

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

Diseño de políticas de abastecimiento de materias primas e insumos

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Allison Daniela Reyes Arévalo

William Eduardo Recalde López

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico principalmente a mi mami, Gladys Arévalo, por apoyarme en cada etapa de mi vida y escucharme antes y luego de cada exposición. También agradezco a mis hermanos por confiar en mi capacidad.

Este proyecto también lo dedico a mi familia de corazón, Mercedes Medina y José Morán, por acompañarme cada mañana a la parada del bus y cuidarme siempre.

Allison Daniela Reyes Arévalo

Dedico el presente proyecto principalmente a mi mama, Nelly Margarita López Barbery por siempre creer en mí y apoyarme en todas mis decisiones a lo largo de la carrera, se la dedico a mi padre por siempre mantenerme firme aquí con fuerzas para no rendirme, este proyecto se lo dedico a mi tía Normita que seguramente me celebra desde el cielo, también agradezco a mi mejor amiga María Belén Gordillo por siempre estar para mí cuando la necesitaba y a mi hermana por apoyarme en todo.

William Eduardo Recalde López

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al PhD. Marcos Buestan por ser mi tutor académico durante toda la carrera y guiarme en cada etapa de ella, siempre apoyándome y aconsejándome para tomar las mejores decisiones.

Agradezco a mi amigo Erick Mosquera por siempre tener un tiempo para escucharme cuando lo necesitaba.

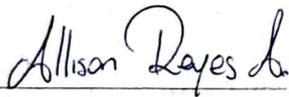
William Eduardo Recalde López

Agradecemos a la M.Sc. María Belén Segovia por guiarnos a lo largo de todo este proyecto, por su paciencia y su disponibilidad en todo este periodo de trabajo.

William Recalde y Allison Reyes

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Allison Reyes Arévalo* y *William Recalde López* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Allison Reyes Arévalo



William Recalde López

EVALUADORES

María Laura Retamales G., M.Sc.

PROFESOR DE LA MATERIA

María Belén Segovia N., M.Sc.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El proyecto descrito a continuación tiene su desarrollo en el departamento de planificación en una compañía farmacéutica ubicada en la ciudad de Guayaquil, en la actualidad la compañía cuenta con más de 200 SKUs aproximadamente entre productos terminados, materia prima e insumos para los cuales no se han definido previamente políticas de inventario que ayuden a evitar el desabastecimiento, por lo que el objetivo de este proyecto es diseñar políticas de abastecimiento con la finalidad de ayudar en la toma de decisiones de cuándo y cuánto pedir de cada SKU para lograr cumplir con la demanda, considerando las restricciones de espacios de las bodegas y los tiempos de reposición correspondientes a la materia prima e insumos buscando siempre minimizar costos.

El actual proyecto fue desarrollado utilizando la herramienta "Design from scratch", la cual consta, demanda, ventas perdidas y requerimientos de bodega en un lapso de 4 años con lo cual se pudo realizar un estudio ABC para determinar los insumos y materias primas con mayor rotación. Además, se visitó la compañía farmacéutica para determinar la capacidad de las bodegas de insumos y materias primas. Después, se procedió a realizar el análisis del pronóstico de la demanda para diseñar políticas de abastecimiento adecuadas y se propuso el aplicar el diseño de una planificación de los requerimientos del material (MRP).

Los objetivos planteados fueron alcanzados dando como resultados la reducción del porcentaje de ventas perdidas a 4,17%, esto demuestra que el modelo funciona correctamente y que existe un mejor manejo en la planificación de materia prima e insumos. Además, se definió una política de inventario de revisión continua para aquellos productos que tengan lead time menor o igual a 3 semanas y una revisión periódica a aquellos con lead times mayores de esa manera se podrá llevar un mejor manejo en los niveles de inventario siendo el modelo replicable para todos los productos de la empresa.

Palabras Clave: Políticas de abastecimiento, Stock de Seguridad, MRP, Inventario

ABSTRACT

The project described below has its development in the planning department of a pharmaceutical company located in the city of Guayaquil, currently the company has more than 200 SKUs approximately between finished products, raw materials and supplies for which inventory policies have not been previously defined to help avoid shortages. Therefore, the objective of this project is to design supply policies to help in the decision-making process of when and how much to order of each SKU to meet demand, taking into account the space limitations of the warehouses and the replenishment times for raw materials and supplies, always with the aim of minimizing costs.

The current project was developed using the "Design from Scratch" tool, which consists of demand, lost sales and stock requirements over a 4-year period. An ABC study was carried out to identify the consumables and raw materials with the highest turnover. In addition, the pharmaceutical company was visited to determine the capacity of the supply and raw material warehouses. An analysis of the demand forecast was then carried out to design an appropriate supply policy. The design of a material requirements planning (MRP) system was also proposed.

The proposed objectives were achieved, showing that the model is working correctly and that there is better management of raw material and supply planning, resulting in a reduction in the percentage of lost sales to 4.17%. In addition, an inventory policy of continuous review was defined for products with lead times less than or equal to 3 weeks and periodic review for those with longer lead times. This allows for better management of inventory levels, as the model is replicable for all the company's products.

Keywords: Supply policy, safety stock, MRP, inventory.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	2
1.2 Declaración de oportunidad.....	2
1.3 Justificación de la oportunidad	2
1.4 Determinación del alcance del proyecto	3
1.5 Restricciones del proyecto	4
1.6 Objetivos	4
1.6.1 Objetivo General.....	4
1.6.2 Objetivos Específicos.....	5
1.7 Marco teórico	5
1.7.1 Material Requirement Planning – MRP	5
1.7.2 Modelo de Wilson EOQ	5
1.7.3 Optimización	6
1.7.4 Modelo ABC	6
1.7.5 Inventarios	6
CAPÍTULO 2	7
2. Metodología.....	7

2.1	Definición	7
2.1.1	Lluvia de ideas con todos los implicados de la empresa	7
2.1.2	Voz del cliente (VOC)	8
2.1.3	Especificaciones técnicas (QFD)	8
2.1.4	Pilares de sostenibilidad	9
2.2	Recolección de datos	10
2.2.1	Plan de recolección de datos	10
2.2.2	Recolección de medidas de las bodegas de insumos, materia prima y etiquetas 14	
2.2.3	Prueba de confiabilidad de la data	17
2.2.4	Diagramas de Pareto sobre análisis de ventas	18
2.3	Análisis.....	20
2.3.1	Opción de Diseño Modelo 1	20
2.3.2	Opción de Diseño Modelo 2.....	20
2.3.3	Opción de Diseño Modelo 3.....	21
2.3.4	Matriz de decisión.....	23
2.3.5	Comparación y análisis de factibilidad	24
2.3.6	Análisis financiero.....	26
2.3.7	Análisis de costos de implementación de la opción de diseño 3	26
CAPÍTULO 3.....		29
3.	Resultados y análisis.....	29
3.1	Diseño.....	29
3.1.1	Plan de implementación de prototipo.	29
3.2	Prototipo.....	32
3.2.1	Resultados de prototipado	34
3.3	Resultados de los pilares de sostenibilidad	37
3.3.1	Pilar económico	37

3.3.2	Pilar social	38
3.3.3	Pilar ambiental	39
CAPÍTULO 4		40
4.	Conclusiones Y Recomendaciones	40
4.1	Conclusiones.....	40
4.2	Recomendaciones.....	42
BIBLIOGRAFÍA		

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

cm Centímetros

QFD Quality Function Deployment

MRP Material Requirement Planning

SKU Stock Keeping Unit

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1.1 SIPOC [Fuente: Elaboración propia]	4
Ilustración 2.1. Lluvia de ideas realizada por el personal [Fuente: Elaboración propia] ..	7
Ilustración 2.2 VOC [Fuente: Elaboración propia].....	8
Ilustración 2.3 QFD [Fuente: Elaboración propia]	9
Ilustración 2.4 Prueba de hipótesis [Fuente: Elaboración propia]	18
Ilustración 2.5 Diagrama Pareto de ventas perdidas [Fuente: Elaboración propia]	19
Ilustración 2.6 Diagrama Pareto de ventas realizadas [Fuente: Elaboración propia]	19
Ilustración 3.1 Explicación vía Zoom de la presentación de los resultados [Elaboración propia].....	32
Ilustración 3.2 Resultados de GAMS de la prueba de los productos en conjunto	33
Ilustración 3.3 Guía para el manejo del modelo propuesto	34
Ilustración 3.4 Data ingresada sobre los tiempos de reposición	36
Ilustración 3.5 Comparación de ventas perdidas antes y después de la aplicación del modelo	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Plan de recolección de datos	11
Tabla 2.2 Medidas de bodega de insumos [Fuente: Elaboración propia]	14
Tabla 2.3 Medidas de bodega de cajas y etiquetas [Fuente: Elaboración propia]	15
Tabla 2.4 Medidas de bodega de materia prima [Fuente: Elaboración propia]	16
Tabla 2.5 Comparación de datos	17
Tabla 2.6 Productos "A" a analizar	20
Tabla 2.7 Matriz de decisión [Fuente: Elaboración propia]	24
Tabla 2.8 Análisis de factibilidad de los diseños [Fuente: Elaboración propia]	25
Tabla 2.9 Ingresos y costos anuales	26
Tabla 2.10 Resumen de costos de implementación de diseño 3 [Fuente: Elaboración propia]	28
Tabla 2.11 Resumen de costos de implementación de diseño 1 y 2 [Fuente: Elaboración propia]	28
Tabla 3.1 Plan de implementación de prototipo [Fuente: Elaboración propia]	30
Tabla 3.2 Capacidad de bodega de insumos	34
Tabla 3.3 Capacidad de bodega de materia prima	35
Tabla 3.4 Stock de Seguridad	36
Tabla 3.5 Cálculo del punto de reorden	37
Tabla 3.6 Cantidad óptima a ordenar	37

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

La empresa sobre la cual se desarrolla el presente proyecto se denominará “EMPRESA FARMACEÚTICA”, la cual es una empresa encargada de la producción y distribución de medicamentos de patente libre. Al ser la salud su mercado principal los diferentes productos que ofertan son medicamentos, suplementos médicos, entre otros.

La cadena de suministros es la columna vertebral económica de los diferentes tipos de negocios debido a que abarca desde el diseño del producto hasta su entrega al consumidor final (Calatayud & Katz, 2019). Debido a la importancia que representa el correcto abastecimiento y manejo del inventario de materia prima para el correcto flujo del proceso de producción y en consecuencia en la calidad de productos y nivel de servicio que recibe el cliente final la “EMPRESA FARMACEÚTICA” identificó la necesidad de determinar políticas de abastecimiento para sus materias primas e insumos.

Para lograr cubrir las necesidades que tiene la compañía considerando sus restricciones se define como objetivo general establecer políticas de abastecimiento de materia prima e insumos reduciendo el porcentaje de ventas perdidas a menos del 5%, empleando metodologías que permitan determinar la capacidad de las bodegas y lead times de cada proveedor. Dentro de los objetivos específicos se encuentra: Realizar un estudio ABC para determinar los insumos y materias primas con mayor rotación, determinar el stock de seguridad adecuado para aquellos productos de mayor rotación y determinar la capacidad de las bodegas de insumos y materias primas.

El presente documento está compuesto de 4 capítulos. En el primer capítulo se explica la situación actual de la empresa, el marco teórico, la oportunidad de mejora y los objetivos para lograrla. En la siguiente sección se muestra la metodología utilizada para la recolección de datos, los cuales son mostrados en el capítulo 3 junto con las alternativas de diseño planteadas. Finalmente, en el último capítulo se comparan los resultados obtenidos con los objetivos planteados al inicio del proyecto.

1.1 Descripción del problema

En la actualidad la empresa no posee políticas de inventario definidas sobre la materia prima e insumos que indique cuales son las cantidades mínimas y máximas que podrían almacenar para poder cumplir correctamente con la producción deseada, en la actualidad al hacerlo con una proyección de ventas anual que puede llegar a ser muy variable por la toma de proyectos en el sector público se incurre en desabastecimiento de la materia prima e insumos provocando atrasos en la producción lo que causa ventas perdidas. Por esta razón la empresa desea establecer políticas de inventario sobre el abastecimiento de la materia prima e insumos, considerando los factores de capacidad de almacenamiento, la demanda anual, los productos con mayor rotación dentro de la empresa para poder lograr el abastecimiento óptimo que logre optimizar las ganancias de la empresa.

1.2 Declaración de oportunidad

Debido a que la empresa farmacéutica necesita políticas de inventario para el correcto abastecimiento de materia prima e insumos y evitar caer en atrasos en la producción y a su vez mantener un excelente nivel de servicio manteniendo la calidad de sus productos, se concluye la siguiente declaración de oportunidad: “La empresa farmacéutica necesita establecer políticas de abastecimiento para la materia prima e insumos de mayor rotación que considere la capacidad de las bodegas y lead times de los proveedores y asegure que su porcentaje de ventas perdidas sea menor al 5% debido a que carecen de criterios para el correcto abastecimiento”.

1.3 Justificación de la oportunidad

En el mercado de la salud es fundamental tener el correcto abastecimiento de los medicamentos y suplementos médicos, debido a que centros como hospitales y farmacias tratan diferentes urgencias del cliente final por lo que la industria farmacéutica debe cumplir con la demanda de manera efectiva procurando tener una cadena de abastecimiento sostenible.

La compañía farmacéutica actualmente no cuenta con políticas de abastecimiento para poder saber los stocks máximos y mínimos de materia prima que debe mantener para poder cumplir con la demanda, tampoco cuenta con capacidades

determinadas de las bodegas, ni con la correcta clasificación de su materia prima e insumos con mayor rotación, todo esto hace que se el departamento de producción incurra en atrasos y en el no cumplimiento de la demanda y a su vez ventas pérdidas para la empresa. El desarrollo de las correctas políticas de inventario sobre el abastecimiento de materia prima e insumos ayudara al planificador a que no haya desabastecimiento en las bodegas de materia prima e insumos para poder cumplir con la producción proyectada.

1.4 Determinación del alcance del proyecto

El alcance de este proyecto abarca desde el proceso de ingresar el requerimiento de materia prima o insumos en el sistema hasta que es ingresado al departamento de compras, estas actividades son realizadas previo al inicio del proceso de producción. Mediante la herramienta SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Clients) que se puede observar en la ilustración 1.1.

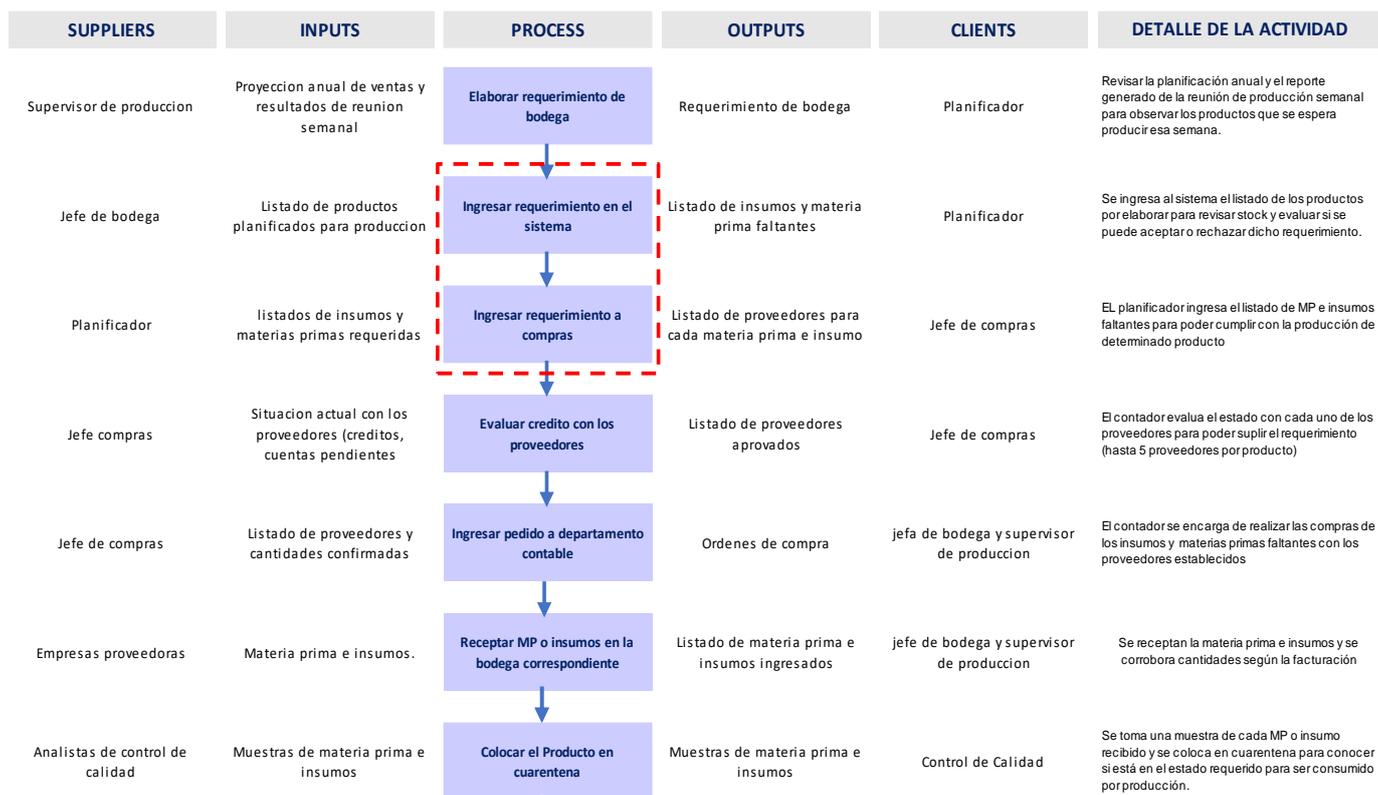


Ilustración 1.1 SIPOC [Fuente: Elaboración propia]

1.5 Restricciones del proyecto

Para el diseño de las políticas de abastecimiento de la empresa farmacéutica se tiene en consideración las siguientes restricciones:

1. Las dimensiones de las bodegas de materia prima e insumos.
2. Su mercado público es inestable.
3. La planificación de su producción se basa en una proyección de ventas estática
4. Algunos productos de sus materias primas o insumos poseen un único proveedor.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Establecer políticas de abastecimiento de materia prima e insumos en una empresa farmacéutica reduciendo el porcentaje de ventas perdidas a menos del

5%, empleando metodologías que permitan determinar la capacidad de las bodegas y lead times de cada proveedor, en un periodo de 4 meses.

1.6.2 Objetivos Específicos

1. Realizar un estudio ABC para determinar los insumos y materias primas con mayor rotación.
2. Determinar un stock de seguridad adecuado para aquellos productos de mayor rotación.
3. Determinar la capacidad de las bodegas de insumos y materias primas.
4. Diseñar políticas de abastecimiento adecuadas en base a la información recolectada.

1.7 Marco teórico

1.7.1 Material Requirement Planning – MRP

El MRP es un sistema que permite planificar y controlar los requerimientos de materiales que se realicen para el correcto abastecimiento durante el proceso de producción. (Olano & Flores, 2012)

Este sistema se basa en un software el cual en conjunto al plan maestro de producción y las diversas políticas de inventario que pueda tener una compañía se encarga generar o programar una lista de compras sugeridas o emitir alertas acerca de aquellos insumos o materias primas que deben volver a abastecerse previo a provocar un desabastecimiento y por ende un atraso en la producción.

1.7.2 Modelo de Wilson EOQ

Para tener claro este modelo es necesario tener en claro lo que significa una política de inventario, la cual consiste en lineamiento o reglamentos que tenga cada compañía acerca de cuándo, cuanto y como adquirir cierto material que se requiera para su proceso productivo o de servicio. (Bowersox, 2004)

EOQ es una política de reabastecimiento que tiene como objetivo minimizar el costo de mantener inventario y el costo de hacer un suponiendo que la demanda y la cantidad de pedidos que se haga será constante a lo largo del año.

1.7.3 Optimización

La optimización suele ser llamada programación matemática y nos ayuda encontrar soluciones a problemas dándonos la mejor opción para resolverlos, esto produce que siempre se logre el mejor resultado, aumentando las ganancias y la productividad, y disminuyendo gastos o desechos. (Arsham, 1994)

1.7.4 Modelo ABC

Este modelo nos permite ver la importancia de los productos usados en las bodegas efectuando un análisis del inventario, estableciendo su importancia mediante la categorización o inversión de sus productos con la finalidad de tener un mayor control sobre el inventario. (Irma Yolanda Garrido Bayas, 2017)

1.7.5 Inventarios

El inventario se puede definir como un grupo de recursos que se pueden volver productivos pero que se encuentran parados en cierto momento. (Gamarra, Elizabeth, Ruiz, & Marlit, 2015)

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

El presente proyecto se desarrolla con la metodología Design From Scratch, en base a la cual se diseñó políticas de abastecimiento de materia prima e insumos para una empresa farmacéutica de la ciudad de Guayaquil.

El desarrollo de este proyecto inició con la recolección de las necesidades de nuestro cliente con el propósito de identificar sus necesidades y traducirlas a requerimientos técnicos, a continuación, se detalla a profundidad lo realizado en esta fase:

2.1 Definición

2.1.1 Lluvia de ideas con todos los implicados de la empresa

Como se observa en la ilustración 2.1. se utilizó la herramienta de lluvia de ideas para poder recolectar las diferentes opiniones y perspectivas que tiene el personal acerca de lo que genera la problemática y las necesidades que tienen, estas entrevistas se realizaron durante visitas a la empresa y por medio de Google Meet.

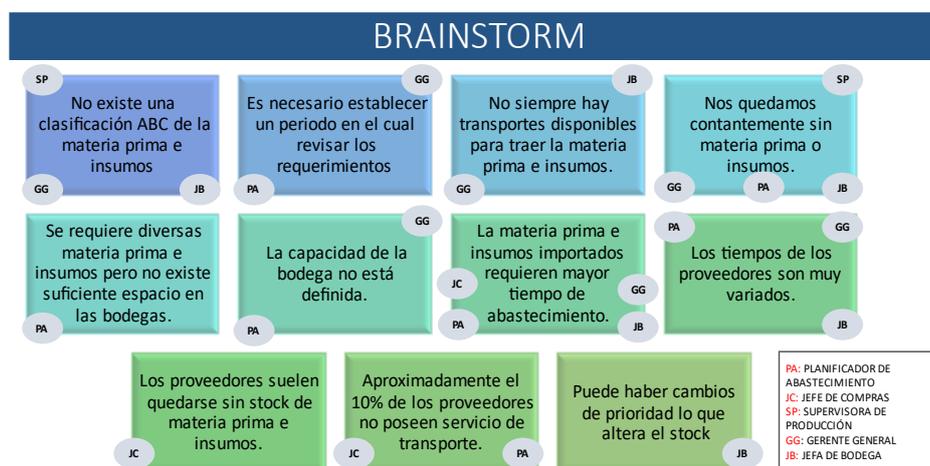


Ilustración 2.1 Lluvia de ideas realizada por el personal
[Fuente: Elaboración propia]

2.1.2 Voz del cliente (VOC)

Al analizar los diferentes puntos de dolor de la empresa según los diferentes puntos de vista recopilados con la lluvia de ideas. Como podemos observar en la ilustración 2.2 con ayuda de la información receptada se procedió a identificar las necesidades y requerimientos de los clientes, es decir, determinar la voz del cliente.



Ilustración 2.2 VOC [Fuente: Elaboración propia]

2.1.3 Especificaciones técnicas (QFD)

Como podemos observar en la ilustración 2.3 una vez determinados los requerimientos de los clientes, mediante la herramienta de la casa de la calidad, Quality Function Deployment, se pudieron determinar los requerimientos técnicos; a los cuales se les colocó una ponderación para precisar los de mayor relevancia.

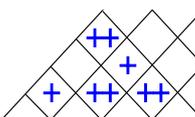
							
			Column #	1	2	3	4
			Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)	▲	▼	▼	X
Max Relationship Value in Row	Relative Weight	Weight / Importance	Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows")	% Espacio ocupado en bodega = (espacio usado (cm) / espacio disponible (cm)) * 100	% de ventas perdidas = (Ventas no completadas / Total Ventas registradas) * 100	% Atrasos en la producción = (# producciones con atraso / Total de producciones) * 100	Stock de seguridad > 0
			Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	Niveles de inventario de acuerdo a la capacidad del almacén	Trazabilidad de cada SKU	Tiempos de reposición adecuados	
9	26,7	4,0		⊖	▲	▲	⊖
9	33,3	5,0		⊖	⊖	⊖	⊖
9	40,0	6,0		▲	⊖	⊖	⊖
			Target or Limit Value	< 100%	< 5%	0%	> 0
			Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)	3	4	5	2
			Max Relationship Value in Column	9	9	3	9
			Weight / Importance	580,0	486,7	246,7	700,0
			Relative Weight	28,8	24,2	12,3	34,8

Ilustración 2.3 QFD [Fuente: Elaboración propia]

Al definir la importancia de cada especificación técnica se obtiene como resultado las siguientes como las más relevantes:

- ❖ Stock de seguridad mayor a 0.
- ❖ Porcentaje de ventas perdidas menor al 5%.
- ❖ Porcentaje del espacio ocupado en bodega menor al 100%.

2.1.4 Pilares de sostenibilidad

Es importante que al llevar a cabo un proyecto se tome en cuenta objetivos que consideren la sostenibilidad en aspectos tanto económico, social y medioambiental. A continuación, se detallan los pilares del presente proyecto:

2.1.4.1 Pilar económico

Este pilar considera minimizar el porcentaje de ventas pérdidas generadas por el desabastecimiento de materia prima e insumos.

$$\% \text{ ventas perdidas} = \frac{\text{Ventas no completadas}}{\text{Total de ventas registradas}} * 100 \quad (2.1)$$

2.1.4.2 Pilar social

Mantener al personal de la compañía capacitado acerca del manejo de las bodegas permitirá que el trabajador se sienta con la capacidad de poder afrontar los problemas que se presenten. Este pilar será medido con el siguiente indicador:

$$\% \text{ Personal capacitado} = \frac{\# \text{ personas capacitadas}}{\text{total de personal en bodega}} * 100 \quad (2.2)$$

2.1.4.3 Pilar ambiental

Disminuir la cantidad de materia prima e insumos inutilizados en percha que se han generado por abastecerse en exceso.

$$\% \text{ de mp inutilizada} = \frac{\text{Productos no utilizados}}{\text{Total de productos en bodega}} * 100 \quad (2.3)$$

2.2 Recolección de datos

2.2.1 Plan de recolección de datos

El plan de recolección de datos es una herramienta que se utilizó para permitirnos planificar e identificar los datos que se requerirán para lograr alcanzar las especificaciones técnicas y los diversos objetivos del proyecto.

En la tabla 2.1 se muestra el parámetro de medición, dónde y cómo será recolectado. Además, de la justificación de para que será utilizado en la actualidad y a futuro.

Tabla 2.1 Plan de recolección de datos

No.	¿Qué?			¿Donde?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Porqué?	Uso futuro	¿Quién?	Validación
	Parámetro de medición	Unidad de medida	Tipo de dato	¿Dónde se recolecta?	¿Cuándo se recolecta?	Método de recolección	¿Por qué recolectar?		Persona a cargo	
1	Reporte de ventas	Unid	Cuantitativo-Discreto	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	01/11/2022-02/11/2022	Base de datos obtenida del sistema Marlex	Permitirá realizar una correcta clasificación ABC de la materia prima e insumos	Permitirá establecer un stock de seguridad adecuado para todos los tipos de materia prima e insumos que requiera la empresa	William Recalde - Allison Reyes	Datos registrados en Sistema Marlex
2	Listado de productos terminados disponibles	Datos	Cualitativo-Continuo	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	01/11/2022-02/11/2022	Base de datos obtenida del sistema Marlex	Permitirá realizar una correcta clasificación ABC de la materia prima e insumos	Permitirá establecer un stock de seguridad adecuado para todos los tipos de materia prima e insumos que requiera la empresa	William Recalde - Allison Reyes	Validada con la información del sistema
3	Composición de los productos disponibles	Datos	Cuantitativo-Continuo	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	01/11/2022-02/11/2022	Base de datos obtenida del sistema Marlex	Permitirá realizar una correcta clasificación ABC de la materia prima e insumos	Permitirá establecer un stock de seguridad adecuado para todos los tipos de materia prima e insumos que requiera la empresa	William Recalde - Allison Reyes	Validada con la información del sistema
4	Ventas perdidas	Unid	Cuantitativo-Discreto	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	01/11/2022-02/11/2022	Base de datos proporcionado por el departamento de compras del último año	Permitirá determinar el porcentaje de ventas pérdidas	Ayudará a determinar cuáles son los productos que presentan mayores problemas en su abastecimiento	William Recalde - Allison Reyes	Datos registrados en Sistema Marlex
5	Altura del producto	cm	Cuantitativo-Continuo	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	07/11/2022-08/11/2022	Visita a la planta para realizar mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en las bodegas de materia prima e insumos	Permitirá determinar la correcta cantidad y ubicación de la materia prima e insumos que sean receptados en cada bodega para maximizar su uso	William Recalde - Allison Reyes	GEMBA

6	Largo del producto	cm	Cuantitativo-Continuo	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	07/11/2022-08/11/2022	Visita a la planta para realizar mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en las bodegas de materia prima e insumos	Permitirá determinar la correcta cantidad y ubicación de la materia prima e insumos que sean receptados en cada bodega para maximizar su uso	William Recalde - Allison Reyes	GEMBA
7	Profundidad del producto	cm	Cuantitativo-Continuo	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	07/11/2022-08/11/2022	Visita a la planta para realizar mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en las bodegas de materia prima e insumos	Permitirá determinar la correcta cantidad y ubicación de la materia prima e insumos que sean receptados en cada bodega para maximizar su uso	William Recalde - Allison Reyes	GEMBA
8	Diámetro del producto	cm	Cuantitativo-Continuo	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	07/11/2022-08/11/2022	Visita a la planta para realizar mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en las bodegas de materia prima e insumos	Permitirá determinar la correcta cantidad y ubicación de la materia prima e insumos que sean receptados en cada bodega para maximizar su uso	William Recalde - Allison Reyes	GEMBA
9	Altura de la bodega	cm	Cuantitativo-Continuo	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	07/11/2022-08/11/2022	Visita a la planta para realizar mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en las bodegas de materia prima e insumos	Permitirá determinar la correcta cantidad y ubicación de la materia prima e insumos que sean receptados en cada bodega para maximizar su uso	William Recalde - Allison Reyes	GEMBA
10	Largo de la bodega	cm	Cuantitativo-Continuo	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	07/11/2022-08/11/2022	Visita a la planta para realizar mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en las bodegas de materia prima e insumos	Permitirá determinar la correcta cantidad y ubicación de la materia prima e insumos que sean receptados en cada bodega para maximizar su uso	William Recalde - Allison Reyes	GEMBA

11	Altura de los racks	cm	Cuantitativo-Continuo	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	07/11/2022-08/11/2022	Visita a la planta para realizar mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en las bodegas de materia prima e insumos	Permitirá determinar la correcta cantidad y ubicación de la materia prima e insumos que sean receptados en cada bodega para maximizar su uso	William Recalde - Allison Reyes	GEMBA
12	Ancho de los racks	cm	Cuantitativo-Continuo	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	07/11/2022-08/11/2022	Visita a la planta para realizar mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en las bodegas de materia prima e insumos	Permitirá determinar la correcta cantidad y ubicación de la materia prima e insumos que sean receptados en cada bodega para maximizar su uso	William Recalde - Allison Reyes	GEMBA
13	Espacio delimitado para transitar en la bodega	cm	Cuantitativo-Continuo	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	07/11/2022-08/11/2022	Visita a la planta para realizar mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en las bodegas de materia prima e insumos	Permitirá determinar la correcta cantidad y ubicación de la materia prima e insumos que sean receptados en cada bodega para maximizar su uso	William Recalde - Allison Reyes	GEMBA
14	Espacio disponible de almacenaje en los racks	cm	Cuantitativo-Continuo	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	07/11/2022-08/11/2022	Visita a la planta para realizar mediciones con flexómetro	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en las bodegas de materia prima e insumos	Permitirá determinar la correcta cantidad y ubicación de la materia prima e insumos que sean receptados en cada bodega para maximizar su uso	William Recalde - Allison Reyes	GEMBA
16	Límite de materia prima o insumos apilados	Unid	Cuantitativo-Discreto	En la empresa farmacéutica - Planta Principal	07/11/2022-08/11/2022	Visita a la planta para realizar mediciones	Porque ayudará a determinar el espacio que ocupará en las bodegas de materia prima e insumos	Permitirá determinar la correcta cantidad y ubicación de la materia prima e insumos que sean receptados en cada bodega para maximizar su uso	William Recalde - Allison Reyes	GEMBA

2.2.2 Recolección de medidas de las bodegas de insumos, materia prima y etiquetas

La recolección de las medidas de las bodegas se realizó mediante visitas a la empresa farmacéutica utilizando un flexómetro como herramienta. Se tomaron las medidas de los pasillos, alto, largo y ancho de los racks utilizados, estos datos se muestran en la tabla 2.2, tabla 2.3 y tabla 2.4.

Tabla 2.2 Medidas de bodega de insumos [Fuente: Elaboración propia]

CAPACIDAD				
CAPACIDAD	ANCHO	LARGO	ALTO	M3
RACK 1 NIVEL 1	1,10	2,22	1,42	24,27
RACK 1 NIVEL 2	1,10	2,22	1,42	24,27
RACK 1 NIVEL 3	1,10	2,22	2,50	42,74
RACK 2 NIVEL 1	1,10	2,22	1,32	19,34
RACK 2 NIVEL 2	1,10	2,22	2,00	29,30
RACK 2 NIVEL 3	1,10	2,22	1,50	21,98
RACK 3 NIVEL 1	1,10	2,22	1,32	19,34
RACK 3 NIVEL 2	1,10	2,22	2,00	29,30
RACK 3 NIVEL 3	1,10	2,22	1,50	21,98
RACK EN MEDIO	2,20	2,22	2,50	12,21
PILAR	2,00	8,00	2,50	40,00
TOTAL				284,74

Producto	ANCHO	LARGO	ALTO	M3
Tapon de caucho	0,30	0,41	0,24	0,03
Agrafo	0,40	0,56	0,40	0,09
Cajas (30)	0,50	0,54	0,30	0,08
Frasco de vidrio	0,42	0,58	0,52	0,13

Tabla 2.3 Medidas de bodega de cajas y etiquetas [Fuente: Elaboración propia]

CAPACIDAD BODEGA				
RACK	ALTO	ANCHO	PROFUNDIDAD	M3
Tipo 1	0,99	1,10	0,40	0,43
Tipo 2	1,99	0,81	0,37	0,60
Tipo 3	1,99	0,81	0,37	0,60
Tipo 4	1,99	0,81	0,37	0,60
Tipo 5	2,05	1,14	0,40	0,93
Tipo 6	1,90	96,00	0,40	72,96
Tipo 7	2,25	0,97	0,45	0,98
Tipo 8	1,69	1,07	0,35	0,63
Tipo 9	2,00	0,98	0,41	0,80
Tipo 10	1,06	0,98	0,39	0,40
Tipo 11	1,88	2,15	1,00	4,03
Tipo 12	1,88	2,15	1,00	4,03
Tipo 13	1,88	2,15	1,00	4,03
Tipo 14	1,88	2,15	1,00	4,03
Tipo 15	1,88	2,15	1,00	4,03
Tipo 16	1,88	2,15	1,00	4,03
Tipo 17	2,51	5,35	0,72	9,65
Tipo 18	2,51	5,35	0,72	9,65
Tipo 19	2,51	5,35	0,72	9,65
Tipo 20	1,88	5,12	1,00	9,58
Tipo 21	1,88	5,12	1,00	9,58
Tipo 22	1,88	5,12	1,00	9,58
Tipo 23	200,05	0,92	0,75	137,11
TOTAL				298

Tabla 2.4 Medidas de bodega de materia prima [Fuente: Elaboración propia]

CAPACIDAD BODEGA				
RACK	ALTO	ANCHO	LARGO	M3
Area de tanques 1	1,00	1,20	4,10	4,92
Area de tanques 2	1,00	1,20	1,20	1,44
Anaqueles	1,42	0,85	0,50	0,60
Rack Pequeño 1	0,32	0,40	1,16	0,74
Rack Pequeño 2	0,32	0,40	1,16	0,74
Rack #1 Piso 1	1,27	0,80	4,75	4,83
Rack #1 Piso 2	1,05	0,80	4,75	3,99
Rack #2 Piso 1	1,27	0,80	4,75	4,83
Rack #2 Piso 2	1,05	0,80	4,75	3,99
Rack #3 Piso 1	1,27	0,80	4,75	4,83
Rack #3 Piso 2	1,05	0,80	4,75	3,99
Rack #4 Piso 1	1,27	0,80	4,75	4,83
Rack #4 Piso 2	1,05	0,80	4,75	3,99
Rack #5 Piso 1	1,27	0,80	4,75	4,83
Rack #5 Piso 2	1,05	0,80	4,75	3,99
Rack #6 Piso 1	1,27	0,80	4,75	4,83
Rack #6 Piso 2	1,05	0,80	4,75	3,99
Rack #7 Piso 1	1,27	0,80	4,75	4,83
Rack #7 Piso 2	1,05	0,80	4,75	3,99
Rack #8 Piso 1	1,27	0,80	4,75	4,83
Rack #8 Piso 2	1,05	0,80	4,75	3,99
Rack #9 Piso 1	1,27	0,80	4,75	4,83
Rack #9 Piso 2	1,05	0,80	4,75	3,99
TOTAL				87,79

MP	ALTO	LARGO	ANCHO	M3 OCUPADO
HIDROXIDO DE MAGNESIO	0,94	0,58	0,58	0,32
SPRBITOL LIQUIDO	0,92	0,60	0,60	0,33
GLICERINA	0,96	0,60	0,60	0,35
METILPARABENO USP	0,46	0,36	0,36	0,06
METILPARABENO SODIO	0,36	0,38	0,38	0,05
SACARINA SODICA	0,60	0,42	0,25	0,06
PROPILPARABENO	0,45	0,36	0,36	0,06
HIDROXIDO DE SODIO	0,21	0,08	0,08	0,00
ACEITE DE ESENCIA DE MENTA	0,26	0,18	0,11	0,01
VITAMINA B6	0,34	0,40	0,30	0,04
CLORURO DE SODIO	0,36	0,52	0,20	0,04
VITAMINA B12	0,17	0,34	0,14	0,01

2.2.3 Prueba de confiabilidad de la data

Se realizó una prueba de hipótesis para validar los datos recopilados de las dimensiones de cada producto, se puede observar los datos recopilados en la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Comparación de datos

INPUT	Data Allison Reyes			Data William Recalde			Data variability		
	HEIGHT	LENGTH	WIDTH	HEIGHT	LENGTH	WIDTH	HEIGHT	LENGTH	WIDTH
GLISERIN TANK	94,00	56,50	56,50	93,80	56,50	56,50	0%	0%	0%
KEROSENE TANK	101,50	56,00	56,00	99,90	57,00	57,00	1%	1%	1%
IBUPROPHEN	57,00	47,00	47,00	56,00	47,00	47,00	1%	0%	0%
REFINED WHITE SUGAR BAG	12,00	66,00	44,00	12,00	66,00	43,00	0%	0%	2%
ALUMINUM FOR DEMUCIL	42,00	30,50	41,50	42,00	30,00	40,00	0%	1%	3%
ALUMINUM FOR ETEROKRON PACKAGING	35,50	91,00	35,50	35,80	92,00	36,00	0%	1%	1%
PILL BOX	26,00	30,50	22,50	26,20	30,90	22,80	1%	1%	1%
LID BOX	38,50	55,00	38,50	38,10	55,00	38,50	1%	0%	0%
TUBE BOX	16,50	48,00	56,00	16,40	48,00	56,00	0%	0%	0%
AMBER BOTTLE BOX	48,00	64,50	51,00	48,00	64,50	51,00	0%	0%	0%
PLASTIC BOX	54,00	45,00	62,50	54,00	45,00	62,00	0%	0%	1%
PLASTIC BOX	22,50	40,00	30,00	22,70	40,00	30,40	1%	0%	1%
BOX CLOTRIMAZOLE TUBES	16,00	48,50	56,00	16,00	49,00	56,00	0%	1%	0%
CARTONS	20,00	75,00	49,00	20,20	76,00	49,00	1%	1%	0%
ECOPLAST	48,00	50,00	64,00	48,00	49,00	64,00	0%	1%	0%
BLISTER ALUMINUM ROLLS	17,50	18,50	18,50	17,30	18,50	18,50	1%	0%	0%
PLASTIC ROLLS	18,00	29,00	29,00	18,00	29,00	29,00	0%	0%	0%
PVC ROLLS	18,50	28,00	28,00	18,40	28,00	28,00	0%	0%	0%
ORAL SERUM ROLLS	19,50	29,50	29,50	19,50	29,60	29,60	0%	0%	0%
CORN STARCH BAG	12,00	66,00	44,00	12,00	67,00	44,00	0%	1%	0%
BLISTER OF PRODUCT A	13,00	15,00	15,00	13,00	15,00	15,00	0%	0%	0%
BLISTER OF PRODUCT B	18,00	10,00	10,00	17,90	10,20	10,20	0%	1%	1%
PRODUCT BLISTER C	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	0%	0%	0%
PRODUCT BLISTER D	18,00	12,00	12,00	18,00	11,90	11,90	0%	1%	1%
PRODUCT BLISTER E	18,50	20,50	20,50	18,20	20,70	20,70	1%	1%	1%
CROSCARMELLOSE SODIUM TANK	59,00	26,00	26,00	59,20	26,00	26,00	0%	0%	0%
ACETAMINOFEN TANK	38,50	32,00	32,00	38,30	32,00	32,00	0%	0%	0%
MICROCRYSTALLINE CELLULOSE	37,00	15,50	15,50	37,30	15,50	15,50	1%	0%	0%
MAGALDRATE	94,00	56,00	56,00	94,40	56,00	56,00	0%	0%	0%
VITAMIN B1	35,00	25,50	25,50	36,00	25,50	25,50	2%	0%	0%
CHLORPROMAZINE	59,00	26,50	26,50	60,00	26,40	26,40	1%	0%	0%
PROPYLENE GLYCOL	90,00	60,00	60,00	91,00	62,00	62,00	1%	2%	2%
							0%	0%	0%

Ho: Los datos recogidos por Allison Reyes y William Recalde varían en un 5%.

Hi: \neq Ho

Z de una muestra: Datos

Estadísticas descriptivas

N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite superior de 95% para μ
96	0,004389	0,006050	0,000617	0,005405

μ : media de Datos
Desviación estándar conocida = 0,00605

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu = 0,05$
Hipótesis alterna $H_1: \mu < 0,05$

Valor Z	Valor p
-73,87	0,000

Ilustración 2.4 Prueba de hipótesis [Fuente: Elaboración propia]

Se puede observar en la ilustración 2.4 que el valor p obtenido es menor a 0,05 por lo que se puede concluir que se rechaza la hipótesis nula H_0 , porque los datos recogidos por los alumnos no varían en más de un 5%.

2.2.4 Diagramas de Pareto sobre análisis de ventas

Del sistema informático de la empresa farmacéutica se obtuvo la información de ventas y de ventas perdidas de los años 2019, 2020 y 2021. Esta información fue analizada en las ilustraciones 2.5 y 2.6 que se muestran a continuación.

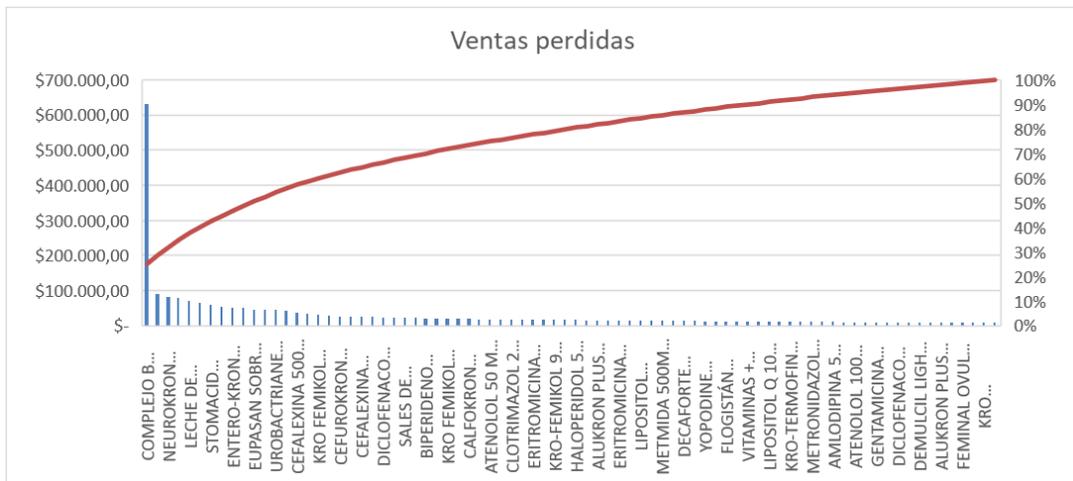


Ilustración 2.5 Diagrama Pareto de ventas perdidas [Fuente: Elaboración propia]

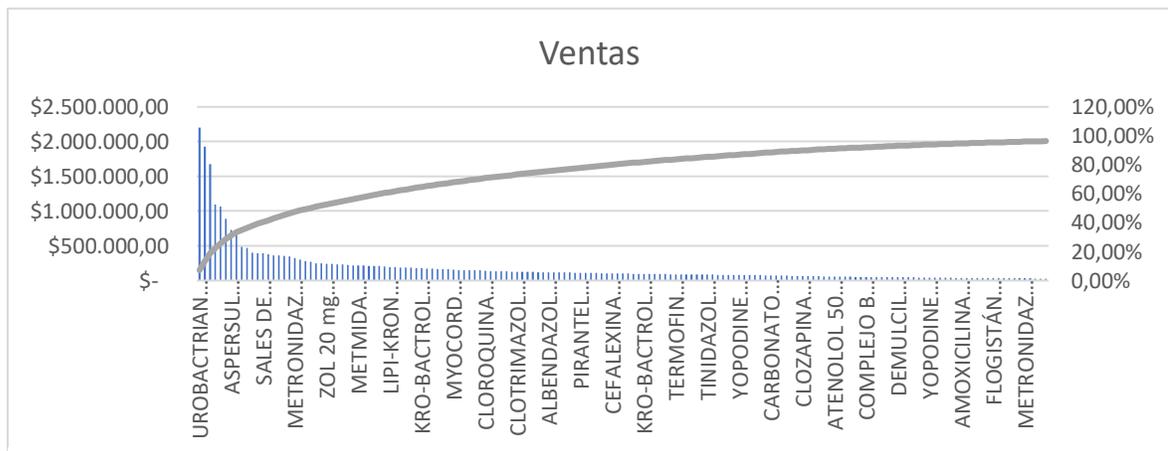


Ilustración 2.6 Diagrama Pareto de ventas realizadas [Fuente: Elaboración propia]

En base a la información obtenida de ambos diagramas se pudo concluir que los productos más relevantes a analizar son aquellos con mayor rentabilidad y que presenten mayores pérdidas en ventas, los productos se presentan en la tabla 2.6.

Tabla 2.6 Productos "A" a analizar

PRODUCTO	UNID.VENTAS	%
LECHE DE MAGNESIA 60 ml	91.713,44	25,52%
COMPLEJO B FORTE INYECTABLE 10 ml CX12	631.486,14	22,28%
NEUROKRON INYECTABLE 10ml CX12	83.347,00	2,94%
LECHE DE MAGNESIA 120 ml	70.620,30	2,49%
SALES DE REHIDRATACION ORAL VARIOS SABORES CX5	55.263,04	1,95%

2.3 Análisis

En esta etapa del proyecto se procedió a analizar tres modelos de diseño que podrían ser aplicados para cumplir con las especificaciones técnicas en base a los datos recolectados en la etapa anterior.

2.3.1 Opción de Diseño Modelo 1

Este modelo conocido como el modelo de Wilson permite minimizar el costo de mantener inventario y costo de los pedidos, además la variable obtenida será la cantidad adecuada de reabastecimiento.

Sin embargo, presenta desventajas como que el tamaño de pedido debe ser contante, es decir que se debe trabajar con productos de demanda constante a lo largo del tiempo y considera que el lead time de entrega no es variable.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2C_0D}{C_iU}} \quad (2.4)$$

2.3.2 Opción de Diseño Modelo 2

La siguiente propuesta es un modelo de máximos y mínimos el cual consiste en una política de revisión continua de inventario en el cual se abastece una cantidad mínima a tener en stock y se establece un punto máximo de reorden, ecuación 2.7.

$$r = \overline{D}_L + SS \quad (2.5)$$

$$Q^* = S - I \quad (2.6)$$

$$S = r + EOQ \quad (2.7)$$

nivel máximo por reordenar

2.3.3 Opción de Diseño Modelo 3

El ultimo diseño propuesto es aplicar la herramienta MRP, Planificación de las Requisiciones de Materiales, que se basa en coordinar y controlar toda la materia prima e insumos que se requiera en producción para de este modo evitar caer en desabastecimientos y disminuir los atrasos que se puedan generar al momento de iniciar el proceso de fabricación. Esta herramienta será empleada a través de la utilizando GAMS.

El modelo tiene como objetivo minimizar los costos involucrados en el proceso de abastecimiento de materia prima e insumos, considerando las restricciones de inventario inicial necesario para comenzar una producción, la demanda externa, stock de seguridad y las ventas perdidas que se puedan presentar.

Modelo matemático

Conjuntos:

K Conjunto de productos terminados, materia prima e insumos = {Complejo B, Leche de magnesio, Sorbitol líquido ...}

T Conjunto de tiempos discretos = {S0, S1, S2, S3, S4, S5}

Parámetros:

h Costo de inventario (dólares estadounidenses)

m Costo de pedir (dólares estadounidenses)

pro(t) Costo de producción en el tiempo t (dólares estadounidenses)

d (k, t) Demanda externa del SKU k en el tiempo t

R (j, k) Cantidad de SKU j que se necesita para producir otro SKU k

It (k) Tiempo de reposición del SKU k

Inv_0 (k)	Inventario inicial del SKU k
SS (k)	Stock de seguridad de SKU k
PV (k)	Precio de venta del producto terminado k

Variables Positivas

$x(k, t)$	Cantidad de sku producidos en el periodo t
$s(k, t)$	Inventario de sku al final del periodo t
$of(k, t)$	Órdenes faltantes del producto k en el periodo t

Variable de decisión:

$$y_{k,t} \begin{cases} 1 & \text{Si el sku es producido/abastecido en el periodo } t \\ 0 & \text{sino} \end{cases}$$

$$\text{Min} \sum_{t=0}^5 \sum_{k=1}^n pro_t * x_{k,t} + m * y_{k,t} + h * s_{k,t} + PV_k * of_{k,t}$$

s.a.

Conservación de flujo después del tiempo de reposición.

$$s_{k,t-1} + x_{k, t-lt_k} = d_{k,t} + \sum_j R_{j,k} * x_{k,t} + s_{k,t} + of_{k,t-1} - of_{sku,t}$$

$$\forall t > lt_k \in T, \forall k \in K$$

Conservación de flujo antes del tiempo de reposición.

$$s_{k,t-1} = d_{k,t} + \sum_j R_{j,k} * x_{k,t} + s_{k,t} + of_{k,t-1} - of_{k,t}$$

$$\forall t < lt_k \in T, \forall k \in K$$

Enlace de Variables (límite superior)

$$x_{k,t} \leq 1000y_{k,t}$$

$$\forall t > S0 \in T, \forall k \in K$$

Limitaciones de Recursos (límite inferior)

$$x_{k,t} \geq y_{k,t}$$

$$\forall t > S0 \in T, \forall k \in K$$

Stock de seguridad

$$s_{sku,t} \geq SS_{sku} \quad \forall sku \in SKU, \forall t \in T$$

$$x_{k,t} \geq 0, s_{k,t} \geq 0, of_{k,t} \geq 0 \quad \forall t, k$$

$$y_{k,t} \in \{0,1\} \forall t, k$$

2.3.4 Matriz de decisión

Mediante la herramienta de matriz de decisión, mostrada en la tabla 2.7 se realizó la comparación de los 3 modelos de diseños planteados, se procedió a compararlos en base a criterios que se consideran indispensables para lograr cumplir con las especificaciones técnicas definidas en el QFD.

Tabla 2.7 Matriz de decisión [Fuente: Elaboración propia]

CRITERIOS	Situación actual	Opción de diseño 1	Opción de diseño 2	Opción de diseño 3
¿El modelo considera stock mínimo para los productos?	X	X	✓	✓
¿El modelo considera el tiempo de reposición de los diferentes materiales?	X	X	✓	X
¿El modelo considera si el material es importado o, no?	X	X	✓	✓
¿El modelo permitirá prevenir el desabastecimiento?	X	✓	✓	✓
¿El modelo considera demandas variables?	X	✓	✓	✓
¿El modelo considera productos con demanda dependiente?	X	✓	✓	✓
¿El modelo puede ser replicado a otros grupos?	X	✓	✓	✓

2.3.5 Comparación y análisis de factibilidad

Como podemos observar en la tabla 2.8 se realizó el análisis de factibilidad de las 3 opciones de diseño, quedando como mejor opción aquella que sea fácilmente replicable para el siguiente tipo de productos y sea accesible de ejecutar.

Tabla 2.8 Análisis de factibilidad de los diseños [Fuente: Elaboración propia]

PESO	Extremadamente facil	Facil	Medio	Difícil	Extremadamente difícil	Total
Opcion Criterio 3	5	4	3	2	1	
Lead time			1			3
Plan de producción			1			3
Posición de inventario		1				4
Lista de materiales	1					5
Capacidad de producción de planta			1			3
Es posible replicarlo		1				4
TOTAL WEIGHT						22

PESO	Extremadamente facil	Facil	Medio	Difícil	Extremadamente difícil	Total
Opcion Criterio 2	5	4	3	2	1	
Lead time			1			3
Demanda planificada	1					5
Demanda diaria	1					5
Costos de ordenar lote			1			3
Posición de inventario		1				4
Es posible replicarlo	1					5
TOTAL WEIGHT						25

Como se puede ver en la tabla 2.8 en la parte superior ambas reflejan el mismo peso. Sin embargo, se seleccionó como mejor opción el diseño 3 debido a las opiniones y preferencias del cliente una vez presentados los modelos.

2.3.6 Análisis financiero.

En esta sección se presentan los ingresos netos de la compañía de los años 2019, 2020 y 2021. Como se puede observar en la tabla 2.9 las ventas de los productos analizados representan alrededor del 15% de las ganancias de la compañía.

Tabla 2.9 Ingresos y costos anuales

	2019	2020	2021
TOTAL INCOME	\$ 5.426.816,89	\$ 5.680.918,73	\$ 7.227.411,21
<i>Sales of products analyzed</i>	\$ 647.041,78	\$ 1.087.120,72	\$ 917.362,55
	11,92%	19,14%	12,69%
COST TOTAL	\$ 3.764.191,10	\$ 4.153.185,25	\$ 6.103.624,50
<i>Costs of products analyzed</i>	\$ 22.560,45	\$ 22.560,45	\$ 22.560,45
	0,60%	0,54%	0,37%

Por otro lado también se observa el porcentaje del costo total que representa la compra de los insumos y materia prima para su elaboración, es importante resaltar que la compañía no incurre en costo de transporte debido a que sus proveedores se encargan de la entrega de la materia prima e insumos.

2.3.7 Análisis de costos de implementación de la opción de diseño 3

2.3.7.1 Costo por hora de capacitación.

Costo por hora por capacitación al gerente de la compañía:

Sueldo estimado = \$3 000/mes

Horas laborables: 160h /mes

Horas de capacitación planificadas: 4h /mes

Costo x Hora de trabajo: \$3000/ 160h = \$18,75

Costo x Hora de Capacitación: $\$18,75 \times 4h = \75 /mes.

Costo por hora por capacitación al planificador de la compañía:

Sueldo estimado = \$450 /mes

Horas laborables: 160h /mes

Horas de capacitación planificadas: 2,81 h /mes

Costo x Hora de trabajo: $\$450 / 160h = \$2,5$

Costo x Hora de Capacitación: $\$2,5 \times 3h = \$7,5$ /mes

Costo por hora de ejecución del modelo con otro colaborador:

Sueldo estimado = \$425 /mes

Horas laborables: 160h /mes

Horas de capacitación planificadas: 2 h /mes

Costo x Hora de trabajo: $\$425 / 160h = \$2,65$

Costo x Hora de Capacitación: $\$2,5 \times 2h = \$5,3$ /mes

2.3.7.2 Resumen de costos de implementación.

Para la implementación de la opción de diseño 3 se consideró el uso de office empresarial debido a que permitirá manejar de mejor manera la cantidad de SKU's que tiene la compañía. A pesar de que el costo mostrado en la tabla 2.10 es mayor a los demás diseños, tabla 2.11, al ser la opción más rentable para el cliente es con la opción que se desarrollará el proyecto.

Tabla 2.10 Resumen de costos de implementación de diseño 3 [Fuente: Elaboración propia]

OPCIÓN	CRITERIO	Costo/mes
Software	Software	\$350
Planificador	Capacitación interna (planificador)	\$7,5
Planificador	Capacitación interna (planificador)	\$5.30
Gerente	Capacitación interna (Gerente)	\$75
Pasante	Recolección de datos	\$200
TOTAL		\$637.80

Tabla 2.11 Resumen de costos de implementación de diseño 1 y 2 [Fuente: Elaboración propia]

OPCIÓN 1	Herramienta/actividad	Costo/mes
Software	EXCEL	\$6
Planificador	Capacitación interna (planificador)	\$7,5
Planificador	Capacitación interna (planificador)	\$5,3
Gerente	Capacitación interna (gerente)	\$75
Pasante	Recolección de datos	\$200
TOTAL		\$293,8

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1 Diseño

3.1.1 Plan de implementación de prototipo.

El presente plan de implementación de prototipo se muestra en la tabla 3.1, este se realizó de tal manera que se pudiera establecer todas las etapas necesarias para que se desarrolle de forma correcta el modelo propuesto y se dé a conocer a todos los involucrados de forma óptima.

Tabla 3.1 Plan de implementación de prototipo [Fuente: Elaboración propia]

ETAPAS DE VALIDACION	RECURSOS	RESPONSABLE	DURACION	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACION	ESTADO
DESARROLLO DE DISEÑO						
Análisis de viabilidad de las opciones de diseño propuestas.	Software	Líderes de proyecto	2 días	7/12/2022	9/12/2022	Completado
Evaluación de opciones de diseño.	Software	Líderes de proyecto	2 días	12/12/2022	14/12/2022	Completado
Selección de la opción de diseño más adecuada de acuerdo con las restricciones de diseño y las especificaciones técnicas.	Software-Reunión	Líderes de proyecto	2 días	15/12/2022	16/12/2022	Completado
Aprobación del modelo por el gerente general.	Reunión presencial	Gerente general Líderes de proyecto	1 hora	19/12/2022	19/12/2022	Completado

ETAPAS DE VALIDACION	RECURSOS	RESPONSABLE	DURACION	FECHA DE INICIO	FECHA DE FINALIZACION	ESTADO
IMPLEMENTACION DEL DISEÑO						
Proporcionar capacitación sobre el uso del modelo propuesto al personal a cargo.	Software	Líderes de proyecto	3 días	09/01/2023	11/01/2023	Completado
Prueba del uso del modelo.	Software	Líderes de proyecto Planificador	2 días	12/01/2023	13/01/2023	Completado
Presentar resultado del proyecto.	Software Reunión	Gerente general – Líderes de proyecto	2 horas	24/01/2023	24/01/2023	Completado
PLAN DE CONTROL						
Desarrollo y socialización de la guía de operación del modelo propuesto.	Software Instalaciones	Líderes de proyecto	5 días	16/01/2023	20/01/2023	Completado

3.2 Prototipo

En la presente fase del proyecto se llevó a cabo el proceso de prototipado en el cual se realizó una prueba piloto con los productos tipo A. Esta prueba se ejecutó con los 5 productos más vendidos y a la vez que representaban mayores pérdidas en ventas para la compañía.

- I. Impartir formación sobre el uso del modelo propuesto al personal encargado.

Este paso se lo realizó a través de la plataforma Zoom, como se observa en la ilustración 3.1, en la cual se fue explicando al personal encargado de planificación el uso del modelo propuesto, se explicó cuáles deben ser las pestañas donde deben ingresar datos.

El modelo propuesto consta de un libro de Excel y de un código realizado en GAMS. El libro de Excel consta de varias hojas: en las primeras hojas inicialmente el planificador deberá registrar los datos de inventario inicial y demanda, las siguientes hojas son sobre datos del proceso; costos, requerimientos de producción, lead times y precios de venta.

Finalmente en las últimas hojas del libro se muestran los resultados obtenidos luego de ejecutar el modelo en GAMS.

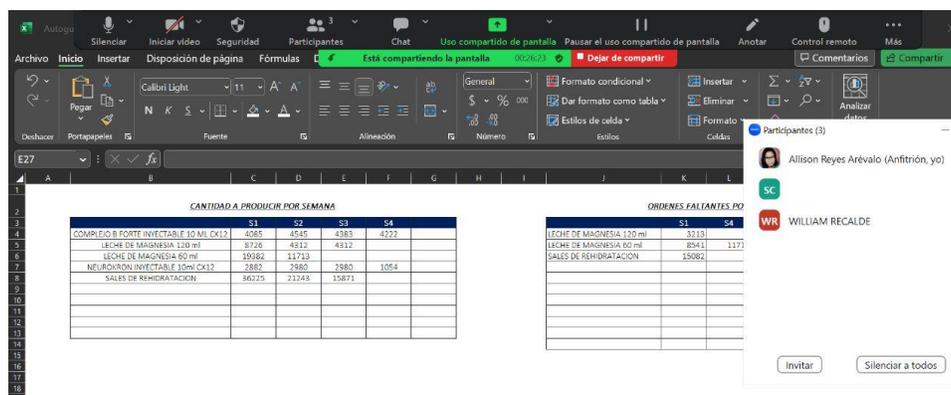


Ilustración 3.1 Explicación vía Zoom de la presentación de los resultados [Elaboración propia]

II. Probar los resultados del modelo.

El modelo fue probado en varias etapas, inicialmente se los realizó probando con cada uno de los productos terminados que fueron seleccionados para la prueba piloto y finalmente se probó con los productos en conjunto. Los resultados del modelo en GAMS se muestran en la ilustración 3.2.

```
set
sku      Materia prima e insumos
tt       Tiempos discretos /S0,S1, S2, S3, S4, S5/
;

alias (tt, ttp)
*Redefinición del conjunto TT es decir sera lo mismo llamar al conjunto ttp
(SKU, ppp);

Parameters
holding      costo de inventario
setup        costo fijo de setup
produccion(tt) costo de producir en el tiempo
demand(sk,u,tt) Demanda externa en el tiempo
R(sk,u,sku)  Cantidad de SKU i que se necesita para producir un Pt j
leadtime(SKU) Tiempo de reposición del SKU i
Inv_inicial(SKU) Inventario inicial del SKU i
SS(SKU)      Stock de seguridad del SKU i
;

*Llamar datos de archivo de excel

SonnEcho > tasks.txt
dsset=sku rng=Datos!B2 rdim=1

par=holding rng=Parametros!D15 rdim=0
par=setup rng=Parametros!D14 rdim=0
par=produccion rng=Parametros!I13 rdim=1
```

```
All rows and columns eliminated.
Presolve time = 0.00 sec. (0.30 ticks)
--- Fixed MIP status (1): optimal.
--- Cplex Time: 0.02sec (det. 0.01 ticks)

Proven optimal solution
MIP Solution: 687314.513840 (0 iterations, 0 nodes)
Final Solve: 687314.513840 (0 iterations)

Best possible: 687314.513840
Absolute gap: -0.000000
Relative gap: -0.000000

--- Reading solution for model new1
--- Resolving after solve: elapsed 0:00:03.741
--- MSF 1.gms(76) 4 MB
--- MSF File (execute unload) C:\Users\peppir\OneDrive - Escuela Superior Politécnica del Litoral\Documents\
--- MSF 1.gms(77) 4 MB

SHOWMSG 41.5.0 2aSat4dc Jan 3, 2023 NEI x64 64bit/MS Window
Input file : C:\Users\peppir\OneDrive - Escuela Superior Politécnica del Litoral\Documents
Output file: C:\Users\peppir\OneDrive - Escuela Superior Politécnica del Litoral\Documents
Total time = 3291 Ms
--- MSF 1.gms(78) 4 MB

SHOWMSG 41.5.0 2aSat4dc Jan 3, 2023 NEI x64 64bit/MS Window
Input file : C:\Users\peppir\OneDrive - Escuela Superior Politécnica del Litoral\Documents
Output file: C:\Users\peppir\OneDrive - Escuela Superior Politécnica del Litoral\Documents
Total time = 3472 Ms
*** Status: Normal completion
--- Job MSF 1.gms Stop 01/24/23 09:20:00 elapsed 0:00:13.063
```

Ilustración 3.2 Resultados de GAMS de la prueba de los productos en conjunto

III. Presentar los resultados del modelo

Los resultados del modelo se presentan en dos hojas del libro de Excel donde se ingresan los datos, estas hojas muestran las cantidades a producir por semana y cuanto se requerirá de materia prima e insumos para completar la demanda. También se muestra aquellas ordenes que no pueden ser cumplidas en el periodo de tiempo establecido.

Por último, da como resultado el inventario final de cada SKU luego de cada semana de producción.

IV. Desarrollo y socialización de la guía de operación del modelo propuesto

Se desarrolló una guía para el manejo del modelo, ilustración 3.3, de tal modo que este pueda ser utilizado para el resto de SKU's y por otro personal que se considere adecuado.



Ilustración 3.3 Guía para el manejo del modelo propuesto

3.2.1 Resultados de prototipado

En esta sección se presentará el cumplimiento de las especificaciones técnicas para el diseño del modelo:

- Porcentaje de espacio ocupado por SKU: menos del 100%.

Se puede observar que la capacidad de ambas bodegas es del 80%, lo cual permite a la empresa tener un mejor conocimiento del espacio que abarcan sus bodegas, lo cual se puede visualizar en las tablas 3.2 y 3.3.

Tabla 3.2 Capacidad de bodega de insumos

Producto	ANCHO	LARGO	ALTO	M3	UNIDADES	M3 OCUPADO	CAPACIDAD	M3
Tapon de caucho	0,30	0,41	0,24	0,03	1.200	35,42	100%	284,74
Agrafa	0,40	0,56	0,40	0,09	700	62,72	80%	227,79
Cajas (30)	0,50	0,54	0,30	0,08	800	64,80		
Frasco de vidrio	0,42	0,58	0,52	0,13	510	64,60		
			TOTAL	0,33	TOTAL	227,55		

Tabla 3.3 Capacidad de bodega de materia prima

MP	ALTO	LARGO	ANCHC	M3	UNIDADE	M3 OC
HIDROXIDO DE MAGNESIO	0,94	0,58	0,58	0,32	8,00	2,53
SPRBITOL LIQUIDO	0,92	0,60	0,60	0,33	6,00	1,99
GLICERINA	0,96	0,60	0,60	0,35	6,00	2,07
METILPARABENO USP	0,46	0,36	0,36	0,06	160,00	9,54
METILPARABENO SODIO	0,36	0,38	0,38	0,05	180,00	9,36
SACARINA SODICA	0,60	0,42	0,25	0,06	140,00	8,82
PROPILPARABENO	0,45	0,36	0,36	0,06	140,00	8,16
HIDROXIDO DE SODIO	0,32	0,10	0,10	0,003	450,00	1,44
ACEITE DE ESENCIA DE MENTA	0,26	0,18	0,11	0,01	100,00	0,51
VITAMINA B6	0,34	0,40	0,30	0,04	300,00	12,24
CLORURO DE SODIO	0,36	0,52	0,20	0,04	300,00	11,23
VITAMINA B12	0,17	0,34	0,14	0,01	300,00	2,43
			TOTAL	1,32	TOTAL	70,33

CAPACIDAD	M3
100%	87,79
80%	70,23

- Porcentaje de ventas perdidas: menos del 5%.

El modelo presenta como resultado los pedidos que faltan, lo que permitirá al planificador aprovisionarse adecuadamente reduciendo las ventas perdidas. Además, ver el número de materias primas y suministros necesarios para satisfacer las necesidades de producción. El resultado se refleja en la ilustración 3.4

- Stock de seguridad: Mayor a 0

Las existencias de seguridad se calcularon para la materia prima y los suministros de tipo A considerando un nivel de servicio del 95%. Esto puede reproducirse en los siguientes productos mostrados en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Stock de Seguridad

SKU	SS	D	LT. Max	LT. Medio
Aceite Esencial de Menta	0,002	0,0042	1,6	1,2
Agrafos	23.996,717	2.790,3160	18,4	9,8
Agua Desmineralizada	0,000	34,8323	0	0
Cajas Impresas, Vial	4.464,506	2.790,3160	8,8	7,2
Cloruro de Sodio	36,898	4,8550	12,8	5,2
Frasco Vial De Vidrio 12 MI S/l	10.603,201	2.790,3160	20,2	16,4
Glicerina	2,080	2,0796	2,2	1,2
Hidroxido de Magnesio	318,610	10,4121	51,4	20,8
Hidroxido de Sodio	0,015	0,0152	2,2	1,2
Metilparabeno	0,333	0,0978	7,8	4,4
Propilparabeno	0,059	0,0326	5,2	3,4
Sacarina Sodica	0,245	0,0489	7,4	2,4
Sorbitol Liquido	10,814	4,1593	4	1,4
Tapon De Caucho Para Vial 13 Mm.	11.719,327	2.790,3160	12,4	8,2
Vitamina B 6 (Clorhidrato De Piridoxina)	0,882	0,7352	3,6	2,4
Vitamina B12 Cristales (Cianocobalamina)	0,022	0,0181	12,2	11

- El modelo tiene en cuenta el tiempo de reposición de los distintos materiales: Dentro de las restricciones del modelo, el plazo de entrega de cada materia prima se considera una restricción como se puede observar en la ilustración 3.4, esto se considera únicamente para aquellos productos que tienen un tiempo menor o igual a 3 semanas.

SKU	Lead Time Semana
Acido Fenico Cristales Usp (Grado Reactivo) (Fenol)	1
Agua de inyeccion csp	0
Gas Nitrogeno	0
Gas Oxigeno	0
Gas Propano	0
Membrana de pvdf 0.22 u	1
Membrana de pvdf 0.45 u	1
Vitamina B 3 (Nicotinamida, Niacinamida)	2
Hidroxido de Sodio	2

Ilustración 3.4 Data ingresada sobre los tiempos de reposición

Para los suministros con un plazo de reposición superior a 4 semanas, debe considerarse seguir una política de abastecimiento periódica la cual se revise cada 3 semanas.

Teniendo que ordenar una vez que su stock alcance el punto de reorden especificado en la tabla 3.5 y deberá ordenar la cantidad óptima especificada en la tabla 3.6.

Tabla 3.5 Cálculo del punto de reorden

SKU	Tipo	Cantidad req x unidad	Lead Time Semanal	Desv. Estan. muestral	SS	Dem. Prom semanal	DL	Punto de reorden
Acido Folico	Mp	0,000005	18	6,73	6,39	2,50	45,00	51,39
Bicarbonato de Sodio	Mp	0,000008	4	2,77	0,65	0,33	1,31	1,96
Vitamina B12 Cristales (Cianocobalamina)	Mp	0,000007	14	0,65	0,62	0,13	1,86	2,48
Alcohol Bencilico	Mp	0,000001	7	55,70	52,92	7,98	55,86	108,78
Lidocaina Clorhidrato	Mp	0,000030	20	1,23	1,17	0,22	4,50	5,67

Tabla 3.6 Cantidad óptima a ordenar

SKU	Tipo	Inventario actual	Q*
Acido Folico	Mp		20,66547478
Bicarbonato de Sodio	Mp		7,466092079
Vitamina B12 Cristales (Cianocobalamina)	Mp	4000	No es necesario ordenar
Alcohol Bencilico	Mp		36,9211945
Lidocaina Clorhidrato	Mp		6,19727966

3.3 Resultados de los pilares de sostenibilidad

3.3.1 Pilar económico

Al implementar el modelo vamos a obtener una disminución de las ventas perdidas al evitar que se caiga en un desabastecimiento de materias primas e insumos, en el presente análisis se observa la comparación de la situación anterior y la prueba piloto realizada.

$$\text{Ventas perdidas} = \left(\frac{\text{Ventas no completas}}{\text{total de ventas perdidas}} \right) * 100$$

$$\text{Ventas perdidas} = \left(\frac{17\ 382}{17\ 382 + 399\ 024} \right) * 100 = 4,17\%$$

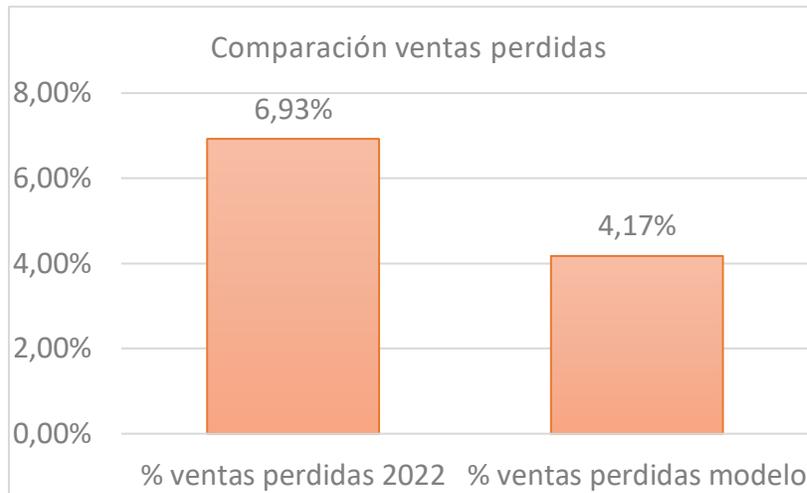


Ilustración 3.5 Comparación de ventas perdidas antes y después de la aplicación del modelo

En la ilustración 3.5 se puede observar la comparación ventas perdidas antes y después del modelo por lo que se puede concluir que con el modelo propuesto las ventas perdidas reducen al 4,17%.

3.3.2 Pilar social

La implementación del modelo considera que todo el personal encargado de la planificación del inventario de materia prima e insumos este capacitado adecuadamente. El personal encargado de la gestión de inventario se compone por: Gerente General, planificador y encargado de compras.

$$\% \text{ de personal entrenado} = \left(\frac{\text{numero de personas entrenadas}}{\text{total de personas encargada de la gestion de inv}} \right) * 100$$

$$\% \text{ de personal entrenado} = \left(\frac{2}{3} \right) * 100$$

$$\% \text{ de personal entrenado} = 66,67\%$$

Con el uso del modelo se procedió a capacitar al 66,67% del personal con respecto a temas de políticas de manejo de inventario.

3.3.3 Pilar ambiental

Usando el modelo planteado se mantiene un control de aquellos productos que aún se mantienen en inventario y no han tenido rotación debido a un sobre abastecimiento.

$$\text{Porcentaje de materia prima e insumos no usados} = \left(\frac{\text{Productos no usados en x periodo}}{\text{Total de productos en bodega}} \right) * 100$$

$$\left(\frac{20}{7800} \right) * 100 = 0,25\%$$

Actualmente se tiene el 0,25% de insumos sin utilizar debido a que se detuvo la producción de determinado producto.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Este proyecto se realizó con el propósito de diseñar políticas de abastecimiento de materia prima e insumos de una compañía farmacéutica. Para lograr esto se establecieron diferentes objetivos específicos, los cuales son: primero realizar un estudio ABC para determinar los insumos y materias primas con mayor rotación. El segundo objetivo es determinar la capacidad de las bodegas de insumos y materias primas. El tercer objetivo consiste en determinar un stock de seguridad adecuado para aquellos productos de mayor rotación. El último objetivo es diseñar políticas de abastecimiento adecuadas en base a la información recolectada para evitar las ventas perdidas por desabastecimiento.

El primer objetivo logró ser cumplido debido a que se clasificó la materia prima e insumos según dos criterios. Se realizó la clasificación en base a ventas históricas de los productos terminados (dólares/año) y ventas perdidas (dólares/año). Se obtuvo como resultado: 24 productos terminados tipo AA, 27 productos terminados tipo AB, 47 categoría B y 90 categoría C.

Se cumplió el segundo objetivo específico utilizando el método GEMBA. Se realizó las mediciones de las bodegas que posee la empresa, destinadas a materia prima e insumos. Se consideró las dimensiones de los distintos racks y productos ubicados en las bodegas. Teniendo como resultado que en la bodega de insumos se tiene una capacidad de 284,74 m³, en la bodega de materia prima 87,79 m³ de capacidad de almacenamiento y la bodega de cajas y etiquetas de 298 m³ de capacidad.

El tercer objetivo específico fue realizado en su totalidad considerando un nivel de servicio del 95% y utilizando la demanda promedio semanal. Esto permitió que el

modelo considere que luego de cada producción el inventario final sea igual al stock de seguridad establecida para cada SKU.

Finalmente, el cuarto objetivo se cumplió mediante dos políticas de abastecimiento: la primera de revisión continua para SKU con un tiempo de reposición de hasta 3 semanas y la segunda de revisión periódica para aquellos con un periodo mayor o igual a 4 semanas. Esta segunda política establece un punto de reorden y cuál es la cantidad óptima por ordenar por la compañía considerando un periodo de revisión de 3 semanas. Adicional, se formuló e implementó un modelo de optimización entera MRP con el objetivo de minimizar los costos totales de producir, ordenar y almacenar inventario. Este modelo se consideró apropiado ya que aporta no solo a la optimización del abastecimiento sino también al cumplimiento de la demanda a través de un plan óptimo de producción. En este caso se decidió agregar la opción de órdenes faltantes ya que se trabaja con el supuesto de que hay órdenes que pueden ser satisfechas al período siguiente.

Mediante el uso de la herramienta de la casa de la calidad, QFD, se determinó las especificaciones de diseño más relevantes que se consideraron para el diseño del modelo propuesto. La primera especificación es tener un stock de seguridad mayor a 0. La segunda especificación establece tener un porcentaje de ventas perdidas menor al 5% y como última especificación se tiene que la capacidad utilizada por la bodega sea menor al 100%.

El diseño del modelo propuesto logra cumplir con las especificaciones técnicas establecidas al inicio del proyecto. Se pudo evidenciar con la prueba piloto realizada que las ventas perdidas se reducen a un 4,17% debido a que se presenta un mejor abastecimiento de los productos más vendidos de la compañía. A su vez el modelo considera un stock de seguridad que se mantiene luego de cada producción por lo que permite evitar el desabastecimiento. La tercera especificación se evidencia en que el porcentaje ocupado por los diferentes SKUs

es del 80% en las diferentes bodegas considerando las dimensiones de los productos y de los racks de almacenamiento que posee la compañía.

4.2 Recomendaciones

Las recomendaciones que se mencionan a continuación son con el propósito de proporcionar al lector puntos a considerar al momento de utilizar como base la metodología o implementación del presente proyecto.

Se recomienda que la categorización ABC se realice según los criterios que representen mayor relevancia en las necesidades que presente la compañía y que la información analizada pueda ser corroborada por el departamento de la compañía que tenga mayor relación.

Para la medición de la capacidad de la bodega se recomienda que sea realizado entre dos personas de modo que la información pueda ser validada. Por otro lado, es importante considerar el tamaño de los diferentes SKUs que se guardan en las mismas de modo que pueda optimizar la utilización del espacio en bodega una vez obtenida la capacidad de esta.

Se recomienda que para el correcto desarrollo del modelo planteado se tenga un stock de seguridad inicial que permita el cumplimiento de la demanda de la primera semana de producción planificada, esto se podrá lograr teniendo en cuenta el stock de seguridad establecido en el modelo.

La política de inventario de revisión periódica se recomienda ajustarla según las necesidades y tiempos de reposición de cada compañía, es decir, el periodo de revisión de inventario puede variar.

BIBLIOGRAFÍA

Arsham, H. (1994). *Modelos Deterministas: Optimización Lineal*.

Bowersox, D. (2004). *Administración y Logística en la cadena de suministro* (Quinta ed.). México.

Calatayud, A., & Katz, R. (2019). *Cadena de suministro 4.0: Mejores prácticas internacionales y hoja de ruta para América Latina* (Vol. 744 de Monografía del BID). Inter-American Development Bank, 2019. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=CuW3DwAAQBAJ>

Díaz, C. (. (2017). *Gestión de la cadena de abastecimiento*. Bogotá: Fondo editorial Areandino.

Gamarra, B., Elizabeth, E., Ruiz, L., & Marlit, K. (2015). Desarrollo de aplicación web basado en el modelo de revisión continua y utilizando la tecnología RFID para mejorar la gestión de inventarios de vehículos automotores menores en la empresa Lima Motor S.R.L. *Tesis de pregrado*. Lima, Perú. doi: <http://hdl.handle.net/20.500.12423/509>

Irma Yolanda Garrido Bayas, M. C. (2017). LA GESTIÓN DE INVENTARIO COMO FACTOR ESTRATÉGICO EN LA ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS. *Negotium*, 114.

Olano, C., & Flores, A. (2012). *DISEÑO DE UN SISTEMA LOGÍSTICO DE PLANIFICACIÓN DE INVENTARIOS PARA LABORATORIOS DE LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA NACIONAL*. Tesis de maestría, Universidad Francisco Gavidia, San Salvador.