

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

Diseño de políticas de inventario para material de empaque de corrugados
y plásticos.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Idrovo Zambrano Kristell Natasha

Vivero Prado Aldo David

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto, con todo mi corazón y gratitud:

A mis padres, Maryuri y Guillermo, quienes toda la vida me han apoyado con mucho amor, y mi mamita que fue mi principal impulso para ingresar a ESPOL.

A mis hermanos, Ian, Danna, y a mi Princesa, por sacarme una sonrisa en los días en los que mi cansancio era notorio.

A mi novio, Jerson, quien me ha brindado su amor, su apoyo y nunca dudó de mí. Y a sus padres, quienes me dijeron “ingeniera” desde antes de que lo fuera.

A mis tíos, tías, primos y primas, que han confiado en mí y me miran con orgullo.

A mis abuelitas, quienes me han tenido en sus oraciones, me han consentido y han deseado siempre lo mejor para mí.

Finalmente, a mi abuelito, quien estuvo apoyándome y con ansias esperaba verme culminar esta etapa, no alcanzó físicamente, pero en mi corazón guardo su recuerdo, ha sido mi fortaleza y sé que desde el cielo está orgulloso.

Kristell Natasha Idrovo Zambrano

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a todas las personas que han formado parte de mi etapa universitaria:

A mi madre Manuelita y mis hermanas Mireya, Virginia y Viviana, que han estado de principio a fin apoyándome en todo aspecto imaginable y escuchando mis lamentos cada vez que algo iba mal y no dejaron de animarme.

A mis tíos Carmen y Alberto quienes nunca dudaron, ni por un segundo, que lograría ser un ingeniero politécnico.

A mi tía Luz y mis primas Daniela y Lucy que nunca cesaron los ánimos y las palabras de aliento que me ayudaron a seguir.

Al M.Sc. Jimmy Guale, que es la principal razón por la que decidí estudiar la carrera y nunca dejó de enseñarme cuanto más podía de la carrera y la vida.

Y, especialmente, a Marlon que no logró vivir lo suficiente para verme graduarme de ingeniero pero que siempre estará en mi corazón hasta el fin de los días.

Aldo David Vivero Prado

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios, por permitirme culminar con éxito una etapa más.

A mis amigos, amigos del colegio y mis mejores amigas, por confiar en mí.

A mis amigos politécnicos: Jenni, Nico, Maik, Kevin, Josu, Carlitos, Edwin, Paul y Toño, por ser unas de las personas más bonitas que conocí en ESPOL.

A mis mejores amigos de carrera: Jerry, Juanda, Lucho y Nat, gracias por la amistad, sus palabras alentadoras y todo el apoyo.

A mi partner de pasantías, proyectos y trasnochadas, Aldo, gracias, por tanto, ¡bendito el destino en hacernos coincidir para hacer esta tesis juntos!

A los profesionales con quienes he tenido el honor de trabajar, gracias por todos sus conocimientos, apoyo y confianza en mí.

A la M.Sc. María Belén Segovia, por su predisposición, paciencia, guía y apoyo a lo largo de este proyecto, y a la empresa privada por abrirnos sus puertas.

Finalmente, a ESPOL y a sus grandes profesores. ¡Que orgullo ser politécnico!

Kristell Natasha Idrovo Zambrano

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de manera especial a:
Mis amigos los otakus, Vanessa, Romina, Ivanna, Jairo y Juanito que nunca pensé conocer y quienes han sido de las mayores constantes de mi vida universitaria.

A Angélica, que ha sido mi amiga, amor platónico y pilar emocional desde el primer semestre y espero que para siempre.

A Kristell que de la noche a la mañana se convirtió en mi partner de grupos, pasantías, frustraciones y finalmente, esta tesis, no pude haber tenido mejor compañera.

También agradezco a la ESPOL ser parte central en mi formación profesional y la M.Sc. María Belén Segovia por toda la guía, paciencia, entrega y el conocimiento impartido en cada etapa de este proyecto.

Finalmente, a Steven y Kevin por la amistad brindada desde el colegio y compartir, desde otras instancias, mi experiencia universitaria.

Aldo David Vivero Prado

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Kristell Natasha Idrovo Zambrano y Aldo David Vivero Prado 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”



Kristell Natasha Idrovo Zambrano



Aldo David Vivero Prado

EVALUADORES

María Denise Rodríguez Z., Ph.D.

PROFESOR DE LA MATERIA

María Belén Segovia N., M.Sc.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Este proyecto se desarrolla en una empresa alimenticia ubicada en la vía a Daule de la ciudad de Guayaquil donde se requiere mejorar el proceso de planificación de materiales de empaque. Se definió como objetivo el desarrollo de una herramienta de planificación de materiales en Excel que considere las políticas de inventario asignadas bajo una clasificación ABC-XYZ de materiales y sirva de soporte para el abastecimiento de estos. Para el desarrollo de la herramienta se clasificó los materiales según el volumen de ventas y el coeficiente de variación de la demanda, para luego asignarles políticas de abastecimiento EOQ de revisión continua y periódica. La herramienta fue diseñada para obtener cantidad de órdenes de compra por material y se pueda dar seguimiento a la rotación de estos. El resultado de la simulación de la planificación anual con la herramienta fue una reducción del 17% de costo anual actual por abastecimiento y la reducción del 50% de inventario anual de material de empaque. Con estos resultados, se puede concluir que la herramienta de planificación es capaz de mejorar el proceso de abastecimiento de manera significativa permitiendo un mejor uso de los recursos monetarios y de espacio en la bodega de materiales de empaque.

Palabras Clave: Material de empaque, Planificación, Políticas de inventario, Clasificación ABC-XYZ, Herramienta.

ABSTRACT

This project is developed in a food company located on the road to Daule in Guayaquil, where it is required to improve the planning process of packaging materials. The main objective was the development of a materials planning tool in Excel that considers the inventory policies used based in an ABC-XYZ classification of materials and serves as support for the supply process. In the development of the tool, the materials were classified according to the volume of sales and the coefficient of variation of the demand, to then assign them EOQ supply policies for continuous and periodic review. The tool was designed to obtain the number of purchase orders by material and to track the inventory turnover ratio. The result of simulate the annual planning with the tool was a reduction of 17% of the actual annual cost per supply concept and a reduction of 50% of the annual inventory of packaging material. With these results, it can be concluded that the planning tool is capable of significantly improving the supply process, allowing better use of monetary resources and space in the packaging materials warehouse.

Keywords: *Packaging materials, Planning, Inventory Policies, ABC-XYZ Classification, Tool.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Declaración de la oportunidad.....	2
1.3. Justificación del problema	2
1.5. Objetivos	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	4
1.6. Marco teórico.....	4
1.6.1. Inventario	4
1.6.2. Clasificación del inventario	5
1.6.2.1. ABC	5
1.6.2.2. XYZ.....	5
1.6.3. Material Requirement Planning (MRP)	6
1.6.4. Lead Time	6
1.6.5. Costo de ordenar	7
1.6.6. Costo de mantener inventario.....	7
1.6.7. EOQ.....	7
1.6.8. Políticas de Inventario.....	8
1.6.9. Pruebas de hipótesis estadísticas.....	9
1.6.10. Bodega	10
2. METODOLOGÍA	12
2.1. Diseño	12
2.1.1. Cronograma de trabajo	12
2.1.2. Lluvia de ideas	12

2.1.3.	Punto de vista (POV)	13
2.1.4.	Especificaciones técnicas de calidad (QFD)	14
2.1.5.	Triple Línea Base	15
2.1.5.1.	Medida económica	16
2.2.	Recolección de datos	17
2.2.1.	Plan de recolección de datos	17
2.2.2.	Producción histórica	20
2.2.3.	Inventario	21
2.2.4.	Costo unitario de materiales	22
2.3.	Análisis	23
2.3.1.	Diseños	24
2.3.2.	Selección de diseño	26
2.3.3.	Matriz ABC-XYZ	28
2.3.4.	Política de inventario por categoría de producto	29
2.3.5.	Desarrollo del diseño	31
2.3.6.	Análisis financiero	33
1.6.1.	Simulación	37
CAPÍTULO 3		39
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	39
3.1.	Resultados de la categorización ABC-XYZ	39
3.2.	Resultados de la simulación	39
3.3.	Comparación de desempeño actual vs simulación	42
3.4.	Análisis de costos resultantes	44
CAPÍTULO 4		48
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	48
4.1.	Conclusiones	48
4.2.	Recomendaciones	50
BIBLIOGRAFÍA		
APÉNDICES		

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Lluvia de ideas por cargo [Fuente: Elaboración propia].....	13
Figura 2.2. Resumen de inferencias del problema [Fuente: Elaboración propia]	13
Figura 2.3. CTQ basado en las necesidades de los clientes [Fuente: Elaboración propia]	14
Figura 2.4. Herramienta QFD, con colorimetría de dificultad en las características técnicas [Fuente: Elaboración propia]	15
Figura 2.5. Resultado de análisis estadístico para comprobar ajuste de inventario físico vs SAP, obtenido con herramienta Minitab [Fuente: Elaboración propia].....	22
Figura 2.6. Resultado de análisis estadístico realizado para comprobar ajuste de costo unitario proyecto vs real [Fuente: Elaboración propia].....	23
Figura 2.7 Porcentaje de clasificación por materiales [Fuente: Elaboración propia].....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Plan de recolección de datos [Fuente: Elaboración propia].....	18
Tabla 2.2. Muestra de datos obtenidos para validación de data producción histórica [Fuente: Elaboración propia].....	20
Tabla 2.3. Muestra de ajuste de materiales para verificar confianza de datos [Fuente: Elaboración propia].....	21
Tabla 2.4. Muestra de costos proyectados y reales para el mes de septiembre para calcular ajuste [Fuente: Elaboración propia].....	22
Tabla 2.5. Matriz de decisión con criterios esenciales para evaluar diseños propuestos [Fuente: Elaboración propia].....	27
Tabla 2.6. Distribución de materiales en la categoría ABC-XYZ [Fuente: Elaboración propia].....	29
Tabla 2.7 Política de inventario acorde a clasificación ABC-XYZ.....	29
Tabla 2.8. Costo por categoría de producto por concepto obsolescencia de productos sin consumo más de 7 meses [Fuente: Elaboración propia]	34
Tabla 2.9. Comparación de impacto económico estimado si se redujera los periodos de cobertura de inventario [Fuente: Elaboración propia]	35
Tabla 2.10. Costo de capacitar al planificador de la producción [Fuente: Elaboración propia]	35
Tabla 2.11. Costo de capacitar al asistente de planificación [Fuente: Elaboración propia]	36
Tabla 2.12 Costo de ejecutar el diseño escogido	36
Tabla 2.13 Costo de revisión de variables con el diseño escogido	37
Tabla 2.14 Costo de revisión de inventario físico y sistema	37
Tabla 2.15 Cantidad anual de pedidos por política de inventario	40
Tabla 2.16 Número de posiciones proyectadas vs Disponibles.....	44
Tabla 2.17 Cálculo de posiciones con la simulación	44
Tabla 2.18 Comparación del costo de compra del pedido anual con Política actual vs Simulación [Fuente: Elaboración propia]	45

ABREVIATURAS

BOM	Lista de Materiales
ERP	Sistema de Planificación de Recursos Empresariales
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ITR	Índice de Rotación de Inventarios
ME	Material de empaque
MPS	Plan Maestro de Producción
MRP	Planificación de requerimientos de materiales
PI	Políticas de inventario
Q	Cantidad de pedido
ROP	Punto de Reorden
SS	Inventario de Seguridad

SIMBOLOGÍA

kg Kilogramo

l Litro

h hora

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

En toda organización con actividad económica se puede identificar entre sus procesos más básicos e importantes el abastecimiento, sea este de materia prima, información, dinero físico o talento humano. Siendo el abastecimiento tan importante para cualquier organización, lo menos que se espera es que este se atrase o se detenga ya que detendrá gran parte de los procesos y actividades en cualquier organización; esto crea la necesidad intrínseca de querer abastecer de más cualquier bien con función de entrada para crear otro bien o servicio y esto crea otro problema no menos importante como lo es el sobre abastecimiento.

Cuando no se controla el abastecimiento o la planifica de esta únicamente considera evitar quedarse sin estos bienes de entrada, lo más probable es que la organización caiga en el sobre abastecimiento, porque, los recursos no son ilimitados. En una empresa productiva, principal consecuencia de tener en posesión más materia prima, materiales de empaque y/o servicios de los que debe es que está utilizando dinero que podría estar usándose en otro departamento o simplemente invertirse y generar más beneficios.

Considerando que no todos los productos de abastecimiento no se comportan igual, tienen diferentes porcentajes de utilidad, consumo, vida útil, etc., puede sonar complejo que una organización sea capaz de controlar el equilibrio entre no pedir mucho y no quedarse sin *stocks*, especialmente considerando que la gran mayoría de medianas y grandes empresas manejan cientos de materiales. Aquí donde entran las políticas de inventario que, basándose en criterios básicos de comportamiento de materiales a abastecer, ayuda a definir la cantidad que se debe abastecer de cada producto y cada cuanto pedir o revisar los niveles de inventario. Este proyecto pretende abordar el problema de abastecimiento de una empresa alimenticia de la ciudad de Guayaquil desde una perspectiva técnica, pero de fácil entendimiento y manejo para el área de planificación y las personas encargadas de vigilar el abastecimiento de esta. La actividad productiva de la empresa busca se divide en 2 macroprocesos que son la producción de elaboración y posteriormente de producto final, para almacenar y para cubrir órdenes de compra del cliente respectivamente. Aparte de brindar soporte durante el abastecimiento y control de

los materiales de empaque, que es el tipo de abastecimiento en el que se enfoca el proyecto, la herramienta permitirá controlar niveles de inventario en bodega, conocer los índices de rotación de materiales y tener visibilidad de otros indicadores de gestión de valor para el proceso de abastecimiento

1.1. Descripción del problema

Este proyecto se lleva a cabo en una empresa que a la fecha no tiene políticas de inventario definidas para el abastecimiento de materiales de empaquetado, de manera que estas políticas cubran las necesidades de estos materiales. Al momento se abastecen haciendo uso de acuerdos *buffer* con los proveedores para materiales de alta rotación y volumen, para los materiales restantes se hacen revisiones periódicas de cobertura considerando un periodo de abastecimiento de 60 días para evitar *stockouts*. De aquí nace la necesidad de una herramienta que permita aplicar políticas de inventario acorde a cada material y controlar materiales se abastecen bajo acuerdos *buffer*, considerando la capacidad de una nueva bodega en ejecución, la vida útil de materiales con diseños y artes, el actual sobre abastecimiento y el bajo *accuracy* del pronóstico de la demanda.

1.2. Declaración de la oportunidad

Con la necesidad de controlar bajo políticas de inventario el abastecimiento de materiales de empaque, reducir niveles de inventario en bodega y dar seguimiento a materiales de alta criticidad, se define la siguiente declaración de oportunidad: “El departamento de planeación necesita una herramienta para saber cuándo colocar órdenes de abastecimiento de materiales de empaque y la cantidad de estas y, considerando la capacidad del almacén y el exceso de existencias actual, evitar el agotamiento de existencias mientras se controla la rotación de inventario.”

1.3. Justificación del problema

La ejecución de esta metodología de abastecimiento, amortiguadores de inventario para materiales de alta rotación y revisión periódica para el resto, está causando que la bodega esté colapsada constantemente con materiales de empaque y, aunque son pocas las ocasiones, se den faltas de materiales para producción debido a los periodos de revisión y el bajo *accuracy* del pronóstico de la demanda. Con estos problemas críticos de abastecimiento,

se espera que la ejecución de una herramienta que permita controlar y generar requerimientos de materiales bajos criterios técnicos de políticas de inventario, teniendo un inventario más controlado y reducir costos de mantener exceso de inventario en bodega. Adicional, esta herramienta permitirá determinar la distribución de materiales por categoría en una nueva bodega de materiales de empaque.

1.4. Alcance del proyecto

El control y la generación de requerimientos de materiales de empaque forma parte del proceso de Análisis de Cobertura y Órdenes de Compra, el cual involucra a planeación y compras. Con el desarrollo de un diagrama SIPOC se pudo determinar la parte del proceso en la cual nos enfocaremos. Como podemos ver en la figura

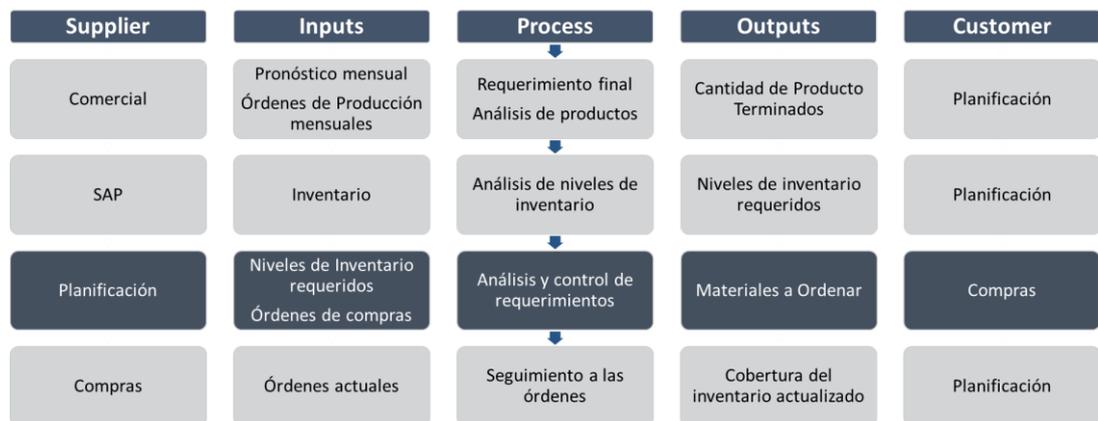


Gráfico 1.1. Herramienta SIPOC [Fuente: Elaboración propia]

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Establecer una política de inventario de materiales de empaque por categorías para prevenir la falta de inventario para producir y controlar el ITR, mediante la clasificación de materiales y la fijación de stock de seguridad, dentro de los próximos 3 meses.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Establecer políticas de inventario mediante una clasificación de inventario ABC de materiales de empaque.
- Analizar la precisión del pronóstico de producto terminado como factor para establecer las variables de política.
- Realizar una simulación de la herramienta desarrollada usando la proyección histórica y consumos reales de materiales de empaque para evaluar el ajuste real frente al del prototipo.

1.6. Marco teórico

1.6.1. Inventario

Inventario es un listado de los bienes que pertenecen a una organización y puede ser de materiales, información y de clientes. Chapman (2006) asegura que el inventario de materia prima se puede juzgar como la ejecución de la capacidad que tiene una empresa para la consideración de la demanda real de producto terminado (p. 3), aseverando que la capacidad productiva de cualquier empresa se define con el inventario que esta tenga a disposición de todos los materiales para iniciar cualquier proceso.

Dentro de la cadena de suministro, el inventario puede dividirse en varios tipos según la naturaleza que tenga una empresa y las más generales son: materias primas o abastecimiento, semiproducto y producto terminado (Fernández, 2017).

Para una organización la adquisición y posesión de inventario representa gastos que pueden fijos o variables y, que, junto a la necesidad de espacio de almacenamiento, puede ser o no una restricción operativa y por esto es necesario que esté controlado.

1.6.1.1. Inventario de Seguridad

El inventario de seguridad es aquel que se reserva en caso de que haya fluctuaciones en la demanda, o variaciones que resulten en un exceso de lo proyectado, de esta manera se establece este inventario para contrarrestar la incertidumbre, manteniéndose para los casos en que la demanda supera al pronóstico (Chopra & Meindl, 2013).

1.6.2. Clasificación del inventario

1.6.2.1. ABC

La distribución ABC del inventario es el proceso utilizado para establecer la importancia relativa de un artículo, es recomendable dividir según su utilización monetaria, de mayor a menor, de esta manera, el 20% superior de los artículos representará los artículos A, entre 20% y 50% serán los artículos B y los ubicados en el 50% inferior serán considerados como artículos C.

Para esta categorización de productos, se utiliza el siguiente criterio:

- Productos A: margen de ganancias igual al 80% del total
- Productos B: margen de ganancias igual al 15% del total
- Productos C: margen de ganancias igual al 5% del total

El principal propósito de esta clasificación es reconocer los artículos que necesitan mayor atención y niveles de inventario más precisos, debido a su importancia financiera en el negocio (Chapman, 2006).

1.6.2.2. XYZ

Cuando la información del margen de ganancia de los materiales no es regular o presenta variaciones considerables que son necesarias de considerar, se puede realizar un análisis XYZ que considere estas variaciones (Claudia & Ander, 2010). Este análisis se realiza usando la fórmula:

$$CV = \frac{\sigma_i}{\bar{X}_i} * 100 \quad (1.1)$$

Para esta categorización de productos, se utiliza el siguiente criterio:

- Productos X: $CV < 30\%$

- Productos Y: $30\% < CV < 60\%$
- Productos Z: $CV > 60\%$

1.6.3. Material Requirement Planning (MRP)

La planificación de requerimiento de materiales es una planificación de producción cuyo objetivo radica en planificar las disposiciones de los artículos finales del Programa maestro de producción (MPS), es decir, planificar los materiales necesarios para cumplir con el MPS, dado que, las necesidades de los clientes y la producción varía con el tiempo, aumentando la incertidumbre sobre los tamaños de pedidos para el MRP (Zhu, y otros, 2022). El MRP es un sistema que permite tratar de forma específica a la demanda dependiente, la cual es la que surge a partir de la elaboración de productos que generan la necesidad de materiales o componentes para llevar a cabo dicha producción (Anaya Tejero, 2007).

1.6.3.1. Lista de materiales (BOM)

Una lista de materiales o estructura de producto es aquella en la cual se enumeran todos los materiales, componentes, subcomponentes, ensamblajes o piezas necesarias para llevar a cabo la producción de una unidad de producto terminado y se representa mediante relaciones jerárquicas entre materiales, como estructuras de árbol (Cinelli, Ferraro, Lovanella, Lucci, & Schiraldi, 2020)

1.6.4. Lead Time

El Lead Time de aprovisionamiento de materiales hace referencia al tiempo total invertido desde reconocer la necesidad de compra del material, hasta que pueda estar disponible en la bodega o almacén, para su utilización. Este tiempo puede estar compuesto por varios segmentos, divididos en el tiempo para calcular la necesidad de abasto, envío del pedido al proveedor, tiempo de entrega del proveedor, recepción y control de calidad de los materiales, ubicación en la bodega, comunicación sobre disponibilidad del material (Anaya Tejero, 2007).

1.6.5. Costo de ordenar

El costo de ordenar un material es un costo interno dependiente de la operación organizacional y que se calcula como el costo anual de pedir, recibir y colocar en bodega los materiales necesarios para la operación, dividido para la cantidad de ordenes realizadas durante este periodo. Es necesario considerar operaciones involucradas como la planificación, gestión de compras, pagos y recepción en bodega.

1.6.6. Costo de mantener inventario

El costo de mantener inventario es aquel que se obtiene calculando el costo de oportunidad del capital invertido en mantener el inventario en bodega, entendiéndose como un costo que no se puede sacar provecho al capital invertido inmovilizado. Usualmente este costo es obtenido aplicando al capital invertido, el interés financiero o tasa de rendimiento de inversión que la empresa decide ejecutar (Torral Chaigneau, 2008).

1.6.7. EOQ

La cantidad económica del pedido o en inglés *economic order quantity*, es una ecuación que ofrece en un proceso de planificación de materiales un valor estimado de la cantidad máxima a ordenar sin que se genere un costo por concepto de exceso de inventario (Chopra & Meindl, 2013).

La cantidad económica del pedido o en inglés *economic order quantity*, es una ecuación que ofrece en un proceso de planificación de materiales un valor estimado de la cantidad máxima a ordenar sin que se genere un costo por concepto de exceso de inventario (Chopra & Meindl, 2013). La fórmula del EOQ es la cantidad de lote que representa el costo mínimo de adquisición de un material para un periodo de tiempo y es:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DA}{H}} \quad (1.2)$$

Donde:

D: demanda en una unidad de tiempo

A: el costo de generar la orden de adquisición del material

H: el costo de mantener en piso este material

1.6.8. Políticas de Inventario

Una política de inventario hace referencia a las decisiones que se toman respecto a cuándo y cuánto ordenar, determinando los niveles de inventario, además, un cambio en estas políticas puede cambiar significativamente la eficiencia y capacidad de respuesta de toda una cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2013).

Una política de inventario hace referencia a las decisiones que se toman respecto a cuándo y cuánto ordenar, determinando los niveles de inventario, además, un cambio en estas políticas puede cambiar significativamente la eficiencia y capacidad de respuesta de toda una cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2013). Las mismas pueden ser restringida su revisión en dos tipos, revisión continua y revisión periódica. Ambas revisiones consideran las siguientes variables:

ROP: punto de reorden o nivel mínimo de inventario antes de pedir

S_{min} : nivel de inventario mínimo para cubrir el *lead time*

S: inventario máximo necesario de un material

SS: inventario de seguridad o inventario para cubrir variaciones de demanda.

1.6.8.1. Revisión continua (r,Q):

En esta revisión, el inventario es inspeccionado de manera continua, de tal forma que se coloca un pedido de tamaño Q cuando los niveles de pedido disminuyen hasta un punto de reorden ROP (Reorder Point), este tiempo entre pedidos oscila dada la variación de la demanda (Chopra & Meindl, 2013).

$$ROP = D_L + ss \quad (1.3)$$

La ecuación 1.3 se utiliza si la demanda es estocástica, es decir, tiene una demanda promedio con una probabilidad asociada de cumplimiento, cuando esta demanda tiene un coeficiente de variación bajo, conocida

como demanda determinística, el ROP tiene un inventario de seguridad igual a cero. (Chopra & Meindl, 2013)

D_L hace referencia a la demanda promedio durante el tiempo de espera (*Lead Time*)

$$SS = k\sqrt{L}\sigma_D \quad (1.4)$$

k = factor de seguridad (depende del nivel de servicio que se desea ofrecer)

σ_D = desviación estándar promedio de la demanda por unidad de tiempo

1.6.8.2. Revisión continua (r,S):

El modelo de revisión continua r,S tiene el mismo modelo matemático para calcular las variables para el abastecimiento pero, en este caso la cantidad de pedido es tal que se busca alcanzar el nivel inventario máximo S cada vez que se alcance el ROP, es decir:

$$Q = S - I \quad (1.5)$$

1.6.8.3. Revisión periódica:

El inventario es inspeccionado en periodos regulares de tiempo T, de tal forma que se realiza un pedido para alcanzar un nivel de inventario especificado, llamado nivel de pedido S. Este tiempo entre pedidos es fijo, pero el tamaño del pedido es el que puede oscilar dependiendo de la variación de la demanda (Chopra & Meindl, 2013).

$$S = D_{T+L} + SS \quad (1.6)$$

Donde,

D_{T+L} = La demanda promedio durante T+L periodos, y,

$$SS = k\sigma_{T+L} \quad (1.7)$$

σ_{T+L} = Desviación estándar de la demanda durante T+L periodos.

$$\sigma_{T+L} = \sqrt{T + L}\sigma_D \quad (1.8)$$

1.6.9. Pruebas de hipótesis estadísticas

Cuando se estima un valor numérico o categórico, sea este asumido o calculado, estamos ante un valor cuya veracidad es incierta, a excepción de que se esté trabajando con toda la población, porque puede que sea

una buena estimación o que no lo sea. La estadística nos ofrece herramientas y análisis para probar la relevancia de estas desde diferentes parámetros y una de estas son las pruebas de hipótesis.

Según Walpole y otros (2012) una hipótesis estadística es una afirmación sobre algún parámetro o variable de una o varias poblaciones cualesquiera estas sean. Las pruebas de hipótesis empiezan por la determinación de 2 hipótesis que son:

- Hipótesis nula: aseveración que se busca poner a prueba y que se denota como H_0
- Hipótesis alternativa: que es la negación de la hipótesis nula y se acepta si la H_0 es rechazada, se denota como H_1 , estadísticamente el parámetro para decidir si H_0 es o no rechazada es el valor p, valor que resulta de realizar el análisis bajo las características de la muestra, distribución, cantidad, entre otras.

1.6.9.1. Pruebas de medias

Esta prueba se realiza cuando tenemos el valor estimado de la variable de una población y que queremos conocer si es confiable para referirnos a toda la población, dado que esta muestra podría estar errónea, sesgada o no ser realmente aleatoria. Teóricamente para realizar esta prueba se debe analizar la distribución de la muestra, considerar su tamaño, si requiere o no ser estandarizada y luego de una serie de cálculos obtener el valor p que nos permitirá H_0 (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2012).

Una de las herramientas tecnológicas de uso más común para la realización de este análisis es el software Minitab, que entre sus varias funciones es el análisis de hipótesis de medias bajo supuestos que el usuario debe corroborar previo al empleo del software.

1.6.10. Bodega

La bodega tiene un rol fundamental en la cadena de suministro de cualquier organización de producción de bienes y es que es esencial para reducir costos de transporte de materiales y producto terminado,

compensar tiempos de respuesta de un proveedor y dar soporte a distintas situaciones que retrasen la operación del día a día (Subramanya, Rangaswamy, & Ramaa, 2012).

Una bodega puede clasificarse en dos grupos principales, bodega de producción o centro de distribución. Al inicio de la cadena de suministro se encuentra la bodega de abastecimiento que puede subclasificarse como bodega de materia prima, materiales de empaque, suministros, mantenimiento, entre otros (Frazelle, 2002).

Los principales objetivos del almacenamiento de las bodegas son el establecimiento de un nivel de servicio para el cliente y mantener los costos al mínimo posible. Para cumplir con ambos objetivos es cada vez más común que las industrias utilicen el almacenamiento volumétrico con la ayuda de racks que son estructuras principalmente metálicas y se diseñan ajustadas a las necesidades del producto que se vaya a almacenar.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Este proyecto tuvo como modalidad de ejecución el diseño de un producto desde cero, o en inglés *Design from Scratch*, y fue llevado a cabo con el desarrollo de 4 etapas que son la definición, medición, análisis y prototipo. En este capítulo se detallarán las herramientas ingenieriles y de diseño empleadas para levantar información, evaluar su relevancia y aplicarla de manera que podamos usar esta información como entrada para la elaboración de un prototipo que cumpla con las expectativas del cliente.

2.1. Diseño

2.1.1. Cronograma de trabajo

Para llevar a cabo el proyecto, se definió un cronograma de trabajo, con el objetivo de dar seguimiento a las fechas de reuniones, revisiones y organización de las diferentes etapas, en conjunto con el equipo de trabajo de la empresa.

El formato de cronograma mostraba la etapa, involucrados, fecha y duración de la actividad correspondiente, tal como se muestra en el apéndice A.

2.1.2. Lluvia de ideas

Es común hallar proyectos que durante el desarrollo encontremos una problemática totalmente distinta a la que se había definido al inicio, esto es porque cuando nacen los proyectos tienen un enfoque erróneo, no se tiene clara la raíz del problema, no se consideran factores influyentes o simplemente no establecieron de manera correcta y sistemática.

Para conocer y abordar el problema descrito en este proyecto se consultó sobre a los dueños del proceso por las personas y áreas involucradas en la planificación de abastecimiento, con esto se descubrió y definió todos los afectados y actores en este problema. Conociendo a los involucrados, se los reunió para preguntarles por el problema, de qué manera les afecta, desde cuando se presentó el inconveniente, entre otras preguntas que ayudaron a tener diferentes perspectivas e ideas respecto al problema. El resultado de esta actividad se muestra en la figura 2.1 se puede ver los

comentarios que proporcionaron integrantes del área de planificación, bodega y proyectos.



Figura 2.1. Lluvia de ideas por cargo [Fuente: Elaboración propia]

2.1.3. Punto de vista (POV)

Con la información recopilada de las entrevistas y la reunión de la lluvia de ideas, se estudió y analizó todos los comentarios recibidos para corroborar que esta se relacione y este alineado con el problema inicialmente establecido. En la figura 2.2 se puede observar la herramienta POV que tiene como fin enlistar las necesidades que tienen los clientes para luego determinar que nos están diciendo de manera implícita, es decir, aquello que realmente necesitan pero que aún no lo saben.

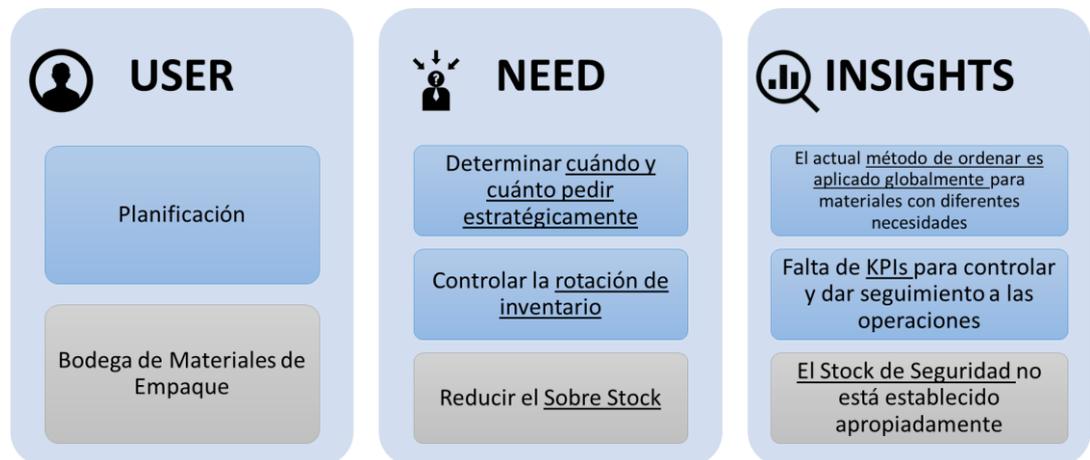


Figura 2.2. Resumen de inferencias del problema [Fuente: Elaboración propia]

Con estos *insights* se definió de manera más real y específica cuales son los requerimientos reales que necesitan ser cubiertos para la satisfacción del cliente. En la figura 2.3 se definen estos requerimientos a través de la herramienta CTQ y que tiene como fin establecer los requerimientos para cumplir con las necesidades.

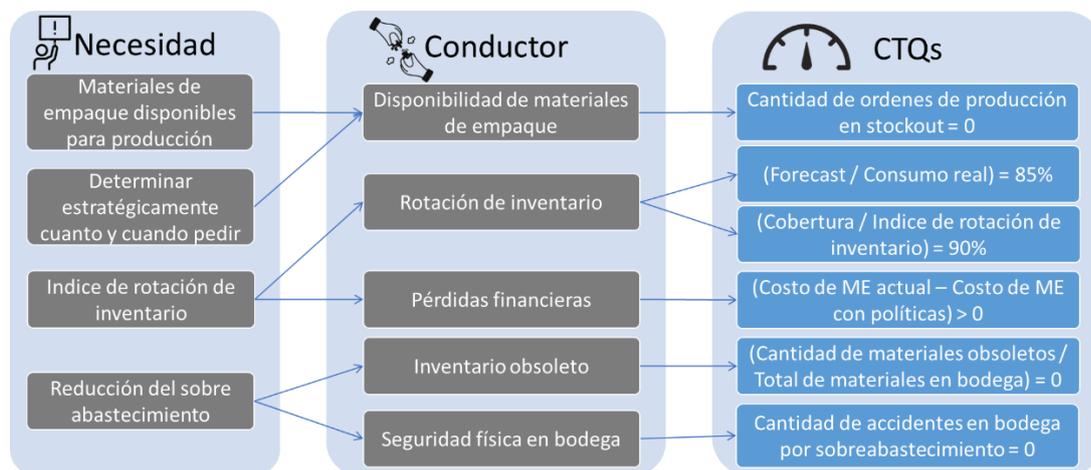


Figura 2.3. CTQ basado en las necesidades de los clientes [Fuente: Elaboración propia]

2.1.4. Especificaciones técnicas de calidad (QFD)

Con las necesidades definidas y las características necesarias para cubrir dichas necesidades, fue necesario evaluar la importancia de estas características para abordar el problema principal y luego definir las especificaciones técnicas necesarias en la solución. Para realizar esto se empleó la herramienta QFD que “es un método para desarrollar un diseño de calidad destinado a satisfacer al consumidor, traduciendo la demanda del consumidor en objetivos de diseño... [QFD] es una forma de asegurar la calidad del diseño mientras el producto aún está en la etapa de diseño” (Akao, 1990).

En la figura 2.4 se puede ver la ejecución de esta herramienta y que tiene como necesidades las mismas definidas en el CTQ. Las especificaciones de diseño responden que cumplen con las CTQ son:

- Con las necesidades definidas y las características necesarias para cubrir dichas necesidades, fue necesario evaluar la importancia de estas características para abordar el problema principal y luego definir las especificaciones técnicas necesarias en la solución. Para realizar esto se empleó la herramienta QFD que “es un método para desarrollar

un diseño de calidad destinado a satisfacer al consumidor, traduciendo la demanda del consumidor en objetivos de diseño... [QFD] es una forma de asegurar la calidad del diseño mientras el producto aún está en la etapa de diseño” (Akao, 1990). Ordenar acorde a una clasificación ABC de inventario

- Indicadores de inventario
- DOS alineado con el ITR
- Stock de seguridad acorde a clasificación
- Asignación ABC de la bodega

Siendo las 3 primeras las especificaciones que resultaron más relevantes tras el análisis desarrollado de la herramienta.

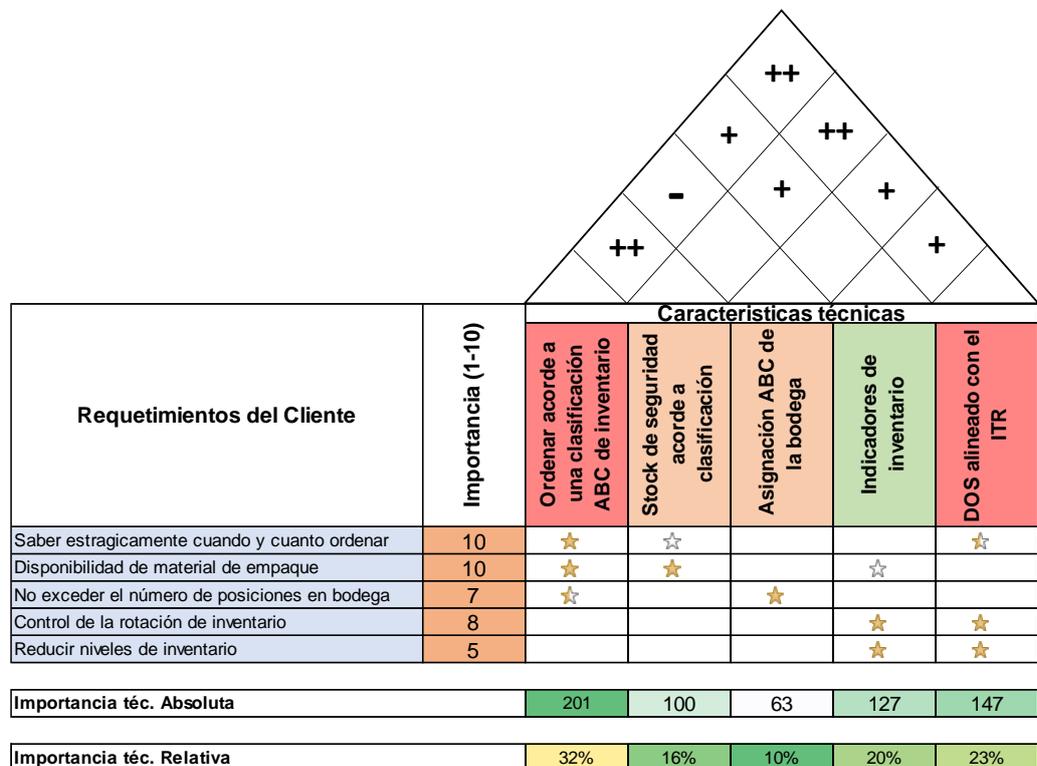


Figura 2.4. Herramienta QFD, con colorimetría de dificultad en las características técnicas [Fuente: Elaboración propia]

2.1.5. Triple Línea Base

Con la información que se levantó hasta el punto anterior de esta etapa, se pudo formular la declaración de oportunidad y los objetivos que se buscará cumplir más adelante en el proyecto, pero también es importante definir el impacto que tendrá el diseño de la herramienta para las políticas de inventario desde una perspectiva económica, social y medioambiental.

Para definir estos objetivos se aplicó la triple línea base que es, según Lane y Carrington (2003), un concepto dividido en 3 medidas que recuerdan a las empresas que sus procesos no solo tienen un impacto en la economía de estas, sino que también están generando un impacto en la sociedad y el planeta, en otras palabras, no solo se mide ganancia monetaria, aun también se debe medir el beneficio común.

2.1.5.1. Medida económica

La primera métrica es la económica y es la métrica más básica y común a la hora de medir el impacto de un proyecto en empresas con actividades de lucro. En el presente proyecto se definió a la medida económica al *working capital* el cual tiene es un factor considerable como decisión empresarial y tiene un efecto directo sobre una empresa, siendo este la disponibilidad de bien monetario para gestionar una empresa (Harrinson et al., 2021)

Este factor económico se medirá como la diferencia del dinero disponible por concepto de abastecimiento de materiales de empaque en la empresa, con la metodología actual y la que usa políticas de inventario para abastecer la bodega de manera estratégica y se define en la ecuación 2.1.

$$\begin{aligned} & \textit{Working capital} \\ & = \textit{Costo de inventario en bodega actual} \\ & - \textit{Costo de inventario con PI} \end{aligned} \quad (2.1)$$

2.1.5.2. Medida social

Con la gestión actual del abastecimiento de material de empaque y el *overstock* que este genera, se ha tenido que utilizar espacio no definido para el almacenamiento y que incurre en faltas de prácticas de seguridad y salud ocupacional en la organización; estas acciones tuvieron como consecuencia la caída de uno de los racks. Con el fin de tener siempre presente la seguridad física del personal que opera en la planta, se define la métrica social de la ecuación 2.2 y que tiene como objetivo cero accidentes relacionados al almacenamiento en las bodegas de materiales de empaque (ME).

$$\begin{aligned} & \textit{Accidentes en bodega} \\ & = \textit{Cantidad de accidentes en bodega de ME} \end{aligned} \quad (2.2)$$

2.1.5.3. Medida ambiental

Como última medida de la triple línea base en la ecuación 2.3 tenemos el porcentaje de materiales obsoletos que eventualmente terminarán desechados y que, independientemente de que estos logren ser reprocesados, tendrán un impacto ambiental por procesos o contaminación debido a su volumen, especialmente considerando que en la empresa se utiliza muchos materiales derivados de papel y que tienen una vida útil errante.

$$\%ME \textit{ obsoleto} = \frac{\textit{Inventario obsoleto}}{\textit{Inventario total}} \quad (2.3)$$

2.2. Recolección de datos

2.2.1. Plan de recolección de datos

En esta etapa fue necesario recolectar toda la información necesaria para la elaboración de la herramienta de política de inventario, así como los datos necesarios para levantar y establecer los indicadores de gestión que ayudarán en la medición del estado de la bodega, índice de rotación de inventario, entre otros. Para realizar este levantamiento fue necesario establecer un plan de recolección de datos que permita definir la información requerida, los métodos de validación de datos, quien daría el soporte o entregaría la información y la definición del uso futuro, esta información la podemos ver en la tabla 2.1.

Tabla 2.1. Plan de recolección de datos [Fuente: Elaboración propia]

No.	¿Qué?			¿Donde?	¿Cuándo?	¿Cómo?		¿Porqué?
	Parámetro de medición	Unidad de medida	Tipo de dato	¿Dónde se recolecta?	¿Cuándo se recolecta?	Método de recolección	Método de Validación de datos	Uso futuro
1	Inventario histórico de Materiales de Empaque	Unidades	Cuantitativo-Continuo	ERP SAP - Transacción: MMBE	7/11/2022 - 12/11/2022	Descargar la base de datos del sistema SAP de marzo a octubre	Comparación de datos con reporte compartido por el área de contabilidad	Porque ayudará a conocer los niveles de inventario, su comportamiento y tendencias para poder calcular el índice de rotación de inventario y los días de cobertura de acuerdo con el inventario on hand y al consumo.
2	Explosión de materiales	Unidades	Cuantitativo-Discreto	Documentación del área de planificación	7/11/2022 - 12/11/2022	Solicitar la información actualizada al área de Planificación	Comparación de datos con las recetas en el sistema	Porque permitirá conocer los materiales de empaque correspondientes a cada SKU y ayudará a ordenar los requerimientos de materiales acorde al pronóstico de producción.
3	Producción histórica	Unidades	Cuantitativo-Discreto	ERP SAP - Transacción: COOIS	7/11/2022 - 12/11/2022	Descargar la base de datos del sistema SAP de marzo a octubre	Muestreo: comparación de datos en sistema con registros físicos con nivel de confianza 99%	Porque ayudará a conocer la desviación de la proyección de consumo mensual vs el consumo real mensual y así observar la rotación del inventario y poder categorizarlos de acuerdo con su consumo. Además, simular el comportamiento de la herramienta.
4	Listado de materiales de empaque	Unidades	Cuantitativo-Discreto	ERP SAP - Transacción: MB52	7/11/2022 - 12/11/2022	Descargar la base de datos del sistema SAP de marzo a octubre	Comparación con lista de productos vigentes proporcionada por el área de planificación	Porque ayudará a conocer los materiales de empaque actuales utilizados para la producción, clasificarlos y ordenar los pedidos de acuerdo con su categorización.
5	Órdenes de Compra vigentes	Unidades	Cuantitativo-Discreto	ERP SAP - Transacción: ME2N	7/11/2022 - 12/11/2022	Descargar la base de datos del sistema SAP de marzo a octubre	Muestreo: comparación de datos en sistema con registros físicos con nivel de confianza 95%	Ayudará a conocer las cantidades de los pedidos de Órdenes de Compra en tránsito para calcular el índice de rotación de inventario considerando las entregas pendientes por el proveedor.

6	Lead time de proveedores	Días	Cuantitativo-Discreto	Documentación del área compras	7/11/2022 - 12/11/2022	Solicitar información al área de compras	Muestreo: comparación de datos en sistema de OC fijas con calculo manual con nivel de confianza 95%	Porque se quiere conocer los tiempos de respuesta de los proveedores para determinar las políticas de inventario para las diferentes categorías de materiales.
7	Capacidad de bodega	Unidades	Cuantitativo-Discreto	Bodega Daule	7/11/2022 - 12/11/2022	Solicitar información al área de bodega	Medición: medir las dimensiones de la bodega y comparar con las medidas registradas	Porque ayudará a conocer el espacio disponible en bodega y el ajuste que necesita en base a la planificación
8	Costos unitarios de materiales	Dólares	Cuantitativo-Continuo	ERP SAP - Transacción: ME2N	7/11/2022 - 12/11/2022	Descargar la base de datos del sistema SAP de marzo a octubre	Muestreo: comparación de datos en sistema con registros físicos con nivel de confianza 95%	Porque nos dará visión de los costos de adquisición de materiales, necesarios para calcular los parámetros para las políticas de inventario.
9	Costo de mantener inventario	Dólares	Cuantitativo-Continuo	ERP SAP - Transacción: ME2N, MB52	7/11/2022 - 12/11/2022	Se calculará como un costo de oportunidad con el total monetario promedio	Comparación del costo de oportunidad que tiene el área de contabilidad	Porque ayudará a conocer los costos asociados a mantener materiales en bodega, necesarios para calcular los parámetros para las políticas de inventario.
10	Costo de ordenar	Dólares	Cuantitativo-Discreto	Planta Daule	7/11/2022 - 12/11/2022	Calcular costos involucrados en la puesta en marcha de OCs y recepción de propuestos	Comparación de costos por puesto de trabajo y movimientos de productos	Conocer los costos de ordenar cada categoría de productos, necesarios para calcular los parámetros para las políticas de inventario.
11	Listado de materiales obsoletos	Unidades	Cuantitativo-Continuo	Planta Daule Bodega externa 1 Bodega externa 2	7/11/2022 - 12/11/2022	Solicitar base de datos actualizada al área de bodega	Comparación con data de productos vigentes compartida por el área de planificación	Para conocer la cantidad de materiales por categoría que saldrán de la bodega y calcular la cantidad total de unidades que ocuparán lugar en la bodega y la capacidad actual.

2.2.2. Producción histórica

Para obtener la información de la producción histórica, la que nos servirá para pronosticar la demanda futura de los siguientes 5 años y conocer su comportamiento estacional, se tuvo la asistencia del planificador de la producción quien nos facilitó el histórico productivo de los últimos 2 años e información adicional como la receta de materiales para los productos finales. Con todo lo recolectado se comparó el consumo de real de materiales junto al consumo teórico según las recetas y la producción de producto terminado (PT), como se muestra en la tabla 2.2.

Como método de verificación de esta información, se dividió los consumos esperados para los reales y se obtuvo un ajuste del 98% con una desviación del 3%, valor que corresponde a las pérdidas de materiales durante los procesos productivos.

Tabla 2.2. Muestra de datos obtenidos para validación de data producción histórica [Fuente: Elaboración propia]

Producto	Producción	Unidad	Material	Categoría	Cantidad base	Consumo esperado	Consumo real
13000360	1828	UN	16000411	Etiqueta	200	3656	3912
13000360	1828	UN	16002188	Caja	800	14624	14770
13000360	1828	UN	16000515	Caja	100	1828	1828
13000360	1828	UN	16000682	Fundas	800	14624	14916
13000360	1828	UN	16002107	Otros	1,11	20	20
13000362	2058	UN	16000411	Etiqueta	200	4116	4116
13000362	2058	UN	16002189	Caja	1000	20580	21197
13000362	2058	UN	16000515	Caja	100	2058	2058
13000362	2058	UN	16000682	Fundas	1000	20580	22432
13000362	2058	UN	16002107	Otros	1,1	23	23
13002418	100	UN	16000636	Fundas	2000	2000	2000
13002418	100	UN	16002005	Etiqueta	2000	2000	2080
13002418	100	UN	16000513	Caja	100	100	100
13002418	100	UN	16000550	Etiqueta	2000	2000	2000
13002418	100	UN	16000551	Etiqueta	2000	2000	2000
13002418	100	UN	16002107	Otros	1	1	1
13000364	1088	UN	16000411	Etiqueta	200	2176	2176
13000364	1088	UN	16000513	Caja	100	1088	1088
13000364	1088	UN	16000550	Etiqueta	2200	23936	26090
13000364	1088	UN	16000551	Etiqueta	2200	23936	24893
13000364	1088	UN	16000636	Fundas	2200	23936	23936
13000364	1088	UN	16002107	Otros	1	11	11
13000364	1088	UN	16000411	Etiqueta	200	2176	2176
13000364	1088	UN	16000513	Caja	100	1088	1088
13000364	1088	UN	16002107	Otros	1	11	11
13000364	1088	UN	16000748	Otros	1120	12186	12186

13000364	1088	UN	16002011	Lam	16	174	174
13000365	1060	UN	16000411	Etiqueta	200	2120	2120
13000365	1060	UN	16000515	Caja	100	1060	1060
13000365	1060	UN	16000546	Etiqueta	1200	12720	13483
13000365	1060	UN	16000547	Etiqueta	1200	12720	13356
13000365	1060	UN	16000650	Fundas	1200	12720	13229
13000365	1060	UN	16002107	Otros	1	11	11

2.2.3. Inventario

El inventario de materiales fue proporcionado por el supervisor de bodega quien lo descargó del ERP SAP, razón por la cual esta información debió verificarse para conocer la confianza de la data en tiempo real. Para hacer esto se consideró un archivo del mes de julio del presente año en el cual se tenía la información del inventario levantado físicamente y de SAP en ese día. Con la segunda y tercera columna de la tabla 2.3 se hizo obtuvo un ajuste promedio de 95% entre el inventario físico y de SAP para luego, con la ayuda del programa Minitab, realizar un análisis de medias con las siguientes hipótesis:

H_0 = El ajuste promedio entre inventario físico y SAP es 95%

H_1 = El ajuste promedio entre inventario físico y SAP es diferente de 95%

, como resultado se obtuvo que la hipótesis nula no se desecha, es decir, la media si es de 95%, este resultado se puede ver en la figura 2.5. Con esto podemos asegurar que el inventario de SAP se ajusta en un 95% con el físico y por tanto es confiable para realizar análisis para elaborar la herramienta.

Tabla 2.3. Muestra de ajuste de materiales para verificar confianza de datos [Fuente: Elaboración propia]

Material	Inv. Físico	Inv. SAP	Ajuste
16000403	7906	7906	1,00
16000411	423552	249600	1,70
16000413	8197	8076	1,01
16000417	8015	10155	0,79
16000418	25230	24432	1,03
16000420	6849	6849	1,00
16000438	3341	3481	0,96
16000444	18922	18922	1,00
16000451	4605	4605	1,00
16000477	3290	3200	1,03
16000479	4673	3330	1,40

16000555	6453	6453	1,00
16000571	11297	11297	1,00
16000574	183	183	1,00
16000586	9553	9553	1,00
16000625	15913	14465	1,10

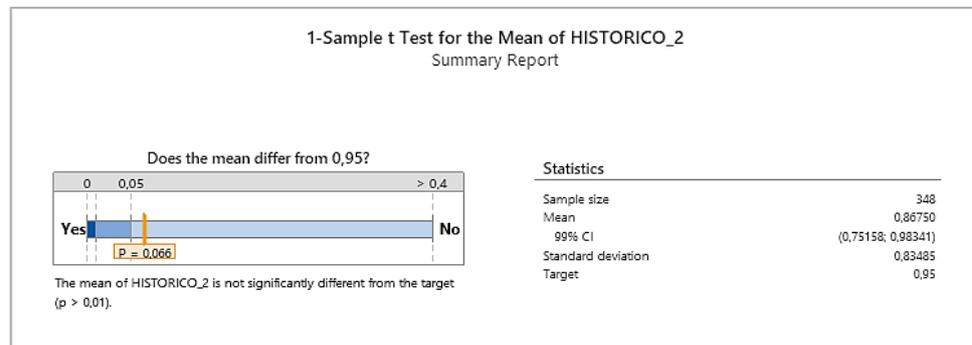


Figura 2.5. Resultado de análisis estadístico para comprobar ajuste de inventario físico vs SAP, obtenido con herramienta Minitab [Fuente: Elaboración propia]

2.2.4. Costo unitario de materiales

El costo unitario de materiales de empaque fue proporcionado por el ingeniero de proyectos y se verifico su validez y actualización con la información proporcionada por contabilidad cada cierre de mes. En este caso es necesario verificar la información de costo que fue entregada por el área de proyectos porque en el mismo archivo, realizado a inicios de este año, viene una proyección del comportamiento de los costos durante este año y verificar el ajuste de los costos al real nos servirá como respaldo de que esta proyección es confiable. En la tabla 2.4 tenemos una muestra de todos los costos unitarios, tanto los costos proyectados del mes de septiembre y el costo real entregado por contabilidad a cierre del mismo mes.

Tabla 2.4. Muestra de costos proyectados y reales para el mes de septiembre para calcular ajuste [Fuente: Elaboración propia]

Material	Categoría	Costo Proyectado	Costo Actual	Diferencial
16000516	ME	0,65	0,64	-0,02
16002107	ME	10,50	10,50	0,00
16000850	ME	4,03	4,30	0,06
16002092	ME	0,22	0,24	0,07
16000884	ME	5,62	5,98	0,06
16000508	ME	0,81	0,78	-0,04
16000505	ME	0,67	0,67	-0,01

16000523	ME	1,40	1,34	-0,05
16000916	ME	0,27	0,27	0,02
16001853	ME	5,38	5,67	0,05
16000815	ME	4,48	4,76	0,06
16000913	ME	0,27	0,27	0,02
16000478	ME	0,18	0,18	0,00
16000901	ME	3,25	3,54	0,08
16001586	ME	0,85	0,85	0,00
16000517	ME	0,71	0,70	-0,01
16000900	ME	3,20	3,55	0,10
16005031	ME	0,71	0,66	-0,06
16002192	ME	0,71	0,70	-0,01
16000470	ME	0,70	0,65	-0,08
16001946	ME	2,77	2,66	-0,04
16000825	ME	5,13	5,29	0,03

Lamentablemente, la prueba de hipótesis de medias que se realizó rechazó la prueba hipótesis nula de que la diferencia de medias de ambas series de datos sea cero, la figura 2.6 muestra este resultado. Por un análisis posterior se conoció que realmente hubo una diferencia es del 2% este los costos reales y los proyectados, pero se dio por válida la data del proyectado ya que está dentro de los márgenes de aceptación de la empresa.

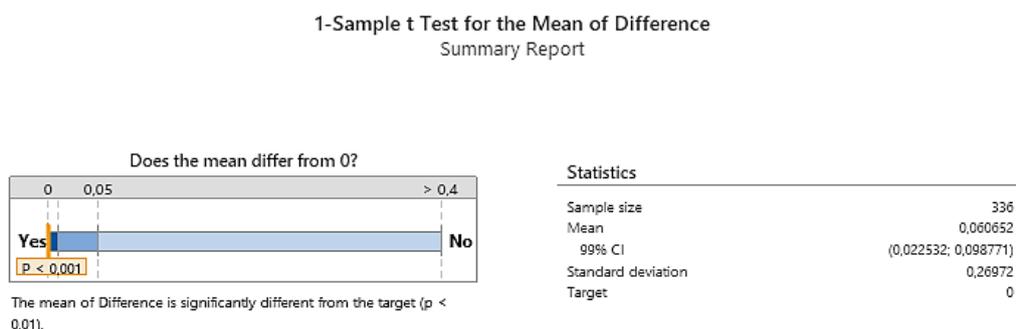


Figura 2.6. Resultado de análisis estadístico realizado para comprobar ajuste de costo unitario proyecto vs real [Fuente: Elaboración propia]

2.3. Análisis

Como se mencionó en la declaración de oportunidad, se pretende elaborar una herramienta que, mediante la correcta aplicación de políticas de inventario, ayude a la persona a cargo del proceso de planificar el abastecimiento a generar y controlar los requerimientos de materiales de empaques para la producción de elaborados y terminados.

Sabiendo que el producto final de este proyecto debe contar con el fundamento declarado anteriormente, la elaboración de diseños se enfocará en la forma en que se presente la información de cada material y la versatilidad de los que se podría tener para revisar y controlar cada uno de estos.

2.3.1. Diseños

2.3.1.1. Diseño 1

En este primer diseño se propuso que el proceso actual de planificación de abastecimiento de los ME no se modifique de forma significativa, es decir, que se mantendría el esquema actual en su mayor parte y lo que se agregaría sería el proceso técnico que conlleva cada política de inventario.

Ventajas:

- Período de revisión: semanal bajo proyección de producción
- Mayor apego al consumo proyectado
- Se mantiene en su mayoría el proceso actual

Desventajas:

- Período de revisión: semanal bajo proyección de producción
- Mayor apego al consumo proyectado
- Es muy fácil la compilación de requerimientos para la generación de solicitudes de pedido

2.3.1.2. Diseño 2

Para ofertar un prototipo que permita una revisión más especializada de materiales, el segundo diseño muestra un modelo en el que la revisión y planificación se realizará por categoría de materiales, es decir, la revisión de cada material se realizará en la hoja de Excel que le corresponda a su categoría.

Ventajas:

- Período de revisión: de acuerdo con los tiempos de revisión más cortos por categoría.
- Se realiza el análisis por categoría de producto.
- Se puede visualizar las políticas de inventario existentes por categoría.

- Se aplica políticas de inventario según las necesidades de los SKUs.

Desventajas:

- Tiempo elevado de trabajo por revisiones de abastecimiento.
- Es necesario compilar los requerimientos de varias hojas antes de enviarlos.
- Se requiere atención extra a los periodos de revisión, ya que al no ser necesario revisar todos a la vez una de las categorías puede pasarse por alto.
- No se consideran criticidad de materiales basada en categorización ABC de producto final.

2.3.1.3. Diseño 3

Como ultimo diseño se propone que la revisión de materiales se haga en dos partes, uno al inicio de cada mes para ver los niveles de inventario y generar los requerimientos de aquellos con media y baja rotación y otra semanal para revisar los niveles de inventario y controlar que los ingresos de inventario por semana sean apropiados a los procesos de producción cambiantes.

Ventajas:

- Período de revisión: de acuerdo con los tiempos de revisión por políticas.
- Se realiza el análisis por categoría ABC de productos, acorde a la política (Análisis por LT).
- Se aplica políticas de inventario según las necesidades de los SKUs.
- Se da prioridad a los materiales de mayor rotación y consumo.
- Planificación de entregas semanales para los productos que lo requieran.

Desventajas:

- Es necesario compilar los requerimientos antes de enviarlos.
- Se requiere atención extra a los periodos de revisión.
- Mayor tiempo para la planificación de pedidos.

2.3.2. Selección de diseño

Para elegir de manera objetiva la mejor opción de diseño para el prototipo de la herramienta, se emplearon dos matrices de decisión. La primera es la matriz de la tabla 2.5 donde se enlista preguntas relacionadas al cumplimiento de las especificaciones técnicas de calidad del QFD, la consideración de las restricciones de diseño y preguntas basadas en las necesidades no técnicas que expresó el cliente durante la primera etapa. La segunda es la matriz Esfuerzo – Impacto del gráfico 2.1, donde se ubica los diseños en cada uno de sus cuadrantes dependiendo del nivel de esfuerzo necesario para ejecutar cada diseño y el impacto que este tenga en el proceso y la empresa.

Tabla 2.5. Matriz de decisión con criterios esenciales para evaluar diseños propuestos [Fuente: Elaboración propia]

Preguntas	Actual	Diseño 1	Diseño 2	Diseño 3
¿Este diseño considera la capacidad de la bodega? (Restricción de diseño)	X	✓	✓	✓
¿Considera la vida útil de los materiales de empaque? (Restricción de diseño)	✓	✓	✓	✓
¿Considera el actual sobre stock en las bodegas? (Restricción de diseño)	✓	✓	✓	✓
¿Considera el porcentaje de cumplimiento del forecast? (Restricción de diseño)	X	✓	✓	✓
¿Considera la categorización de los materiales? (QDF)	X	✓	✓	✓
¿Considera el índice de rotación de inventarios? (QDF)	X	✓	✓	✓
¿Considera la alineación de los días de cobertura con la rotación de inventario? (QDF)	X	✓	✓	✓
¿Este diseño permite la revisión específica de materiales?	X	X	✓	X
¿Optimiza los movimientos en la herramienta para los análisis de inventario?	X	✓	X	✓
¿Permite sintetizar los requerimientos de materiales?	✓	✓	X	✓
¿Este diseño permite planificar las entregas de los materiales?	X	X	X	✓
¿Considera criticidad de materiales bajo categorización ABC de productos finales?	X	X	X	✓

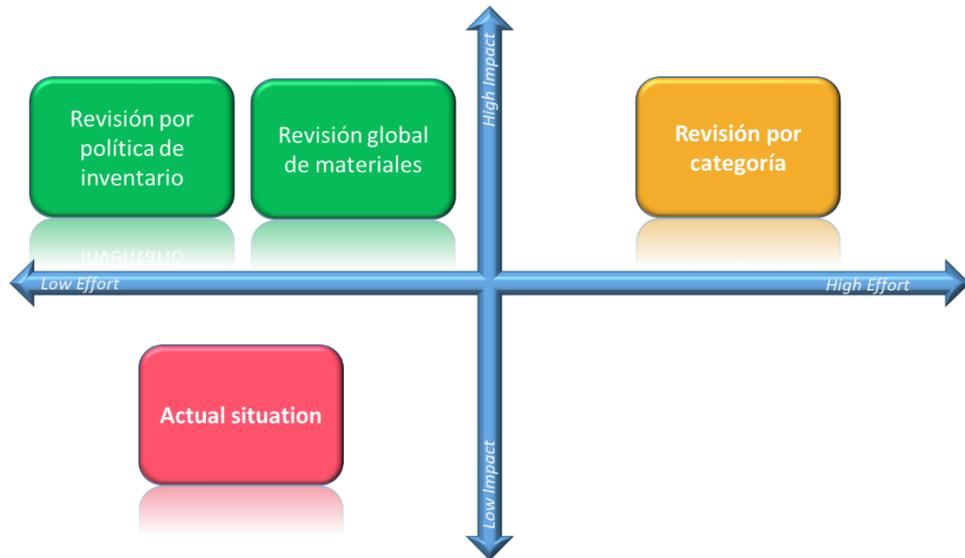


Gráfico 2.1. Matriz Esfuerzo vs Impacto con el diseño actual y los 3 propuestos [Fuente: Elaboración propia]

Con un puntaje de 11 preguntas favorables sobre 12, la opción elegida es la tercera que propone dos periodos de revisión, uno por hoja de control, y que se confirma con la matriz del gráfico 2.1. En conclusión, diseño seleccionado tiene un alto impacto en el proceso de planificación, requiere de bajo esfuerzo para la elaboración, implementación y control y cumple con la mayoría de los criterios claves con los que debe contar la herramienta.

2.3.3. Matriz ABC-XYZ

Se utilizó el criterio de la matriz ABC-XYZ para definir las categorías de materiales y poder planificar el abastecimiento según las necesidades de cada material, para eso, se realizó un análisis del comportamiento del volumen de ventas locales y de exportación, de los productos terminados, es decir, los productos que llegan al cliente o usuario final para su consumo, de los meses de enero a agosto del 2022. Con la finalidad, de priorizar aquellos materiales que tienen un peso mayor en las ventas (ABC) y establecer una revisión y política de inventario dependiendo de la variación de la demanda (XYZ).

Para este caso, el 80% de productos que conforman la venta total corresponden a los productos A, mientras que el 15% y 5% corresponden al B y C, respectivamente.

Por otra parte, para la definición de los productos X, Y, Z se utilizó el promedio y la desviación estándar de las ventas, esto permitió calcular el porcentaje del Coeficiente de Variación, el cual se obtiene con la siguiente fórmula:

$$CoV = \frac{\text{Desviación estándar de las ventas}}{\text{Promedio de las ventas}} * 100 \quad (2.4)$$

De esta manera, aquellos productos que tenían menos del 30% de variación de ventas, pertenecerían a los productos X, mientras que, aquellos que estén entre 30% y 60%, serían productos Y, por último, los productos Z corresponderían aquellos cuya variación de venta es mayor al 60%.

Tabla 2.6. Distribución de materiales en la categoría ABC-XYZ
[Fuente: Elaboración propia]

ABC-XYZ	N° Materiales
AX	12
AY	39
AZ	26
BX	6
BY	10
BZ	48
CX	7
CY	7
CZ	83

2.3.4. Política de inventario por categoría de producto.

A partir de la categorización de producto terminado y la explosión de materiales (BOM), se pudo ubicar a los materiales en sus respectivas categorías, por consiguiente, se definieron las políticas de inventario acorde a cada necesidad.

Tabla 2.7 Política de inventario acorde a clasificación ABC-XYZ [Fuente: Elaboración Propia]

ABC-XYZ	POLITICA	
AX	BUFFER (MAX, MIN)	r, Q
AY	REVISION CONTINUA	r, S
AZ		
BX	BUFFER (MAX, MIN)	
BY	REVISION CONTINUA	
BZ		
CX	REVISION PERIODICA	T, S
CY		
CZ		

2.3.4.1. Política de revisión continua (r,Q)

Para la categoría de materiales AX, se definió una política de revisión continua (r,Q), debido a que tiene un impacto significativo en las ventas del negocio al ser un producto A, por lo que, es necesario estar en constante revisión de los niveles de inventario de estos materiales, además, por ser un producto X, sigue una demanda estocástica, cuya variación es menor al 30%, lo cual es una ventaja para ordenar un tamaño de lote económico y constante, que permita alcanzar un nivel de inventario máximo deseado.

Además, la empresa trabaja con un sistema que les permite mantener el inventario actualizado, es decir, al elaborar cada unidad de producto, se consume automáticamente el material del inventario, por lo que, será más fácil tener el número de materiales disponibles, adicionalmente, mantienen una revisión física en las bodegas.

2.3.4.2. Política de revisión continua (r,S)

Para la categoría de materiales AY, AZ, BX, BY y BZ se definió una política de revisión continua (r,S), debido a que, al igual que los AX, tienen un impacto significativo en las ventas del negocio, por lo que es necesario una constante revisión de los niveles de inventario, y también se facilita esta revisión, pero, la diferencia radica en la desviación de la demanda, estos productos al tener una demanda estocástica y con un porcentaje mayor de desviación, complican la acción de ordenar un tamaño de lote económico y fijo, puesto que, la demanda presentará variaciones, y por ende el tamaño de la orden también lo hará.

Las ecuaciones utilizadas son similares a la de la política (r,Q), con la diferencia de que la cantidad de pedido (Q) ya no considera solo un lote económico, sino también un punto de reorden y el inventario actual.

2.3.4.3. Política de revisión periódica (T,S)

Para la categoría de materiales CX, CY y CZ, se definió una política de revisión periódica (T,S), puesto que, tienen el menor peso en el margen de las ventas, por lo que, se necesitaría de un menor esfuerzo en revisiones, para este caso se definió un periodo T de 1 mes, correspondiente al conteo físico de materiales al cierre de mes.

Por otra parte, su demanda es inestable, por lo que sería idóneo una cantidad de pedido que no sea fija, ya que, por variaciones de la demanda, este tiene tendencia al cambio.

Para esta política se usaron ecuaciones similares a las de la política (r,S), con la diferencia de que, al ser una revisión periódica, se deberá pedir una cantidad que abastezca durante el lead time y el periodo de revisión T, por ende, este periodo estará considerado en las fórmulas, tal como se muestra en las ecuaciones 1.7 y 1.8.

2.3.5. Desarrollo del diseño

Para la elaboración de la herramienta acorde al diseño escogido, se definieron los siguientes parámetros, los cuales tendrán que ser llenados por la persona responsable del abastecimiento de materiales de la empresa:

Inventario inicial: Este será el correspondiente al inventario con el que iniciará la semana o mes (n+1), dependiendo si la planificación es mensual o semanal. Este inventario será descargado del ERP manejado por la empresa y se ubicará en una de las hojas de la herramienta (MRP), la cual está nombrada como "INV INICIAL".

Consumos: Este será el correspondiente a la demanda de materiales que serán necesarios para cumplir con la planificación de producción del siguiente mes o semana, dependiendo si la planificación es mensual o semanal. Para esto, se deberá colocar el plan de producción (mensual o

semanal) en la hoja “PRODUCCIÓN” del MRP, y el consumo de materiales que estará en otra hoja, se actualizará automáticamente mediante la BOM.

Saldo Orden de Compra: Este será el correspondiente al saldo de las órdenes de compra disponibles para recibir en bodega los materiales, con el que se empezará el siguiente mes o semana. Será descargado del ERP, y se ubicará en la hoja “SALDO OC”, este es un dato importante de visualizar para la empresa ya que, si no hay saldo en la orden de compra, no se puede recibir los materiales que entrega el proveedor, y este será un tiempo adicional para tener el material disponible para su uso.

Por otra parte, una vez llenados los parámetros en el MRP, se obtendrán los siguientes datos:

Abastecimiento: Este estará formulado para que, cuando el inventario inicial menos el consumo del mismo mes o semana sea menor o igual al ROP, se coloque de manera automática una orden, cuya cantidad dependerá al Q definido anteriormente por cada política de inventario, acorde a la categoría de material ABC-XYZ, además, la fórmula del abastecimiento considera la restricción de que, este pedido no podrá ser menor al mínimo de compra establecido con el proveedor.

Inventario final: Este indica el inventario con el que finalizará la semana en curso, y será el resultado de la siguiente ecuación:

$$\text{Inventario final} = \text{Inventario inicial} + \text{Abastecimiento} - \text{Consumo} \quad (2.5)$$

Cobertura: Este indica los días de inventario con el que acabará esa semana o mes, en función del inventario final, tal como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{Días de cobertura (mensual)}: \frac{\text{Inventario final del mes}}{\text{Consumo promedio hasta el mes 12}} * 30 \quad (2.6)$$

$$\text{Días de cobertura (semanal)}: \frac{\text{Inventario final del mes } n}{\text{Consumo de la semana } n + 1} * 7 \quad (2.7)$$

Para el caso de los días de cobertura en la planificación mensual, se definió el criterio de usar el consumo promedio de los siguientes meses hasta finalizar el año, dada la variabilidad de la demanda, ya que se tendría un dato erróneo si se usaba solo el consumo del siguiente mes, y cambiaría

drásticamente los días de cobertura cuando haya un pico de demanda, lo que podría ocasionar un problema de desabastecimiento.

Este dato es muy importante para tener una visión de los días de inventario que se tienen en bodega, y la rotación de este, además, permite detectar rápidamente si se tienen menos días que el Lead Time del proveedor, ya que se quedaría sin inventario más rápido de lo que el proveedor pueda entregar, y este es un escenario que no se desea.

Pedidos: Esta es una tabla dinámica que se actualiza acorde al “Abastecimiento”, en esta hoja se encontrarán las órdenes colocadas en el MRP, por material, proveedor y fecha.

Es una hoja importante que permite mejorar la comunicación entre la empresa y el proveedor, ya que es facilitada al mismo para que pueda organizar su producción y entregar los pedidos a tiempo.

2.3.6. Análisis financiero

El impacto financiero que tendrá la elaboración del prototipo y puesta en práctica de la herramienta en la empresa se divide en dos partes, un impacto de implementación que será el *working capital* definido en la ecuación 2.1 y un parámetro de negativo por la declaración de materiales obsoletos dentro del inventario de la bodega y que forma parte de proyectos paralelos internos de la organización.

2.3.6.1. Costo de materiales obsoletos

Como se mencionó en la justificación del proyecto, una de las consecuencias de la metodología actual de planificación de ME es la caída de uno de los racks de la bodega, esto causó que para poder mantener todo el inventario en la fecha del incidente y tener espacio para el entrante se tuvo que hacer uso de almacenamiento externo provocando la pérdida de control de muchos materiales con poca o nula tasa de rotación en la bodega.

Uno de los criterios para considerar el análisis de posible obsolescencia de un material es que este no haya sido consumido en un plazo de 3 meses, pero este no es un criterio propiamente establecido dentro de las políticas de la empresa. Para analizar el impacto económico de estos materiales, posiblemente obsoletos, se realizó trazabilidad debida para

determinar si estos han sido consumidos en producción desde marzo hasta octubre del presente año, el resultado por categoría se presenta la tabla 2.8.

Tabla 2.8. Costo por categoría de producto por concepto obsolescencia de productos sin consumo más de 7 meses [Fuente: Elaboración propia]

Costo Promedio	Actual	Costo Obsolescencia
Ácidos	\$ 70.122,02	\$ -
Cartulina	\$ 101.462,04	\$ 37.340,53
Cintas y etiquetas	\$ 55.452,57	\$ 19.824,29
Corrugados	\$ 255.445,24	\$ 25.602,62
Fundas	\$ 221.909,71	\$ 56.356,63
Lamina Gandul	\$ 191.990,36	\$ 35.744,64
Lamina Maduro	\$ 131.637,99	\$ 3.981,93
Lamina patacón	\$ 125.774,33	\$ 5.920,05
Pallets	\$ 8.296,17	\$ 3.151,50
Refuerzos	\$ 10.545,01	\$ -
Suministros	\$ 60.111,69	\$ 24.573,20
Total general	\$ 1.232.747,13	\$ - 212.495,39

2.3.6.2. Costo de implementación

Considerando la fecha objetivo para la entrega de la herramienta de planificación y un periodo de revisiones, capacitaciones y corridas de prueba, se proyecta que esta se use de manera efectiva a partir de marzo del 2023 y por consiguiente el impacto económico de implementación se estimará desde dicho mes en adelante.

Usando la herramienta utilizada actualmente para el abastecimiento de ME, se obtuvieron las estimaciones de materiales a pedir por OC durante el año 2023 a partir de marzo. En esta herramienta se utiliza criterios de que hacen la función de políticas y que son:

- Materiales buffer o de revisión continua, en promedio tienen 15 días de LT.
- Materiales de importación, LT superior a los 30 días.
- Materiales para producción de elaborados, LT de 30 días.
- Materiales para producción de productos terminados, LT de 30 días.

Lamentablemente estos LT no están ajustados necesariamente a los reales que maneja el departamento de compras, sino que fueron modificados con la finalidad de prevenir posibles *stockouts*. Estos cambios implican que se están considerando 2 o 3 veces el tiempo real de respuesta de los proveedores y. por consiguiente, es aquí donde se genera el sobre abastecimiento de la bodega.

En la tabla 2.7 se comparan las cantidades y los costos de adquisición y mantención de estos ME actuales con una proyección de la política actual si se usará tiempos de abastecimiento más ajustados, como promedio 1,5 el LT. En la misma tabla se puede ver los costos implicados al pedir y recibir estos materiales en el año 2023 y hay una diferencia de \$47.290,21.

Tabla 2.9. Comparación de impacto económico estimado si se redujera los periodos de cobertura de inventario [Fuente: Elaboración propia]

Categoría	Políticas Actuales		Política proyectada	
	Cantidad	Costo total	Cantidad	Costo total
Cartones	449.781,70	\$ 334.062,47	412.170,72	\$ 307.324,79
Cartulinas	976.756,00	\$ 213.615,86	904.407,22	\$ 197.267,51
Etiquetas	4.513.375,93	\$ 101.340,81	4.335.976,98	\$ 97.428,74
Fundas	1.076.792,33	\$ 127.076,71	1.082.261,86	\$ 129.085,76
Láminas	25.513,71	\$ 132.801,17	25.087,95	\$ 1 30.500,02
Total general	7.042.219,67	\$ 908.897,02	6.759.904,74	\$ 861.606,81

2.3.6.3. Costo de capacitación

Como se mencionó previamente, se tendrá un periodo de capacitación de las personas encargadas de la planificación de materiales y que son el planificador de producción en la tabla 2.10 y el asistente de planificación en la tabla.

Tabla 2.10. Costo de capacitar al planificador de la producción [Fuente: Elaboración propia]

CAPACITACIÓN DEL CLIENTE CLAVE	
Sueldo estimado [\$]	1300
Horas trabajadas [horas/mes]	176
Horas entrenamiento [horas]	4

Costo de hora laboral [\$]	7,4
Costo de capacitación [\$]	30

Tabla 2.11. Costo de capacitar al asistente de planificación [Fuente: Elaboración propia]

CAPACITACIÓN DE ASISTENTE	
Sueldo estimado [\$]	600
Horas trabajadas [horas/mes]	176
Horas entrenamiento [horas]	8
Costo de hora laboral [\$]	3,4
Costo de capacitación [\$]	27,3

2.3.6.4. Costo de Ejecución

El costo de ejecución está asociado al tiempo que el responsable del abastecimiento de los materiales deberá invertir en revisar las políticas y niveles de inventario, y en utilizar la herramienta para la planificación y envío de los pedidos, estos costos estarán dados de la siguiente forma:

Tabla 2.12 Costo de ejecutar el diseño escogido [Fuente: Elaboración propia]

COSTO DE EJECUCIÓN	
Sueldo estimado [\$]	600
Horas trabajadas [horas/mes]	176
Costo por hora [\$]	3,4
Tiempo estimado de análisis [horas/mes]	13
Tiempo estimado de envío de pedidos [horas/mes]	5
Costo de ejecución [\$]	61,2

2.3.6.5. Costo de Revisión de variables e inventario

El costo de revisión de variables hace referencia al tiempo que invierte el responsable de abastecimiento en la actualización y análisis de los indicadores de inventario.

Mientras que, el costo de revisión de inventario es acorde al tiempo que el encargado de bodega invierte en el conteo físico del inventario, y el tiempo

en el que el supervisor de bodega se encarga de comparar el inventario físico con el inventario actualizado en el sistema ERP de la empresa.

Tabla 2.13 Costo de revisión de variables con el diseño escogido [Fuente: Elaboración Propia]

COSTO DE REVISIÓN DE VARIABLES	
Sueldo estimado [\$]	600
Horas trabajadas [horas/mes]	176
Costo por hora [\$]	3,4
Tiempo estimado de actualización [horas/mes]	2
Tiempo estimado de revisión de indicadores [horas/mes]	4
Costo de revisión [\$]	20,4

Tabla 2.14 Costo de revisión de inventario físico y sistema [Fuente: Elaboración Propia]

COSTO DE REVISIÓN DE INVENTARIO	
Sueldo estimado [\$]	800
Horas trabajadas [horas/mes]	176
Costo por hora [\$]	3,4
Tiempo estimado de inventario físico [horas/mes]	5
Tiempo estimado de inventario en el sistema [horas/mes]	1
Costo de revisión [\$]	27,24

1.6.1. Simulación

Para realizar la simulación de la herramienta, se utilizó el MPS de la empresa, el cual indicaba la producción mensual que ellos proyectan durante el año 2023, de enero a diciembre.

Esta proyección fue un input para obtener la demanda de materiales de empaque, a través de la BOM, como fue explicado en el desarrollo del diseño.

Al ingresar la demanda de todo el año, la herramienta permitió conocer las diferentes órdenes que se necesitarían durante el año, en la fila

“Abastecimiento”, y los niveles de inventario (“Cobertura”) que se deberían tener para cumplir con esta demanda, sin tener exceso de stock.

Además, al utilizar la última actualización de cómo la empresa empezó el año, con esta simulación se esperaba ver cómo sería el comportamiento en los siguientes meses, y poder conocer si este sobre stock con el que empezaron, en algún punto del año se estabilizaría y empezaría a disminuir.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

3.1. Resultados de la categorización ABC-XYZ

Luego de haber realizado la categorización, mediante la matriz ABC-XYZ, se obtuvieron los siguientes resultados:

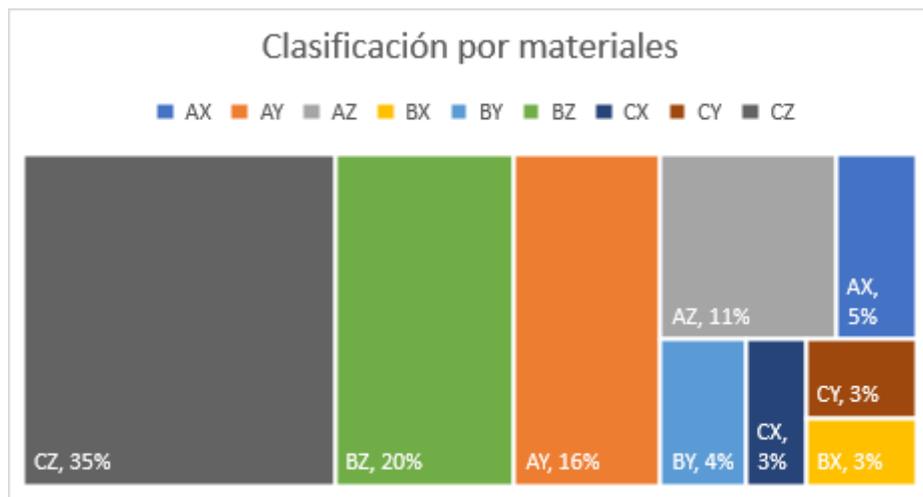


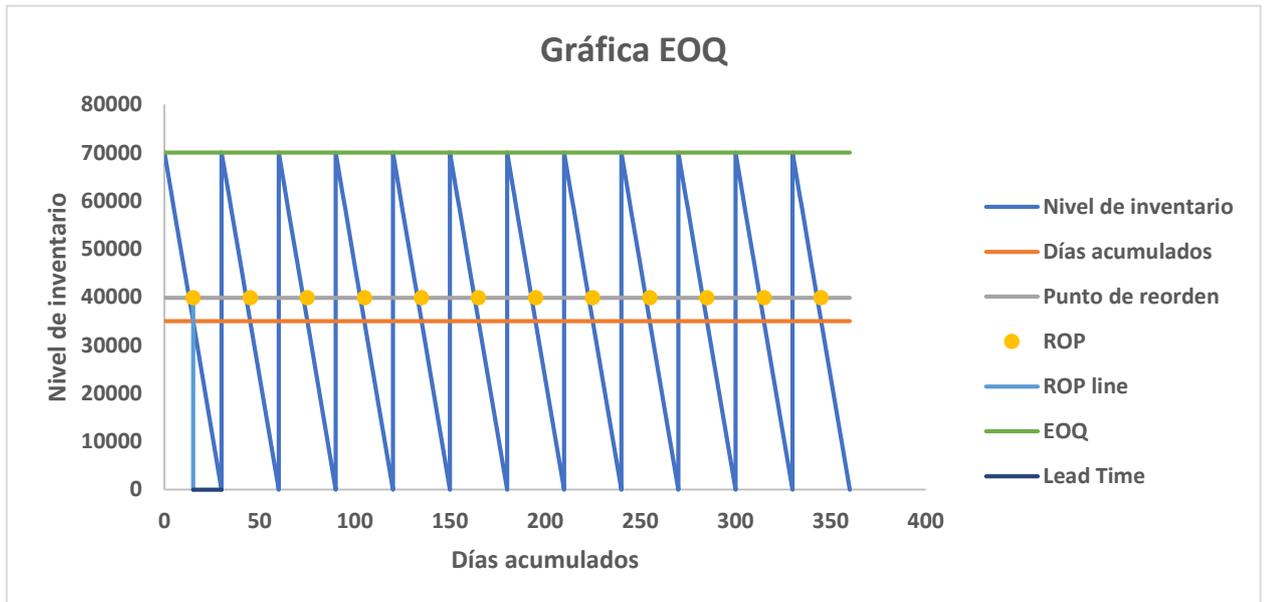
Figura 3.1 Porcentaje de clasificación por materiales [Fuente: Elaboración propia]

Es notorio, que la mayor parte de los materiales conforman la categoría CZ, lo que indica que, actualmente la empresa tiene materiales de poco peso marginal y rotación en su portafolio. Sin embargo, el otro 36% está conformado entre productos A y B, los cuales tienen un mejor aporte y son de mayor prioridad, indicando que, hay una repartición equitativa del tiempo entre la revisión continua y periódica. mientras que, bajo el criterio trabajado, no existen productos AB en la empresa.

3.2. Resultados de la simulación

Luego de haber realizado la simulación, se pudieron observar resultados de los materiales según su política.

Por ejemplo, el producto con código 16002092, el cual tenía una política (r,Q), con un tamaño de lote EOQ, mantuvo el siguiente comportamiento:



Gráfica 3.1 Cantidad Económica de Pedido (EOQ) durante 12 meses [Fuente: Elaboración Propia]

Este material tuvo un tamaño de pedido económico constante de 70000 unidades, el cual se solicita al llegar al punto de reorden de 40000 unidades, a los 15 días del mes, y luego de 15 días (Lead Time) llega la orden para subir los inventarios hasta el stock máximo.

De esta manera, a través de la simulación, se pudo obtener la cantidad de pedido anual por política:

Tabla 3.1 Cantidad anual de pedidos por política de inventario [Fuente: Elaboración propia]

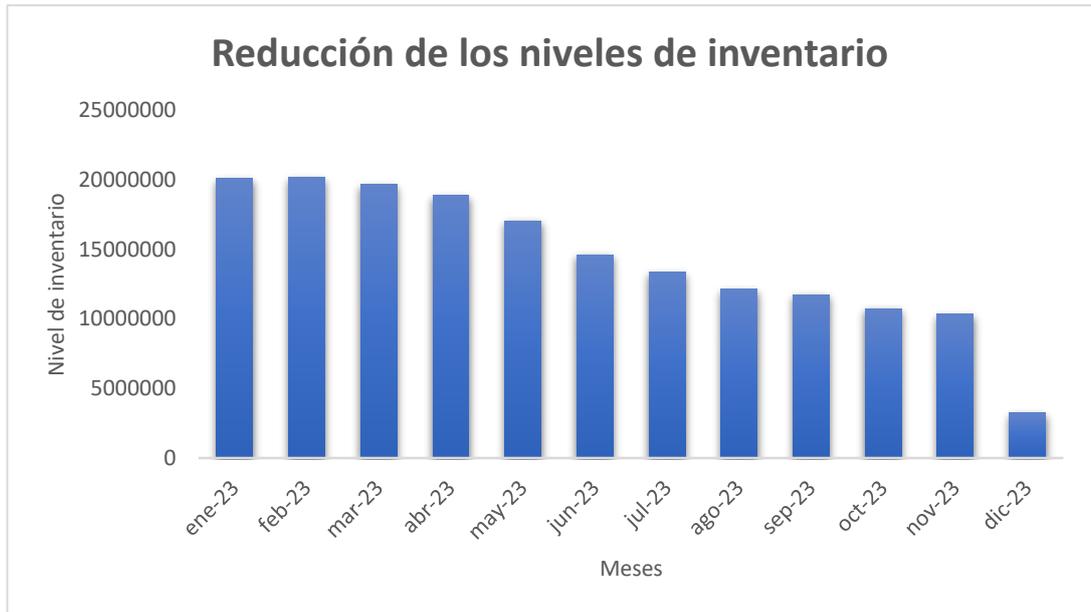
Política de inventario	Q
AX	2.977.953
AY	3.290.433
AZ	14.440.026
BY	1.127.504
BZ	2.383.592
CX	608.697
CY	30.000
CZ	5.995.222
Total general	30.853.425



Gráfica 3.2 Comparación entre cantidad anual de pedidos por políticas [Fuente: Elaboración propia]

La simulación indicó que en el año sería necesario pedir 30.853.425 entre materiales corrugados, cartones, paletas, fundas, entre otros, considerando que en el portafolio se encuentran activos 240 códigos de materiales. Se puede notar en la Gráfica 3.2, que la mayor parte del pedido se encuentra en los materiales AZ, puesto que, son materiales de alta prioridad y tienen una demanda con alta variabilidad, por lo que se tiene un stock de seguridad más amplio, en caso de un pico de demanda.

Con los resultados de la simulación, se observó la reducción de los niveles de inventario, como se muestra en la Gráfica 3.3, la cual está constituida por el inventario final en la simulación, a lo largo del 2023. Los primeros meses del año, enero, febrero y marzo cuentan con un alto nivel de inventario de materiales, puesto que ese es el sobre abastecimiento que la empresa tiene actualmente, sin embargo, a partir de abril se empieza a observar la disminución del inventario, considerando los pedidos acordes a la política, finalmente, para diciembre del 2023, el inventario reduciría drásticamente.

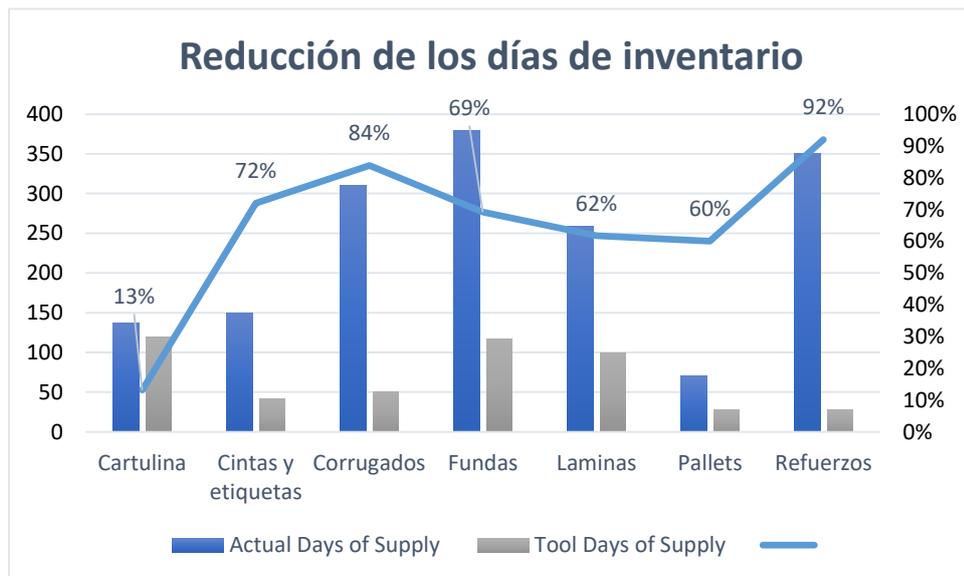


Gráfica 3.3 Reducción de los niveles de inventario durante el 2023

[Fuente: Elaboración propia]

3.3. Comparación de desempeño actual vs simulación

Como se mencionó anteriormente, con la simulación, se pudo notar la drástica disminución de inventarios debido a la aplicación de la política en los pedidos, lo que influye en el decrecimiento de los días de inventario, tal como se muestra en la **Gráfica 3.4**:

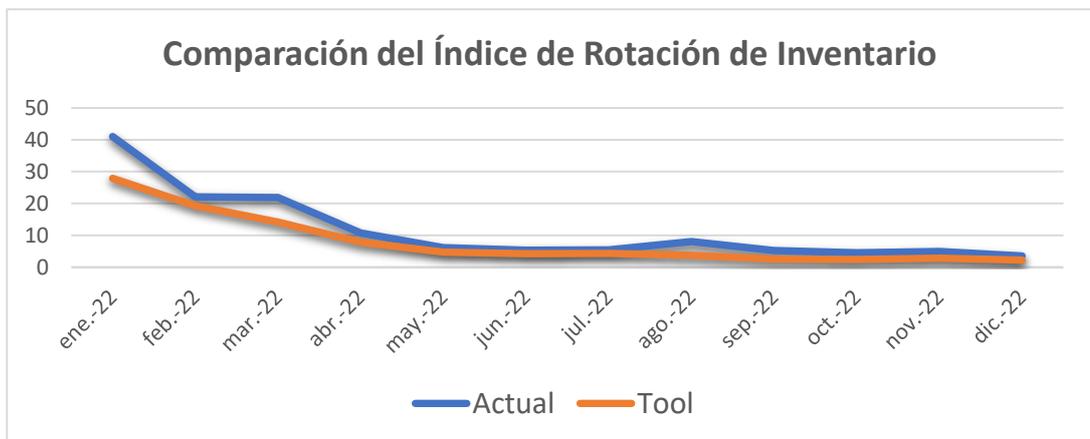


Gráfica 3.4 Comparación de los días de inventario Actual vs Simulación [Fuente: Elaboración propia]

La mayor mejora se muestra en los materiales “Refuerzos”, quienes se reducen de 350 a 28 días de inventario, esto debido al Lead Time corto de 15 días que tienen, lo que permite una mayor flexibilidad al momento de pedir, al igual que las fundas, cuyo Lead Time varía entre los 30 y 60 días. Por otra parte, las cartulinas presentan una mejora menos notable, ya que, al ser un producto C, tiene una revisión periódica y su política considera abastecerse durante el lead time y el periodo hasta su revisión.

Es importante proyectar una disminución en los días de inventarios, ya que indica que los problemas de pérdidas por materiales obsoletos serán menores, siendo una de las consideraciones de la política, no tener exceso de días de inventario que pueda incurrir en materiales desechados por cambios de arte, lenta rotación, etc.

De la misma manera, se obtuvo una mejora en el índice de rotación de inventario, con respecto a la rotación actual.



Gráfica 3.5 Comparación del Índice de Rotación de Inventario Actual vs Simulación [Fuente: Elaboración propia]

El índice de rotación de inventario correspondiente a la simulación es más estable que el actual y tiende a disminuir, lo que indica que la bodega dejará de estar en el estado actual de sobre abastecimiento y lenta rotación, incluso se observa que, en los últimos meses del año, la rotación de inventario se va a mantener, al igual que los niveles de inventario revisados en la Gráfica 3.3. Es notable que los niveles, días y rotación de inventario están alineados en la simulación, con una tendencia a decrecer, lo que indica que las políticas funcionan y permiten los objetivos deseados.

Finalmente, se comparó las posiciones proyectadas que se necesitarían en la bodega con la política de inventario, en el peor caso (máximas posiciones), y con las posiciones promedio vs las posiciones con la forma de abastecimiento actual de la empresa, y se obtuvo lo siguiente:

Tabla 3.2 Número de posiciones proyectadas vs Disponibles

[Fuente: Elaboración propia]

Número de posiciones	
Disponibles	512
Utilizadas (actual)	1379
Nueva bodega	1396
Simuladas P.I planteada	1167

Tabla 3.3 Cálculo de posiciones con la simulación

[Fuente: Elaboración Propia]

Categoría	Max Posiciones	Posiciones promedio	% Max Posiciones	% Posiciones promedio	Porcentaje
Cartulina	84	59	7,20%	5,77%	6,49%
Cintas y etiquetas	14	11	1,20%	1,08%	1,14%
Corrugados	172	166	14,74%	16,24%	15,49%
Esquineros	5	5	0,43%	0,49%	0,46%
Fundas	231	187	19,79%	18,30%	19,05%
Laminas	645	579	55,27%	56,65%	55,96%
Pallets	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
Refuerzos	16	15	1,37%	1,47%	1,42%
Sacos	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
Suministros	0	0	0,00%	0,00%	0,00%
Total	1167	1022	100%	100%	

El resultado presentado (1167 posiciones) fue muy positivo para la empresa, puesto que, es menor a la cantidad de posiciones que ellos tienen proyectado para su nueva bodega, además, como ya se observó anteriormente, debido al decrecimiento de inventario con las políticas, se espera que la actual bodega de materiales de empaque, a su vez, libere espacio y disminuya su porcentaje de ocupación que actualmente está en 269%.

3.4. Análisis de costos resultantes

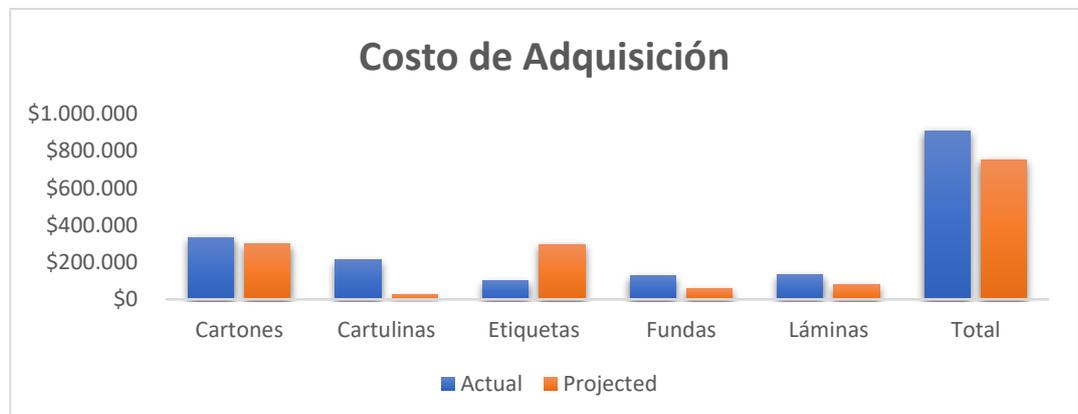
Al ser el MRP una herramienta desarrollada en una hoja de cálculo de Excel, y no una herramienta física, no incurre en costos de diseño, ni en costos de construcción.

Sin embargo, durante la implementación de este se incurre en costos de capacitación, ejecución y revisión de inventarios, tal como se indicó en el análisis financiero realizado en el capítulo 2.

Por otra parte, luego de la simulación, se pudo obtener el costo que conlleva la compra de los pedidos necesarios para el abastecimiento con las políticas de inventario proyectadas, versus el modo de abastecimiento actual.

Tabla 3.4 Comparación del costo de compra del pedido anual con Política actual vs Simulación [Fuente: Elaboración propia]

Categoría	Política actual		Política proyectada	
	Cantidad	Costo total	Cantidad	Costo total
Cartones	449.781,70	\$ 334.062,47	439.393,75	\$ 297.587,11
Cartulinas	976.756,00	\$ 213.615,86	123.582,96	\$ 24.164,65
Etiquetas	4.513.375,93	\$ 101.340,81	4.002.897,48	\$ 296.144,17
Fundas	1.076.792,33	\$ 127.076,71	621.457,18	\$ 56.678,18
Láminas	25.513,71	\$ 132.801,17	20.135,45	\$ 78.712,44
Total	7.042.219,67	\$ 908.897,02	5.207.466,82	\$ 753.286,55



Gráfica 3.6 Comparación de Costos por adquisición de materiales durante un año según política actual vs políticas de inventario proyectadas [Fuente: Elaboración propia]

Como resultado de la simulación, se pudo observar que, con la solución planteada, el costo de comprar los materiales necesarios para el abastecimiento anual se reduce en \$155.610,00 en comparación a la compra de materiales con la forma de abastecimiento actual, siendo este un ahorro significativo para la empresa.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Durante la definición de este proyecto de diseño se definió como objetivo general el establecimiento de políticas de inventario de manera categórica para materiales de empaque, esto con el fin de prevenir el quiebre de inventario y controlar el índice de rotación de inventario a través del establecimiento de inventario de seguridad por producto. Como primer objetivo específico se planteó la realización de un análisis categórico ABC para los materiales de empaque. El segundo objetivo específico fue el análisis del cumplimiento de la proyección de consumo de materiales para usarlo como variable en el establecimiento de las políticas de inventario. El objetivo específico final fue la realización de una simulación de la herramienta con los datos históricos de producción y proyección, para comparar sus variables con la planificación previa al proyecto. El objetivo general y los específicos fueron cumplidos con la finalización del proyecto.
- Para cumplir con el primer objetivo específico se realizó la matriz ABC-XYZ, análisis que permitió conocer los materiales de empaque que requieren mayor atención y nivel de servicio en el proceso de abastecimiento. Usando el concepto del 80-20 de volumen de ventas y haciendo uso del coeficiente de variación de la demanda de cada material, se clasificaron los materiales en dos variables y se distribuyen en 5% materiales AX, 16% materiales AY, 11% materiales AZ, 3% materiales BX, 4% materiales BY, 20% materiales BZ, 3% materiales CX, 3% materiales CY y 35% materiales CZ. Con esta distribución de materiales se pudo ver que únicamente el 11% de los 240 materiales tiene una demanda estable, el 24% tiene demanda poco estable y el restante 65% tiene una demanda errática y variante, lo cual responde a productos finales con producción estacional.
- Para conocer los tamaños de pedido económicos para cada material se debe conocer el costo unitario, costo de mantener el inventario y costo de poner una orden en pie. El costo de mantener inventario se consideró como el costo de oportunidad del capital invertido para adquirir cada unidad de

material y es el 15% del costo unitario, por otro lado, el costo de ordenar se calculó considerando las personas involucradas en la puesta en pie de las OC y la recepción del material, el costo es en promedio \$65.

- Considerando como política de inventario el EOQ, se asignaron las políticas de inventario de revisión periódica y continua según la clasificación ABC-XYZ de cada material. Para los materiales AX, que son materiales con demanda estable y de altas ventas, se consideró la política de revisión continua r,Q, para los materiales AY, AZ, BX, BY y BZ se le asignó la política de revisión continua r,S y la revisión periódica T,S es para los materiales CX, CY y CZ, en esta etapa del proyecto se ejecutó el segundo objetivo específico. Todas estas políticas se consideran el nivel de inventario, si este está por debajo del punto de reorden se debe hacer la solicitud de compra de material. El tiempo de respuesta de estos materiales se considera por cada proveedor y se le añade 7 días laborales para el proceso interno de cada orden de compra.
- Con el fin de desarrollar el tercer objetivo específico se llevó a cabo la ejecución de la herramienta con las políticas de inventario, el resultado de la simulación implica una disminución paulatina de inventario, considerando que el inventario inicial tiene una cobertura promedio superior a los 2 meses, pasando de 20 millones en enero 2023 a 10 millones en diciembre 2023 de unidades de inventario de material de empaque, parte de esto se debe al reajuste de las paletas que manejan niveles de 2 millones de unidades por periodo. Con la situación proyectada del abastecimiento de ME se obtuvo un ahorro económico por concepto de inventario de \$155.300,00 lo que implica un ahorro del 17% del costo proyectado con la política actual.
- Como consecuencia de la disminución de inventario proyectado, se disminuye el riesgo de materiales obsoletos por cambios de arte, pérdida de vida útil, lenta rotación y sobre abastecimiento, aportando de manera positiva a los objetivos sostenibles y económicos del proyecto.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda que para el reajuste o actualización de la lista de productos y el BOM de materiales se continúe considerando el volumen de ventas por productos y el coeficiente de variación, debido a las características estacionales que tiene la mayoría de los productos y que el volumen de producción no muestra la información correcta a causa de la producción PP y PT.
- Realizar revisiones y, si es necesario, modificaciones a los niveles de servicio de cada categoría XYZ. Se puede usar como referencia el indicador de cumplimiento de forecast y MPS para definir o alinear los con los niveles de servicio de cada material de empaque.
- Usar la cantidad posiciones referenciales de cada categoría de material para diseñar la distribución de espacio de la bodega y realizar la restricción de estos de almacenamiento por categoría, esto con el fin de evitar accidentes por sobrecarga de racks o similares.
- Se recomienda revisar y/o actualizar la información de las variables de las políticas al menos una vez cada mes, con el fin de confirmar que los costos, presentaciones y exposición de materiales están actualizadas y la planificación es lo más certera posible.

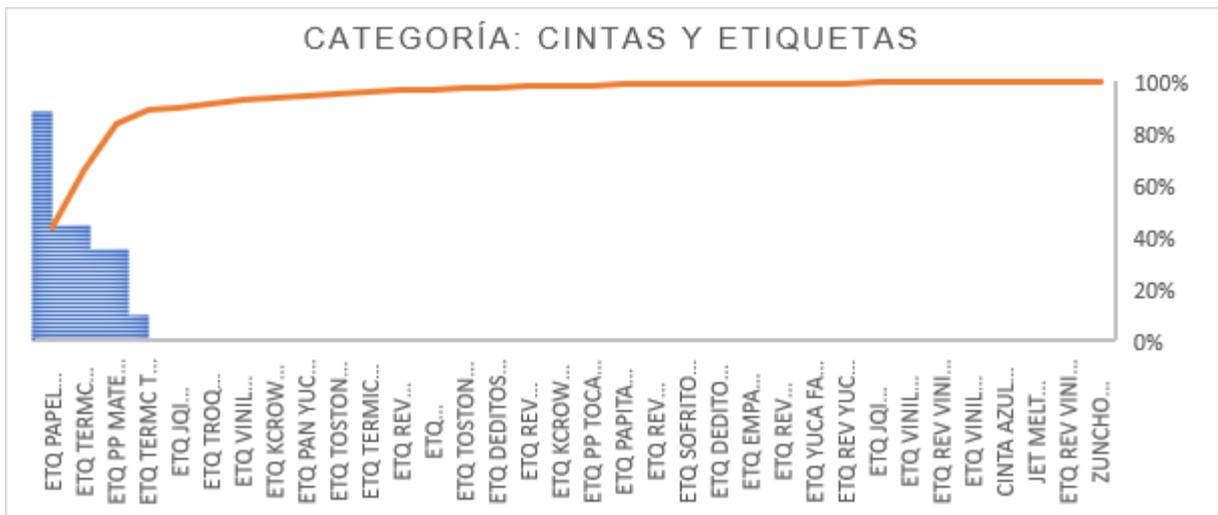
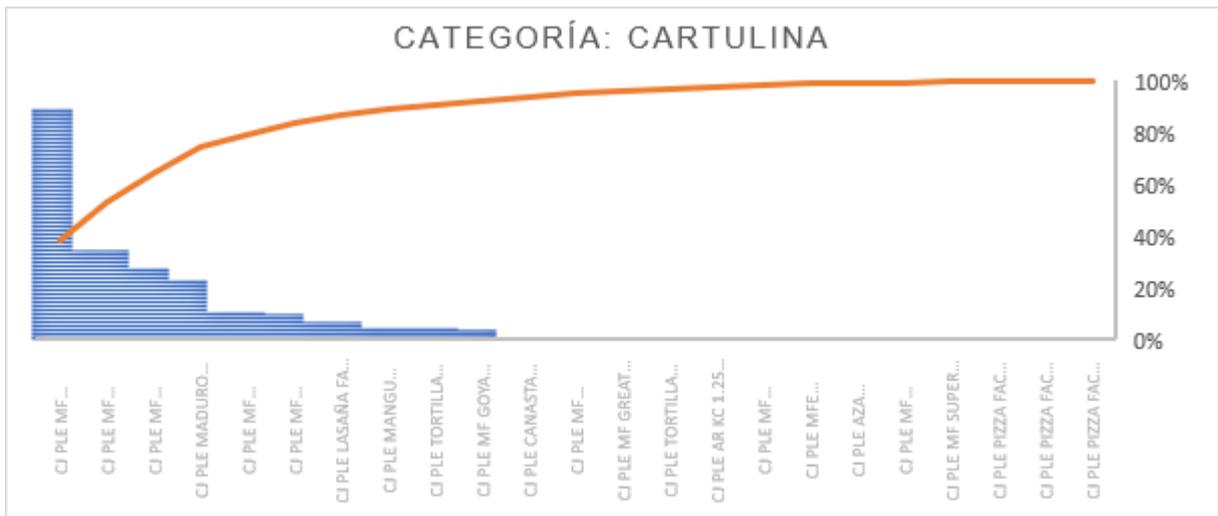
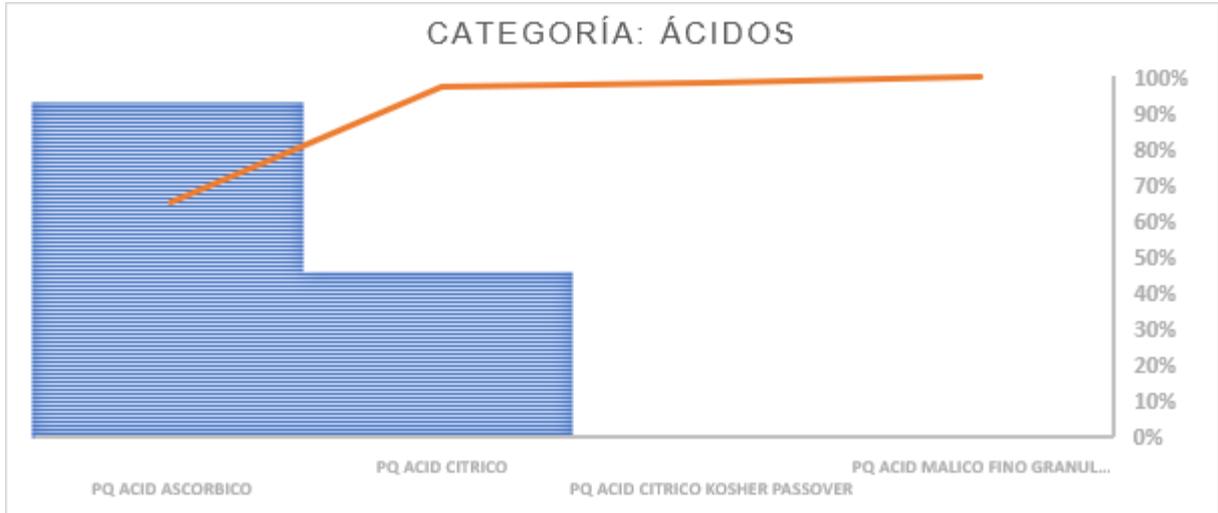
BIBLIOGRAFÍA

- Akao, Y. (1990). *Quality Function Deployment*. Cambridge: Productivity Press.
- Anaya Tejero, J. J. (2007). *Logística Integral, La gestión operativa de la empresa*. Madrid: ESIC Editorial.
- Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Education.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Cinelli, M., Ferraro, G., Lovanella, A., Lucci, G., & Schiraldi, M. M. (2020). A network perspective for the analysis of bill of material. *Procedia CIRP* (88), 19-24.
- Claudia, C., & Ander, E. (2010). Validación de un sistema experto para mejorar la gestión de inventarios mediante estudios de caso. *Memoria de trabajos de difusión científica y técnica*, 23-33.
- Fernández, A. (2017). *Gestión de inventarios*. Málaga: IC Editorial.
- Frazelle, E. (2002). *World-Class Warehousing and Material Handling*. Nueva York: McGraw Hill.
- Lane, G., & Carrington, M. (2003). Measuring the Triple Bottom Line: The Triple Bottom Line is not new. *Caspian Publishing Limited*, 22.
- Obeng, H., Enos, B. K., & Yensu, J. (2021). Working capital management, working capital policy, and firm performance in Ghana : empirical evidence using a dynamic system GMM. *African Journal of Business and Economic Research*, 249-271.
- Subramanya, K. N., Rangaswamy, T., & Ramaa, A. (2012). Impact of Warehouse Management System . *International Journal of Computer Applications*, 2-20.
- Toral Chaigneau, J. M. (2008). *Política de inventario con pronósticos de demanda para una empresa de venta de neumáticos* . Obtenido de UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL:
https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/103020/toral_jc.pdf?sequence=4
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. Estado de México: Pearson Educación.
- Zhu, B., Zhang, Y., Ding, K., Canal, F. T., Hui, J., & Zhang, F. (2022). Lot-sizing decisions for material requirements planning with hybrid uncertainties in a smart factory. *Advanced Engineering Informatics* (51).

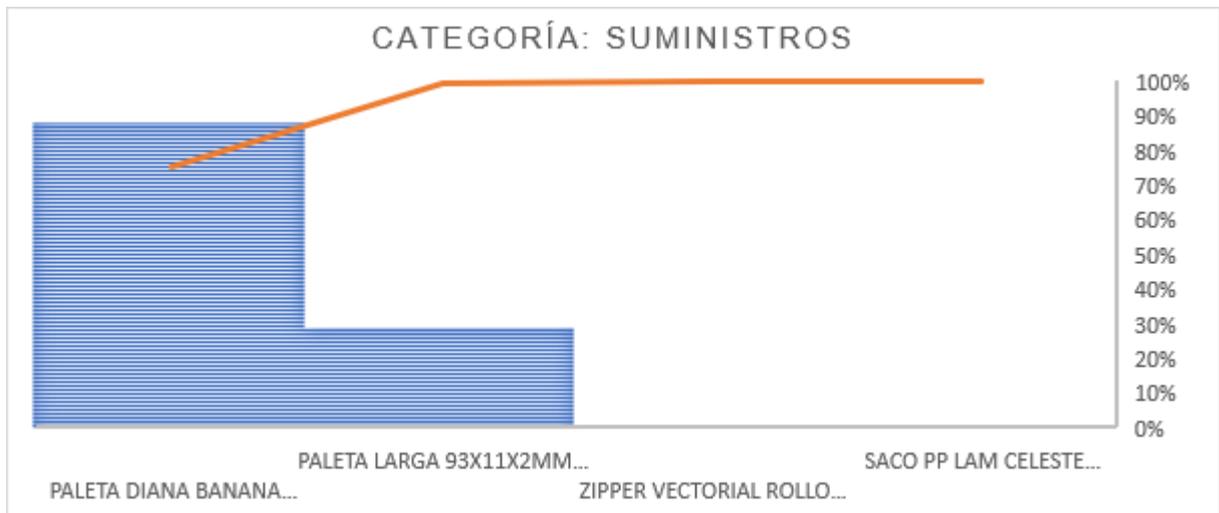
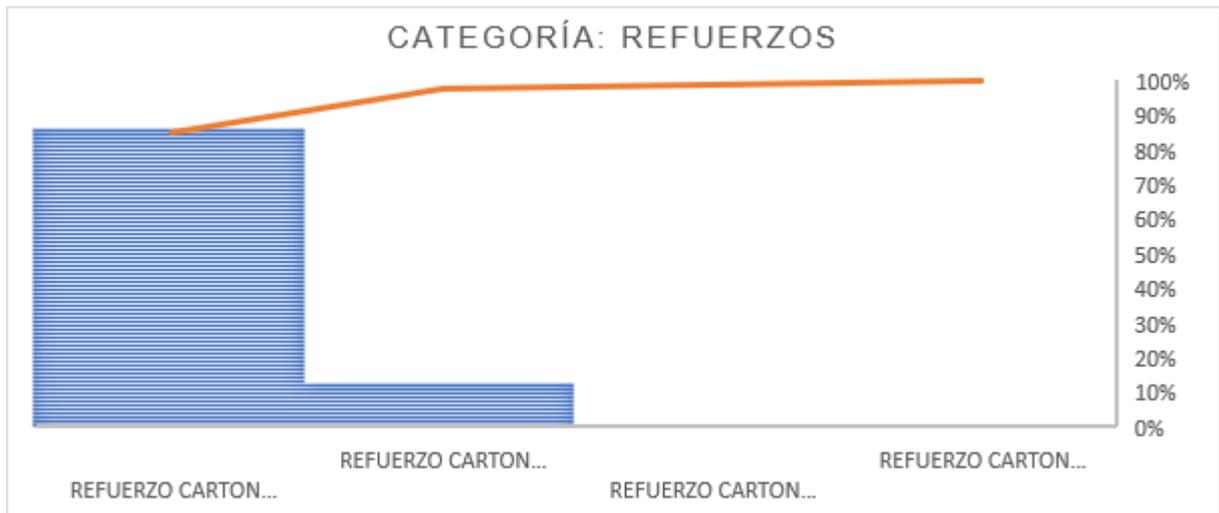
APÉNDICES

APÉNDICE B

Gráficas de Pareto para categorías de productos

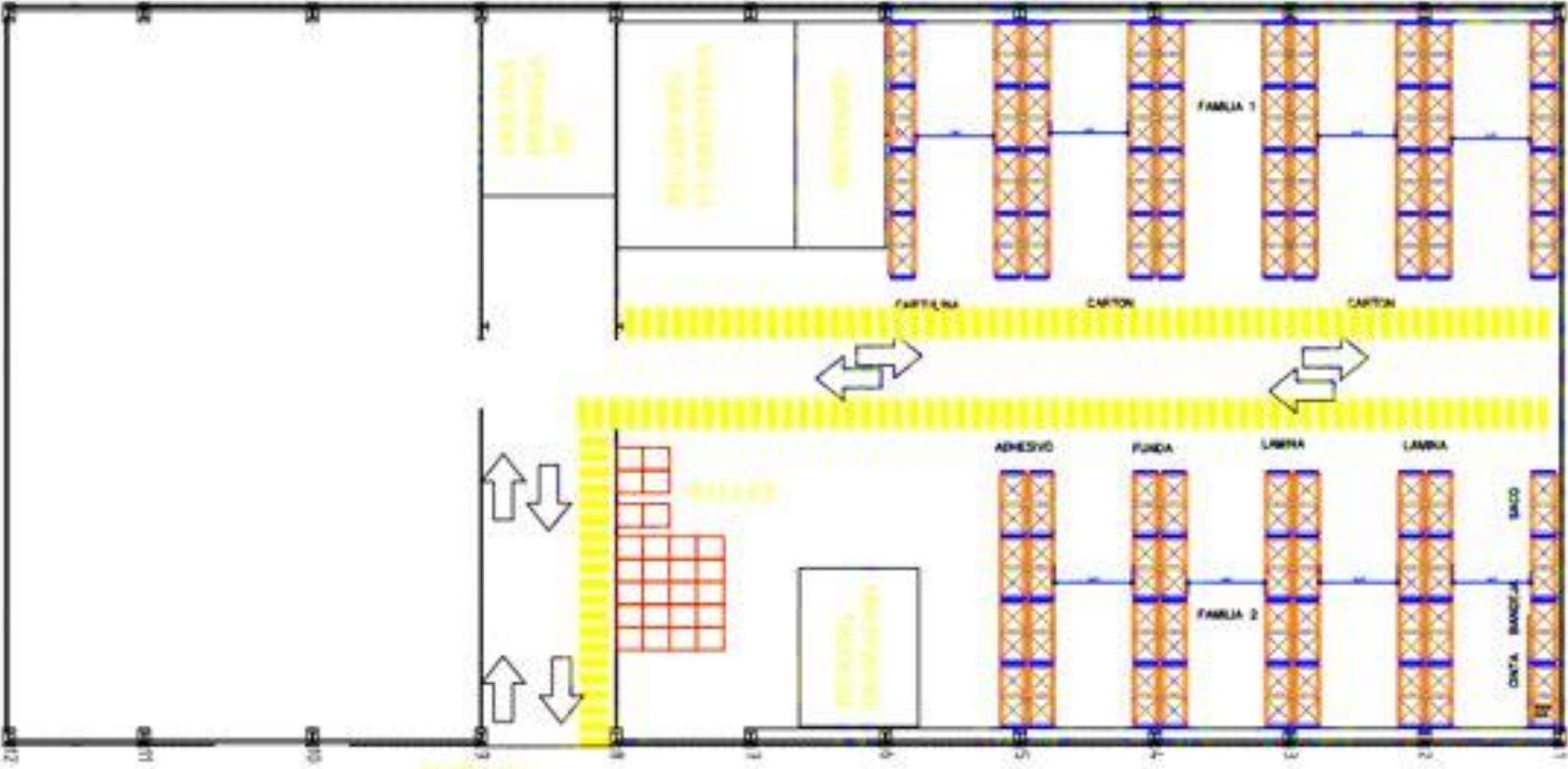


Gráficas de Pareto para categorías de productos



APÉNDICE C

Diagrama de bodega nueva



APÉNDICE D

Plan de prototipado de la herramienta

Etapa de validación	Herramientas	Responsable	Tiempo de desarrollo	Fecha de inicio	Fecha de fin	Estado
Desarrollo						
Validación de cumplimientos de restricciones y especificaciones de diseño	Matriz de decisión	Líderes de proyecto	1 día	28/11/2022	28/11/2022	Finalizada
Análisis y elección del diseño de prototipo adecuado	Matriz impacto - esfuerzo	Líderes de proyecto y el área de planificación	1 día	28/11/2022	28/11/2022	Finalizada
Análisis de costos de implementación del diseño escogido	Excel	Líderes de proyecto	2 días	29/11/2022	1/12/2022	Finalizada
Validación del modelo, por el gerente de planificación y el planificador de producción (<i>key customer</i>)		Líderes de proyecto	1 día	5/12/2022	5/12/2022	Finalizada
Validación del número de posiciones ocupadas en bodega, por el área de proyectos	Excel, SAP	Líderes de proyecto	1 día	5/12/2022	5/12/2022	Finalizada
Simulación del modelo para medir el desempeño de la herramienta vs desempeño actual	Excel	Líderes de proyecto	2 días	10/1/2023	11/1/2023	Finalizada
Levantamiento de <i>dashboard</i> de indicadores para el control de los niveles de inventario	Power Bi	Líderes de proyecto	15 días	19/12/2022	30/12/2022	Finalizada

APÉNDICE D

Plan de prototipado de la herramienta

Etapa de validación	Herramientas	Responsable	Tiempo de desarrollo	Fecha de inicio	Fecha de fin	Estado
Implementación						
Inducción al área de planificación para el correcto uso de la herramienta		Líderes de proyecto	3 días	18/1/2023	20/1/2023	Finalizada
Realizar una prueba de uso de la herramienta	Excel, SAP	Líderes de proyecto y el área de planificación	1 día	18/1/2023	18/1/2023	Finalizada
Resultados y conclusiones acerca de la herramienta		Equipo de trabajo	1 día	23/1/2023	23/1/2023	Finalizada
Control						
Seguimiento al uso de la herramienta		Líderes de proyecto	5 días	2/2/2023	7/2/2023	Finalizada
Revisión de indicadores previo al uso de la herramienta	Power Bi	Líderes de proyecto	2 días	5/1/2023	6/1/2023	Finalizada

APÉNDICE D

Muestra de análisis de sensibilidad de 10 materiales

Código	Descripción	SS	SS (-25%)	S (max)	S (max, -25%)	Inv. Actual	Inv. Actual (-25%)	DEMANDA 2023
16000479	REFUERZO CARTON 376X278X239	3000	2250	15739	11804	48683	50197	77824
16000508	CJ REG 386X287X244 T200	5000	3750	33787	25341	123311	123311	156472
16000884	LAM PATACON KCROWN 2Lb 515X357mm 2.8µm	1000	750	2951	2213	3547	4245	11957,4
16000900	LAM TRANSP. 630mm 3µm	1000	750	3307	2481	10702	11709	10232,436
16000901	LAM TRANSP. 515mm 3µm	1200	900	3794	2846	18269	18269	23440,654
16001586	CJ REG IQF 10KG 390x288X188MM K/K	20000	15000	118168	88626	733853	733853	887427,15
16001637	ESQUINERO CARTON 1900X50MM	2000	1500	6895	5172	46919	46919	55686,329
16001681	F IQF AZUL C/FUELLE 10KG 570X550MM 3µM	5000	3750	22980	17235	636068	681830	1098296
16001740	SEPARADOR PLAST AZUL 445X305MM 2.5µM	40000	30000	40300	30225	647867	693467	1094400
16002092	CJ PLE MF KCROWN 2LBS 187X283X33MM	20000	15000	152503	114377	768600	768600	995400
COBERTURA							93%	

Código	Descripción	SS	SS (+25%)	S (max)	S (max, +25%)	Inv. Actual	Inv. Actual (+25%)	DEMANDA 2023
16000479	REFUERZO CARTON 376X278X239	3000	3750	15739	19674	48683	51710	77824
16000508	CJ REG 386X287X244 T200	5000	6250	33787	42234	123311	123311	156472
16000513	CJ REG 390X300X175 T150	7000	8750	27679	34599	95107	100434	136974
16000884	LAM PATACON KCROWN 2Lb 515X357mm 2.8µm	1000	1250	2951	3688	3547	4942	11957,4
16000901	LAM TRANSP. 515mm 3µm	1200	1500	3794	4743	18269	18269	23440,654
16001586	CJ REG IQF 10KG 390x288X188MM K/K	20000	25000	118168	147710	733853	733853	887427,15
16001637	ESQUINERO CARTON 1900X50MM	2000	2500	6895	8619	46919	46919	55686,329
16001681	F IQF AZUL C/FUELLE 10KG 570X550MM 3µM	5000	6250	22980	28725	636068	727592	1098296
16001740	SEPARADOR PLAST AZUL 445X305MM 2.5µM	40000	50000	40300	50375	647867	739067	1094400
16002092	CJ PLE MF KCROWN 2LBS 187X283X33MM	20000	25000	152503	190629	768600	768600	995400
COBERTURA							102%	

APÉNDICE E

Plan de metodología

Responsable	Actividad	Descripción	Información requerida	Uso
EJECUCIÓN				
Asistente de planificación	Ingreso/actualización de PT y BOM de materiales	Cuando se agreguen o quiten productos a la cartera de la empresa, se deberá actualizar la información actualizada de los productos y la receta de estos	<ul style="list-style-type: none"> -Listado de productos -BOM de materiales 	Realizar la revisión de niveles de inventario y la planificación de materiales de empaque
Planificador / Asistente de planificación	Revisar y asignar la política de inventario de los materiales de acuerdo con la matriz ABC-XYZ	Para los materiales agregados o que cambien de categoría de criticidad, se deberá asignar una política de inventario pertinente	<ul style="list-style-type: none"> -Matriz ABC-XYZ -Información de materiales 	Asegurar que la revisión se dé apropiadamente y evitar que se genera un sobreabastecimiento o stockout
Asistente de planificación	Actualización de información para revisión de inventario	Previo a la revisión de materiales de empaque, es necesario actualizar toda la información necesaria bajada de SAP o compartido referente al inventario y las proyecciones	<ul style="list-style-type: none"> -Plan de producción -Costos de ordenar, adquirir y mantener el inventario -Forecast de producción -Órdenes de compra puestas de ME -Inventario de materiales 	Realizar el análisis de cobertura de ME para los periodos respectivos

APÉNDICE E

Plan de metodología

Responsable	Actividad	Descripción	Información requerida	Uso
EJECUCIÓN				
Asistente de planificación	Actualizar información referente a la compra de materiales	Revisar y actualizar la información que comparte compras referentes a los LT, mínimos de compra, entre otros	-Tiempos de atención de proveedores -Mínimo de compra de ME -Pesos y dimensiones de materiales	Para asegurar que las restricciones y necesidades de adquisición sea lo más precisas posibles y evitar stockouts o incidentes
Planificación / Compras / Bodega	Realizar la revisión de cobertura de materiales y niveles de inventario	Ejecución de la actividad clave de la herramienta, revisando cobertura, niveles de inventario, OC por llegar y necesidad de ME	-Información previa a revisión actualizada	Generar las necesidades de materiales, mover entregas de OC y obtener criterios e información para resolver cualquier novedad que se presente respecto a ME
INDICADORES				
Asistente de planificación	Revisar índice de rotación de materiales	Actualizar información de producción y proyecciones para revisar el ITR de ME a mes cerrado	-Consumo real de ME de periodo cerrado (t) -Proyección de ME realizada en el periodo anterior (t-1)	Analizar el ITR de materiales y tomar acciones necesarias a materiales con ITR inferior a los periodos de cobertura

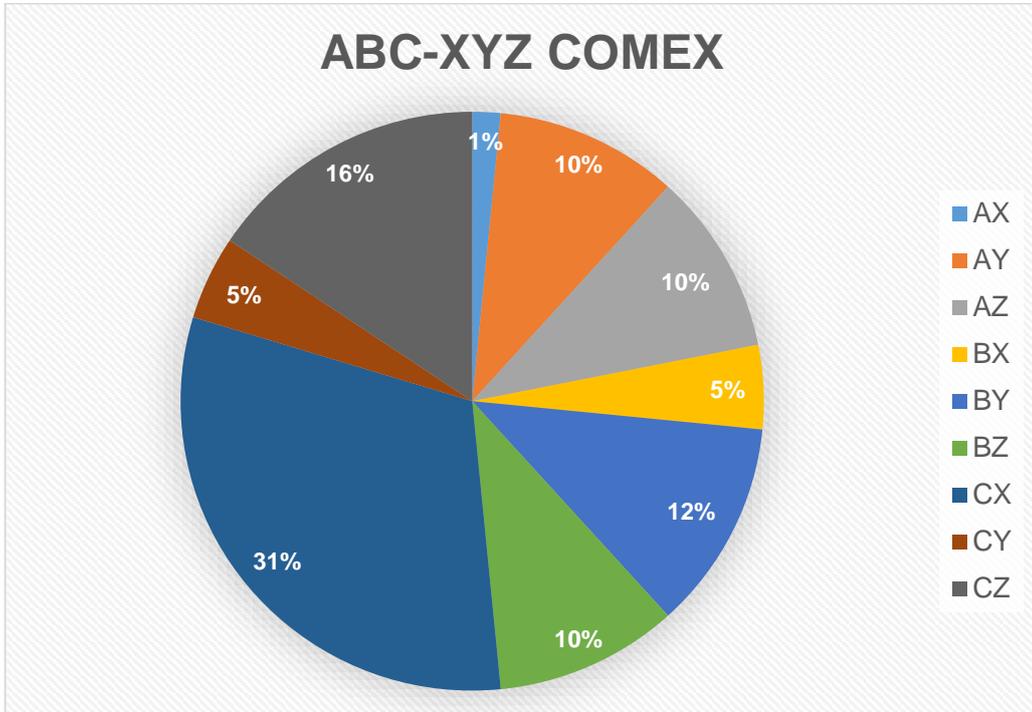
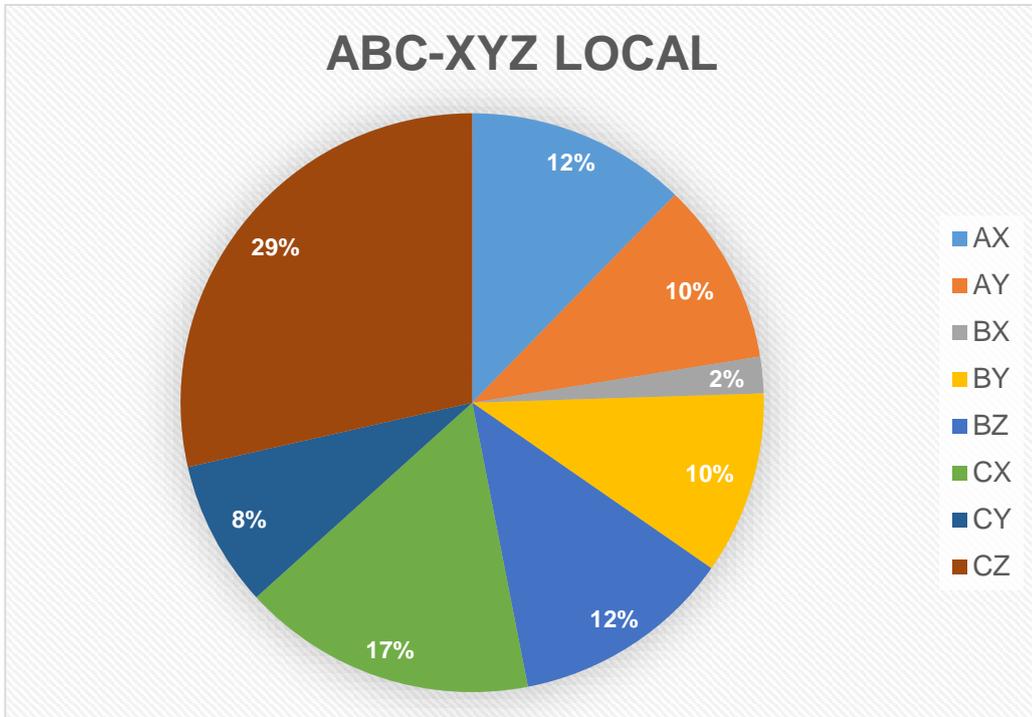
APÉNDICE E

Plan de metodología

Responsable	Actividad	Descripción	Información requerida	Uso
INDICADORES				
Asistente de planificación	Revisar adherencia y cumplimiento del plan de producción y el accuracy del forecast	Actualizar información de producción y proyecciones para revisar el accuracy del plan de producción y el forecast de materiales	-Producción real del PP y PT -Forecast del periodo cerrado (t-1) -Plan de producción del periodo cerrado (t-1)	Analizar los niveles de adherencia, cumplimiento y accuracy de las proyecciones para tomar decisiones respecto a SS, Smin y Smax
Planificación / Bodega	Medir niveles de ocupamiento de la bodega de ME	Actualizar la información recibida de bodega para medir el nivel de ocupamiento de la bodega	-Pesos de y medidas de ME en pallets -Inventario de ME	Analizar el accuracy de ocupación de la bodega de ME y tomar decisiones respecto a las políticas buffer y la asignación de posiciones

APÉNDICE F

Gráficas de Categorización de materiales Locales y Comex



APÉNDICE G

Interfaz de herramienta: Nivel de inventario

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA DISEÑO Kristell Natasha Idrovo Zambrano

D234

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
			enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	SAP	DESCRIPCIÓN	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	nov-23	dic-23
4	26000083	PALETA DIANA BANANA 93X11X2MM	10	40										
5	16001681	F IQF AZUL C/FUELLE 10KG 570X550MM 3µM												
6	L16001715	PALETA LARGA 93X11X2MM S/I PERFECT STICK												
7	16000411	ETQ PAPEL ESMALTADO 87.5X180.90mm												
8	16001644	ETQ PP MATE BLANCO 100X168MM												
9	16001740	SEPARADOR PLAST AZUL 445X305MM 2.5µM												
10	16002092	CJ PLE MF KCROWN 2LBS 187X283X33MM												
11	16000608	ETQ TERMC TR GENERICO/COLOR 100X90mm												
12	16001586	CJ REG IQF 10KG 390x288X188MM K/K												
13	16000545	ETQ TERMC CORTE RECTO 60X120												
14	16000478	REFUERZO CARTON 380X290X175												
15	16001585	CJ REG IQF 13.6KG 390x288X250MM K/K												
16	16001682	F IQF AZUL C/FUELLE 15KG 570X700MM 3µM												
17	16002091	CJ PLE MF KCROWN 12OZ 185X140X32												
18	16000916	SACO PP LAM AZUL 600X930mm												
19	16002093	CJ PLE MF KCROWN 4LB 285X184X57												
20	16005259	F PET PEBD ZIPPER PAN YUCA 500G												
21	16005720	ETQ TROQ 60X40MM												
22	16000913	SACO PP LAM AMARILLO TRAMADO 600X930mm												
23	16000513	CJ REG 390X300X175 T150												
24	16000516	CJ REG MIC FOOD 390X300X175 T150												
25	16000651	F LAM MADURO FR ISLAND 2Lb 247X300 4µm												
26	16005573	F DOYPACK BAN ORG SLI 450G 190X100X240MM												
27	16001703	F IQF TRANSP 2.5KG 356X457MM 3µM												
28	16005260	F PET PEBD ZIPPER PAN YUCA 700G												
29	16001679	F IQF TRANSP 1KG 279X229MM 3µM												
30	16000459	CJ PLE MADURO G VALUE 1.5L 190x140x55MM												
31	16000508	CJ REG 386X287X244 T200												
32	16005043	F PE IQF REBAR 2.5KG 400MMX320MMX0.070												
33	16005258	F PET PEBD ZIPPER PAN YUCA 300G												
34	16002094	CJ PLE MF KCROWN 5 LB 283X184X82MM												
35	16000514	CJ REG 386X288X200 T150												

INVENTARIO INICIAL DEMANDA SALDO OC INGRESOS CONSUMO REAL MRP ENTREGAS PEDIDOS

APÉNDICE G

Interfaz de herramienta: Demanda

O17

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
			enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	SAP	DESCRIPCIÓN	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	nov-23	dic-23
1														
2														
3														
4	26000083	PALETA DIANA BANANA 93X11X2MM												
5	16001681	F IQF AZUL C/FUELLE 10KG 570X550MM 3µM												
6	L16001715	PALETA LARGA 93X11X2MM S/I PERFECT STICK												
7	16000411	ETQ PAPEL ESMALTADO 87.5X180.90mm												
8	16001644	ETQ PP MATE BLANCO 100X168MM												
9	16001740	SEPARADOR PLAST AZUL 445X305MM 2.5µM												
10	16002092	CJ PLE MF KCROWN 2LBS 187X283X33MM												
11	16000608	ETQ TERMC TR GENERICO/COLOR 100X90mm												
12	16001586	CJ REG IQF 10KG 390x288X188MM K/K												
13	16000545	ETQ TERMC CORTE RECTO 60X120												
14	16000478	REFUERZO CARTON 380X290X175												
15	16001585	CJ REG IQF 13.6KG 390x288X250MM K/K												
16	16001682	F IQF AZUL C/FUELLE 15KG 570X700MM 3µM												
17	16002091	CJ PLE MF KCROWN 12OZ 185X140X32												
18	16000916	SACO PP LAM AZUL 600X930mm												
19	16002093	CJ PLE MF KCROWN 4LB 285X184X57												
20	16005259	F PET PEBD ZIPPER PAN YUCA 500G												
21	16005720	ETQ TROQ 60X40MM												
22	16000913	SACO PP LAM AMARILLO TRAMADO 600X930mm												
23	16000513	CJ REG 390X300X175 T150												
24	16000516	CJ REG MIC FOOD 390X300X175 T150												
25	16000651	F LAM MADURO FR ISLAND 2Lb 247X300 4µm												
26	16005573	F DOYPACK BAN ORG SLI 450G 190X100X240MM												
27	16001703	F IQF TRANSP 2.5KG 356X457MM 3µM												
28	16005260	F PET PEBD ZIPPER PAN YUCA 700G												
29	16001679	F IQF TRANSP 1KG 279X229MM 3µM												
30	16000459	CJ PLE MADURO G VALUE 1.5L 190x140x55MM												
31	16000508	CJ REG 386X287X244 T200												
32	16005043	F PE IQF REBAR 2.5KG 400MMX320MMX0.070												
33	16005258	F PET PEBD ZIPPER PAN YUCA 300G												
34	16002094	CJ PLE MF KCROWN 5 LB 283X184X82MM												
35	16000514	CJ REG 386X288X200 T150												
36	16005722	CJ REG MADURO SAB.NUESTR SPANISH 5lb4UN												

APÉNDICE G

Interfaz de herramienta: Consumo

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA **DISEÑO** Kristell Natasha Idrovo Zambrano

B27 : X ✓ fx F IQF TRANSP 2.5KG 356X457MM 3µM

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
			enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
	SAP	DESCRIPCIÓN	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	nov-23	dic-23
4	26000083	PALETA DIANA BANANA 93X11X2MM												
5	16001681	F IQF AZUL C/FUELLE 10KG 570X550MM 3µM												
6	L16001715	PALETA LARGA 93X11X2MM S/I PERFECT STICK												
7	16000411	ETQ PAPEL ESMALTADO 87.5X180.90mm												
8	16001644	ETQ PP MATE BLANCO 100X168MM												
9	16001740	SEPARADOR PLAST AZUL 445X305MM 2.5µM												
10	16002092	CJ PLE MF KCROWN 2LBS 187X283X33MM												
11	16000608	ETQ TERMC TR GENERICO/COLOR 100X90mm												
12	16001586	CJ REG IQF 10KG 390x288X188MM K/K												
13	16000545	ETQ TERMC CORTE RECTO 60X120												
14	16000478	REFUERZO CARTON 380X290X175												
15	16001585	CJ REG IQF 13.6KG 390x288X250MM K/K												
16	16001682	F IQF AZUL C/FUELLE 15KG 570X700MM 3µM												
17	16002091	CJ PLE MF KCROWN 12OZ 185X140X32												
18	16000916	SACO PP LAM AZUL 600X930mm												
19	16002093	CJ PLE MF KCROWN 4LB 285X184X57												
20	16005259	F PET PEBD ZIPPER PAN YUCA 500G												
21	16005720	ETQ TROQ 60X40MM												
22	16000913	SACO PP LAM AMARILLO TRAMADO 600X930mm												
23	16000513	CJ REG 390X300X175 T150												
24	16000516	CJ REG MIC FOOD 390X300X175 T150												
25	16000651	F LAM MADURO FR ISLAND 2Lb 247X300 4µm												
26	16005573	F DOYPACK BAN ORG SLI 450G 190X100X240MM												
27	16001703	F IQF TRANSP 2.5KG 356X457MM 3µM												
28	16005260	F PET PEBD ZIPPER PAN YUCA 700G												
29	16001679	F IQF TRANSP 1KG 279X229MM 3µM												
30	16000459	CJ PLE MADURO G VALUE 1.5L 190x140x55MM												
31	16000508	CJ REG 386X287X244 T200												
32	16005043	F PE IQF REBAR 2.5KG 400MMX320MMX0.070												
33	16005258	F PET PEBD ZIPPER PAN YUCA 300G												
34	16002094	CJ PLE MF KCROWN 5 LB 283X184X82MM												
35	16000514	CJ REG 386X288X200 T150												

INVENTARIO INICIAL DEMANDA SALDO OC INGRESOS **CONSUMO REAL** MRP ENTREGAS PEDIDOS

LISTO 80%

APÉNDICE G

Interfaz de herramienta: Estado de órdenes de compra

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA Kristell Natasha Idrovo Zambrano

O11 :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
			enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
	SAP	DESCRIPCIÓN	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	nov-23	dic-23	
4	26000083	PALETA DIANA BANANA 93X11X2MM													
5	16001681	F IQF AZUL C/FUELLE 10KG 570X550MM 3µM													
6	16001715	PALETA LARGA 93X11X2MM S/I PERFECT STICK													
7	16000411	ETQ PAPEL ESMALTADO 87.5X180.90mm													
8	16001644	ETQ PP MATE BLANCO 100X168MM													
9	16001740	SEPARADOR PLAST AZUL 445X305MM 2.5µM													
10	16002092	CJ PLE MF KCROWN 2LBS 187X283X33MM													
11	16000608	ETQ TERMC TR GENERICO/COLOR 100X90mm													
12	16001586	CJ REG IQF 10KG 390x288X188MM K/K													
13	16000545	ETQ TERMC CORTE RECTO 60X120													
14	16000478	REFUERZO CARTON 380X290X175													
15	16001585	CJ REG IQF 13,6KG 390x288X250MM K/K													
16	16001682	F IQF AZUL C/FUELLE 15KG 570X700MM 3µM													
17	16002091	CJ PLE MF KCROWN 12OZ 185X140X32													
18	16000916	SACO PP LAM AZUL 600X930mm													
19	16002093	CJ PLE MF KCROWN 4LB 285X184X57													
20	16005259	F PET PEBD ZIPPER PAN YUCA 500G													
21	16005720	ETQ TROQ 60X40MM													
22	16000913	SACO PP LAM AMARILLO TRAMADO 600X930mm													
23	16000513	CJ REG 390X300X175 T150													
24	16000516	CJ REG MIC FOOD 390X300X175 T150													
25	16000651	F LAM MADURO FR ISLAND 2Lb 247X300 4µm													
26	16005573	F DOYPACK BAN ORG SLI 450G 190X100X240MM													
27	16001703	F IQF TRANSP 2.5KG 356X457MM 3µM													
28	16005260	F PET PEBD ZIPPER PAN YUCA 700G													
29	16001679	F IQF TRANSP 1KG 279X229MM 3µM													
30	16000459	CJ PLE MADURO G VALUE 1.5L 190x140x55MM													
31	16000508	CJ REG 386X287X244 T200													
32	16005043	F PE IQF REBAR 2.5KG 400MMX320MMX0.070													
33	16005258	F PET PEBD ZIPPER PAN YUCA 300G													
34	16002094	CJ PLE MF KCROWN 5 LB 283X184X82MM													
35	16000514	CJ REG 386X288X200 T150													

INVENTARIO INICIAL DEMANDA **SALDO OC** INGRESOS CONSUMO REAL MRP ENTREGAS PEDIDOS

LISTO 80%

