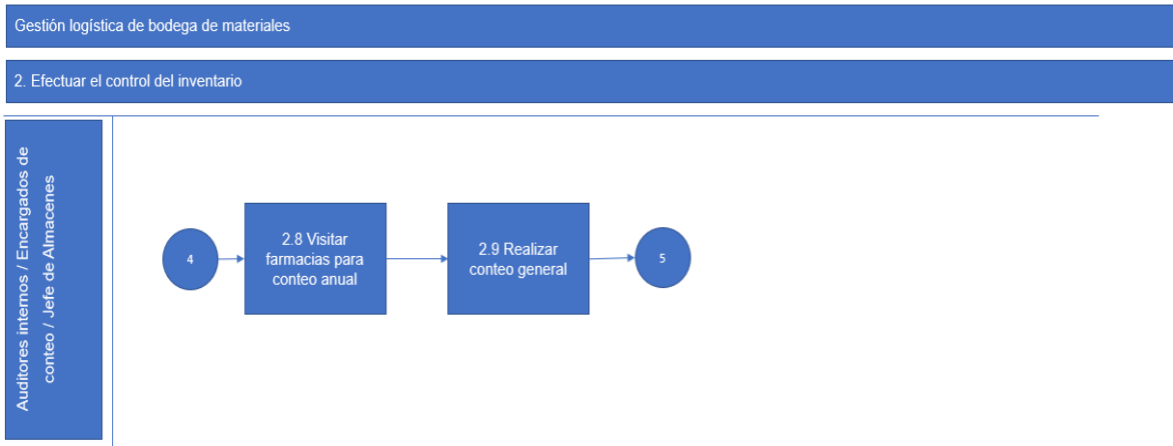


Figura 22 Flujograma para la parte de determinar la causa de la diferencia

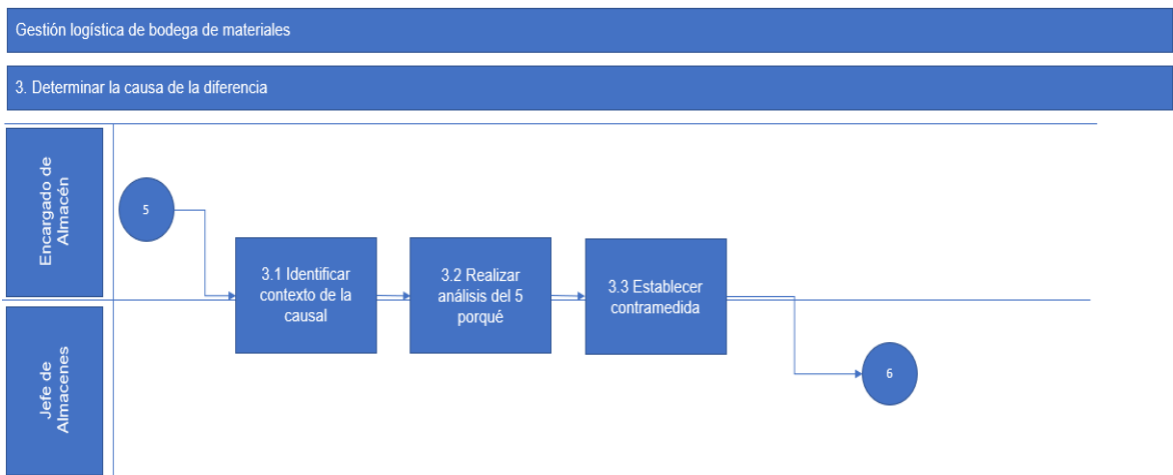
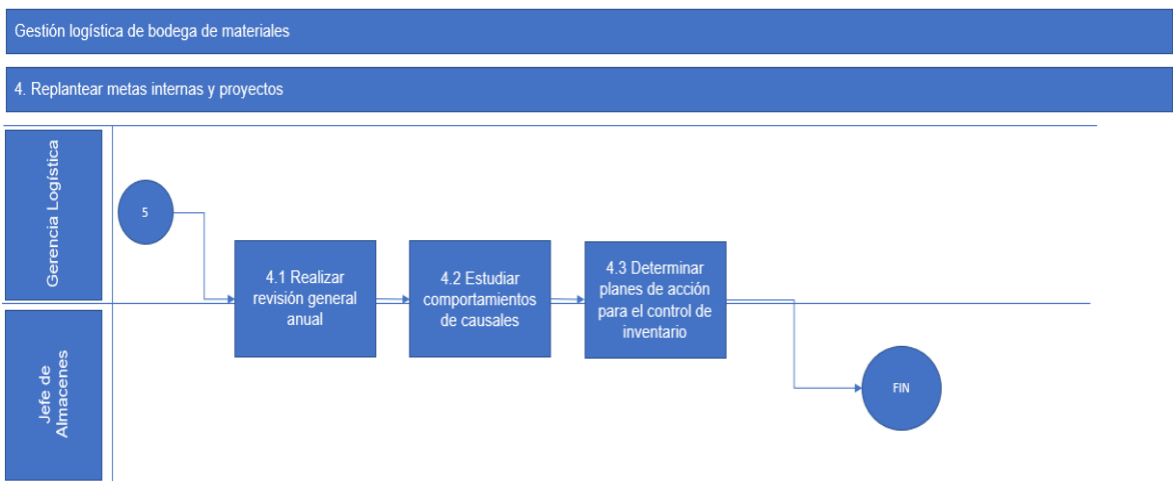


Figura 23 Flujograma para la parte de replantear metas internas y proyectos



## Matriz de responsabilidades

Tabla 58 Matriz de responsabilidades RACI

<b>R: Responsable</b>	<b>A: Aprobador</b>		<b>C: Consultado</b>	<b>I: Informado</b>
<b>Instrucciones</b>	Encargado de almacén	Jefe de almacenes	Gerencia Logística	Audidores internos
1. Planificar el control y administración del inventario				
1.1 Establecer metas de control		R / A	R / A	
1.2 Determinar recursos para ejecución		R / A	R / A	
1.3 Agendar fechas de ejecución		R / A	R / A	
1.4 Desarrollar lista de conteo de SKUs		R / A	R / A	
1.5 Comunicar el plan de control	C	R / A	R / A	I
2. Efectuar el control del inventario				
2.2 Detectar diferencia de inventarios en operación diaria	R			
2.3 Realizar y registrar ajuste	R	C		
2.4 Descargar lista de conteo	R			
2.5 Realizar conteo en bodega	R	C / A		
2.6 Corregir diferencia y notificar	R	C / A		



<b>R: Responsable</b>	<b>A: Aprobador</b>		<b>C: Consultado</b>	<b>I: Informado</b>
<b>Instrucciones</b>	<b>Encargado de almacén</b>	<b>Jefe de almacenes</b>	<b>Gerencia Logística</b>	<b>Audidores internos</b>
2.7 Registrar conteo físico	R	C / A		
2.8 Visitar farmacias para conteo anual		R	R	R
2.9 Realizar conteo general		R	R	R
<b>3. Determinar la causa de la diferencia</b>				
3.1 Identificar contexto de la causal	R	R / A		
3.2 Realizar análisis del 5 porqué	R	R / A		
3.3 Establecer contramedida	R	R / A		
<b>4. Replantear metas internas y proyectos</b>				
4.1 Realizar revisión general anual		R / A	R / A	
4.2 Estudiar comportamientos de causales		R / A	R / A	
4.3 Determinar planes de acción para el control de inventario		R / A	R / A	

#### Documentos Relacionados

- Plan de control de inventario

Control de la información documentada que hay que conservar (evidencia objetiva)

tabla 59 control de la información documentada

Código y/o nombre del registro	Responsable de su archivo	Modo de indización y archivo	Acceso autorizado	Tiempo de conservación
Plan de control de inventario	Encargado de Almacén Jefe de Almacenes	Digital en carpeta compartida en Dropbox	Encargado de Almacén Jefe de Almacenes Gerencia Logística Auditores internos	3 años

Cuadro de aprobaciones

Tabla 60 Cuadro de aprobaciones

Elaborado por		
Nombre	Puesto	Fecha
Tomás Núñez	Estudiante	1 / 4 /2022
Daniel Wattson	Estudiante	1 / 4 /2022
Josue Rojas	Estudiante	1 / 4 /2022
Revisado por		
Nombre	Puesto	Fecha
Mario Jara	Jefe Almacenes	
Aprobado por		
Nombre	Puesto	Fecha
Mario Jara	Jefe Almacenes	

Bitácora de versiones

Tabla 61 Bitácora de versiones

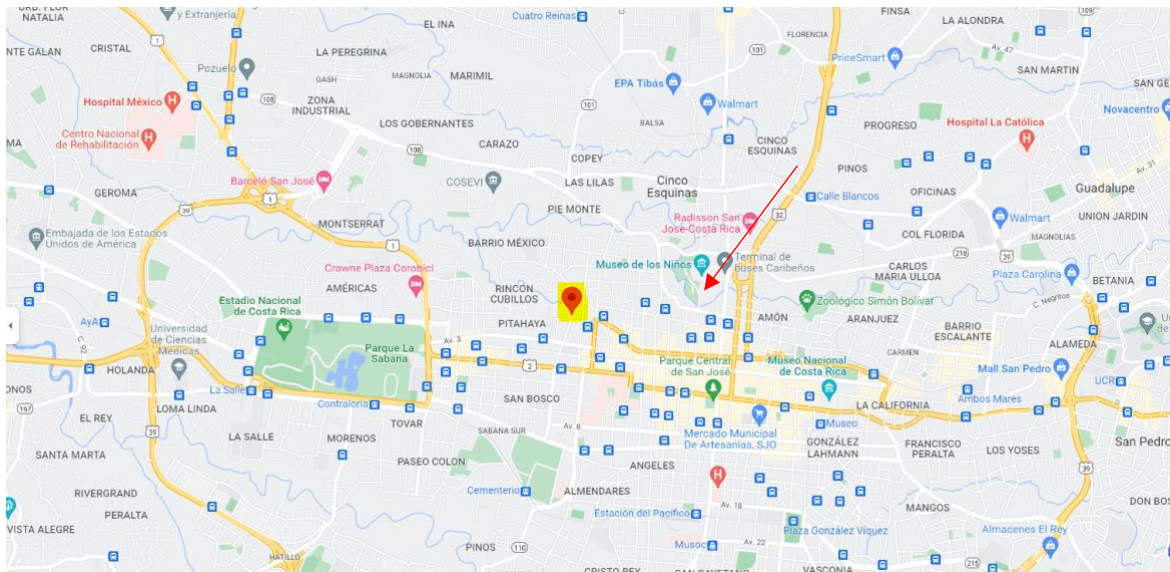
Versión	Fecha de aprobación	Comentarios
1	xx/xx/xxxx	n/a

## Anexo 2. Ubicaciones geográficas en Google Maps para cada una de las farmacias de HM.

Enlace de google maps: <https://goo.gl/maps/2MFm3db9i6dFVyd7>

En seguida se observa un mapa con la ubicación real del CEDI de HM.

Figura 24 Localización geográfica del CEDI en Google Maps



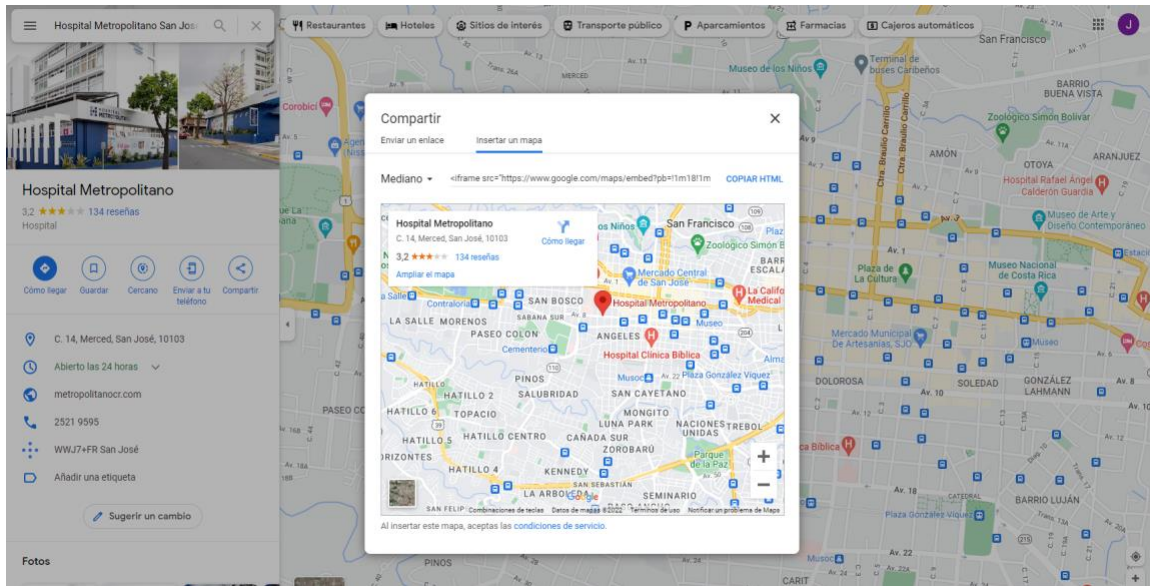
Es importante mencionar que anteriormente el CEDI se ubicaba en la sede de San José del Hospital

Farmacias La Botica Torre Médica y Urgencias San José:

Enlace Torre Médica <https://goo.gl/maps/T9i5XhbfjbK7WMQr5>

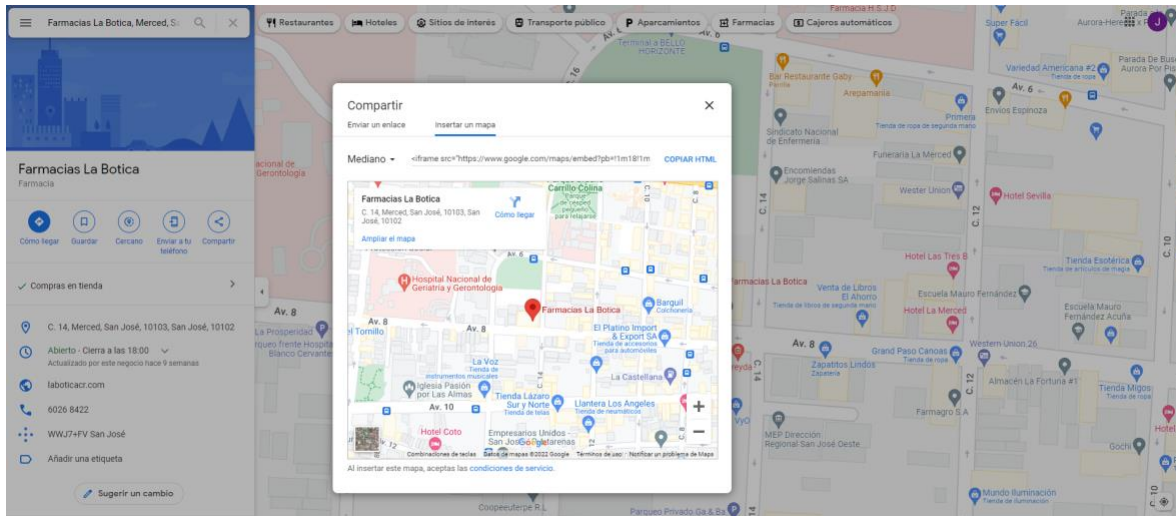
Enlace Urgencias San José: <https://goo.gl/maps/4hSSXjFqJ8urFzwXA>

Figura 25 Localización geográfica la farmacia San José en Google Maps



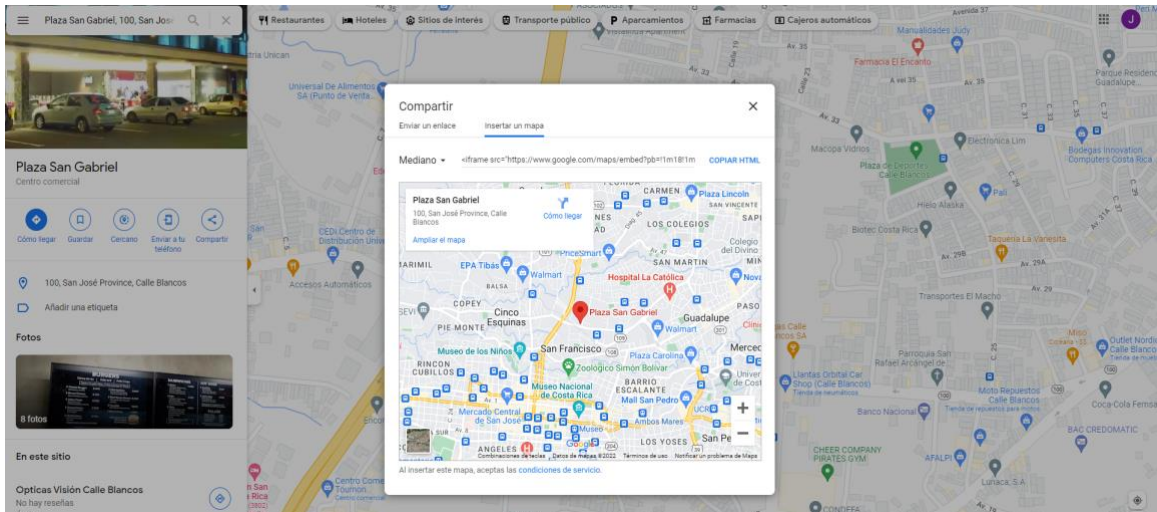
Enlace: <https://goo.gl/maps/nfzo29PoNQhcodx16>

Figura 26 Localización geográfica la farmacia av. Segunda en Google Maps



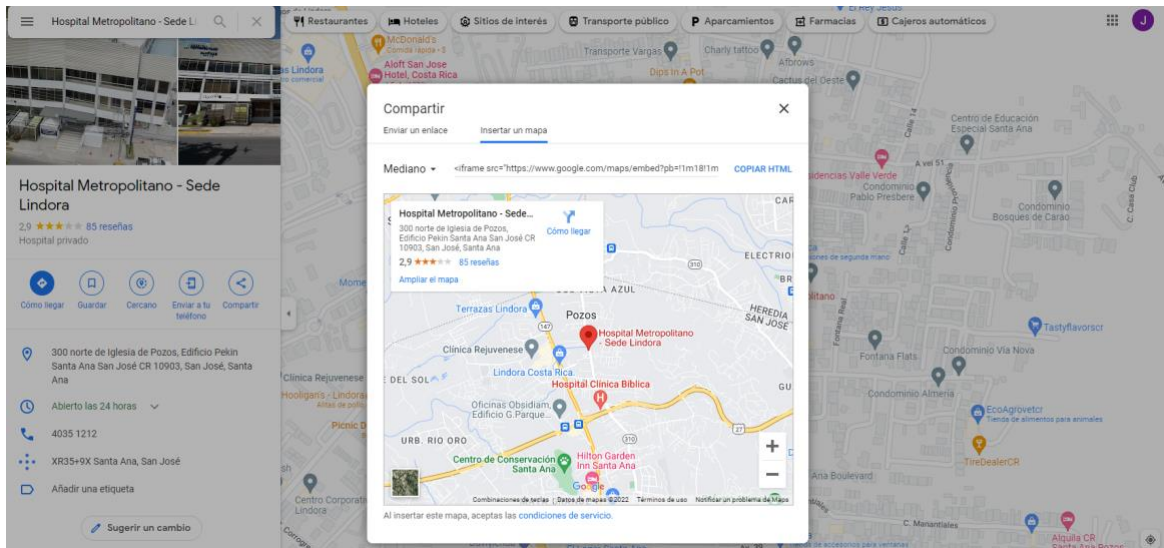
Enlace: <https://goo.gl/maps/XFHeYB6e2fpHF5mz5>

Figura 27 Localización geográfica la farmacia Calle Blancos en Google Maps



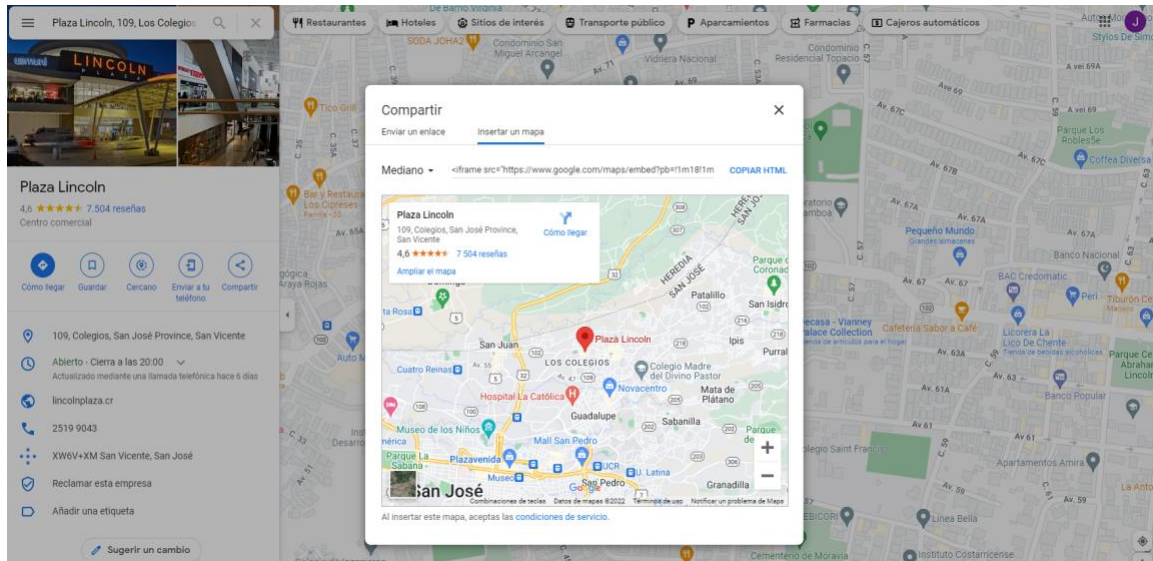
Enlace de google maps: <https://goo.gl/maps/TBGHnhkr2JH6DT2A>

Figura 28 Localización geográfica la farmacia Lindora en Google Maps



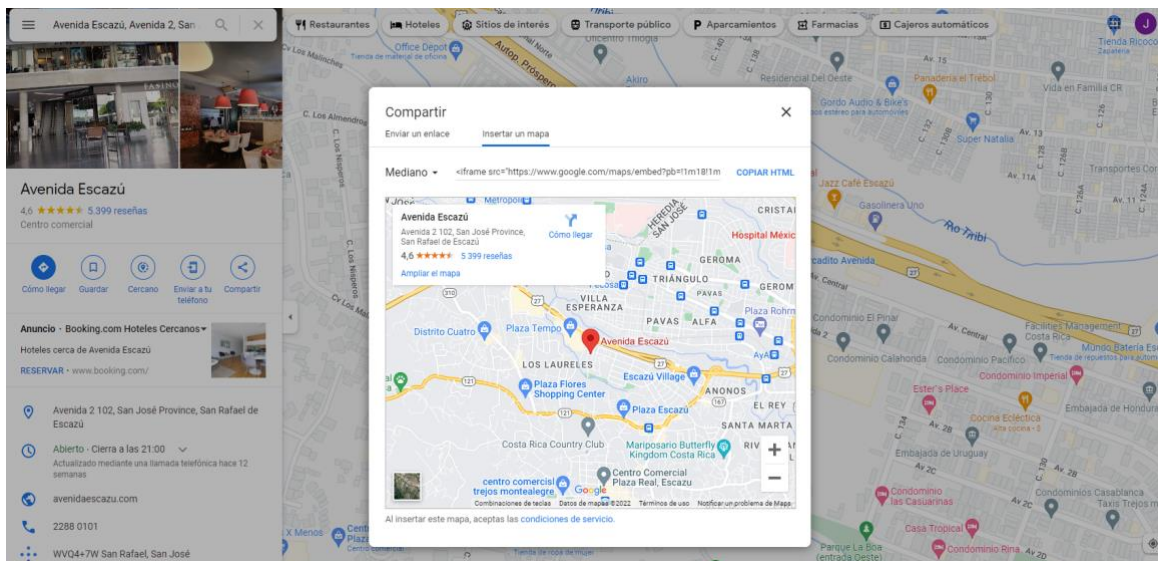
Enlace: <https://goo.gl/maps/WjYlBj9S2zoHn5ATA>

Figura 29 Localización geográfica la farmacia Plaza Lincoln en Google Maps



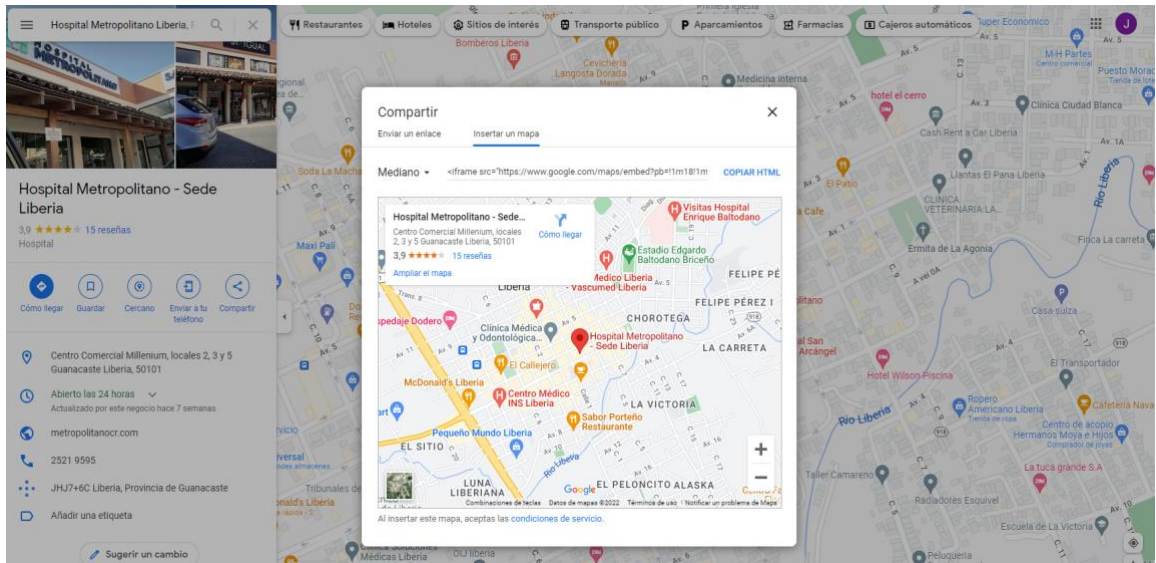
Enlace: <https://goo.gl/maps/ikqM96DoZeYGdx2L8>

Figura 30 Localización geográfica la farmacia Av Escazú en Google Maps



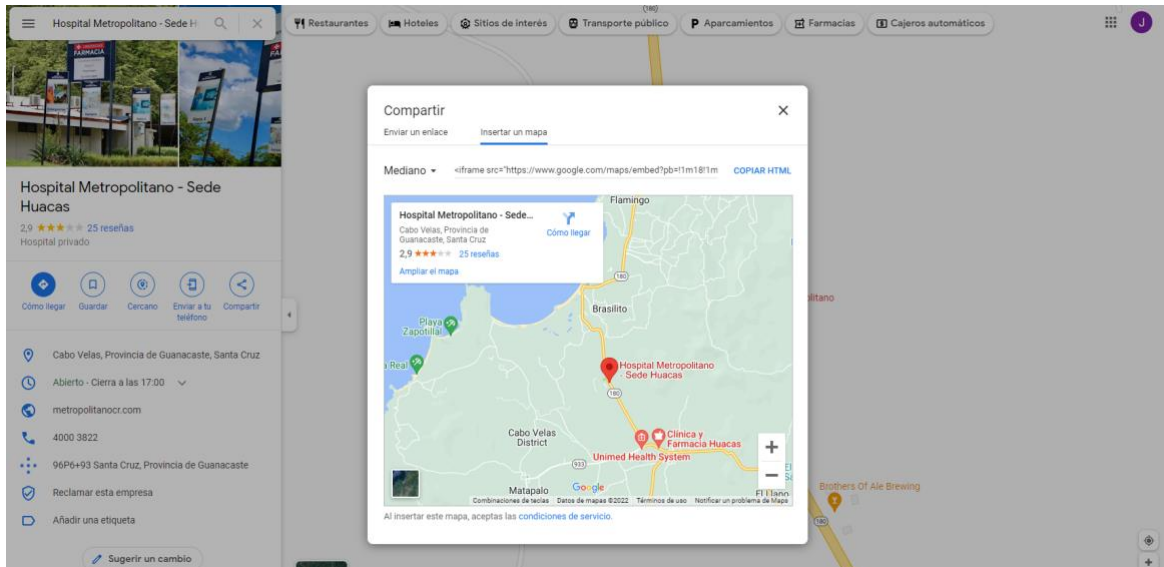
Enlace: <https://goo.gl/maps/aKq1eunphdTbCANm6>

Figura 31 Localización geográfica la farmacia Liberia en Google Maps



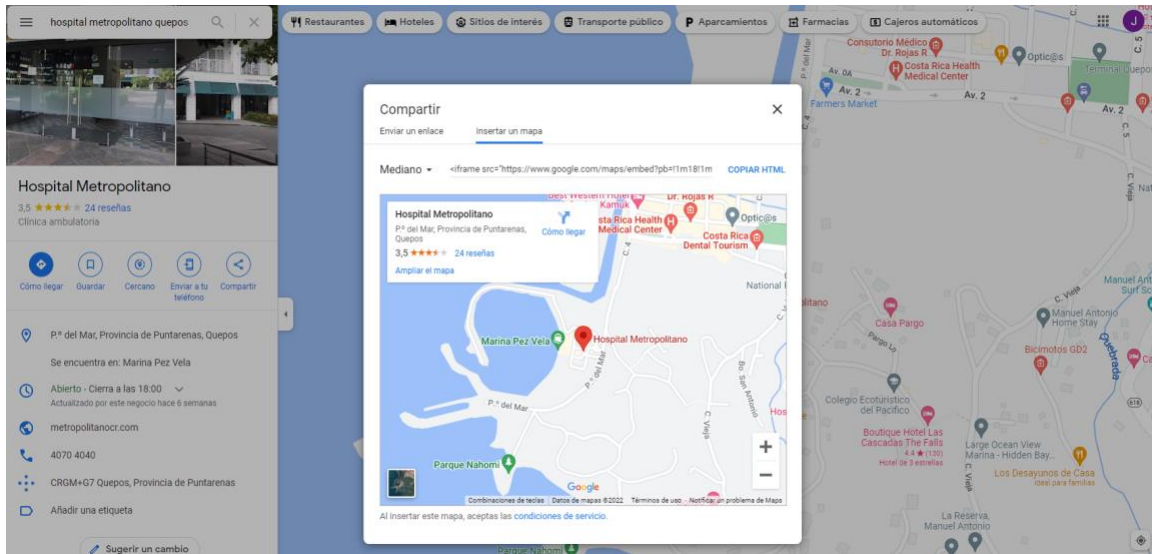
Enlace: <https://goo.gl/maps/OqkKm85XU9cjC2A1A>

Figura 32 Localización geográfica la farmacia Cabo Velas en Google Maps



Enlace: <https://goo.gl/maps/E9nhEvaZMmKCxRaaA>

Figura 33 Localización geográfica la farmacia Quepos en Google Maps



### Anexo 3. Manual de usuario para la herramienta de caracterización.

Figura 34 Manual de usuario

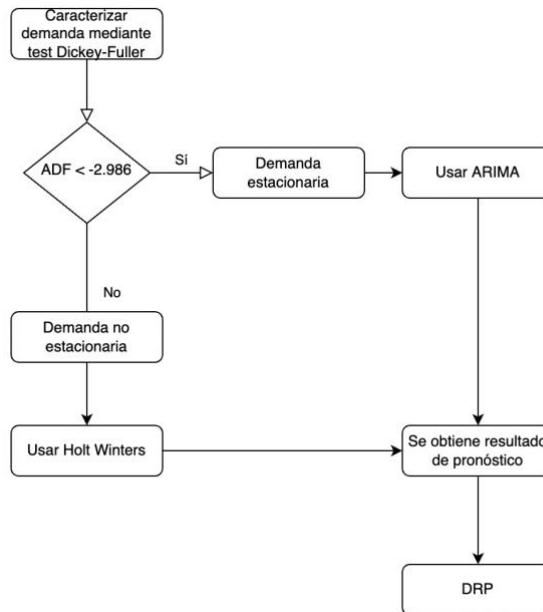


#### ¿Cómo funciona la herramienta?

A continuación, se muestra un diagrama de flujo con los pasos que realiza la herramienta a lo interno.



Figura 35 Diagrama de flujo de herramienta



### Llenado de carpeta Input de herramienta

Para que la herramienta funcione correctamente, se deben cargar los datos en dos archivos de Excel aparte. Ambos deben colocarse dentro de una carpeta que se llame Inputs.

Figura 36 Carpeta Inputs

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
Ajustes	11/4/2022 19:25	Hoja de cálculo d...	9 KB
DataProyecciones	11/4/2022 19:25	Hoja de cálculo d...	941 KB
FilterFile	11/4/2022 19:25	Hoja de cálculo d...	9 KB
Reales	11/4/2022 19:25	Hoja de cálculo d...	10 KB

## DataProyecciones.xlsx

El primer archivo, debe llamarse DataProyecciones.xlsx, este carga los datos de demanda de periodos anteriores de todos los SKUs de las farmacias del Hospital Metropolitano.

El archivo mantiene siempre el mismo formato, respetando los nombres de los encabezados. A continuación, se muestra el machote:

Figura 37 DataProyecciones.xlsx

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
				201901	201902	201903	201904	201905	201906	201907	201908	201909	201910	202001
1	FARMACIAS	ITEM	Descripcion											
2	FR LR	MAT-00002	MICROPORE PIEL 1/2 (Pulgadas)x10Y REF (1533-0) 3M	7	7	0	14	14	7	7	7	7	35	4
3	FR LR	MAT-00003	MICROPORE PIEL 1 (Pulgadas)x10Y REF (1533-1) 3M	49	42	14	28	35	21	49	14	7	14	2
4	FR LR	MAT-00004	MICROPORE PIEL 2 (Pulgadas)x10Y REF (1533-2) 3M	42	28	21	0	0	0	7	49	7	56	2
5	FR LR	MAT-00006	MICROPORE BLANCO 1/2 (Pulgadas)x10Y REF (1530-0) 3M	14	0	0	7	7	0	7	14	0	28	1
6	FR LR	MAT-00007	MICROPORE BLANCO 1 (Pulgadas)x10Y REF (1530-1) 3M	7	0	7	7	7	28	28	14	7	7	
7	FR LR	MAT-00008	MICROPORE BLANCO 2 (Pulgadas) x10Y REF (1530-2) 3M	14	0	14	7	0	0	0	7	0	14	
8	FR LR	MAT-00009	MICROPORE BLANCO 3(Pulgadas)x10Y REF (1530-3) 3M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	FR LR	MAT-00010	TRANSPORE 1(Pulgadas)x10Y REF (1527-1) 3M	7	21	35	77	49	35	42	7	28	49	2
10	FR LR	MAT-00011	TRANSPORE 2(Pulgadas)x10Y REF (1527-2) 3M	14	21	0	0	0	0	0	0	28	21	
11	FR LR	MAT-00012	TRANSPORE 3 (Pulgadas)x10Y REF (1527-3) 3M	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	FR LR	MAT-00013	AGUJA HIPODERMICA NIPRO 18Gx1-1/2 (Pulgadas) CJ100 REF (AH1838)	49	35	7	0	84	77	126	196	210	203	3
13	FR LR	MAT-00014	AGUJA HIPODERMICA NIPRO 18Gx1 (Pulgadas) CJ100 REF (AH1825)	35	140	252	217	161	203	70	35	161	112	1
14	FR LR	MAT-00017	AGUJA HIPODERMICA NIPRO 21Gx1 (Pulgadas) CJ100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	FR LR	MAT-00018	AGUJA HIPODERMICA NIPRO 21Gx1-1/2 (Pulgadas) CJ100 REF (AH2138)	28	49	7	56	28	56	7	119	0	56	1
16	FR LR	MAT-00019	AGUJA HIPODERMICA NIPRO 22Gx1-1/2 (Pulgadas) CJ100 REF (AH2238)	189	14	112	21	140	84	0	0	259	70	9
17	FR LR	MAT-00020	AGUJA HIPODERMICA NIPRO 22Gx1 (Pulgadas) CJ100 REF (AH225)	98	7	28	14	21	7	7	21	7	14	
18	FR LR	MAT-00021	AGUJA HIPODERMICA NIPRO 23Gx1 (Pulgadas) CJ100 REF (AH2325)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
19	FR LR	MAT-00022	AGUJA HIPODERMICA NIPRO 23Gx1-1/2 (Pulgadas) CJ100 REF (AH2338)	56	35	217	14	0	7	0	35	21	7	2
20	FR LR	MAT-00023	AGUJA HIPODERMICA NIPRO 25Gx1 (Pulgadas) CJ100 REF (AH2525)	70	105	42	77	42	133	56	42	77	42	8
21	FR LR	MAT-00024	AGUJA HIPODERMICA NIPRO 25Gx5/8 (Pulgadas) CJ100 REF (AH2516)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
22	FR LR	MAT-00025	AGUJA HIPODERMICA NIPRO 26Gx1/2 (Pulgadas) CJ100 REF (AH2613)	0	0	0	28	7	0	0	0	0	0	
23	FR LR	MAT-00032	AGUJA HIPODERMICA NIPRO 25Gx1-1/2 (Pulgadas) CJ100 REF (AH2538)	21	0	7	0	35	0	0	0	0	0	
24	FR LR	MAT-00062	SPONGOSTAN ANAL 3X8CM (MS00004) CEFA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	
25	FR LR	MAT-00065	APLICADORES ESTERIL LARGO 6 (Pulgadas)	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	
26	FR LR	MAT-00067	APOSITO GASA ESTERIL B.V 4(Pulgadas)x4 (Pulgadas) REF (1440.02) 5 UNIDADES	406	504	287	455	434	413	490	84	217	357	2
27	FR LR	MAT-00068	APOSITO GASA ESTERIL TEXPOL 8x4 REF (1274.01)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Utilizando los datos del Hospital, se debe llenar la tabla de la siguiente manera:

- Columna A: Se coloca a cuál farmacia pertenece el SKU.
- Columna B: Se especifica el código del SKU, utilizando el formato actual que se utiliza en la organización.
- Columna C: Descripción breve del SKU.
- Columna D en adelante: La demanda de todos los meses previos de ese SKU en específico. Se utiliza el formato AAAAMM, que representa año y mes. Por ejemplo 202103 corresponde a marzo del 2021. No hay restricción con el número de periodos que se deben utilizar.

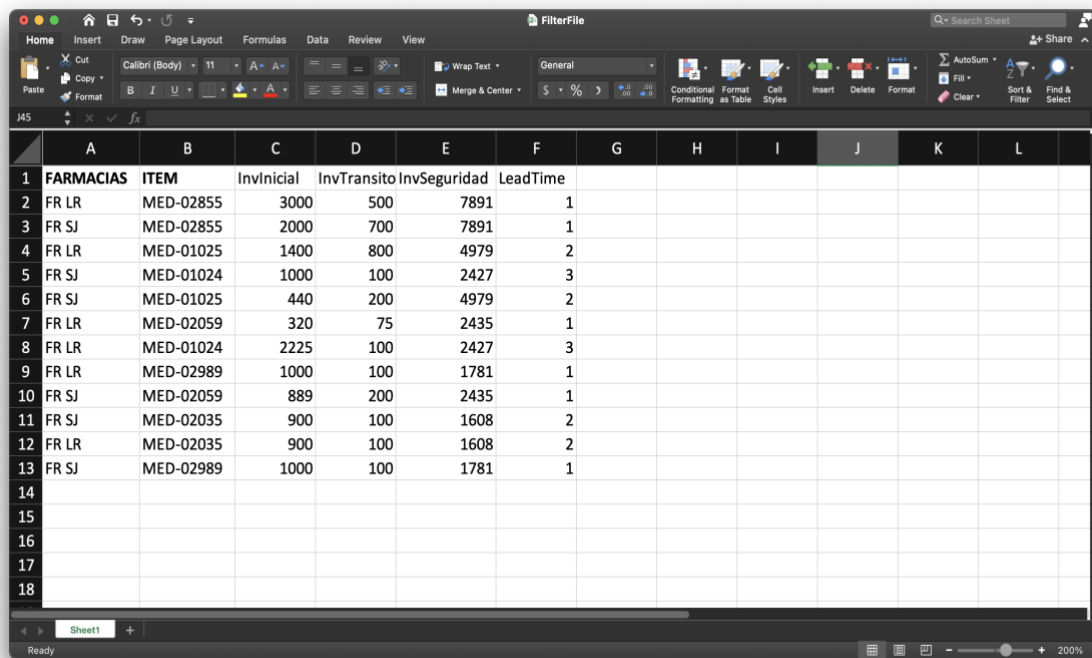
Finalmente, se deben guardar los datos dentro de esa misma carpeta.

### FilterFile.xlsx

El segundo archivo debe llamarse FilterFile.xlsx, este será para determinar a cuáles SKUs les quiero hacer el análisis. Se puede elegir la cantidad que se desee.

El archivo mantiene siempre el mismo formato, respetando los nombres de los encabezados y sin la eliminación de columnas. A continuación, se muestra el machote:

Figura 38 FilterFile.xlsx



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	FARMACIAS	ITEM	InvInicial	InvTransito	InvSeguridad	LeadTime						
2	FR LR	MED-02855	3000	500	7891	1						
3	FR SJ	MED-02855	2000	700	7891	1						
4	FR LR	MED-01025	1400	800	4979	2						
5	FR SJ	MED-01024	1000	100	2427	3						
6	FR SJ	MED-01025	440	200	4979	2						
7	FR LR	MED-02059	320	75	2435	1						
8	FR LR	MED-01024	2225	100	2427	3						
9	FR LR	MED-02989	1000	100	1781	1						
10	FR SJ	MED-02059	889	200	2435	1						
11	FR SJ	MED-02035	900	100	1608	2						
12	FR LR	MED-02035	900	100	1608	2						
13	FR SJ	MED-02989	1000	100	1781	1						
14												
15												
16												
17												
18												

Este archivo funciona de filtro, especifica a cuáles SKUs les quiero hacer el análisis, esto debido a que no siempre se necesitará el análisis de todos los artículos de la farmacia y a veces se necesita más flexibilidad para los que se necesitan en el momento.

Se debe llenar la tabla de la siguiente manera:

- Columna A: Colocar a cuál farmacia pertenece el SKU.
- Columna B: Especificar el código del SKU, utilizando el formato actual que se utiliza en la organización.
- Columna C: Colocar el inventario actual de ese SKU.
- Columna D: Colocar, si hay, el inventario en tránsito de ese SKU.
- Columna E: Colocar el inventario de seguridad que se desea tener para ese SKU.

f) Columna F: Especificar el lead time de ese artículo, en días.

### Ajustes.xlsx

Este archivo consiste en los ajustes que se le quiera dar a los SKUs bajo análisis del DRP. A veces la empresa quiere pedir menos cantidad de artículos debido a ofertas, faltante de producto, entre otras razones. Aquí simplemente se resta o suma la cantidad que se quiere modificar:

Figura 39 Ajustes.xlsx

	A	B	C	D	E	F	G
1	FARMACIAS	ITEM	Descripcion	202201	202202	202203	202204
2	FR LR	MED-01024	Enantyum 25mg X 200 tabs (Ud)	-176	92	252	55
3	FR LR	MED-01025	Enantyum 25mg Bebible X 100 (Ud)	-162	-91	-80	203
4	FR LR	MED-02035	Neo-Melubrina 500mg X 100 Tab (Ud)	-110	-260	296	-70
5	FR LR	MED-02059	Nexium 40mg X 28 tabs (PP) (UD)	-267	-276	-205	-12
6	FR LR	MED-02855	Tylox 750mg X 40 tabs (Ud)	23	-273	67	68
7	FR LR	MED-02989	Zaldiar 37.5/325mg X 50 tabs (Ud)- EXC	206	128	-157	-143
8	FR SJ	MED-01024	Enantyum 25mg X 200 tabs (Ud)	-222	-184	236	-169
9	FR SJ	MED-01025	Enantyum 25mg Bebible X 100 (Ud)	-294	-9	9	197
10	FR SJ	MED-02035	Neo-Melubrina 500mg X 100 Tab (Ud)	95	189	-114	260
11	FR SJ	MED-02059	Nexium 40mg X 28 tabs (PP) (UD)	-73	-54	209	230
12	FR SJ	MED-02855	Tylox 750mg X 40 tabs (Ud)	275	239	-61	-216
13	FR SJ	MED-02989	Zaldiar 37.5/325mg X 50 tabs (Ud)- EXC	-255	84	118	-295

### Reales.xlsx

Este último archivo corresponde a los datos reales de X cantidad de periodos, el objetivo es calcular valores de error de pronóstico para poder hacer ajustes mediante criterio experto:

Figura 40 Reales.xlsx

FARMACIAS	ITEM	Descripcion	202201	202202	202203	202204
FR LR	MED-01024	Enantyum 25mg X 200 tabs (Ud)	6585,964	7694,511	9089,177	7015,105
FR LR	MED-01025	Enantyum 25mg Bebible X 100 (Ud)	15999,46	14272,95	14376,96	8232,94
FR LR	MED-02035	Neo-Melubrina 500mg X 100 Tab (Ud)	10868,81	9886,816	5553,742	6014,463
FR LR	MED-02059	Nexium 40mg X 28 tabs (PP) (UD)	9410,423	11704,24	7906,241	9840,989
FR LR	MED-02855	Tylex 750mg X 40 tabs (Ud)	37061,84	27365,52	35035,56	32822,94
FR LR	MED-02989	Zaldiar 37.5/325mg X 50 tabs (Ud)- EXC	8117,903	6857,18	7653,409	8641,192
FR SJ	MED-01024	Enantyum 25mg X 200 tabs (Ud)	5500,775	4595,214	5319,963	5012,568
FR SJ	MED-01025	Enantyum 25mg Bebible X 100 (Ud)	10529,17	7009,525	7002,742	3961,063
FR SJ	MED-02035	Neo-Melubrina 500mg X 100 Tab (Ud)	3266,182	3415,178	4222,656	4799,334
FR SJ	MED-02059	Nexium 40mg X 28 tabs (PP) (UD)	4358,363	6268,473	3209,929	8939,863
FR SJ	MED-02855	Tylex 750mg X 40 tabs (Ud)	23833,36	18136,64	17145,03	18220,07
FR SJ	MED-02989	Zaldiar 37.5/325mg X 50 tabs (Ud)- EXC	1915,002	1900,42	3626,802	2900,103

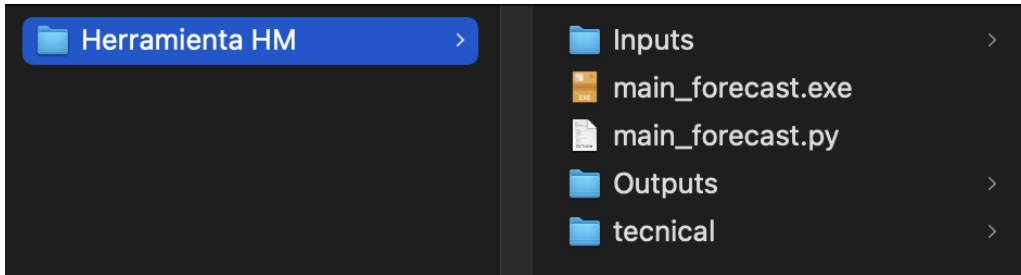
### Carpeta Outputs

Esta carpeta existe y estará vacía. Aquí se generarán los archivos de la herramienta después de usarla.

### Orden de carpetas

Para que la herramienta funcione, se deben tener las siguientes carpetas (ya antes descritas): Inputs, tecnicoal, Outputs y el archivo main\_forecast.exe; estas deben estar dentro de una misma carpeta madre, esta carpeta puede estar guardada en cualquier sitio y se tiene cualquier nombre. A continuación, se muestra el ejemplo:

Figura 41 Orden de herramienta



## Uso de herramienta

### Requerimientos Mínimos

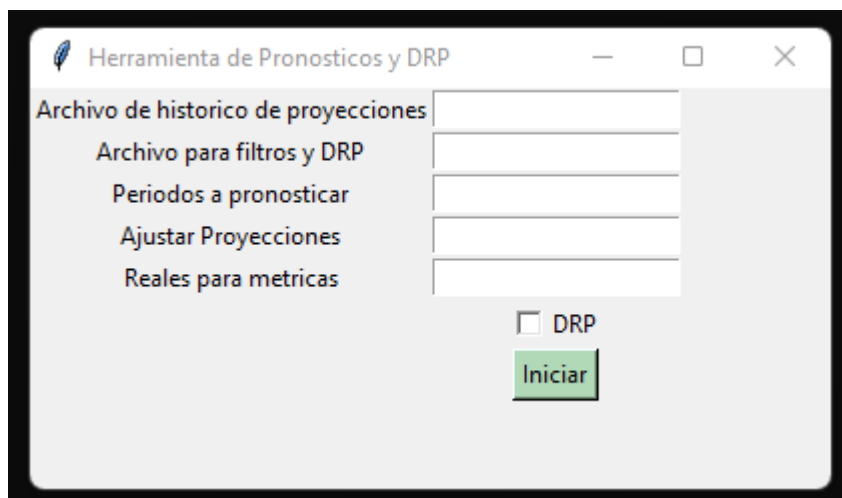
La computadora debe tener las siguientes características mínimas:

- a) OS: Windows 7, 8 or 10.
- b) Procesador: Intel Core 2 Duo or AMD Athlon 64 X2 5600+
- c) Memoria: 500 Mb libres.
- d) Memoria RAM: Al menos 4gb

### Correr programa

Primeramente, se debe abrir la aplicación main\_forecast.exe, la aplicación desplegará el siguiente menú:

*Figura 42 Menú inicial herramienta*

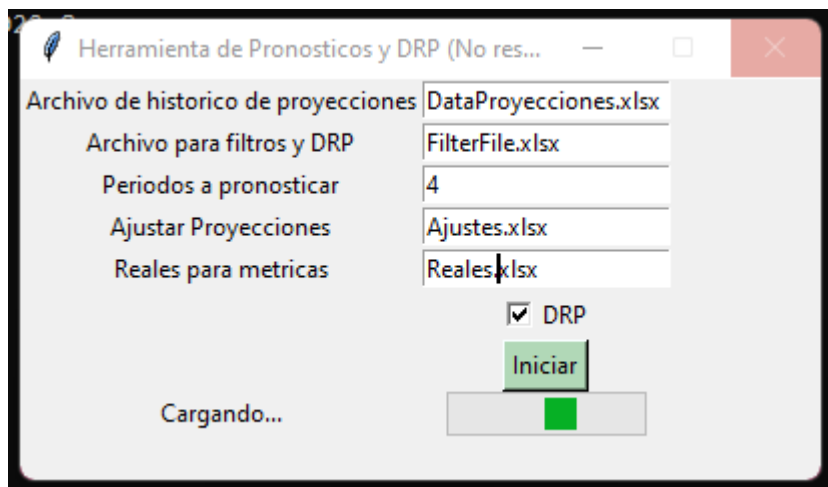


En cada una de las casillas, hay que colocar el nombre del archivo o información que servirá de input para realizar los cálculos.

- a) Espacio 1: DataProyecciones.xlsx (siempre debe ir este nombre)
- b) Espacio 2: FilterFile.xlsx (siempre debe ir este nombre)
- c) Espacio 3: Aquí se deben colocar el número de periodos que se desean pronosticar, en meses. Sólo se deben colocar números enteros.
- d) Espacio 4: Ajustes.xlsx
- e) Espacio 5: Reales.xlsx
- f) Espacio 6: Se debe marcar la casilla si además del pronóstico, se desea un DRP por SKU seleccionado.














A continuación, se muestra un ejemplo de cuadro llenado, para cuatro meses de análisis:

*Figura 43 Ejemplo menú inicial de herramienta*



Se procede a la confirmación del “click” en iniciar. EL programa correrá y generará los resultados en la carpeta Outputs.

Figura 44 Carpeta Outputs con resultados

Nombre	Fecha de modificación	Tipo	Tamaño
 MED-02035FR SJ2-5-2022-8	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	6 KB
 MED-02059FR LR2-5-2022-8	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	6 KB
 MED-02059FR SJ2-5-2022-8	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	6 KB
 MED-02855FR LR2-5-2022-8	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	6 KB
 MED-02855FR SJ2-5-2022-8	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	6 KB
 MED-02989FR LR2-5-2022-8	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	6 KB
 MED-02989FR SJ2-5-2022-8	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	6 KB
 Metrics	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	7 KB
 Output1	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	8 KB
 Output2	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	9 KB
 Output3	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	9 KB
 Output4	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	9 KB
 Output5	2/5/2022 08:25	Hoja de cálculo d...	6 KB

## DRP

Los primeros 12 archivos generados corresponden al DRP de los SKUs seleccionados, a continuación, se muestra el primero de ejemplo:



Figura 45 DRP ejemplo

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	u: MED-020	M-1	M0	M1	M2	M3	M4						
2	Inv Inicial	0	0	889	0	2435	2435						
3	Entradas	0	0	200	5877.2393	2632.0532	4810.755						
4	Disponible	0	0	1089	5877.2393	5067.0532	7245.755						
5	Demanda	0	2791.2441	3442.2393	2632.0532	4810.755							
6	Inv Final	0	889	0	2435	2435							
7	Pedidos	200	5877.2393	2632.0532	4810.755	0	0						
8	Transit	0	200	5877.2393	2632.0532	4810.755	0						
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													

El DRP anterior es el resultado de tomar los datos ingresados en el archivo FilterFile.xlsx y el pronóstico realizado para ese SKU.

### Dickey-Fuller y Pronóstico

Los cuatro archivos finales son un paso a paso para generar el DRP y el Pronóstico, pero sólo hace falta observar el que se llama Output3.xlsx.

A continuación, se muestra un ejemplo del resultado:

Figura 46 Output 3

ARMACIA	ITEM	Description	201901	201902	201903	201904	201905	201906	201907	201908	201909	201910	201911	201912	202001	202002	20
FR LR	MED-0102	Enantyum	7000	5747	4872	4571	4900	5453	4508	6342	3612	4536	6062	4494	5327	4690	
FR LR	MED-0102	Enantyum	9261	9373	9282	8274	7987	10178	10507	7350	9261	8652	10479	9520	9023	9002	
FR LR	MED-0203	Neo-Melub	0	0	238	1211	3801	2926	2919	3255	2597	2590	3374	4340	6160	5656	
FR LR	MED-0205	Nexium 40	3584	2268	2660	3381	2835	3066	3374	2583	3633	6083	3318	5789	6202	4508	
FR LR	MED-0285	Tylex 750rr	11242	8638	9247	10640	9723	13041	12803	14721	11529	16009	12411	12985	15820	14490	
FR LR	MED-0298	Zaldiar 37.!	1554	3290	2156	3591	2233	2478	3738	3108	1862	3346	5054	2961	4095	3920	
FR SJ	MED-0102	Enantyum	8680	6993	7609	9247	8330	9646	5607	7343	6139	6888	5565	5873	5166	4487	
FR SJ	MED-0102	Enantyum	7644	3906	6062	6762	5068	6083	4606	6629	6167	4774	5572	5530	5467	6111	
FR SJ	MED-0203	Neo-Melub	0	0	217	3213	2219	4018	1540	1253	4137	5264	4452	4613	4277	3500	
FR SJ	MED-0205	Nexium 40	3710	3542	4382	3038	3136	5460	2800	2926	2639	3297	5684	3318	3038	3563	
FR SJ	MED-0285	Tylex 750rr	10724	7721	11970	14028	11893	16247	10332	11165	10451	14658	13426	15295	15848	13258	
FR SJ	MED-0298	Zaldiar 37.!	1267	1281	2128	3192	1771	2989	1456	3017	3017	1477	2583	1862	1463	2044	

A primera vista, se observan las características del SKU bajo estudio, pero hay que ir hasta la derecha (al final) para ver los resultados:

Figura 47 Output 3 análisis

	AJ	AK	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU	AV	AW	AX	AY	AZ	BA
1	02109	202110	202111	202112	adfuller	Model	202201	202202	202203	202204								
2	2660	2681	4613	5803	-2.99222	ARM	5323.703	5516.75	5438.996	5470.313								
3	17808	13475	7903	9422	-2.95123	HLW	9324.17	8936.279	8775.99	6959.446								
4	4669	3339	4480	5047	-2.96788	HLW	5842.263	5372.815	3806.183	3635.94								
5	6930	6272	4095	5922	-2.95123	HLW	8930.209	6894.034	6249.803	5239.344								
6	23758	19985	20482	24094	-2.95123	HLW	28013.95	23365.33	26274.53	21431.21								
7	5390	3745	5621	3507	-2.95123	HLW	4920.344	4665.751	5653.473	4400.006								
8	2793	3129	4445	4718	-2.95722	HLW	3823.909	3337.055	3797.727	3563.608								
9	9492	3878	3815	5621	-2.95722	HLW	5543.382	4908.984	3877.713	2590.376								
10	3304	2751	3668	2905	-2.95123	HLW	2284.603	3063.337	2839.5	2594.603								
11	2492	1442	2569	2226	-2.95123	HLW	2792.229	3443.236	2633.035	4811.781								
12	12145	12348	10073	15813	-2.96053	HLW	12390.55	11201.69	11328.48	10340.82								
13	1890	2352	2254	2240	-2.95123	HLW	1548.561	1426.348	2191.235	2174.593								

Observando la figura anterior, en la columna adfuller se observa el resultado del estudio Dickey-Fuller para caracterizar la demanda, ese valor p-value es el que se utiliza para determinación de cuál tipo de pronóstico se va a utilizar.

En la columna siguiente, Modelo, se especifica cuál, siendo HLW un Holt- Winters y el ARM un ARIMA.

Las siguientes columnas son el resultado del pronóstico para la cantidad de periodos especificados (4 meses en este caso).

**Metrics:**

Este archivo muestra el error de pronóstico MAPE y MAE al comparar datos reales contra el pronóstico:

*Figura 48 Metrics.xlsx*

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	FARMACIAS	ITEM	202201	202202	202203	202204	InvInicial	InvTransito	Seguridad	LeadTime	MAPE	MAE
2	FR LR	MED-0102	5147,703	5608,75	5690,996	5525,313	2225	100	2427	3	0,268924	2102,999
3	FR LR	MED-0102	9162,17	8845,279	8695,99	7162,446	1400	800	4979	2	0,333198	4754,108
4	FR LR	MED-0203	5555,004	5048,816	4095,131	3495,275	900	100	1608	2	0,414933	3532,401
5	FR LR	MED-0205	8663,209	6618,034	6044,803	5227,344	320	75	2435	1	0,304556	3077,126
6	FR LR	MED-0285	28036,95	23092,33	26341,53	21499,21	3000	500	7891	1	0,248201	8328,956
7	FR LR	MED-0298	5063,045	4753,689	5457,143	4292,491	1000	100	1781	1	0,368322	2925,829
8	FR SJ	MED-0102	3399,399	3418,896	4583,188	3063,782	1000	100	2427	3	0,291319	1490,814
9	FR SJ	MED-0102	5249,382	4899,984	3886,713	2787,376	440	200	4979	2	0,385919	2919,762
10	FR SJ	MED-0203	2402,708	3280,296	2717,492	2811,643	900	100	1608	2	0,268618	1122,803
11	FR SJ	MED-0205	2719,229	3389,236	2842,035	5041,781	889	200	2435	1	0,346514	2196,087
12	FR SJ	MED-0285	12665,55	11440,69	11267,48	10124,82	2000	700	7891	1	0,406223	7959,137
13	FR SJ	MED-0298	1327,402	1541,687	2329,383	1835,692	1000	100	1781	1	0,305091	827,0411
14												

**Anexo 4. Formularios kilometraje**

*Tabla 62. Formulario total para ruta actual*

Rutas actuales					
Fecha	Ruta	Punto partida	Punto de llegada	Kilómetros	Hora llegada
22/3/2022	1	CEDI	Lindora	10	08:15
22/3/2022	1	Lindora	Av Escazú	8,5	10:05
22/3/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	9,5	11:30
22/3/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	5	12:55
22/3/2022	1	Calle blancos	Lincoln	5,5	14:05
22/3/2022	1	Lincoln	CEDI	11	15:30
23/3/2022	3	CEDI	Torre medica	6	08:05
23/3/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	10:15
23/3/2022	3	Urgencias SJ	CEDI	7	14:00

Rutas actuales					
Fecha	Ruta	Punto partida	Punto de llegada	Kilómetros	Hora llegada
25/3/2022	1	CEDI	Lindora	11	08:02
25/3/2022	1	Lindora	Av Escazú	8,5	10:15
25/3/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	9,5	11:35
25/3/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	6	13:00
25/3/2022	1	Calle blancos	Lincoln	6	14:05
25/3/2022	1	Lincoln	CEDI	10	15:45
29/3/2022	1	CEDI	Lindora	10	08:00
29/3/2022	1	Lindora	Av Escazú	9	10:30
29/3/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	9	11:30
29/3/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	6	13:10
29/3/2022	1	Calle blancos	Lincoln	6	14:55
29/3/2022	1	Lincoln	CEDI	11	16:02
30/3/2022	3	CEDI	Torre medica	10	07:45
30/3/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	09:30
30/3/2022	3	Urgencias SJ	CEDI	7	13:05
1/4/2022	1	CEDI	Lindora	8	07:30
1/4/2022	1	Lindora	Av Escazú	8,9	09:30
1/4/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	8,9	11:30
1/4/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	7	12:23
1/4/2022	1	Calle blancos	Lincoln	10	14:00
1/4/2022	1	Lincoln	CEDI	13	16:30
6/4/2022	3	CEDI	Torre medica	10	07:30
6/4/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	10:05
6/4/2022	3	Urgencias SJ	CEDI	6	14:26
8/4/2022	1	CEDI	Lindora	9	07:30
8/4/2022	1	Lindora	Av Escazú	8,5	09:30
8/4/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	9	11:30
8/4/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	6	12:23
8/4/2022	1	Calle blancos	Lincoln	9	14:00
8/4/2022	1	Lincoln	CEDI	10	16:30
12/4/2022	1	CEDI	Lindora	9	08:05
12/4/2022	1	Lindora	Av Escazú	9	10:05
12/4/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	8	11:49
12/4/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	8	13:06
12/4/2022	1	Calle blancos	Lincoln	8,5	14:30
12/4/2022	1	Lincoln	CEDI	9,5	16:31
13/4/2022	3	CEDI	Torre medica	10	08:00
13/4/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	10:25

Rutas actuales					
Fecha	Ruta	Punto partida	Punto de llegada	Kilómetros	Hora llegada
13/4/2022	3	Urgencias SJ	CEDI	7	13:00
15/4/2022	1	CEDI	Lindora	10	07:45
15/4/2022	1	Lindora	Av Escazú	8	09:45
15/4/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	9	12:00
15/4/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	6	01:22
15/4/2022	1	Calle blancos	Lincoln	8,5	14:49
15/4/2022	1	Lincoln	CEDI	9	16:00
20/4/2022	3	CEDI	Torre medica	9	07:45
20/4/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	09:55
20/4/2022	3	Urgencias SJ	CEDI	6,5	12:25
23/4/2022	1	CEDI	Lindora	11	08:09
23/4/2022	1	Lindora	Av Escazú	10	10:00
23/4/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	8,5	12:00
23/4/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	6,5	01:30
23/4/2022	1	Calle blancos	Lincoln	8,5	14:40
23/4/2022	1	Lincoln	CEDI	9	15:46

Tabla 63. Formulario total para ruta propuesta

Rutas propuestas					
Fecha	Ruta	Punto partida	Punto de llegada	Kilometros	Hora llegada
2/5/2022	1	CEDI	Lindora	9,5	07:30
2/5/2022	1	Lindora	Av Escazú	7	09:45
2/5/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	9	11:30
2/5/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	3	14:25
2/5/2022	1	Calle blancos	CEDI	4	14:20
3/5/2022	3	CEDI	Torre medica	2	07:50
3/5/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	09:00
3/5/2022	3	Urgencias SJ	Lincoln	7	11:00
3/5/2022	3	Lincoln	CEDI	5,5	13:45
5/5/2022	1	CEDI	Lindora	10	07:45
5/5/2022	1	Lindora	Av Escazú	6	09:30
5/5/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	8	11:45
5/5/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	3	14:00
5/5/2022	1	Calle blancos	CEDI	3,2	14:50
6/5/2022	3	CEDI	Torre medica	2,5	07:20
6/5/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	09:30

Rutas propuestas					
Fecha	Ruta	Punto partida	Punto de llegada	Kilometros	Hora llegada
6/5/2022	3	Urgencias SJ	Lincoln	7	11:25
6/5/2022	3	Lincoln	CEDI	7	14:12
9/5/2022	1	CEDI	Lindora	9	07:30
9/5/2022	1	Lindora	Av Escazú	6	08:50
9/5/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	8	10:58
9/5/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	3,5	12:30
9/5/2022	1	Calle blancos	CEDI	4	13:41
10/5/2022	3	CEDI	Torre medica	3,5	07:30
10/5/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	08:30
10/5/2022	3	Urgencias SJ	Lincoln	7	12:05
10/5/2022	3	Lincoln	CEDI	5,5	13:55
12/5/2022	1	CEDI	Lindora	10	08:10
12/5/2022	1	Lindora	Av Escazú	6	09:45
12/5/2022	1	Av Escazú	Av Segunda	7,5	11:36
12/5/2022	1	Av Segunda	Calle blancos	3	14:30
12/5/2022	1	Calle blancos	CEDI	4	14:58
13/5/2022	3	CEDI	Torre medica	2	07:30
13/5/2022	3	Torre medica	Urgencias SJ	0,1	08:50
13/5/2022	3	Urgencias SJ	Lincoln	7	11:20
13/5/2022	3	Lincoln	CEDI	6	14:15

## Anexo 5. Gastos para cada escenario de transporte planteado

Tabla 64. Cálculo de gastos por gasolina (camión 2 t) con rutas actuales

Cálculo de gastos por gasolina (camión 2t)				
Sede	Ruta	Km totales	Litros semanales	Costo semanal
Av. Segunda	1	51,9	183	Ø389 525
Calle Blancos				
Lincoln Plaza				
Av. Escazú				
Lindora				
Liberia	2	752,2	2654*	Ø350 000
Cabo Velas				
Quepos				

Cálculo de gastos por gasolina (camión 2t)				
Sede	Ruta	Km totales	Litros semanales	Costo semanal
Torre Médica	3	14,2	50	₡159 863
San José				
<b>Total semanal</b>				₡899 388
<b>Total mensual</b>				₡3 894 350

Tabla 65. Gastos de transporte para escenario de camión 2T y rutas actuales

Gastos de transporte para escenario de camión 2t y rutas actuales		
Gastos	Monto en colones mensual	Monto en colones anual
Gasolina	₡3 894 350	₡46 732 200
Salario	₡395 000	₡4 740 000
Mantenimiento	₡130 000	₡1 560 000
Inventario	₡229 167	₡2 750 000
Depreciación	₡770 833	₡9 250 000
Extras	₡329 167	₡3 950 000
Otros	₡208 333	₡2 500 000
<b>Total</b>		<b>₡71 482 200</b>

Tabla 66. Cálculo de gastos por gasolina (motocicleta) con rutas actuales

Cálculo de gastos por gasolina (motocicleta)				
Sede		Km totales	Litros semanales	Costo semanal
Av. Segunda	1	51,9	18	₡38 869
Calle Blancos				
Lincoln Plaza				
Av. Escazú				
Lindora				
Liberia	2	752,2	2654*	₡350 000
Cabo Velas				
Quepos				
Torre Médica	3	14,2	5	₡15 930
San José				

Cálculo de gastos por gasolina (motocicleta)				
Sede		Km totales	Litros semanales	Costo semanal
<b>Total semanal</b>				₡404 799
<b>Total mensual</b>				₡1 752 781

Tabla 67. Gastos de transporte para escenario de motocicleta y rutas actuales

Gastos de transporte para escenario de motocicleta y rutas actuales		
Gastos	Monto en colones mensual	Monto en colones anual
Gasolina	₡1 752 781	₡21 033 366
Salario	₡395 000	₡4 740 000
Mantenimiento	₡50 000	₡600 000
Inventario	₡229 167	₡2 750 000
Depreciación	₡32 813	₡393 750
Extras	₡329 167	₡3 950 000
Otros	₡166 667	₡1 500 000
<b>Total</b>		<b>₡34 967 116</b>

Tabla 68. Cálculo de gastos por gasolina (camión 1 T) con rutas actuales

Cálculo de gastos por gasolina (camión 1 t)				
Sede		Km totales	Litros semanales	Costo semanal
Av. Segunda	1	51,9	73,2	₡155 477
Calle Blancos				
Lincoln Plaza				
Av. Escazú				
Lindora				
Liberia	2	752,2	2654*	₡350 000
Cabo Velas				
Quepos				
Torre Médica	3	14,2	20	₡63 720
San José				
<b>Total semanal</b>				₡569 197
<b>Total mensual</b>				₡2 464 622



Tabla 69. Gastos de transporte para escenario de camión 1 t y rutas actuales

Gastos de transporte para escenario de camión 1 t y rutas actuales		
Gastos	Monto en colones mensual	Monto en colones anual
Gasolina	¢2 464 622	¢29 575 466
Salario	¢395 000	¢4 740 000
Mantenimiento	¢70 000	¢840 000
Inventario	¢229 167	¢2 750 000
Depreciación	¢85 417	¢1 025 000
Extras	¢329 167	¢3 950 000
Otros	¢166 667	¢1 500 000
<b>Total</b>		<b>¢44 380 466</b>

Tabla 70. Cálculo de gastos por gasolina (camión 2 t) con rutas propuestas

Cálculo de gastos por gasolina (camión 2 t)				
Sede	Ruta	Km totales	Litros semanales	Costo semanal
Lindora	1	31,2	110	¢234 165
Av. Escazú				
Av. 2da				
Calle Blancos				
Liberia	2	752,2	2657	¢300 000
Cabo Velas				
Quepos				
Torre Médica	3	15,8	56	¢118 584
San José				
Lincoln				
<b>Total semanal</b>				<b>¢652 749</b>
<b>Total mensual</b>				<b>¢2 826 404</b>

Tabla 71. Gastos de transporte para escenario de camión 2 t y rutas propuestas

Gastos de transporte para escenario de camión 2 ty rutas propuestas		
Costos	Monto en colones mensual	Monto en colones anual
Gasolina	¢2 826 404	¢33 916 844
Salario	¢395 000	¢4 740 000
Mantenimiento	¢130 000	¢1 560 000
Inventario	¢229 167	¢2 750 000
Depreciación	¢770 833	¢9 250 000
Extras	¢329 167	¢3 950 000
Otros	¢166 667	¢2 500 000
<b>Total</b>		<b>¢58 666 844</b>

Tabla 72. Cálculo de gastos por gasolina (motocicleta) con rutas propuestas

Cálculo de gastos por gasolina (motocicleta)				
Sede	Ruta	Km totales	Litros semanales	Costo semanal
Lindora	1	31,2	11,0	¢23 364
Av. Escazú				
Av. 2da				
Calle Blancos				
Liberia	2	752,2	2657	¢300 000
Cabo Velas				
Quepos				
Torre Médica	3	15,8	5,6	¢11 894
San José				
Lincoln				
<b>Total semanal</b>				<b>¢335 258</b>
<b>Total mensual</b>				<b>¢1 451 669</b>

Tabla 73. Gastos de transporte para escenario de motocicleta y rutas propuestas

Gastos de transporte para escenario de motocicleta y rutas propuestas		
Costos	Monto en colones mensual	Monto en colones anual
Gasolina	¢1 451 669	¢17 420 026

Gastos de transporte para escenario de motocicleta y rutas propuestas		
Costos	Monto en colones mensual	Monto en colones anual
Salario	¢395 000	¢4 740 000
Mantenimiento	¢70 000	¢600 000
Inventario	¢229 167	¢2 750 000
Depreciación	¢32 813	¢393 750
Extras	¢329 167	¢3 950 000
Otros	¢166 667	¢1 500 000
Total		¢31 353 776

Tabla 74. Cálculo de gastos por gasolina (camión 1 t) con rutas propuestas

Cálculo de gastos por gasolina (camión 1 t)				
Sede	Ruta	Km totales	Litros semanales	Costo semanal
Lindora	1	31,2	44,0	¢93 456
Av. Escazú				
Av. 2da				
Calle Blancos				
Liberia	2	752,2	2657	¢300 000
Cabo Velas				
Quepos				
Torre Médica	3	15,8	22,4	¢47 578
San José				
Lincoln				
<b>Total semanal</b>				¢441 034
<b>Total mensual</b>				¢1 909 675

Tabla 75. Gastos de transporte para escenario de camión 1 t y rutas propuestas

Gastos de transporte para escenario de camión 1 t y rutas propuestas		
Costos	Monto en colones mensual	Monto en colones anual
Gasolina	¢1 909 675	¢22 916 106
Salario	¢395 000	¢4 740 000
Mantenimiento	¢85 000	¢840 000
Inventario	¢229 167	¢2 750 000
Depreciación	¢85 417	¢1 025 000

<b>Gastos de transporte para escenario de camión 1 t y rutas propuestas</b>		
<b>Costos</b>	<b>Monto en colones mensual</b>	<b>Monto en colones anual</b>
Extras	¢329 167	¢3 950 000
Otros	¢166 667	¢1 500 000
Total		<b>¢37 721 106</b>

