



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Rediseño De Layout De La Bodega Del CD La Oferta

Trabajo de Título para optar al Grado de Licenciado en Ciencias de
la Ingeniería y al Título de Ingeniero Civil Industrial

María Alejandra Cañete Sepúlveda
Gonzalo Felipe Mancilla Castillo

Prof. Guía: Mg. Luis Seccatore

Mayo, 2025

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestro profesor guía, don Luis Seccatore, por su invaluable paciencia, comprensión y vasta experiencia, que fueron fundamentales en el desarrollo de nuestra investigación y trabajo de titulación. Su constante orientación y sus sabios consejos ingenieriles fueron una fuente constante de motivación, permitiéndonos alcanzar los objetivos de nuestra tesis.

También queremos expresar nuestra profunda gratitud a nuestras familias, cuyo amor incondicional y apoyo moral fueron esenciales a lo largo de este proceso. La disposición para brindarnos su tiempo, escucharnos y apoyarnos en cada momento, hicieron posible que alcanzáramos este logro. Los sacrificios que han vivido, el amor y la fuerza que nos ofrecieron fueron la luz que iluminó nuestro camino ayudándonos a perseverar. Sin su presencia constante, este viaje académico no habría sido el mismo.

Por otro lado, nos gustaría agradecer a la Universidad por abrirnos las puertas y brindarnos la oportunidad de avanzar en nuestras carreras profesionales. Además, agradecemos el apoyo constante de sus docentes y personal, quienes nos han acompañado en cada etapa de este proceso académico, contribuyendo a nuestro crecimiento personal y profesional.

Por último, un sincero agradecimiento a los amigos y compañeros que estuvieron en los momentos de estrés y alegría durante este largo y retador camino. Su apoyo, confianza, soporte y cariño han sido indispensable. Cada uno aportó en nuestra fortaleza y ánimo de una manera u otra. Gracias por ser un punto de apoyo y lo más importante, la familia que elegimos.

Resumen Ejecutivo

El objetivo es optimizar la gestión de inventario del centro de distribución La Oferta a través del rediseño de su *layout*. Se analizan 122 sub líneas mediante la aplicación de herramientas de clasificación (ABC y FSN) y se construirá una matriz bi criterio para obtener una visión integral de cada categoría. En base a esto, se diseñarán modelos de inventarios específico por categoría y un modelo matemático que permite reubicar las sub líneas de manera estratégica, mejorando la eficiencia en las operaciones y reduciendo las distancias del trayecto de armado de cada pedido.

The objective of this study is to optimize the inventory management of the La Offer distribution center through the redesign of its layout. 122 sublines will be analyzed by applying classification tools (ABC and FSN) and a bi-criteria matrix will be built to obtain a comprehensive view of each category. Based on this, specific inventory models will be designed by category and a mathematical model that allows sublines to be strategically relocated, improving efficiency in operations and reducing the distances of the assembly path for each order.

Palabras clave: *layout*, optimización, inventario, modelo matemático

Índice

1. Antecedentes de la Empresa.....	12
1.1 La Oferta.....	12
1.2 Antecedentes y Descripción del Área a Trabajar.	13
1.2.1 Aspectos que Involucran al Modelo de Negocio del CD La Oferta.....	14
1.2.2 Descripción del Proceso de Venta.....	16
1.2.3 Organigrama CD La Oferta.....	20
1.2.4 Análisis de Ventas web.	22
1.2.5 Productos a Considerar.....	24
1.2.6 Descripción de la Distribución Actual.	26
1.2.7 Distribución actual de sub líneas.....	29
2. Planteamiento del Problema.....	31
2.1 Efectos Indeseados con Cada Diagrama Causa-Efecto.....	31
2.1.1 Efecto Indeseado 1.	31
2.1.2 Efecto Indeseado 2.	34
2.2 Problema Raíz.	37
2.3 Objetivos.....	39
2.3.1 Objetivo General:	39
2.3.2 Objetivos Específicos:	39
3. Marco Teórico.....	40
3.1 Diseño y Layout de Almacén.	40
3.2 Gestión de Inventario.	40
3.2.1 Clasificación ABC.....	40

3.2.2 Clasificación FSN.....	41
3.2.3 Clasificación por dos criterios	41
3.2.4 Modelos de inventarios.....	42
3.3 Métodos de Asignación.	43
3.3.1 Modelos de Asignación de Productos.	43
4. Aplicación del Modelo	48
4.1 Clasificación ABC.....	49
4.2 Clasificación FSN.....	51
4.3 Clasificación ABC/FSN.	53
4.4 Modelos de inventarios.....	54
4.4.1 Modelo de revisión continua para categoría I	54
4.4.2 Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) para categoría II	57
4.4.3 Modelo de periodo fijo para categoría III.....	60
4.5 Modelo Matemático de Asignación a Utilizar.....	62
4.6 Esfuerzos e Impactos Técnicos y Económicos del nuevo <i>Layout</i>	73
Anexos.....	79
Referencias Bibliográficas.....	98

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Elementos del Modelo de Negocio con su Respectiva Descripción</i>	15
Tabla 2 <i>Descripción del Proceso de Despacho de ORT</i>	177
Tabla 3 <i>Descripción del Proceso Despacho de Ventas</i>	199
Tabla 4 <i>Cargo y Funciones de Actores del Organigrama del CD La Oferta</i>	221
Tabla 5 <i>Categoría de Productos del CD por Familia</i>	24
Tabla 6 <i>Sub líneas de productos</i>	25
Tabla 7 <i>Número de racks y nivel por zona</i>	27
Tabla 8 <i>Total de sub líneas por clase y valor de inventario acumulado por clase</i>	49
Tabla 9 <i>Clasificación ABC/FSN</i>	53
Tabla 10 <i>Calculo modelo de inventario de la sub línea Shampoo</i>	55
Tabla 11 <i>Calculo modelo de inventario de la sub línea Desodorante Ambiental</i>	57
Tabla 12 <i>Calculo modelo de inventario sub línea Caramelos y Confités</i>	60
Tabla 13 <i>Comparación de distancias de layout actual y layout propuesto</i>	72
Tabla 14 <i>Costo de implementación del layout propuesto</i>	74
Tabla 15 <i>Beneficios estimados del layout propuesto</i>	75
Tabla 16 <i>Retorno de la inversión estimado</i>	76

Lista de Figuras

Figura 1: <i>Modelo de Negocio</i>	144
Figura 2: <i>Flujo Proceso de Despacho ORT</i>	166
Figura 3: <i>Flujo Proceso de Despacho de Ventas</i>	188
Figura 4: <i>Organigrama del CD La Oferta</i>	20
Figura 5: <i>Notas de Ventas web 2021</i>	22
Figura 6: <i>Notas de Ventas web 2022</i>	22
Figura 7: <i>Valor Bruto Ventas Web</i>	23
Figura 8: <i>Layout Actual de la Bodega</i>	26
Figura 9: <i>Imagen de Almacenamiento de la Zona L</i>	28
Figura 10: <i>Ubicación Actual de 12 sub líneas para el caso estudio</i>	29
Figura 11: <i>Desorden del Layout Actual de Bodega</i>	32
Figura 12: <i>Obstrucción de pasillo</i>	33
Figura 13: <i>Mermas y Brechas</i>	34
Figura 14: <i>Productos Suelos en Bodega</i>	35
Figura 15: <i>Mermas y Brechas del CD en el año 2021</i>	36
Figura 16: <i>Árbol del problema actual de la empresa</i>	38
Figura 17: <i>Diagrama de Pareto</i>	50
Figura 18: <i>Clasificación FSN de sub líneas por días de inventario</i>	52
Figura 19: <i>Nueva Ubicación y Dsitribución de la sub línea de Shampoo en la bodega</i>	¡Error! Marcador no definido.56
Figura 20: <i>Nueva Ubicación y Dsitribución de la sub línea de Desodorante</i>	59
Figura 21: <i>Nueva Ubicación y Distribución de la sub línea de Caramelos y Confites</i>	61
Figura 22: <i>Caja Negra del Modelo Estudio</i>	62
Figura 23: <i>Solución Software</i>	67
Figura 24: <i>Nueva ubicación de sub líneas Categoría I y II</i>	69
Figura 25: <i>Nueva ubicación de sub líneas Categoría III</i>	70

Lista de Abreviaturas y siglas

CD: Centro de Distribución

KPI: Key Performance Indicator

ORT: Orden de Retiro y Traslado

OTE: Orden de Transporte Externo

PCC: Planilla Carga Camión

SKU: Stock-Keeping-Unit

Glosario

Beetrack: Es un proveedor de software y servicios de control y trazabilidad de entregas para empresas de transporte y cadena de suministros, empresas de consumo masivo, retail, empresas financieras y bancos.

E-commerce: El *e-commerce* o comercio electrónico consiste en la distribución, venta, compra, marketing y suministro de información de productos o servicios a través de internet.

Kardex: Es un documento administrativo que se usa principalmente para el inventario de los bienes y el valor de estos. Todo se podrá tener por un costo unitario y clasificado para conocer las similitudes que existen entre sus propiedades.

Layout: El término *layout* proviene del inglés, que en español quiere decir diseño, plan, disposición y corresponde a un croquis, esquema, o bosquejo de distribución de las piezas o elementos que se encuentran dentro de un diseño en particular.

ORT: La recepción de mercadería parte de un pedido que se traduce en una “Orden de Compra” o en una “Orden de Retiro y Traslado”. La Orden de Retiro y Traslado se genera exclusivamente para los locales internos de **La Oferta**.

OTE: La orden de traslado externo se genera exclusivamente para los procesos de venta B2B o B2C.

Packing: *Packing* significa embalaje, y consiste en la preparación de los productos que se han recolectado en la fase de *picking* para ser enviados.

Pallet: Estructura fabricada generalmente de madera, utilizada para facilitar el transporte de carga. El término también se utiliza como unidad de medida, puesto que es sobre esta estructura que se apilan los productos de un pedido.

Picking: En el campo de la logística, *picking* o preparación del pedido es el proceso de recogida de material extrayendo unidades o conjuntos empaquetados de una unidad de empaquetado superior que contiene más unidades que las extraídas.

Rack: Estructura física utilizada para almacenar productos en la bodega.

Retail: Es un tipo de comercio que se caracteriza por vender al por menor. Lo llevan a cabo aquellas empresas cuyo objetivo es vender a múltiples clientes finales, un stock masivo.

Introducción

El presente trabajo de título, orientado en el Centro de distribución **La Oferta**, se desarrolla en el área de Distribución y Logística. El CD, ubicado en Av. Lo Espejo 860 Maipú, inició sus operaciones en diciembre del año 2019.

El canal *e-commerce* comenzó a funcionar el año 2021 en el contexto de pandemia, lo que ha modificado gran parte de la distribución del CD. La idea del *e-commerce* en un principio, era vender solo a comerciantes, sin embargo, este canal abierto ha llegado también a cliente final; lo que ha conllevado a tener productos sueltos en bodega. Por otra parte, la ubicación de los productos en la bodega del CD, siempre se ha realizado intuitivamente y basándose en la experiencia; lo que ha acarreado una serie de inconvenientes al considerar que existen más de 122 sub líneas de productos.

El capítulo uno presenta un análisis exhaustivo de la empresa y su centro de distribución actual. Se detallan aspectos clave para el análisis del problema como descripción del área de estudio, descripción de los productos, desempeño de las ventas 2021-2022 y distribución actual de la bodega.

En el capítulo dos se plantea el problema, poniendo énfasis en los principales efectos negativos que se generan en la bodega y en el problema raíz para, posteriormente, plantear los objetivos del trabajo.

En el capítulo tres se describe el marco teórico para el desarrollo y solución al problema, mencionando la importancia del rediseño de *layout*, características de la clasificación ABC y FSN para el análisis bi criterio, descripción de modelos de inventario y cuando ocuparlos, y propuesta de modelo de asignación aplicable al problema.

En el capítulo cuatro se realizó una clasificación ABC y FSN de las sub líneas para posteriormente mediante una matriz bi criterio, poder segmentar los productos de una forma precisa. Luego, se detallan los distintos modelos de inventario para finalmente desarrollar el modelo matemático de asignación para la reubicación, y saber las soluciones del software que ayudarán a resolver el problema planteado.

1. Antecedentes de la Empresa

1.1 La Oferta.

La Oferta es creada, hace más de 50 años, de la mano de emprendedores que convierten una empresa familiar de alimentación en un proyecto que hoy en día pertenece al sector de la distribución alimentaria. La empresa se maneja bajo el concepto de “*todo en un solo lugar*”, para que cualquier cliente pueda encontrar la totalidad de insumos que necesita para su negocio y o consumo diario.

Las distribuidoras de **La Oferta** operan bajo dos razones sociales internas, que son las siguientes:

- 1.- La Oferta Comercial LTDA
- 2.- Mejor Comercial LTDA

La distribuidora mayorista **La Oferta** opera bajo dos razones sociales externas, que son las siguientes:

- 1.- Abastecedoras de Supermercado S.A.
- 2.- Transportes Diecinueve de Junio LTDA

El número de trabajadores que laboran repartidos entre los 16 locales de **La Oferta** supera los 100, por lo que se le considera una gran empresa, que se maneja en la venta de productos en los rubros al por mayor y menor.

La actividad principal en bodega es dar respuesta a las necesidades de sus clientes a través de distintos canales de venta, los cuales son cinco: televentas, página web (*e-commerce* B2C), mercado público (entes gubernamentales), ventas en locales y ventas externas.

Una de las actividades secundarias corresponde al manejo de redes como Instagram y Facebook, con la finalidad de mantener informados a los clientes respecto de la oferta de precios y crear lazos a largo plazo con los comerciantes para establecer fidelización.

Los números telefónicos para realizar compras con una ejecutiva son ochos. Además de ser conocidos por los principales clientes.

La Oferta y su canal de venta online, corresponden al segmento de venta mayorista, sus productos se comercializan pensando en la compra por volumen a un precio rentable para comerciantes, almaceneros, feriantes o emprendedores. Esto no implica que, a la vez, clientes de todo tipo puedan también comprar en la tienda, solo deberán aceptar las mismas condiciones de compra.

En cuanto al canal de venta Mercado Público, corresponde a entes gubernamentales que se traducen en las distintas municipalidades que existen en Santiago.

Las ventas en locales son traspasos internos de mercadería entre el centro de distribución y los 16 locales de **La Oferta**.

Las ventas externas están referidas a las ventas que se realizan en el litoral central, principalmente El Tabo, San Antonio, Casablanca, El Quisco y Las Ventanas.

La misión de **La Oferta** es:

“En **La Oferta** tenemos un compromiso con nuestros clientes, consiste en poder ayudarlos a transformar su negocio en la empresa que usted siempre desea. Ofrecer precios bajos y tener una relación estrecha y eficiente con nuestros proveedores para poder siempre entregar el mejor servicio a nuestros clientes”.

La visión de la compañía busca construir relaciones de largo plazo con los proveedores para ofrecer las mejores condiciones comerciales a los clientes, respetándolo siempre y entregando el mejor servicio, además de incentivar a los colaboradores a crecer junto con a la empresa.

1.2 Antecedentes y Descripción del Área a Trabajar.








El CD dispone de más de 5.200 metros cuadrados, donde trabajan más de 50 personas. Se dispone de transportistas externos (subcontrato) e internos. Estos transportistas realizan despachos aproximadamente de 200 viajes internos (locales) y 360 viajes externos mensualmente.

En bodega, el personal tiene un turno de trabajo que inicia a las 8:00 horas sus operaciones y termina a las 17:00 horas y cuentan con una hora de colación.

1.2.1 Aspectos que Involucran al Modelo de Negocio del CD La Oferta.

Figura 1

Modelo de Negocio

<p>Socios claves </p> <ul style="list-style-type: none"> -Softys Chile SPA -Embotelladora Andina S.A. -Bat Chile S.A. -Unilever Chile LTDA. -Nestlé Chile S.A. -Comercial CCU S.A. -Inmobiliaria e Inversiones Irurzun SPA -Orizon S.A. -Iansa alimentos S.A. -Coop. Agrec. Y Lechera de la unión LTDA. -Agrocomercial CODIGUA SPA -Procter y Gamble Chile LTDA. -Empresas Tucapel S.A. -Empresas Carozzi S.A. -Surlat comercial SPA. I.C.B.S.A 	<p>Actividades claves </p> <ul style="list-style-type: none"> -Gestión de inventario -Gestión de la cadena logística -Recepción de mercadería -Distribución de mercadería 	<p>Propuesta de valor </p> <p>Ofrecer precios bajos y tener una relación estrecha y eficiente con los proveedores para entregar el mejor servicio a los clientes.</p>	<p>Relación con el cliente </p> <ul style="list-style-type: none"> -Relación de largo plazo -Captación de clientes 	<p>Segmento de clientes </p> <ul style="list-style-type: none"> -Soc. Comercial flores y vivar LTDA. -Com. Y DIST FAMILY MARKET SPA -Lucrecia Ruiz Uribe -Comercializadora Javier Ponce Aybar -Distribuidora comercial y ahora que SPA. -Michel Paul Aedo Rojas -Jorge Gonzales y compañía LTDA. -California SPA -Nicole Almendra Molina COMERC y DISTRIB María Carolina Díaz EIRL -Sociedad Camacho y García SPA
<p>Estructura de coste </p> <ul style="list-style-type: none"> -Gastos en personal -Gastos consumos básicos -Arriendo -Publicidad y diferencias de inventario -Servicio ADESUP -Seguridad -Mantenciones -Seguros -Gastos generales 		<p>Fuentes de Ingreso </p> <ul style="list-style-type: none"> -Ventas a clientes comerciantes -Ventas a clientes minoristas 		

Nota. El modelo de negocio del Centro de distribución **La Oferta**, muestra de manera global los aspectos que involucran a la empresa y que giran en torno a la propuesta de valor que se ofrece.

Fuente: Elaboración propia

En relación con el Modelo Canvas desarrollado, en él se describe cómo se manifiestan cada uno de los elementos en el funcionamiento del Centro de distribución **La Oferta**.

Tabla 1

Elementos del Modelo de Negocio con su Respectiva Descripción

Elementos	Descripción y análisis de su efecto en el CD
Segmento de clientes	El segmento de mercado está dado por sus clientes, los que se clasifican en comerciantes y, dentro de ellos, los almacenes, kioscos, feriantes o emprendedores, como también Instituciones públicas y privadas.
Propuesta de valor	Ofrecer precios bajos y tener una relación estrecha y eficiente con los proveedores para poder entregar siempre el mejor servicio a los clientes.
Canales	La Oferta cuenta con cinco canales de venta: <i>e-commerce</i> , televenta, venta externa al Litoral central, venta a locales internos de La Oferta y mercado público del CD a Municipalidades.
Relación con los clientes	La empresa se preocupa de generar relaciones con sus clientes comerciantes, buscando que esta se prolongue en el tiempo para fidelizar con ellos. Asimismo, se ocupa de la captación de nuevos compradores, ofreciéndoles el mix de surtido adecuado a las necesidades de compras que ellos presentan. Esta instancia considera el abastecimiento y también opciones de transferencia a quienes lo solicitan, lo que es evaluado por los clientes de manera positiva.
Fuentes de ingreso	Obtienen sus ingresos fundamentalmente de sus ventas a clientes comerciantes, por lo que se ocupa de que el número se acreciente en el tiempo y sus compras también. Por otra parte, hay ingresos por ventas a clientes minoristas, las que se generan en el canal <i>e-commerce</i> .
Recursos claves	El personal es un recurso principal de La Oferta , ya que es quien más conoce el hábito de compras y comportamiento de los clientes. También forman parte de los recursos las instalaciones, los sistemas de información, las grúas horquillas, la infraestructura y las redes sociales como Facebook e Instagram.
Actividades claves	Constituyen actividades claves, la gestión de la cadena de logística, la gestión de inventarios, la recepción de mercadería y la distribución de pedidos.
Estructura de costos	La estructura de costos de la compañía está conformada por los gastos en personal, gastos de consumos básicos, gastos generales, arriendo, publicidad y diferencias de inventarios, servicio ADESUP, seguridad, mantenciones y seguros.
Socios claves	Los socios claves son los proveedores, quienes abastecen el 100% de las mercaderías que llegan a las dependencias del centro de distribución. En el 2021 se contó con 210 proveedores y desde enero del 2022 hasta la actualidad se ha contado con 171 proveedores.

Fuente: Elaboración propia

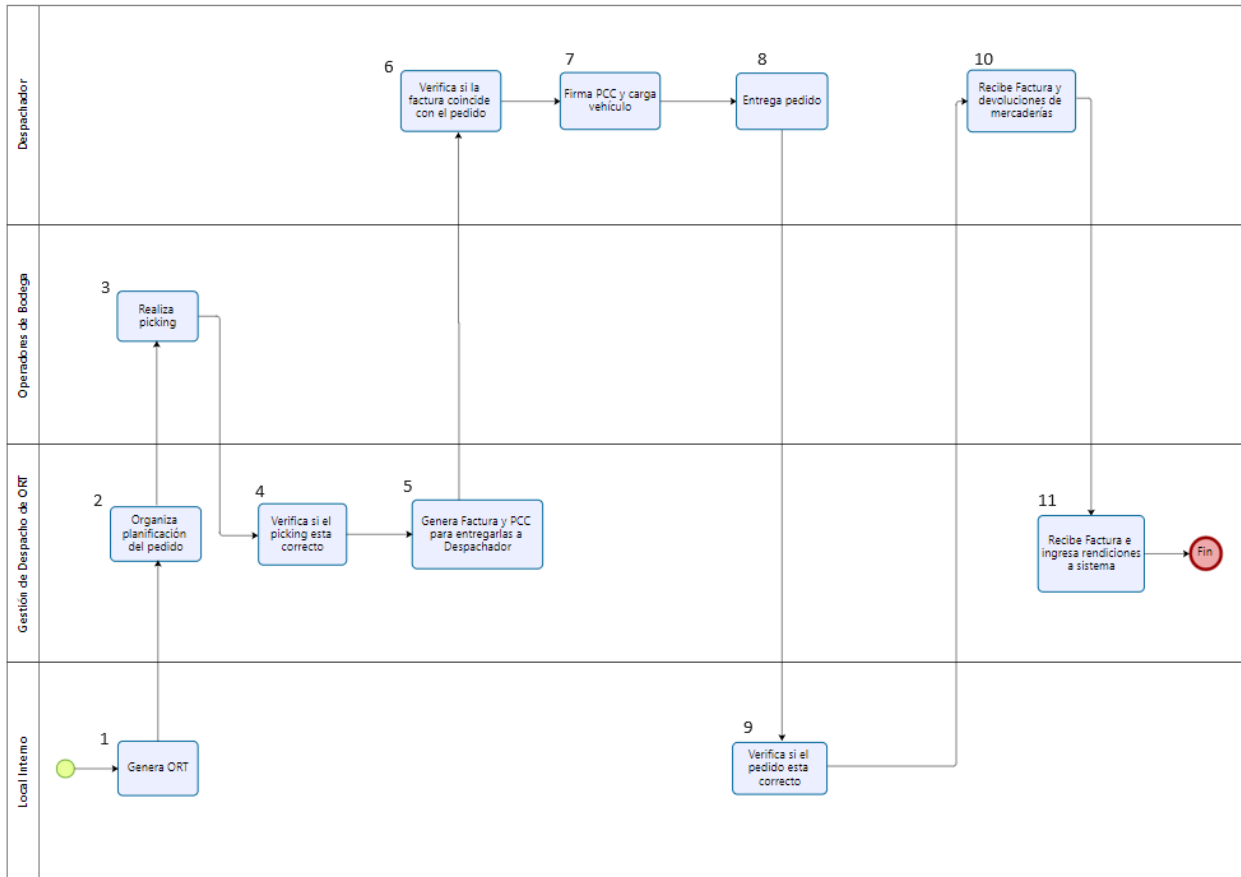
1.2.2 Descripción del Proceso de Venta.

A continuación, en las tablas 1 y 2 se describen los dos tipos de procesos de ventas que utiliza la empresa. La figura 2, que se centra en el abastecimiento de los locales internos de la empresa, muestra el proceso de despacho ORT, mientras que la figura 3, trata de los cuatro canales de ventas a clientes, los cuales son: televenta, *e-commerce*, mercado público y ventas externas (litoral central). En esta figura se muestra el despacho de venta.

A continuación, se describen en orden, las distintas actividades a realizar para despacho de ORT.

Figura 2

Flujo Proceso de Despacho de ORT



Nota. En el flujo de proceso se observa cómo interactúan los distintos actores para cumplir con el despacho de ORT.

Fuentes: Elaboración propia

Tabla 2*Descripción del Proceso de Despacho de ORT*

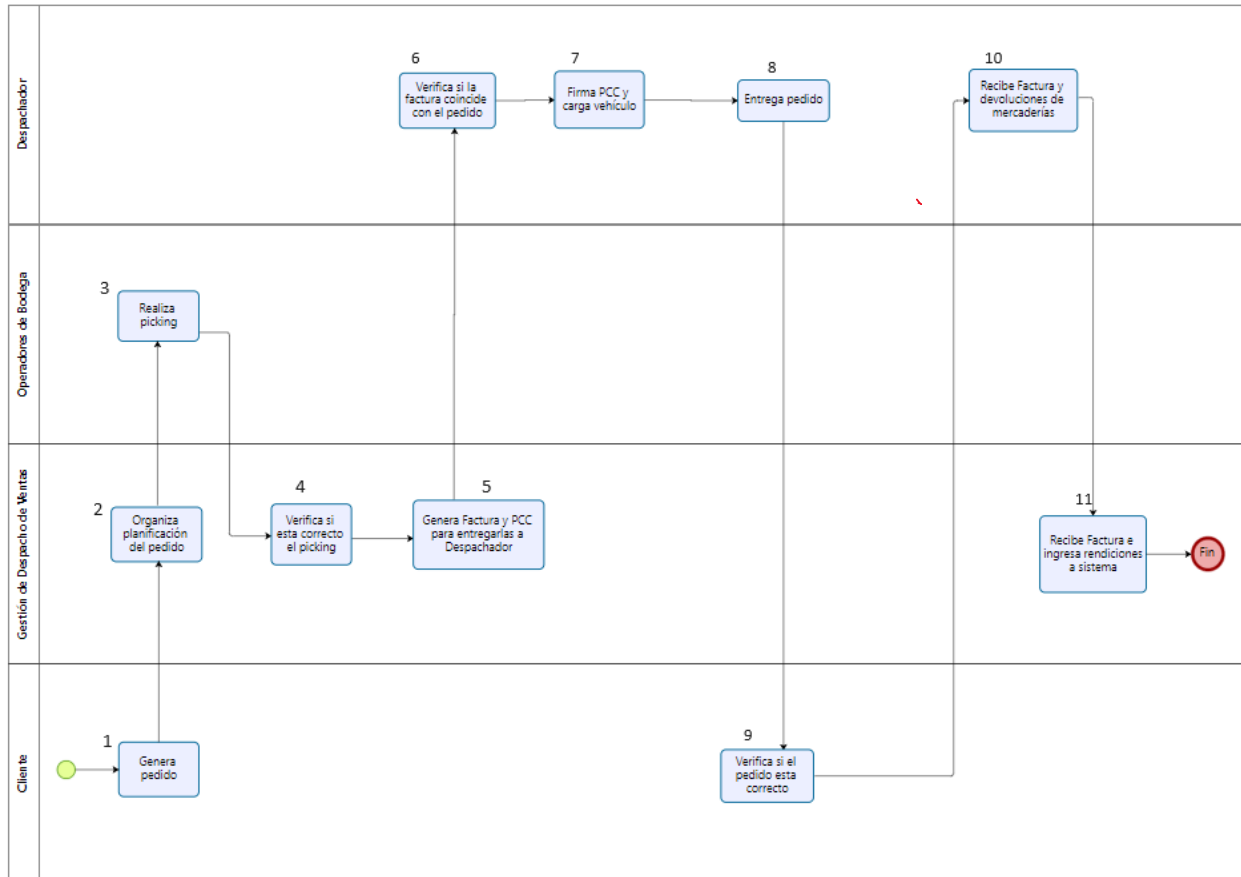
Pasos	Actor	Actividad
1	Local interno	Genera pedido a través de una ORT.
2	Gestión despacho de ORT	Organiza la planificación del pedido, se da la orden a los operadores de bodega con el propósito de que realicen el <i>picking</i> del pedido.
3	Operador de bodega	Realiza el <i>picking</i> del pedido y lo deja en el sector de salida para la revisión del correcto <i>picking</i> .
4	Gestión despacho ORT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisa si está bien el <i>picking</i> del pedido; si no lo está, debe solicitar a los operadores de bodega que repitan el procedimiento, pero de forma correcta. 2. Revisa si está bien el <i>picking</i> del pedido; si lo está, continua con el siguiente paso.
5	Gestión despacho ORT	Genera el documento de Planilla de Carga de Camión (PCC) y Factura del pedido para entregarlas al Despachador.
6	Despachador	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisa si la Factura coincide con la carga (pedido a despachar); si no coincide, debe pedir a Gestión de Despacho de ORT que realice bien la planificación del pedido. 2. Revisa si la Factura coincide con la carga (pedido a despachar), sí coinciden, continua con el siguiente paso.
7	Despachador	Firma el PCC y carga el vehículo con el pedido.
8	Despachador	Hace entrega del pedido a local.
9	Local interno	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revisa si el pedido está correcto; caso contrario, debe timbrar la Factura con observaciones y entregarlo al Despachador. En caso de que un producto esté vencido o en malas condiciones, también debe ser entregado al Despachador. 2. Revisa si el pedido está correcto, si lo está, debe timbrar la Factura y entregarlo al Despachador.
10	Despachador	Recibe Factura y mercadería en caso de que exista para entregarlas a Gestión de Despacho de Ventas.
11	Gestión de despacho de ORT	Recibe Factura timbrada y mercadería si las hay, para luego ingresar las rendiciones al sistema.

Fuentes: Elaboración propia

A continuación, se describen, las distintas actividades a realizar para despacho de ventas a clientes.

Figura 3

Flujo Proceso de Despacho de Ventas



Nota. En el flujo de proceso se observa cómo interactúan los distintos actores para cumplir con el Despacho de Ventas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3*Descripción del Proceso Despacho de Ventas*

Pasos	Sujeto	Actividad
1	Cliente	Genera pedido a través de uno de los canales de ventas de la empresa.
2	Gestión despacho de ventas	Organiza la planificación del pedido, se da la orden a los operadores de bodega para que realicen el <i>picking</i> del pedido.
3	Operadores de bodega	Realizan el <i>picking</i> del pedido y lo dejan en sector de salida para la revisión del correcto <i>picking</i> .
4	Gestión despacho de ventas	Revisa si está bien el <i>picking</i> del pedido; si no lo está, debe pedir a los operadores de bodega que lo realicen correctamente. Revisa si está bien el <i>picking</i> del pedido; si lo está, debe seguir con el siguiente paso.
5	Gestión despacho de ventas	Genera el documento de Planilla de Carga de Camión (PCC) y Factura del pedido para entregarlas al Despachador.
6	Despachador	1. Revisa si la Factura coincide con la carga (pedido a despachar); si no coinciden, debe pedir a Gestión de Despacho de Ventas que realice bien la planificación del pedido. 2. Revisa si la Factura coincide con la carga (pedido a despachar); sí coinciden, continua con el siguiente paso.
7	Despachador	Firma el PCC y carga el vehículo.
8	Despachador	Hace entrega del pedido al cliente.
9	Cliente	Revisa si el pedido está correcto. Si no lo está, debe timbrar la Factura con observaciones y entregarlo al Despachador. En caso de que un producto esté vencido o en malas condiciones, también debe ser entregado al Despachador. Revisa si el pedido está correcto. Si es efectivo, debe timbrar la Factura y entregarlo al Despachador.
10	Despachador	Recibe Factura y mercadería en caso de que existan, para entregarlas a Gestión de Despacho de Ventas.
11	Gestión de despacho de ventas	Recibe Factura timbrada y mercadería si es que hay, para luego ingresar las rendiciones al sistema.

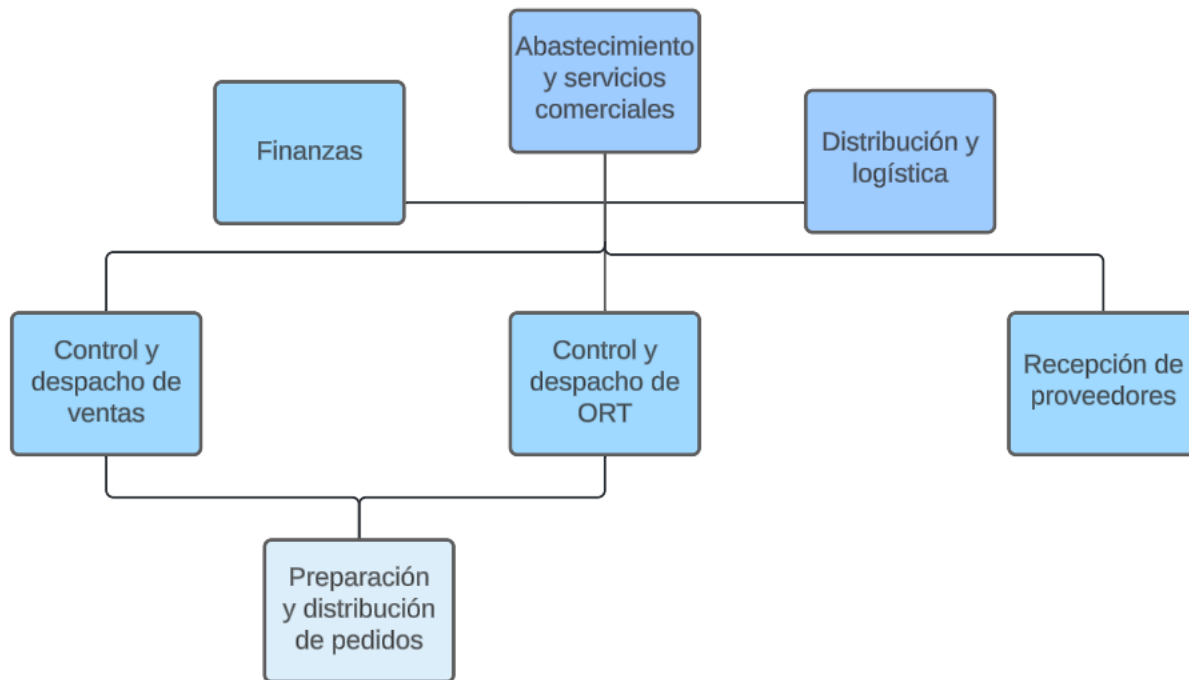
Fuente: Elaboración propia

1.2.3 Organigrama CD La Oferta.

La figura 4 muestra el organigrama del centro de distribución y las áreas que interactúan en su interior.

Figura 4

Organigrama del CD La Oferta



Nota. La figura 4 representa la estructura de la empresa **La Oferta**, la que incluye los departamentos del Área de Distribución y Logística, con sus respectivas relaciones jerárquicas.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se aprecian las distintas acciones a realizar, para cumplir cada función por cargo que conforman la estructura de la empresa como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4

Cargo y Funciones de Actores del Organigrama del CD La Oferta

Cargo	Funciones/Tareas
Abastecimiento y Servicios Comerciales	<ul style="list-style-type: none"> -Encargado de los aspectos comerciales del negocio. -Conocer memos comerciales y actividades de promoción del negocio. -Velar por exhibición de avisos. -Velar por el correcto abastecimiento del local, generar pedidos de mercadería y evitar quiebres de productos. -Supervisión orden de bodega, servicios sanitarios y casinos. -Supervisar Operatividad de Activos.
Distribución y Logística	<ul style="list-style-type: none"> -Contactar a los transportistas externos para solicitar los camiones que se requieran y asegurar disponibilidad. -Emitir las OTE correspondientes para los transportes internos y externos. -Verificar que todos los despachos a clientes estén preparados para cargar. -Verificar que los camiones están siendo cargados en los locales que tienen despachos programados con la prioridad definida. -Revisión de saldos pendientes de ORT y gestionar su resolución (despacho o cierre). -Emitir las PCC para todos los despachos, tanto de ventas como de ORT y archivar copia firmada por el transportista.
Finanzas	<ul style="list-style-type: none"> -Emitir facturas y boletas de los despachos diarios. -Confirmar que todas las ventas con opción de pago “Transferencia” han sido confirmadas por Tesorería Central. -Registrar las cobranzas de ventas con opción de pago “Transferencia” una vez recibida la confirmación de Tesorería Central. -Recibir rendiciones de transportistas, incluyendo copia cedible firmada por el cliente que respalda la entrega y los valores. -Gestionar con el jefe de local las notas de crédito por no entrega o rechazo de clientes.
Control y Despacho de ventas	<ul style="list-style-type: none"> -Despachar las mercaderías de los Canales de Ventas. -Controlar el vencimiento de Productos. -Controlar el vencimiento de Perecibles y Bebestibles. -Control Administrativo de Recepción (timbres, validar documentos, ingreso de mercaderías a kardex existencial). -Acciones preventivas para evitar brechas.
Control y Despacho de ORT	<ul style="list-style-type: none"> -Despachar mercaderías a locales internos de la empresa. -Asignar pedidos a los Operadores. -Control de vencimientos de Abarrotes y No comestibles. -Control de envases. -Inventariar activos y equipos comodatos. -Constatar el vencimiento de extintores del CD. -Gestionar acciones preventivas para evitar mermas.
Recepción de proveedores	<ul style="list-style-type: none"> -Recibir mercadería de los proveedores. -Realizar inventario de activo fijo, mensualmente. -Realizar inventario de equipos en comodato, de su local.
Preparación y Distribución de pedidos	<ul style="list-style-type: none"> -Resguardar sus activos asignados a su responsabilidad. -Apoyar en labores de carga y despacho de mercaderías transportadas. -Realizar <i>picking</i> de pedidos. -Apoyar en despacho de mercaderías transportadas.

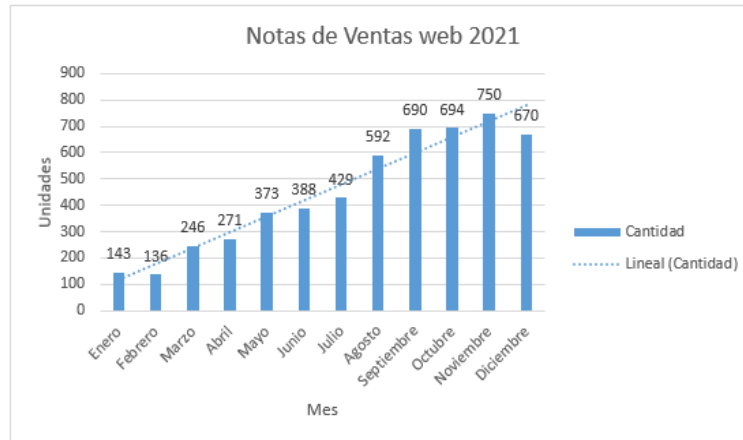
Fuente: Elaboración propia

1.2.4 Análisis de Ventas web.

El canal de venta *e-commerce*, comenzó a funcionar en enero del año 2021. En las siguientes figuras, 5 y 6, se analizó las unidades vendidas por mes del año 2021 y 2022:

Figura 5

Notas de Ventas web 2021

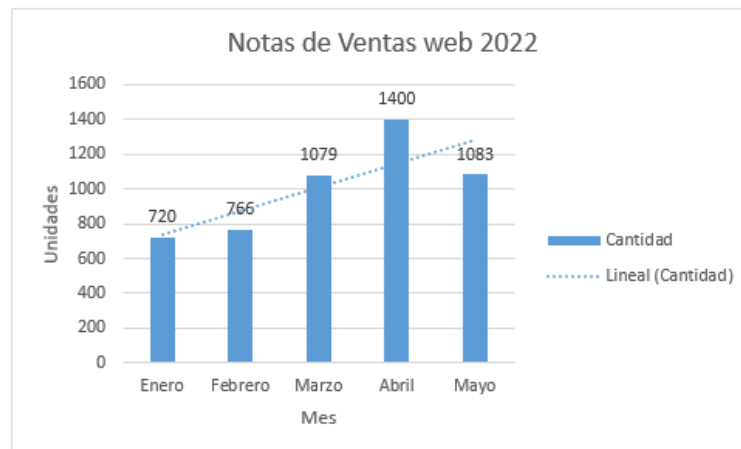


Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la figura 5 se aprecia, por mes del año 2021, que las cantidades a vender siguen una tendencia positiva; este canal de venta se fue incrementando el año 2021.

Figura 6

Notas de Ventas web 2022



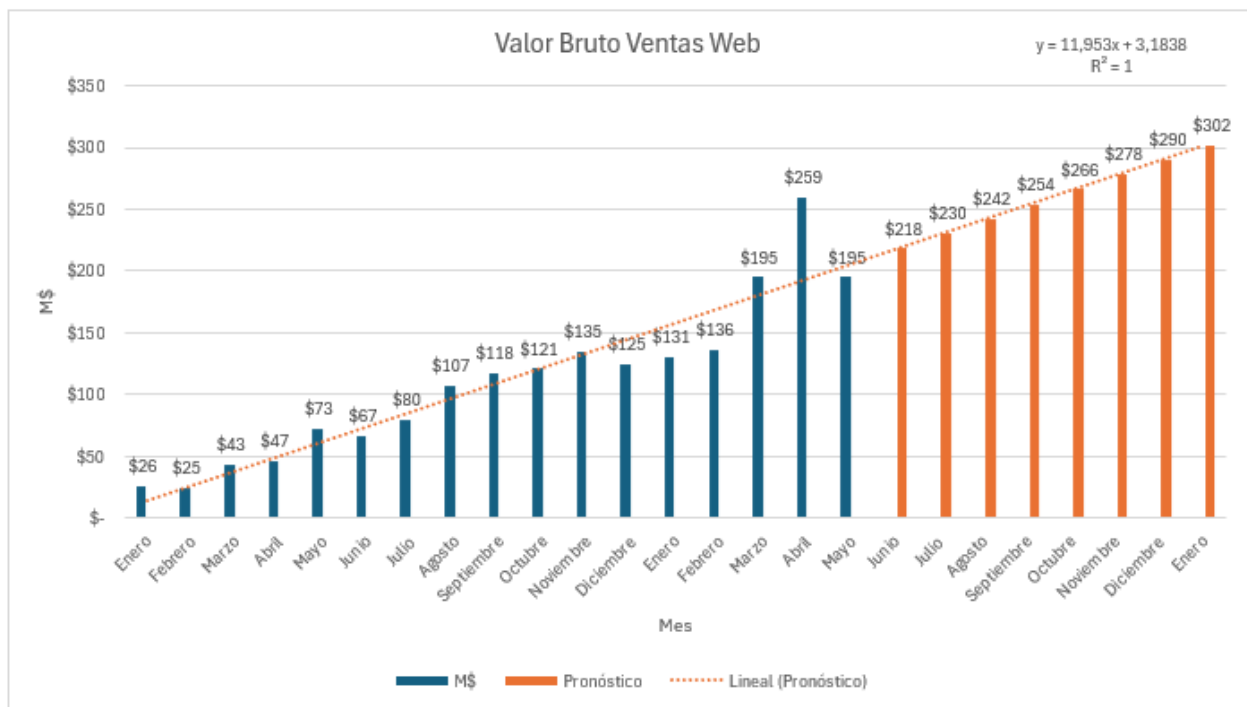
Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la figura 6 se aprecia, según los primeros meses del presente año, que las cantidades a vender siguen una tendencia positiva. También se puede observar un aumento en las unidades vendidas durante los primeros meses del año 2022 en comparación al año 2021.

En la figura 7, se pronosticaron los valores brutos de ventas web en M\$ para los meses siguientes:

Figura 7

Valor Bruto Ventas web



Nota. El aumento de unidades vendidas por el canal *e-commerce*, generó un aumento en los valores brutos de ventas web.

Fuente: Elaboración propia

Por lo expuesto anteriormente, los elementos que afectan directamente a la gráfica de recta lineal es la pendiente de valor 11,953 y el punto donde la recta corta el eje y es 3,1838. En conclusión, se evidencia que las ventas mensuales del año 2022 superan aproximadamente un 500% por mes a los meses del año 2021.

1.2.5 Productos a Considerar.

La Oferta categoriza los productos en 4 familias. Cada familia tiene su línea de productos como se muestra en la tabla 5 y cada línea tiene una sub línea que especifica el tipo de producto como se muestra en la tabla 6 de la página 24.

Tabla 5

Categoría de Productos del CD por Familia

Abarrotes	Bebestibles	No comestibles	Percibles
Aceite	Aguas minerales	Sección Bebés	Leches líquidas
Alimentos niños	Bebidas gaseosas	Ceras	Manjar
Arroz	Hidratantes/Energéticas	Detergentes	Mantequilla y cremas
Bebidas calientes	Néctar y jugos líquidos	Hogar	Panadería
Cocktail		Iluminación y calor	Quesos
Comidas secas y en polvo		Insecticidas	Sucedáneos
Condimentos		Limpiadores	Yogur y postres
Confites		Papeles	
Conservas Dulces		Perfumería adultos	
Endulzantes		Útiles de aseo	
Jugos y postres en polvo			
Leches secas			
Pastas			
Repostería			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Sub líneas de Productos

Sub línea	Producto	Sub línea	Producto	Sub línea	Producto	Sub línea	Producto	Sub línea	Producto
1	ACEITES MARAVILLA	26	CEREALES	51	HIGIENICOS DOBLE HOJA	76	MAYONESAS	101	QUESO SUJEDANEIO
2	ACEITES OLIVA Y ESPECIALES	27	CHOCOLATES	52	HIGIENICOS HOJA SIMPLE	77	MERMELADAS	102	QUESOS MADUROS PIEZAS
3	ACEITES VEGETALES O COMBINADOS	28	CGARRILLOS	53	INDIVIDUAL	78	MIEL Y CHANCACA	103	QUESOS Y QUESILLOS FRESCOS
4	AGUAS CON GAS	29	CLORO	54	INSECTICIDAS AEROSOL	79	MOSTAZA	104	REFRESCOS EN POLVO
5	AGUAS SIN GAS	30	CONSERVA PIÑA	55	JABON	80	NESTUM	105	SABORIZADA
6	AJI	31	CONSERVA SATUN DESM. Y LOMITO	56	JABON LIQUIDO	81	OTRAS CONSERVA DEL MAR	106	SABORIZANTES Y FORTIFICANTES
7	ALIMENTOS ANIMALES	32	CONSERVAS DURAZNO	57	JUGO INDIVIDUAL	82	OTROS CONDIMENTOS	107	SAL
8	ALIMENTOS Y JUGOS NIÑOS	33	CONSERVAS FRUTA Y VERDURA	58	JUGO PET	83	OTROS ENDULZANTES	108	SALSA DE TOMATE DOY PACK
9	AMPOLLETAS	34	CONSERVAS JUREL NATURAL	59	KETCHUP	84	OTROS UTILES DE ASEO	109	SALSA DE TOMATE EN LATA
10	ARROZ	35	CREMA LARGA VIDA	60	LAVA LOZA	85	PAÑALES ADULTOS	110	SÉMOLAS
11	ARROZ GRANIEADO	36	CREMAS DE LECHE	61	LECHE CONDENSADA	86	PANALES BEBES	111	SERVILLETAS
12	ARROZ PREGRANEADO	37	CREMAS DE LECHE EN POLVO	62	LECHES EN POLVO	87	PANUELOS DESECHABLES	112	SHAMPOO
13	AZUCAR FLOR	38	DESODORANTES	63	LECHE EN TARRO	88	PASTA DE DIENTES NORMALES	113	SOPAS Y CREMAS
14	AZUCAR GRANULADA 1 KG.	39	DESODORANTES AMBIENTALES	64	LEGUMBRES PREPARADAS	89	PERFUMERIA BEBE	114	TÉ CEYLAN
15	AZUCAR GRANULADA OTRO FORMATO	40	DETERGENTES ESPECIALES	65	LEGUMBRES Y TRIGO MOTE	90	PERFUMERIA ESPECIAL	115	TÉ CORRIENTE
16	BALSAMO	41	DETERGENTES NORMALES	66	LIMPIADORES CREMAS	91	PILAS Y BATERIAS	116	TOALLAS DE PAPEL
17	BEBIDAS INDIVIDUALES	42	ENERGETICAS	67	LIMPIADORES LIQUIDOS	92	POSTRE EN POLVO	117	TRADICIONALES
18	BEBIDAS NO RETORNABLES	43	ESCOBAS Y ESCOBILLONES	68	MAICENA Y CHUÑO	93	POSTRES	118	VELAS
19	BOLSAS BASURA	44	ESPECIAL/ PREPARADOS	69	MANTECAS Y GRASAS	94	PREPARADOS ESPECIALES	119	VINAGRE Y JUGO DE LIMON
20	CAFE	45	ESPONJAS, LANAS Y PAÑOS	70	MANTEQUILLAS	95	PRODUCCION PANADERIA	120	VIRUTILLAS
21	CALDOS	46	FOSFOROS	71	MAQUINAS DE AFEITAR	96	PROTECCION FEMENINA	121	YERBA MATE
22	CARAMELOS Y CONFITES	47	GALLETAS	72	MARGARINA BOLSA	97	PURÉ	122	YOGHURT BATIDO 120GR
23	CARBON	48	HARINAS	73	MARGARINA PAN 125GR	98	QUESO EN LAMINAS		
24	CEPILLOS	49	HARINAS EN SACO	74	MARGARINA PAN 250GR	99	QUESO ESPECIAL		
25	CERA SACHET	50	HIDRATANTES	75	MARGARINA 500GR	100	QUESO RALLADO		

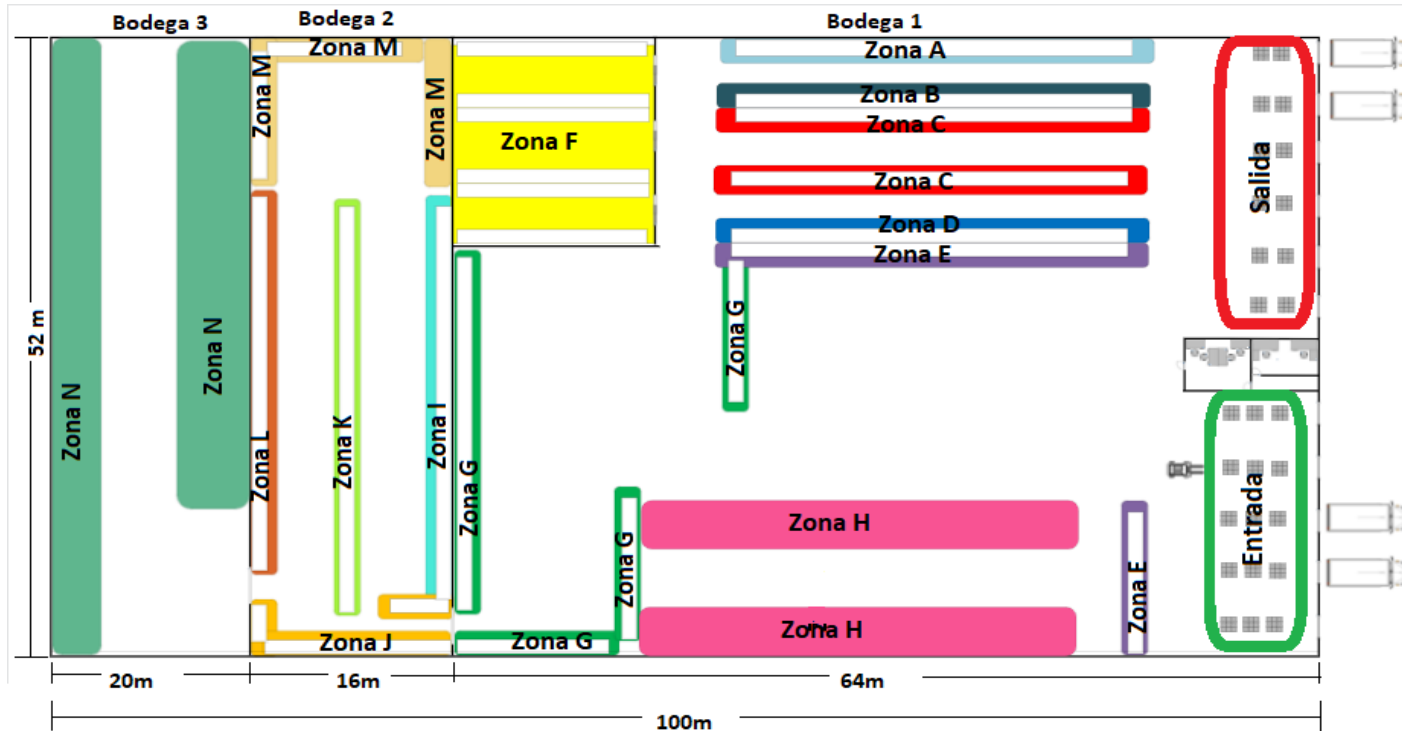
Nota. Se muestran las sub líneas de productos para el caso estudio.

Fuente: Elaboración propia

1.2.6 Descripción de la Distribución Actual.

Figura 8

Layout Actual de la Bodega



Nota. Se muestra el diseño por zonas de las tres bodegas que conforman el centro de distribución con sus respectivas medidas y puertas de entrada y salida.

Fuente: Elaboración propia

El *layout* actual se separa en tres bodegas como se observa en la figura 8, y cada bodega cuenta con distintas zonas.

La bodega uno dispone de 3.328 m² y cuenta con ocho zonas: A, B, C, D, E, F, G, H. Donde la F es zona de refrigeración y la zona H no cuenta con racks.

La bodega dos dispone de 832 m² y cuenta con cinco zonas, la zona M, L, K, I y J.

La bodega tres dispone de 1.040 m² y cuenta con una zona, la zona N, que no cuenta con racks.

El total de m² es de 5.200 para las 14 zonas.

Es importante mencionar que la empresa Chep le presta servicios a **La Oferta**, abasteciéndola de pallets de 1.200 x 1000 mm.

En la distribución actual en bodega del CD, se evidencia el número de racks por zonas con sus respectivos niveles de altura:

Tabla 7

Número de Racks y Nivel por Zona

Zona	Número de rack	Altura
A	18	4
B	13	4
C	23	4
D	19	4
E	24	4
F	30	3
G	31	4
H	-	-
I	10	4
J	10	4
K	12	4
L	14	4
M	7	4
N	-	-

Fuente: Elaboración propia

Luego del registro, se determinó que no existe un orden especial para los productos almacenados, ya que, en más de una ocasión, se detectó que productos similares se repiten en distintas zonas y racks, como por ejemplo los fideos, arroz, aceite, mayonesa, etc.

Por otra parte, las ubicaciones cambian cuando los racks se encuentran llenos, quedando mercadería en los pasillos, por no existir la capacidad suficiente para albergarlos donde corresponde.

En cuanto a los tiempos de demora de preparación de *picking* no existe un registro, ni tampoco para las distancias recorridas en el armado de *packing*.

En la figura 9 se puede apreciar cómo están almacenados algunos de los pallets de productos y su distribución en los racks.

Figura 9

Imagen de Almacenamiento de la Zona L



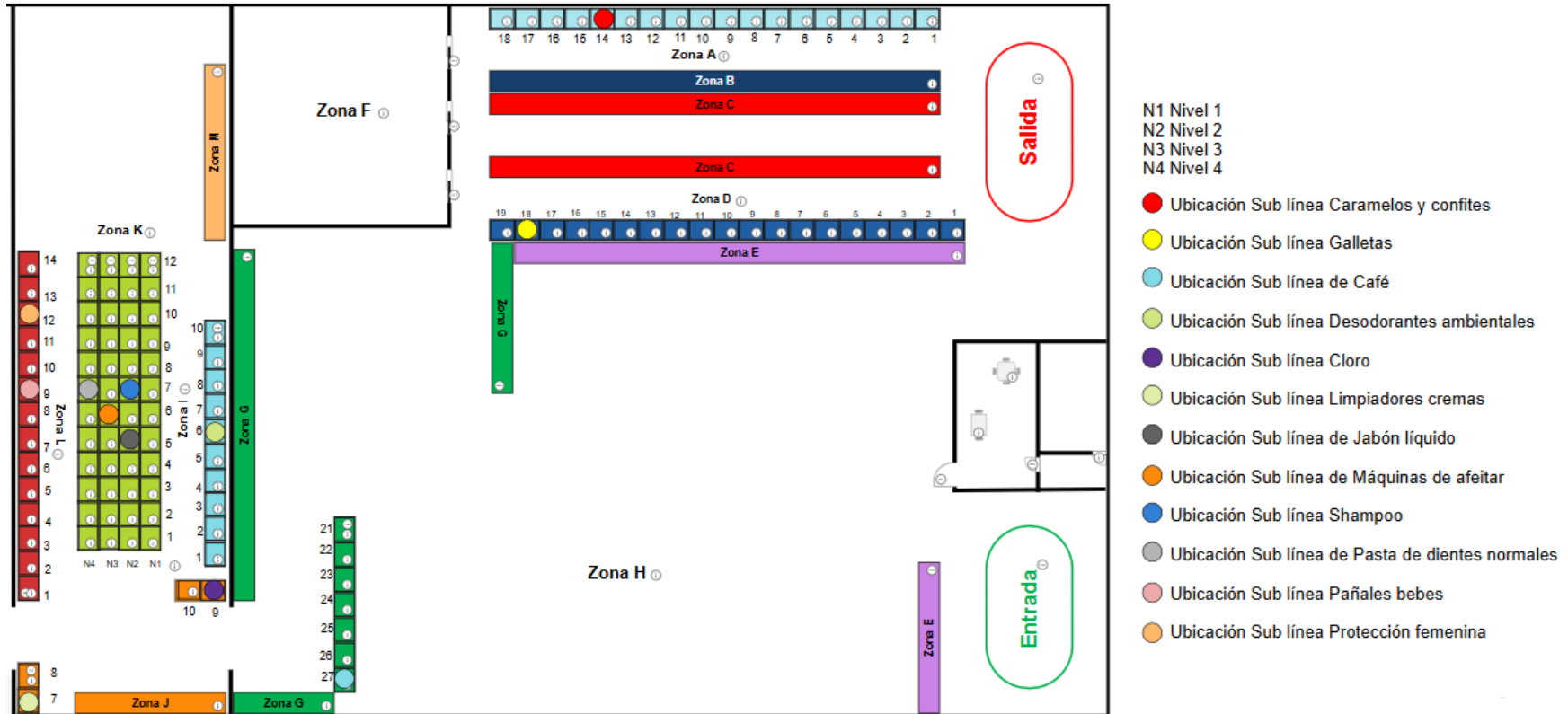
Nota. Nótese que los racks no cuentan con codificación en la zona L y tampoco en las demás zonas.

Fuente: Elaboración propia

1.2.7 Distribución actual de sub líneas

Figura 10

Ubicación actual de 12 sub líneas para el caso estudio



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 10 las actuales ubicaciones de 12 sub líneas son:

- Sub línea Caramelos y confites están en la zona A en el rack 14 en el nivel 1.
- Sub línea Galletas en la zona D en el rack 18 en el nivel 2.
- Sub línea Café en la zona G en el rack 27 en el nivel 1.
- Sub línea Desodorantes ambientales en la zona I en el rack 6 en el nivel 1.
- Sub línea Cloro en la zona J en el rack 9 en el nivel 2.
- Sub línea Limpiadores Cremas en la zona J en el rack 7 en el nivel 3.
- Sub línea Jabón líquidos en la zona K en el rack 5 nivel 2.
- Sub línea Máquinas de afeitar en la zona K en el rack 6 nivel 3.
- Sub línea Shampoo en la zona K en el rack 7 nivel 2.
- Sub línea Pasta de dientes normales en la zona K en el rack 7 nivel 4.
- Sub línea Pañales bebes en la zona L en el rack 9 en el nivel 2.
- Sub línea Protección femenina en la zona L en el rack 12 en el nivel 1.

2. Planteamiento del Problema

2.1 Efectos Indeseados con Cada Diagrama Causa-Efecto

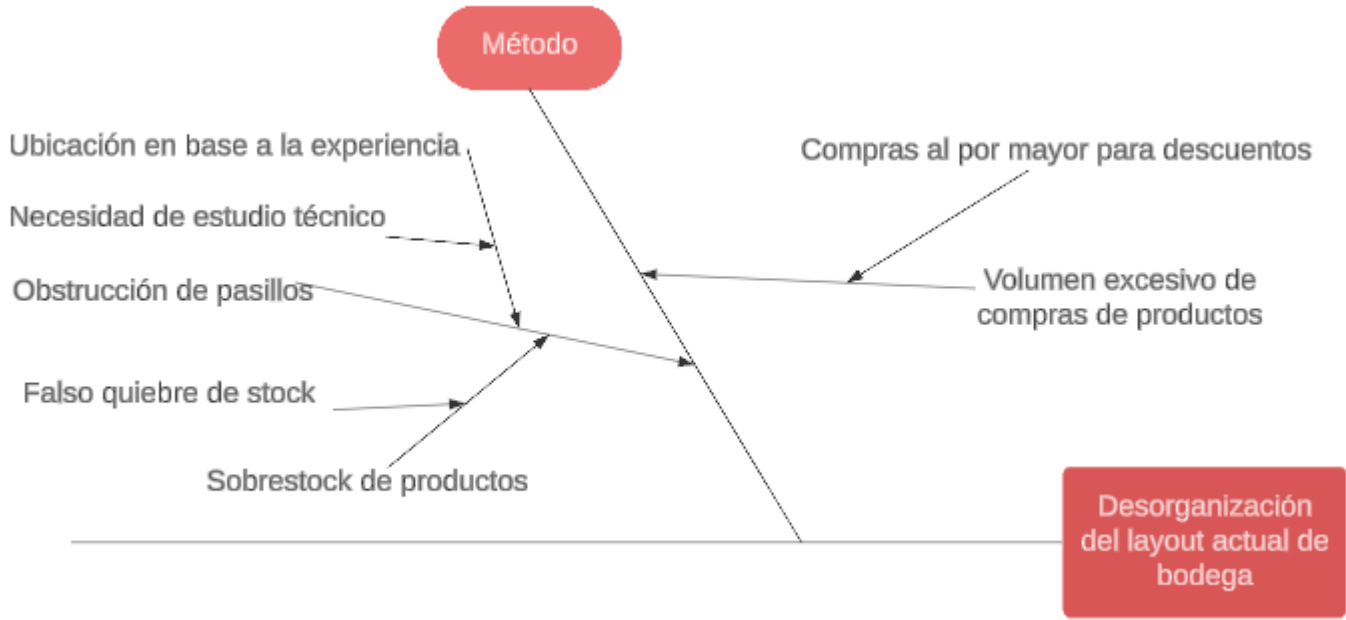
En la actualidad existen efectos indeseados en la bodega del CD de **La Oferta**. Para evidenciar esta situación se utilizan Diagramas de Causa-Efecto de Ishikawa para los principales efectos indeseados.

2.1.1 Efecto Indeseado 1.

Efecto Indeseado 1: Desorden en el *layout* actual de la bodega, como se aprecia en la figura 15.

Figura 11

Desorden del Layout Actual de Bodega



Fuente: Elaboración propia

Causas: La causa principal de este problema es el método de compra de mercadería de los encargados, se basan en comprar grandes cantidades para que les hagan descuentos, generando un volumen excesivo de productos en la bodega.

Figura 12

Obstrucción de pasillo



Fuente: Elaboración propia

Depositar la mercadería en los pasillos, como se aprecia en la figura 12, aumenta el caos y no permite un orden fijo y constante.

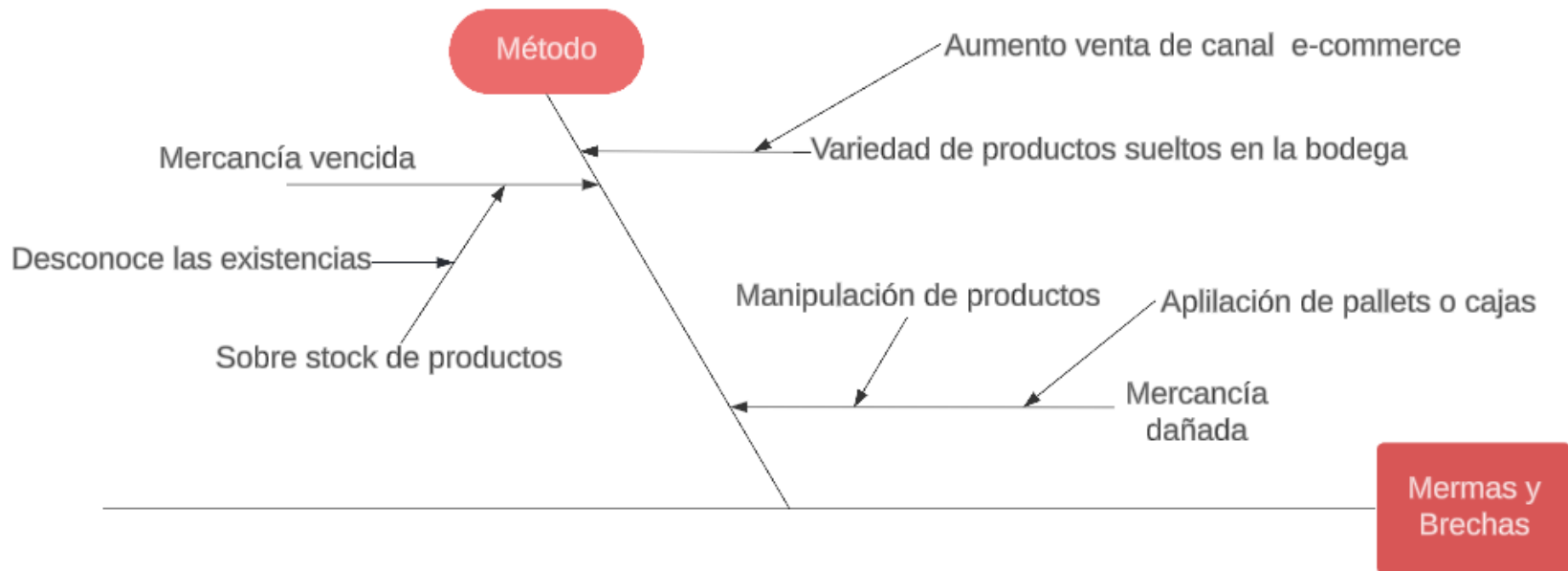
El sobre stock se produce por falso quiebre de stock debido al desorden de la bodega. En algunas oportunidades un producto está ubicado en dos o tres sectores distintos. Por otro lado, se generan pedidos incorrectos que se gestan porque los compradores solicitan productos por oferta de precios que se establecen en el minuto, sin contemplar las existencias almacenadas en el CD.

2.1.2 Efecto Indeseado 2.

Efecto Indeseado 2: Mermas y brechas, como se puede apreciar en la figura 17

Figura 13

Mermas y Brechas



Fuente: Elaboración propia

Causas: El desconocimiento de las existencias conlleva un sobre stock de productos, lo que genera en muchas ocasiones que la mercancía llegue a su fecha límite de vencimiento y se produzcan mermas. Otro hecho destacable corresponde a que quedan muchas cajas abiertas y productos sueltos al interior de la bodega debido al aumento de las ventas del canal *e-commerce*. Esto se puede apreciar en la Figura 14.

Figura 14

Productos Suelos en la Bodega



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el incorrecto apilamiento de pallet y manipulación al tomar las cargas generan que algunos productos se dañen, lo que produce mermas en la bodega.

Figura 15

Mermas y Brechas del CD en el año 2021



Nota. Evidenciando estos datos, el total de costos de mermas del año 2021 fue de M\$24,3, mientras que el costo de las brechas fue de M\$40,9, dejando pérdidas totales de M\$65,2 en el año 2021. El primer semestre los costos de mermas fueron M\$4,3 y el segundo semestre los costos de mermas fueron M\$19,9.

Fuente: Elaboración propia

El costo de mermas y el costo de brechas son dos conceptos relacionados pero distintos en la gestión de un centro de distribución, el costo de mermas se refiere al costo asociado con la pérdida de mercancía debido a daños, caducidad, obsolescencia u otros motivos. En cambio, el costo de brechas se refiere al costo asociado con la falta de disponibilidad de productos para satisfacer la demanda del mercado o de los clientes. Estas brechas pueden surgir debido a problemas en la cadena de suministro, errores en la previsión de la demanda, falta de inventario, entre otros factores.

En la figura 15 se puede apreciar que desde el mes de septiembre a diciembre las mermas y brechas representan una tendencia, lo que repercute negativamente, ya que son pérdidas para la empresa.

2.2 Problema Raíz.

Luego de analizar los principales problemas del centro de distribución con sus respectivas causas y efectos indeseados, se puede ratificar que existe una deficiente ubicación y distribución de los productos en bodega.

Se observa que la causa que más se repite en cada uno de los efectos indeseados es la metodología que utiliza la empresa, ya que en la actualidad todo se realiza en base a la intuición y la experiencia de los encargados.

El método de los encargados de la compra de mercadería es por adquisiciones excesivas de productos por ofertas tentativas de precios al por mayor, lo que finalmente repercute y se refleja en la distribución de la mercadería en bodega.

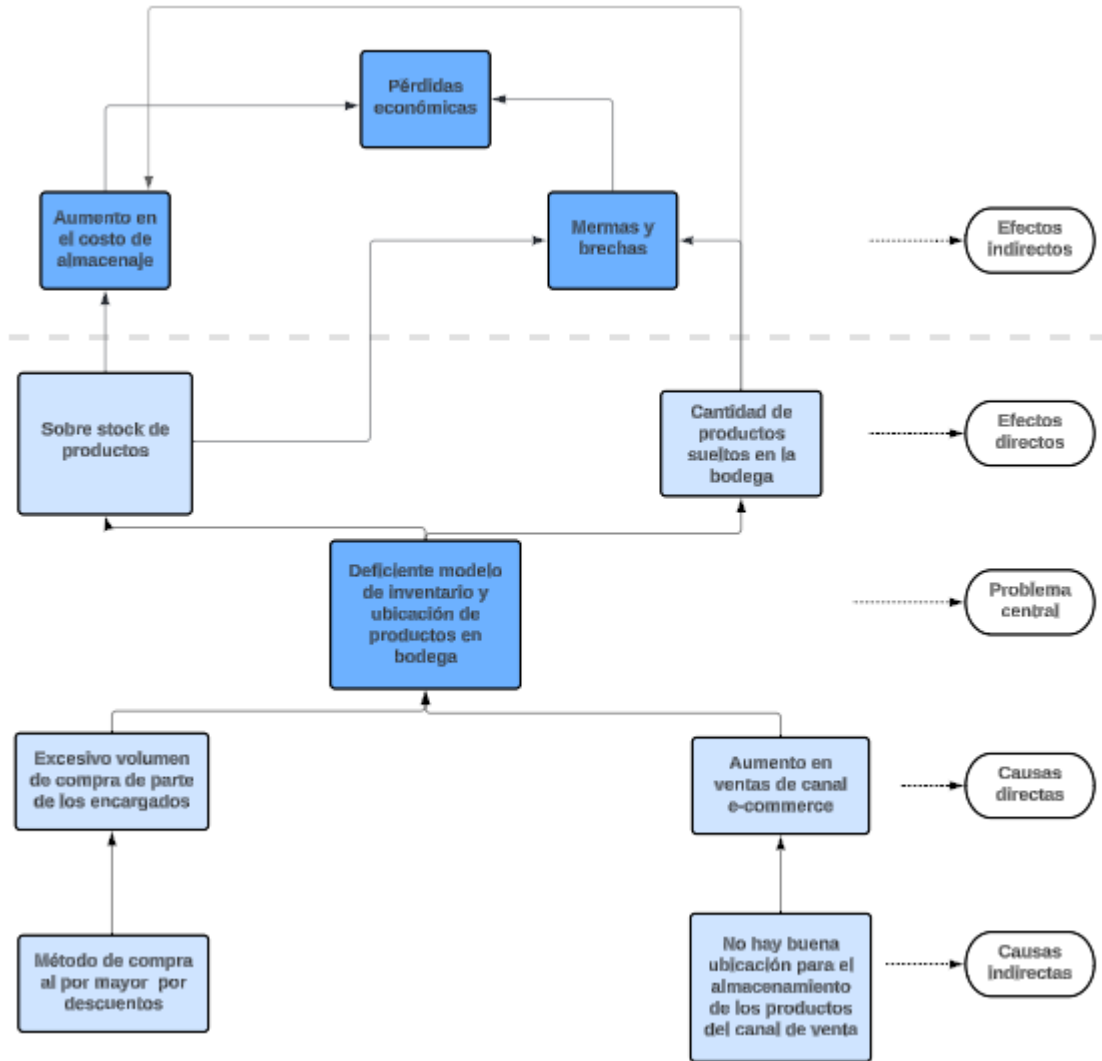
Debido al aumento de las ventas del canal *e-commerce* a clientes finales, se ha generado un cambio en la distribución de la bodega por la cantidad de productos sueltos que se encuentran fuera de sus cajas.

Por lo tanto, debido a estos efectos indeseados se estima una pérdida total de M\$65.2 anual.

Para identificar las causas y los efectos tanto directos como indirectos, nótese la figura 16:

Figura 16

Árbol del problema actual de la empresa



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura 16, el problema raíz es la ubicación y distribución deficiente de productos dentro de la bodega. No existe claridad respecto de cuántos espacios asignar para el almacenamiento de cada producto, ni un sistema que permita determinar dónde ubicar cada uno de ellos.

2.3 Objetivos.

2.3.1 Objetivo General:

Rediseñar el *layout* de la bodega del CD **La Oferta** para mejorar la distribución y ubicación de productos dentro de la bodega.

2.3.2 Objetivos Específicos:

- Clasificar los productos con su respectivo valor de inventario, a base de una clasificación, para identificar los de mayor beneficio.
- Clasificar los productos con su respectiva rotación, mediante una clasificación, para determinar los de mayor flujo de salida.
- Determinar los productos más relevantes, mediante una matriz, para la segregación de categorías.
- Definir políticas de inventario, para controlar y gestionar los productos, mediante un modelo de inventario por categoría.

3. Marco Teórico

En el capítulo 3 se mencionan los aspectos teóricos que ayudan a resolver el problema de ubicación y distribución de productos, se involucran conceptos aplicados en el desarrollo de esta Memoria de Título. Para ello se detallan los objetivos de *layout* y la importancia del rediseño en la actualidad para, posteriormente explicar las características del método de clasificación ABC, FSN, bi criterio, modelo de inventario y método de asignación, con el propósito de identificar los parámetros y variables necesarias para cumplir los objetivos y proponer un modelo a la empresa La Oferta.

3.1 Diseño y Layout de Almacén.

El canal *e-commerce* de **La Oferta** comenzó sus ventas en enero del 2021. Este empezó a operar debido a la pandemia que cambió el método de compra de los clientes. Es por esto, por la dinámica del mercado actual, que las ventas del canal *e-commerce* han aumentado en forma exponencial, lo cual conlleva plantear la necesidad de analizar el actual *layout*.

Para una correcta reubicación y distribución de los productos, se deben considerar, en primera instancia, los objetivos de *layout*, según Mejía Fuentes, Orozco Zapata, & Palencia Caly (2018): “Su objetivo es distribuir espacios de forma estratégica con el fin de anticipar problemas futuros” (pág. 4). Por otro lado, Mejía Fuentes, Orozco Zapata, & Palencia Caly (2018), mencionan que: “El *layout* de almacenes debe evitar los cuellos de botella, reducir tiempos de movimiento, aumentar la velocidad de movimiento y mejorar el uso del espacio” (pág. 4).

Es necesario un nuevo *layout* para replantear el actual sistema que ocupa la bodega, para realizar mejoras y evitar problemas a futuro.

3.2 Gestión de Inventario.

3.2.1 Clasificación ABC

Para Márquez Fuentes (2017): “El análisis ABC es un método de clasificación frecuentemente utilizado en gestión de inventario, y resulta del principio de Pareto. Permite

visualizar qué artículos tienen un impacto importante en el valor global del negocio, pues básicamente agrupa por porcentajes de participación de la variable medida, separando éstas en tres grandes grupos, los cuales son llamados A, B y C”. (pág. 61)

Se clasificó los 122 sub líneas de acuerdo al método ABC, con el objetivo de dar un enfoque a la variable valor de inventario de los productos y así tener un mayor grado de control en los productos de alta inversión, ya que las existencias tienen distintas inversiones, por ende, distintos niveles de control, como dice Guerrero Salas (2017): “El sistema de clasificación ABC es un sistema de clasificación de los productos para fijarles un determinado nivel de control de existencias; para con esto reducir tiempos de control, esfuerzos y costos en el manejo de inventario” (pág. 3).

3.2.2 Clasificación FSN

De acuerdo con Ketkar and Vaidya (2014) el método FSN (por sus siglas en inglés Fast, Slow and Non-moving) consiste en clasificar los productos de acuerdo con la frecuencia de consumo; se clasifican como Fast los productos que cuentan con consumo semanal, mientras que los productos que tengan movimiento en una semana dentro de 3 meses se consideran como Slow y, finalmente, los que no tengan movimiento en más de 3 meses se consideran como Non-moving.

3.2.3 Clasificación por dos criterios

Resulta necesario tomar en consideración dos o más criterios para definir la importancia y las cantidades necesarias y los reaprovisionamientos de un ítem en particular. Esto es, clasificar los ítems por su relevancia monetaria y demanda (ABC) sino también por su velocidad de movimiento en inventario (FSN). (Luis Seccatore, 2022, p27)

Se aplicará un análisis bi-criterio dando origen a la matriz ABC/FSN. En base a esto, Luis Seccatore (2022) comenta: “En todos ellos los ítems son segregados en nueve clases. Como desarrollar nueve políticas puede resultar algo no manejable, se acostumbra en agrupar las clases en tres categorías”. (pág.27)

Gracias a la clasificación ABC y FSN identificamos nueve segregaciones (tabla 8), de las cuales se establecen tres categorías que se les asigna un modelo de inventario.

3.2.4 Modelos de inventarios

3.2.4.1 Modelo Revisión Continua

El modelo de revisión continua es una estrategia de gestión de inventarios que se caracteriza por el monitoreo constante de los niveles de stock y la generación automática de un nuevo pedido cuando el inventario alcanza un punto de reorden predeterminado (Stevenson, 2019).

Stevenson (2019) argumenta que el modelo de revisión continua es ideal para situaciones donde la demanda de un producto fluctúa constantemente, pero el tiempo que tarda en recibir un nuevo pedido se mantiene estable.

3.2.4.2 Modelo EOQ

Según afirma Tipos de modelos de inventario (s.f.), el modelo EOQ se aplica para manejo de inventarios con demanda independiente, sentado en los supuestos de tasa de demanda constante, los costos no varían, y las capacidades de producción y de inventarios son ilimitados.

EOQ: el control más sencillo para los inventarios (s.f.), afirma: “con el modelo EOQ no hay ruptura de stock (con las consecuencias que ello supone) y que, además, siempre se pedirán las mismas unidades para reponer el stock, es decir, se tendrá unos pedidos siempre constantes”.

El modelo EOQ se puede considerar el más sencillo y fundamental de todos los modelos de inventarios, porque se describe el compromiso entre los costos fijos y los costos de mantener inventario. (Causado Rodríguez, 2015).

3.2.4.3 Modelo Periodo Fijo

Los productos de la categoría III tienen una demanda bastante predecible y no experimenta grandes fluctuaciones, por otro lado, al ser un gran número de productos y realizar un seguimiento individual del punto de reorden de cada uno, puede ser complejo.

“En un sistema de periodo fijo, el inventario se cuenta solo en algunos momentos, como cada semana o cada mes. Es recomendable contar el inventario y hacer pedidos en forma periódica

en situaciones en que los proveedores hacen visitas de rutina a los clientes y levantan pedidos para toda la línea de productos o cuando los compradores quieren combinar pedidos para ahorrar en costos de transporte” (Chase, R. Y Jacobs, R., 2014, p572).

A través de la demanda de cada categoría se decide qué modelo de inventario en específico se implementa. Esto para saber las cantidades a pedir de cada producto. Pero para saber en qué lugar reubicar, es necesario desarrollar un modelo matemático para disminuir las distancias de *picking*.

3.3 Métodos de Asignación.

Ubicar los productos de manera adecuada dentro de la bodega tiene como propósito maximizar la utilización del espacio de almacenamiento. Para cumplir este objetivo se debe considerar el método de asignación.

Este método busca solventar cómo ubicar o asignar los productos en las distintas posiciones de almacenamiento establecidas. (Márquez Fuentes, 2017)

Para cada categoría de producto, es necesario realizar el método de asignación adecuado para priorizar su ubicación en bodega.

3.3.1 Modelos de Asignación de Productos.

Entre los modelos aplicables al problema del trabajo se encuentran los siguientes:

El modelo propuesto por Francis y White (1974) permite localizar en un sector determinado una sub línea de producto de una determinada clase, considerando la cantidad de ubicaciones disponibles, y la cantidad de ubicaciones necesarias para cada sub línea.

La localización en la bodega se formula de la siguiente manera:

Minimizar

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m c_{ij} * x_{ij}$$

Donde los valores de c_{ij} son coeficientes correspondientes a la distancia total promedio recorrida para llevar el producto de la sub línea i desde (o hacia) la ubicación j , y las variables de decisión son los x_{ij} de asignación de cada producto de la sub línea i a una ubicación j .

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = A_i \quad \forall i \in \{1,2,3,\dots,n\}$$

Con el objetivo de minimizar las distancias recorridas ocuparemos un modelo matemático de asignación con restricciones de espacio para el almacenamiento de productos.

Cada nivel de estantería tiene una capacidad limitada. La asignación correcta de productos permite utilizar eficientemente ese espacio, evitando tanto el desaprovechamiento como la sobrecarga, que podría poner en riesgo la seguridad o afectar la accesibilidad.

“Effective space allocation in storage systems reduces warehouse congestion and ensures optimal utilization of shelving capacity.” (Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A., 2010, p.437)

Asignación de productos a niveles de estantería

Restricción 1: *Un producto de la sub línea debe ser asignado a un nivel de estantería.*

Cada producto debe asignarse a un nivel específico de estantería para optimizar el espacio y facilitar el acceso. Esta práctica considera las características físicas del producto y su rotación, asegurando una organización eficiente del almacén. “Product characteristics determine the level and type of storage location it is assigned to within a racking system.” (Tompkins et al., 2010, p.393)

Desde un punto de vista formal, la asignación de productos a niveles se representa generalmente mediante **variables binarias** x_{ijk} , que indican si el producto i se asigna al nivel j del rack k . Para asegurar que la sub línea de productos i es asignada a las ubicaciones A_i requeridas.

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall j \in \{1,2,3,\dots,m\}$$

Esta forma asegura que **cada producto esté ubicado en algún lugar específico del sistema de almacenamiento.**

Asignación de sub líneas a múltiples niveles dentro de una única zona

Restricción 2: *Una sub línea puede ser asignada a más de un nivel; sin embargo, debe pertenecer a una única zona.*

Una sub línea de productos puede ubicarse en diferentes niveles de estantería, siempre que permanezca dentro de una única zona del almacén. Esto mejora la eficiencia operativa y reduce los tiempos de desplazamiento durante el. “Zoning within a warehouse supports logical grouping of products to minimize travel distance and improve order picking performance.” (Tompkins et al., 2010, p.529)

En modelos más avanzados, esto se traduce en restricciones con **variables binarias de zona** y restricciones de vinculación condicional.

Asignación de sub líneas a múltiples racks dentro de una única zona

Restricción 3: *Una sub línea puede ser asignada a más de un rack; sin embargo, debe pertenecer a una única zona.*

Una sub línea puede distribuirse en distintos racks, siempre que pertenezca a una única zona. Esta estrategia permite una mejor distribución de productos de alta rotación sin comprometer la trazabilidad. “Grouping multiple racks into zones allows consistent access strategies for related products across multiple physical structures.” (Tompkins et al., 2010, p.440)

Esta restricción se implementa mediante una lógica de exclusividad zonal. Si una sub línea está presente en varios racks, entonces **todos esos racks deben pertenecer a la misma zona.**

Agrupar racks de una misma sub línea en una sola zona permite que los recorridos de *picking* sean más compactos y eficientes, al evitar saltos entre zonas lejanas del almacén.

Límite máximo de inventario por producto

Restricción 4: *No se debe exceder el inventario máximo disponible por producto.*

Es esencial no exceder el inventario disponible por producto para evitar inconsistencias en la planificación y operaciones, así como para optimizar el uso del espacio. “Storage plans must respect inventory availability and replenishment limits to avoid stock discrepancies and inefficient utilization.” (Tompkins et al., 2010, p.418)

Se expresa como una **restricción de suma limitada por stock**, aplicada por producto. Esta formulación asegura que no se asignen más unidades que las disponibles en inventario.

Cuando no se respeta esta restricción, pueden producirse asignaciones ficticias que luego requieren ajustes o reasignaciones costosas, generando ineficiencias en el proceso de almacenamiento y distribución.

Capacidad disponible de cada nivel de estantería

Restricción 5: *La capacidad disponible por nivel de estantería no debe ser superada.*

Cada nivel de estantería tiene una capacidad estructural y volumétrica que no debe ser excedida para mantener la seguridad y la integridad de la infraestructura. “Each rack level has structural and dimensional limits that must be respected when assigning products to prevent overload.” (Tompkins et al., 2010, p.441)

Esta restricción se representa generalmente como una **restricción de capacidad lineal**, donde el total del volumen o peso de productos asignados a un nivel no puede superar su capacidad disponible. “Capacity constraints are typically linear inequalities that reflect the physical limitations of storage space.” (Winston, W. L. 2004, p.53)

Naturaleza de las variables

Restricción 6: *Definición adecuada de las variables utilizadas en el modelo.*

La formulación del modelo requiere definir adecuadamente la naturaleza de las variables, utilizando variables binarias y enteras para representar decisiones discretas como la asignación de productos a ubicaciones. “Discrete decision variables are central to modeling assignment and storage problems in facility planning models.” (Tompkins et al., 2010, p.60)

En problemas donde se debe decidir si un producto va o no a cierta ubicación, se utilizan **variables binarias**. Esto permite representar decisiones de manera clara y lógica.

“Binary variables are ideal for yes-or-no decisions that arise frequently in facility location, routing, and layout problems.” (Winston, W. L., 2004, p.501)

Según Márquez Fuentes (2017): “El objetivo del modelo es ubicar los productos más importantes en las mejores zonas, que involucren facilidad de accesos, disminución de los tiempos de extracción y distancias recorridas” (pág. 63).

Gracias al modelo matemático de sub líneas, podemos obtener las nuevas ubicaciones, distancias optimas de *picking* y las cantidades a almacenar de cada sub línea.

4. Aplicación del Modelo

Inicialmente, se realizó una clasificación ABC de las sub líneas basadas en su valor de inventario. Posteriormente, se complementó este análisis con una clasificación FSN según la rotación de inventario. La combinación de ambas clasificaciones permitió generar una matriz bicriterio, lo que posibilitó una segmentación precisa de los productos y sentó las bases para su reubicación.

En el caso estudio, existen 12 zonas en total, zonas con racks, generalmente de 4 niveles, mientras que otras 2 zonas de la bodega, no disponen de racks y los pallets solo se apilan en el suelo, en el cual estas zonas no estarán consideradas en el caso estudio. Se hace necesario un modelo que incorpore las variables a utilizar, como la asignación de las sub líneas y cantidad de unidades de estas.

Debido a lo anterior se propone un nuevo modelo de asignación que se basa en el Modelo de Optimización propuesto por Francis y White, pero realizando ciertas modificaciones que lo adecúen a las características particulares del problema.

4.1 Clasificación ABC.

Para un control más estricto de las sub líneas que representan una alta inversión por su relevancia monetaria, se utilizó el método de clasificación ABC. Con el objetivo de categorizar los productos enfocados en el valor de inventario.

En el caso estudio se seleccionaron las sub líneas de productos que son 122, las cuales engloban la variabilidad de los 840 a 1200 productos almacenados, simplificando así el análisis sin perder de vista la complejidad del inventario.

La tabla 8 luego de analizar la tabla del anexo 1 representa las cantidades de sub líneas por clase y su porcentaje acumulado de valor de inventario por clase:

Tabla 8

Total de Sub líneas por clase y Valor de inventario Acumulado por clase

	Sub línea	% Sub línea	% Sub línea acumulado		% Valor de inventario
A	30	25%	25%	A	69,79%
B	34	28%	52%	B	20,08%
C	58	48%	100%	C	10,13%
Total	122			Total	100,00%

Nota. En la tabla 8 se muestran las clasificaciones con sus respectivas cantidades de sub líneas y su valor de inventario acumulado de cada una de ellas.

Fuente: Elaboración propia

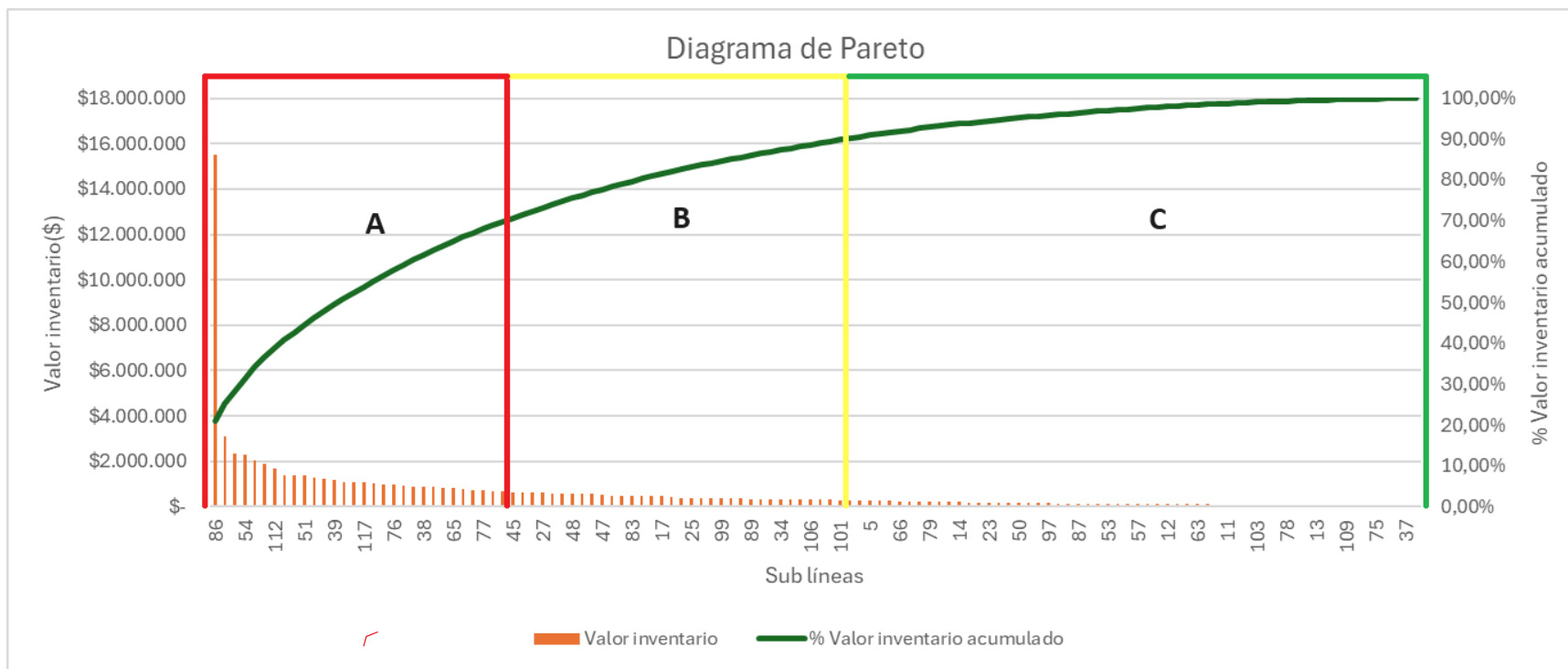
Nótese que en la tabla 8 existen 30 sub líneas para la clase A que corresponden al 25% del total de artículos y dan cuenta el 69,79% del valor de inventario. Las sub líneas siguientes conforman la clase B correspondiendo al 28% del total y un 20,08% de valor de inventario. El 48% de los restantes pertenecen a la clase C, aportando solamente un 10,13% al valor de inventario.

El porcentaje de Sub líneas acumulados para los productos de clase A, es de un 25%, más las sub líneas de clase B, acumulan un 53%, y si a estos se añade el 47% de los pertenecientes a la clase C, se acumula el 100% de productos almacenados en inventario.

En la figura 17 se muestra el diagrama de Pareto de la clasificación ABC por valor anual de inventario.

Figura 17

Diagrama de Pareto



Nota. La figura 17 ilustra la clasificación de sub líneas de productos. Las sub líneas de clase A, resaltadas en rojo, representan un bajo volumen, pero un alto valor de inventario. Por el contrario, las clases B (amarillo) y C (verde) agrupan un mayor número de sub líneas, pero con una contribución al valor de inventario significativamente menor.

Fuente: Elaboración propia

4.2 Clasificación FSN.

Para poder clasificar las sub líneas, se utilizó también el método de clasificación FSN, con el fin de determinar la velocidad de movimiento en inventario y lograr identificar las sub líneas que regularmente requieren una revisión constante, a diferencia de aquellos en que esta puede ser más esporádica.

El análisis se hace sobre la base de dos KPI comúnmente utilizados en la gestión de inventario:

- Tasa de utilización/consumo
- Permanencia promedio que está almacenado en inventario

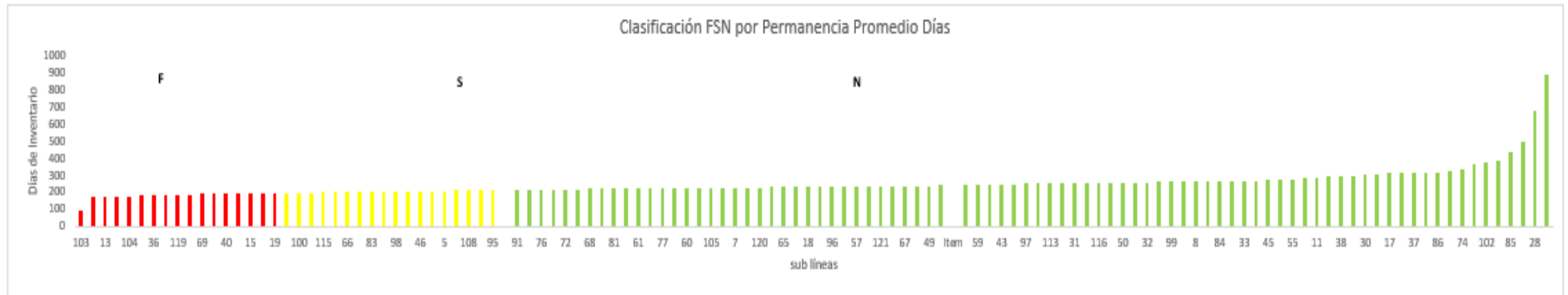
Mientras más alta es la permanencia de la sub línea en inventario, más baja es su tasa de consumo.

En el anexo 2 se muestra los índices de rotación y días de inventario de los ítems. Aquellos con alta rotación son calificados como F y constituyen el 20% del inventario.

En la figura 18 se presenta la estructura gráfica de estos índices. Los de alta rotación muestran pocos días en inventario.

Figura 18

Clasificación FSN de sub línea por días de inventario



Nota. La figura 18 ayuda a establecer y organizar apropiadamente las sub líneas en la bodega, ubicando las sub líneas de clase F cerca del sector de salida para minimizar los desplazamientos y tiempos de *picking*.

Fuente: Elaboración propia

4.3 Clasificación ABC/FSN.

Luego de clasificar las sub líneas por su relevancia monetaria y también por su velocidad de movimiento en inventario, se obtuvo una segregación de nueve clases. Con el fin de simplificar la implementación, las nueve políticas propuestas se consolidarán en tres categorías principales.

La clasificación ABC categoriza los productos según su rentabilidad (A: alta, B: media, C: baja). Alto valor de inventario y la clasificación FSN: agrupa los productos por su frecuencia de venta y nivel de stock (F: alta frecuencia, S: baja frecuencia, N: baja necesidad de stock). Alta rotación.

Por ende, las siguientes sub líneas son las que se analizarán:

Tabla 9

Clasificación ABC/FSN

Clasificación ABC	Clasificación FSN			Total genera
	F	S	N	
A	8	9	13	30
B	3	12	19	34
C	1	20	37	58
Total general	12	41	69	122

Fuente: Elaboración propia

Para ver que sub líneas pertenecen a la categoría I se pueden ver en el anexo 3, los de categoría II el anexo 4 y los de categoría III en el anexo 5.

4.4 Modelos de inventarios

A partir de la clasificación bi criterio presentada en la Tabla 8, se establecen tres categorías de productos y se les asigna un modelo de inventario específico:

- Categoría I (rojo): AF, AS y BF.
- Categoría II (amarillo): AN, BS y CF.
- Categoría III (verde): BN, CS y CN.

4.4.1 Modelo de revisión continua para categoría I

Las sub líneas clasificados como Categoría I (AF, AS, BF) presentan una demanda variable e impredecible. Por consiguiente, se selecciona un modelo de revisión continua con demanda variable y tiempo de entrega constante. Este modelo es probabilístico y resulta apropiado debido a la necesidad de monitorear constantemente los niveles de inventario y evitar roturas de stock.

A continuación, se realizará un ejemplo del modelo de inventario de revisión continua con la sub línea SHAMPOO de la categoría I.

Según lo asumido por la empresa de la sub línea Shampoo tiene una demanda promedio de 4 unidades por día con una desviación estándar de 1,2 unidades. El tiempo de espera de que se ordena y llegue el pedido al CD es de 10 días. Los días de trabajos en el año en el CD es de 260 días. El costo de ordenar es \$760 por orden, el costo de mantener es de \$110 por unidad y la empresa establece un nivel de servicio de inventario de 95%. Con estos datos se pueden obtener la cantidad optima de unidades por pedido, números esperados de órdenes, punto de reorden e inventario de seguridad.

Lo que da como resultado en la siguiente tabla 10:

Tabla 10*Calculo modelo de inventario de la sub línea Shampoo*

Sub línea Shampoo			
Variable	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda anual (D)	895	unidades/año	
Días del año	260	Días	
Demanda promedio (d)	3,442307692	unidades/día	La demanda promedio es de 3 unidades/día
Desviación estandar (od)	1,2	unidades	
Tiempo de entrega (LT)	10	días	
Costo de ordenar (S)	\$ 760		
Costo de mantener (H)	\$ 110		
Nivel de servicio	95%		
Z	1,644853627		
Punto de reorden	40,66485758	unidades	Quando el nivel de inventario este en 41 unidades, se debe hacer una nueva orden
Inventario de seguridad (IS)	6,241780655	unidades	Con un nivel de servicio de inventario de 0,95 el inventario de seguridad es de 6 unidades
Número óptimo de unidades por lote Q*	111,2082404	unidades	Se deben pedir 111 unidades por orden
Número esperado de ordenes (N)	8,047964764	órdenes	Se realizan 8 órdenes de pedido por año
Costo total (CT)	\$ 12.920	anual total	El costo anual de inventario es de \$12920

Nota. Esta tabla solo muestra los resultados con su debida interpretación para ver los detalles de los cálculos se encuentran en el anexo 6.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de los resultados de la tabla 10:

Cantidad optima de pedido (Q*): 111 unidades por pedido.

Inventario de seguridad (IS): cuando el nivel de servicio de inventario es del 95% es de 6 unidades.

Número de órdenes (N): Se realizan 8 órdenes de pedido por año.

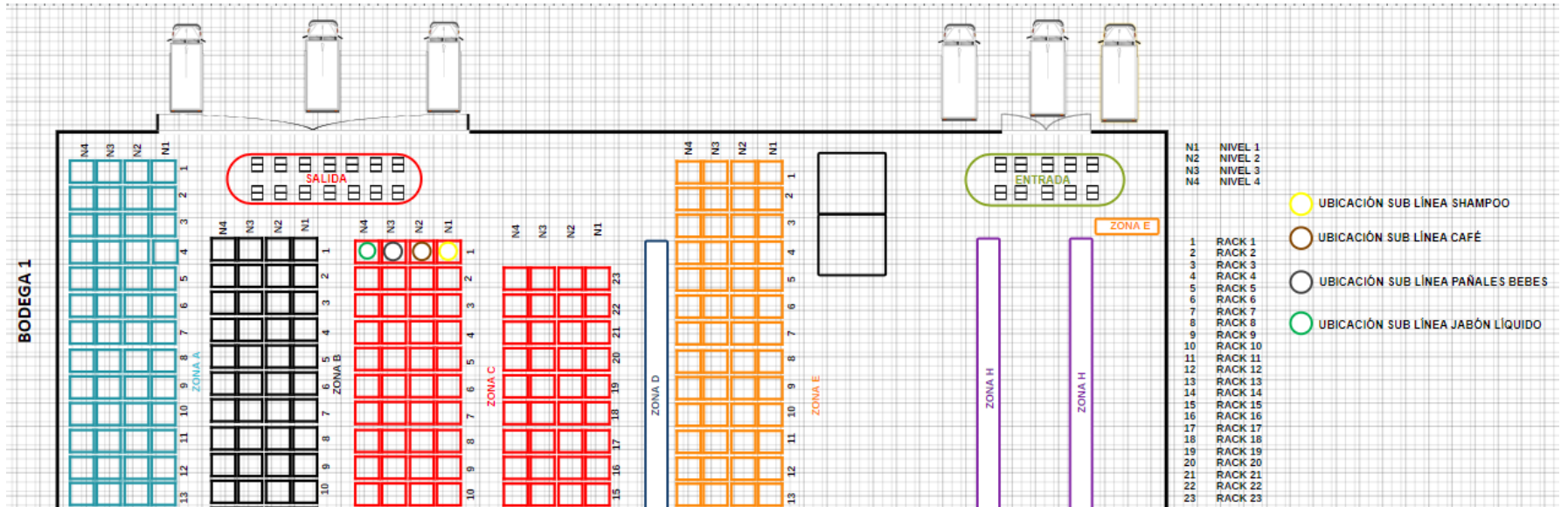
Costo total anual de inventario (CT) = \$12.920 costo total de inventario anual

Ubicación y distribución de la sub línea Shampoo en la bodega

La sub línea de Shampoo como es de categoría I se debe ubicar en la zona más cercana del sector de *picking*. Se distribuye 111 unidades en la zona C en el rack 1 y en el nivel de rack 1 como se ve en la figura 19.

Figura 19

Nueva ubicación y distribución de la sub línea de Shampoo en la bodega



Nota. La figura 19 muestra la ubicación recomendada para 4 sub líneas de la categoría I.

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) para categoría II

Los productos clasificados en la Categoría II (AN, BS y CF) se caracterizan por una demanda y tiempo de entrega constantes y predecibles. Dada esta naturaleza determinista, se selecciona el modelo de Cantidad Económica de Pedido (EOQ) como el más adecuado. Este modelo permite determinar el tamaño óptimo de cada pedido, garantizando un equilibrio entre los costos de mantener inventario y los costos de realizar pedidos.

A continuación, se realizará un ejemplo del modelo de inventario EOQ con la sub línea Desodorante ambiental de la categoría II.

Según lo asumido por la empresa de la sub línea Desodorante ambiental tiene una demanda anual de 1014 unidades, el tiempo de espera de la orden de pedido hasta que llegue al CD es de 10 días. El costo de ordenar es de \$473 por orden, el costo de mantener es de \$97 por unidad y el costo de compra por unidad es de \$472. Con estos datos se pueden obtener la cantidad optima de unidades por pedido, números esperados de órdenes, punto de reorden, costo de ordenar anual, costo de mantener anual y el costo total anual de inventario.

Los resultados se pueden observar en la siguiente tabla 11:

Tabla 11

Calculo modelo de inventario sub línea Desodorante ambiental

Sub línea Desodorante ambiental			
Variable	Datos	Detalle	Interpretación
Demanda(D)	1014	anual	
Días trabajados en el año	260	días	
Costo de ordenar(S)	473	por orden	
Costo de mantener(H)	97	anual por unidad	
Costo compra (K)	472	por unidad	
Cantidad optima de unidades por pedido (Q*)	99,4440214	unidades	Se deben pedir un total de 100 unidades por orden
Número esperado de ordenes(N)	10,1966914	órdenes	Se realizan 10 órdenes de pedido en el año
Tiempo esperado entre ordenes(LT)	10	días	El tiempo de espera entre órdenes es de 10 días
Punto de reorden®	39	unidades	Quando el nivel de inventario se encuentre en 39 unidades, se debe generar una nueva orden
Costo total(CT)	\$ 488.254	anual	El costo anual de inventario es de \$488254

Nota. Esta tabla solo muestra los resultados con su debida interpretación para ver los detalles de los cálculos se encuentran en el anexo 7.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de los resultados de la tabla 11:

Cantidad óptima de unidades por pedidos (Q^*): se deben pedir 100 unidades por orden.

Números esperados de órdenes (N): se realizan 10 órdenes de pedido en el año.

Punto de reorden \otimes : Cuando el nivel de inventario se encuentre en 39 unidades, se debe generar una nueva orden de pedido.

Costo de ordenar anual: El costo anual de ordenar es de \$4.823.

Costo de mantener anual: El costo anual de mantener es de \$4823.

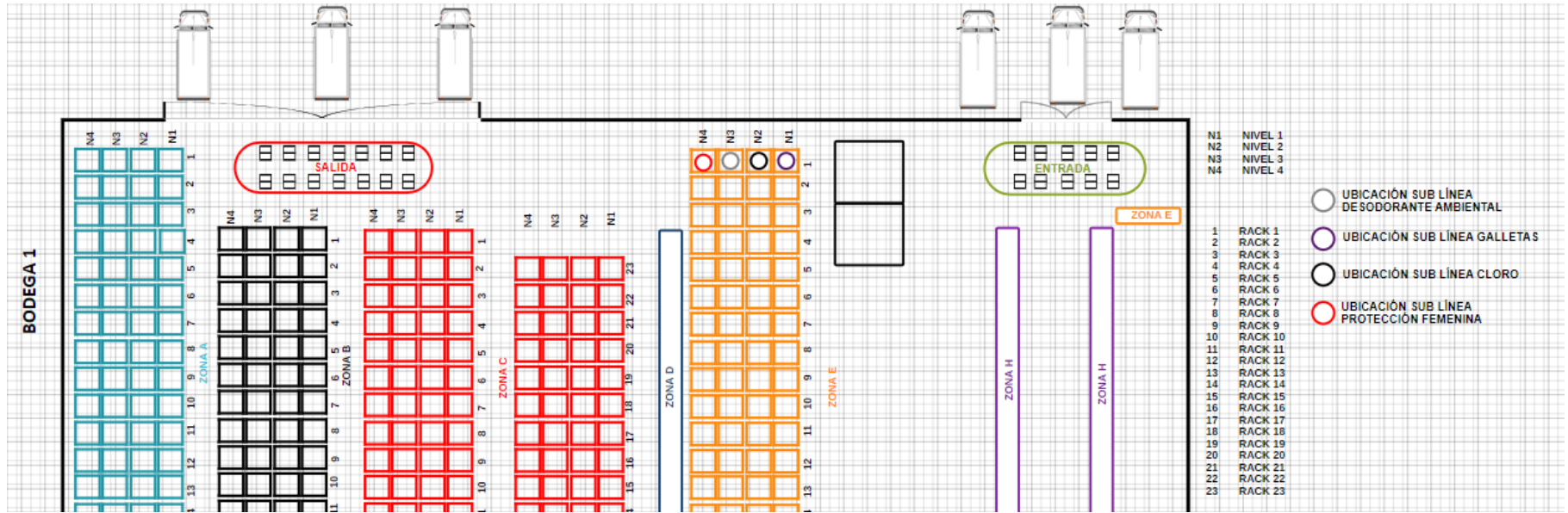
Costo total anual (CT): El costo total anual de inventario es de \$488.254.

Ubicación y distribución de la sub línea Desodorante ambiental

La sub línea de Desodorante ambiental como es de categoría II se debe ubicar en las zonas E y G. Se distribuye 100 unidades en la zona C en el rack 1 y en el nivel de rack 2 como se ve en la figura 20.

Figura 20

Nueva ubicación y distribución de la sub línea de Desodorante ambiental en la bodega



Nota. La figura 20 muestra la ubicación recomendada para 4 sub líneas de la categoría II.

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Modelo de periodo fijo para categoría III

Las sub líneas clasificadas como Categoría III (BN, CS, CN) presentan un ciclo de revisión T y un tiempo de entrega constante L. Por consiguiente, se selecciona un modelo de periodo fijo, en este caso la demanda tiene una distribución aleatoria alrededor de una media \bar{d} . Este modelo es probabilístico y resulta apropiado debido al inventario de seguridad que ofrece una protección contra el agotamiento de existencias en el periodo de revisión mismo, así como durante el tiempo de entrega desde el momento de hacer el pedido hasta recibirlo.

A continuación, se realizará un ejemplo del modelo de inventario de periodo fijo con la sub línea CAMELOS Y CONFITES de la categoría III.

Según lo asumido por la empresa de la sub línea Caramelos y Confites tiene una demanda promedio de 2 bolsas por día con una desviación estándar de 2 bolsas. El tiempo de espera de que se ordena y llegue el pedido es de 10 días, mientras que el número de días entre revisiones son 30. La empresa establece un nivel de servicio de inventario de 95%.

Lo que da como resultado en la siguiente tabla 12:

Tabla 12

Calculo modelo de inventario sub línea Caramelos y Confites

Variable	Cantidad	Detalle	Interpretación
T=	30	días	Periodo de revisión
L=	10	días	Tiempo de entrega
z=	1,644		La gerencia estableció la política de cubrir el 95% de la demanda con las existencias
\bar{d} =	2	días	Demanda diaria promedio pronosticada
σ_d =	2	días	Desviación estándar en unidades
I=	65	unidad	Nivel de inventario actual, al principio de periodo de revisión, incluye unidades pedidas
D=	226	unidad	Demanda anual
σ_{T+L} =	13	unidad	Desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión y entrega
q=	36	unidad	Cantidad por pedir
I=	21	unidad	Inventario de seguridad

Nota. Esta tabla solo muestra los resultados con su debida interpretación para ver los detalles de los cálculos se encuentran en el anexo 8.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de los resultados de la tabla 12:

Cantidad optima de unidades por pedidos (Q^*): se deben pedir 36 bolsas por orden.

Desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión y entrega (σ_{T+L}): 13 unidades

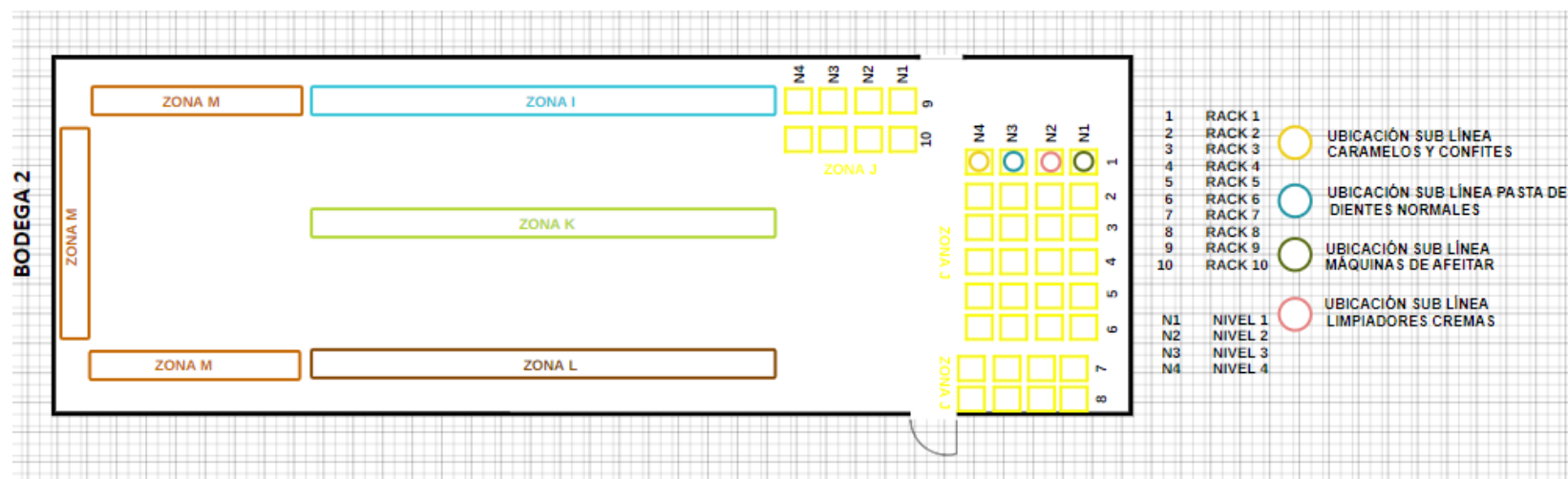
Inventario de seguridad (I): 21 bolsas

Ubicación y distribución de la sub línea Caramelos y Confites

La sub línea de Caramelos y Confites como es de categoría III se debe ubicar en la zona J. Se distribuye 36 bolsas en la zona C en el rack 1 y en el nivel de rack 4 como se ve en la figura 21.

Figura 21

Nueva ubicación y distribución de la sub línea de Caramelos y Confites en la bodega



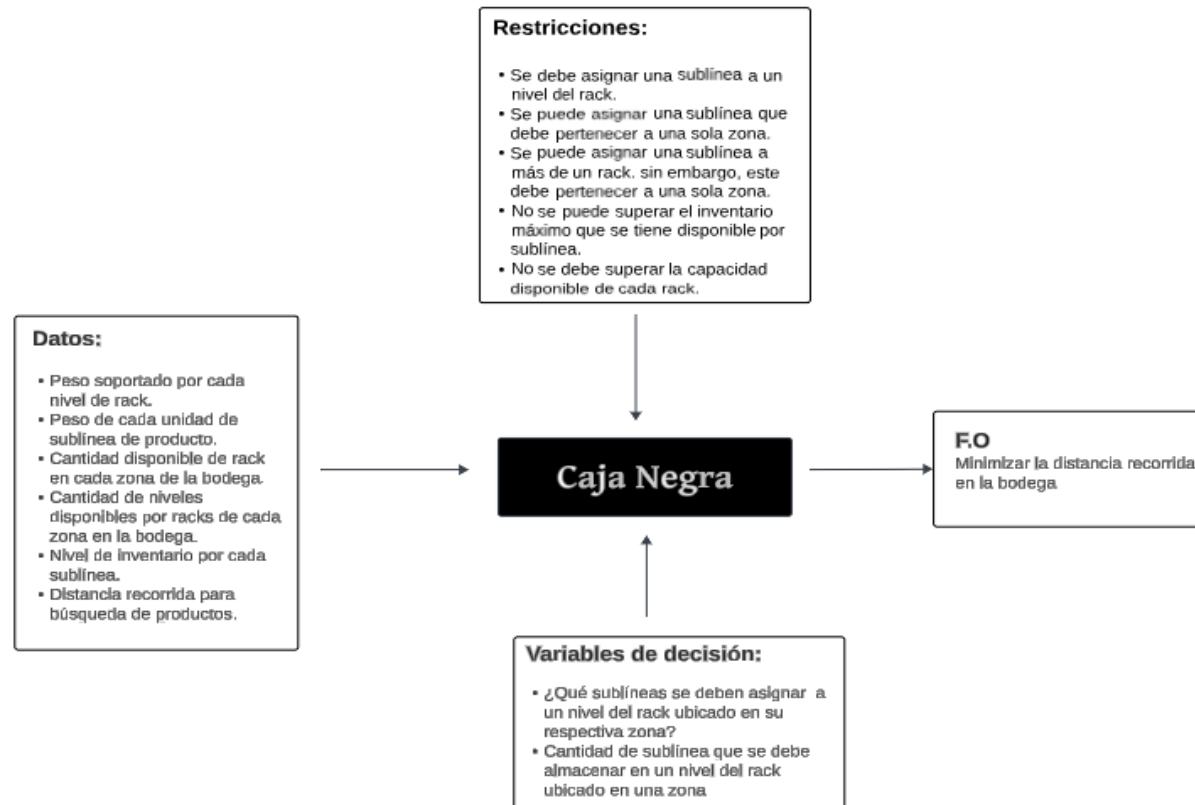
Nota. La figura 21 muestra la ubicación recomendada para 4 sub líneas de la categoría III.

Fuente: Elaboración propia

4.5 Modelo Matemático de Asignación a Utilizar.

Figura 22

Caja Negra del Modelo Estudio



Fuente: Elaboración propia

Verbalización

Sean los Subíndices:

$i = 1$ (sub línea 1), 2 (sub línea 2), 3 (sub línea 3), 4 (sub línea 4), ..., 122 (sub línea 122).

$j = 1$ (rack 1), 2 (rack 2), 3 (rack 3), ..., 23 (rack 23).

$k = 1$ (nivel 1 de rack), 2 (nivel 2 de rack), 3 (nivel 3 de rack), 4 (nivel 4 de rack).

$z = 1$ (zona A), 2 (zona B), 3 (zona C), ..., 11 (zona M).

Variables de decisión:

X_{ijkz} : 1 Se asigna la sub línea i al rack j del nivel k ubicado en la zona z .

0 si no se asigna.

Y_{ijkz} : Unidades de la sub línea i que se asignan al rack j del nivel k ubicado en la zona z .

Parámetros:

W_{jkz} : Peso máximo resistido en el nivel k del rack j que se ubica en la zona z .

P_i : Peso promedio de una unidad de producto de la sub línea i .

D_{jz} : Distancia recorrida desde el punto donde se comienza el proceso de *picking* hasta el rack j ubicado en la zona z .

F : Cantidad de familia de productos.

I_i : Inventario máximo de la sub línea i .

S_i : Sub línea i .

R_z : Cantidad de rack disponibles ubicados en la zona z .

N_{jz} : Cantidad de niveles disponibles del rack j ubicado en la zona z .

Z : Cantidad de zonas.

Restricciones:

- 1) Se debe asignar un producto de la sub línea a un nivel del rack.

$$\sum_{i=1}^{S_i} X_{ijkz} = 1$$

$$i = 1, \dots, S_i.$$

$$j = 1, \dots, R_z.$$

$$k = 1, \dots, N_{jz}.$$

$$z = 1, \dots, Z.$$

- 2) Se puede asignar una sub línea de producto a más de un nivel, sin embargo, este debe pertenecer a una sola zona.

$$\sum_{k=1}^{N_{jz}} X_{ijkz} \leq N_{jz}$$

$$i = 1, \dots, S_i.$$

$$j = 1, \dots, R_z.$$

$$k = 1, \dots, N_{jz}.$$

$$z = 1, \dots, Z.$$

- 3) Se puede asignar una sub línea a más de un rack, sin embargo, este debe pertenecer a una sola zona.

$$\sum_{k=1}^{N_{jz}} \sum_{j=1}^{R_z} X_{ijkz} \leq R_z N_{jz}$$

$$i = 1, \dots, S_i.$$

$$j = 1, \dots, R_z.$$

$$k = 1, \dots, N_{jz}.$$

$$z = 1, \dots, Z.$$

- 4) No se debe superar el inventario máximo que se tiene disponible por producto.

$$\sum_{k=1}^{N_{jz}} \sum_{j=1}^{R_z} \sum_{z=1}^Z X_{ijkz} * Y_{ijkz} \leq I_i$$

$$i = 1, \dots, S_i.$$

$$j = 1, \dots, R_z.$$

$$k = 1, \dots, N_{jz}.$$

$$z = 1, \dots, Z.$$

5) No se debe superar la capacidad disponible de cada nivel rack.

$$P_i * X_{ijkz} * Y_{ijkz} \leq W_{jkz}$$

$$i = 1, \dots, S_i.$$

$$j = 1, \dots, R_z.$$

$$k = 1, \dots, N_{jz}.$$

$$z = 1, \dots, Z.$$

6) Naturaleza de las variables

$$X_{ijkz} \in 0,1$$

$$Y_{ijkz} \geq 0, \text{ Enteros.}$$

$$i = 1, \dots, S_i.$$

$$j = 1, \dots, R_z.$$

$$k = 1, \dots, N_{jz}.$$

$$z = 1, \dots, Z.$$

Función Objetivo: Se busca minimizar la distancia recorrida en la bodega para la búsqueda de productos, en función del nivel de venta.

Min z:

$$\sum_{k=1}^{N_{jz}} \sum_{j=1}^{R_z} \sum_{z=1}^Z \sum_{i=1}^{S_i} X_{ijkz} * Y_{ijkz} * D_{kz}$$

$$i = 1, \dots, S_i.$$

$$j = 1, \dots, R_z.$$

$$k = 1, \dots, N_{jz}.$$

$$z = 1, \dots, Z.$$

Modelo

Min z:

$$\sum_{k=1}^{N_{jz}} \sum_{j=1}^{R_z} \sum_{z=1}^Z \sum_{i=1}^{S_i} X_{ijkz} * Y_{ijkz} * D_{kz}$$

S.a

$$\sum_{j=1}^{S_i} X_{ijkz} = 1$$

$$\sum_{k=1}^{N_{jz}} X_{ijkz} \leq N_{jz}$$

$$\sum_{k=1}^{N_{jz}} \sum_{i=1}^{R_z} X_{ijkz} \leq R_z N_{jz}$$

$$\sum_{k=1}^{N_{jz}} \sum_{i=1}^{R_z} \sum_{z=1}^Z X_{ijkz} * Y_{ijkz} \leq I_i$$

$$P_j * X_{ijkz} * Y_{ijkz} \leq W_{ikz}$$

$$X_{ijkz} \in 0,1$$

$$Y_{ijkz} \geq 0, \text{ Enteros.}$$

El modelo matemático propuesto, servirá para optimizar la distribución de las sub líneas, resolviendo el problema de asignación para las tres categorías definidas. Cada categoría contendrá cuatro sub líneas como ejemplo, cuyas nuevas posiciones y cantidades a distribuir serán calculadas por el modelo. Otros datos necesarios para la resolución del modelo son: su peso por caja de cada sub línea (anexo 9), las cajas de cada sub línea que se deben almacenar (anexo 10), distancias de recorrido desde zona de *picking* a cada zona por categoría (anexo 11, 12 y 13).

Modelo de asignación para sub líneas de Categorías I

Las sub líneas que se modelaran de la categoría I son: Shampoo, Café, Pañales bebés y Jabón líquido, se deben ubicar en la zona más cercana del sector de *picking*, que estas zonas son las A, B, C y D.

Modelo de asignación para sub líneas de Categorías II

Las sub líneas que se modelaran de la categoría II son: Desodorante ambiental, Galletas, Cloro y Protección femenina y se deben ubicar en las zonas E y G.

Modelo de asignación para sub líneas de Categorías III

Las sub líneas que se modelaran de la categoría III son: Caramelos y confites, Pasta de dientes normales, Máquinas de afeitar y Limpiadores cremas y se deben ubicar en las zonas I, J, K, L y M.

Para resolver este modelo se utiliza la plataforma de ejecución Linux Debian 10 con los paquetes glpk-utils y glpk-doc.

Se carga el modelo con las 2 variables de decisión, y las 6 restricciones mencionadas. La ejecución del software se muestra en la Figura 23.

Figura 23

Solución Software

```
Archivo Editar Ver Terminal Pestañas Ayuda
-rw-r--r-- 1 gonzalo gonzalo 9186 ago 20 17:05 modelo_21.mthpg
-rw-r--r-- 1 gonzalo gonzalo 2618 ago 20 17:05 traza_21.txt
-rw-r--r-- 1 gonzalo gonzalo 3930197 ago 20 17:05 solucion_21.txt
gonzalo@deb10abr:~/Proyecto/asignacion$
```

```
modelo_21.mthpg (~/Proyecto/asignacion) - GVIM
Archivo Editar Herramientas Sintaxis Buffers Ventana Ayuda
/* Modelo de asignacion de espacios en la bodega del Centro de
Proyecto 37313705 ; Ago-2024 */
/* Version actualizada para cubrir 12 sublineas en 3 categoria
II y III */
/* sublineas de productos consideradas */
set CATUNO := { 1, 2, 3, 4 };
set CATDOS := { 5, 6, 7, 8 };
set CATTRES := { 9, 10, 11, 12 };
set SUBLINEA := CATUNO union CATDOS union CATTRES;

/* espacios de almacenamiento asignables */
/* RACKS en realidad son menos, se pone restriccion para solo u
n nivel */
set RACK := { 1 .. 31 };
set NIVEL := { 1, 2, 3, 4 };
set ZONAUNO := { "A", "B", "C", "D" };
set ZONADOS := { "E", "G" };
set ZONATRES := { "I", "J", "K", "L" };
set ZONA := ZONAUNO union ZONADOS union ZONATRES;

/* set ZONA := { "A", "B", "C", "D", "E", "G", "I", "J", "K", "L", "M" };
/* set ZONA := { 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 };

/* distancia desde el espacio asignable hasta la salida */
:set nowrap
```

```
solucion_21.txt (~/Proyecto/asignacion) - GVIM1
Archivo Editar Herramientas Sintaxis Buffers Ventana Ayuda
Problem: modelo_21
Rows: 21443
Columns: 29760 (14880 integer, 14880 binary)
Non-zeros: 102592
Status: INTEGER OPTIMAL
Objective: DistRecorrida = 6072.858 (MINimum)

No. Row name Activity Lower bound Upper bound
-----
1 DistRecorrida 6072.86
2 binlogic[1,1,1,A] 0 -0
3 binlogic[1,1,1,B] 0 -0
4 binlogic[1,1,1,C] -274.34 -0
5 binlogic[1,1,1,D] 0 -0
6 binlogic[1,1,1,E] 0 -0
7 binlogic[1,1,1,G] 0 -0
1,1 Comienzo
```

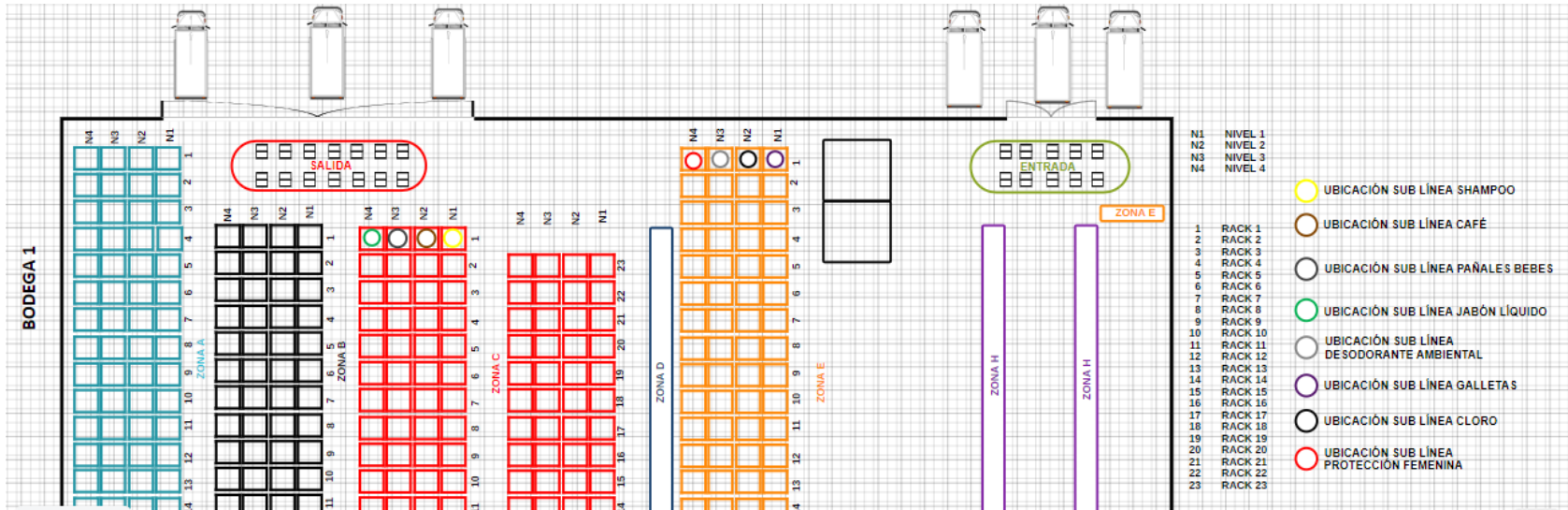
Fuente: Elaboración propia

La solución óptima que dio el software es de minimizar distancia de recorrido de 6073 metros para el armado de *picking*.

A continuación, se mostrarán los resultados del modelamiento en las figuras 24 y 25 con sus interpretaciones.

Figura 24

Nueva ubicación de sub líneas categoría I y II

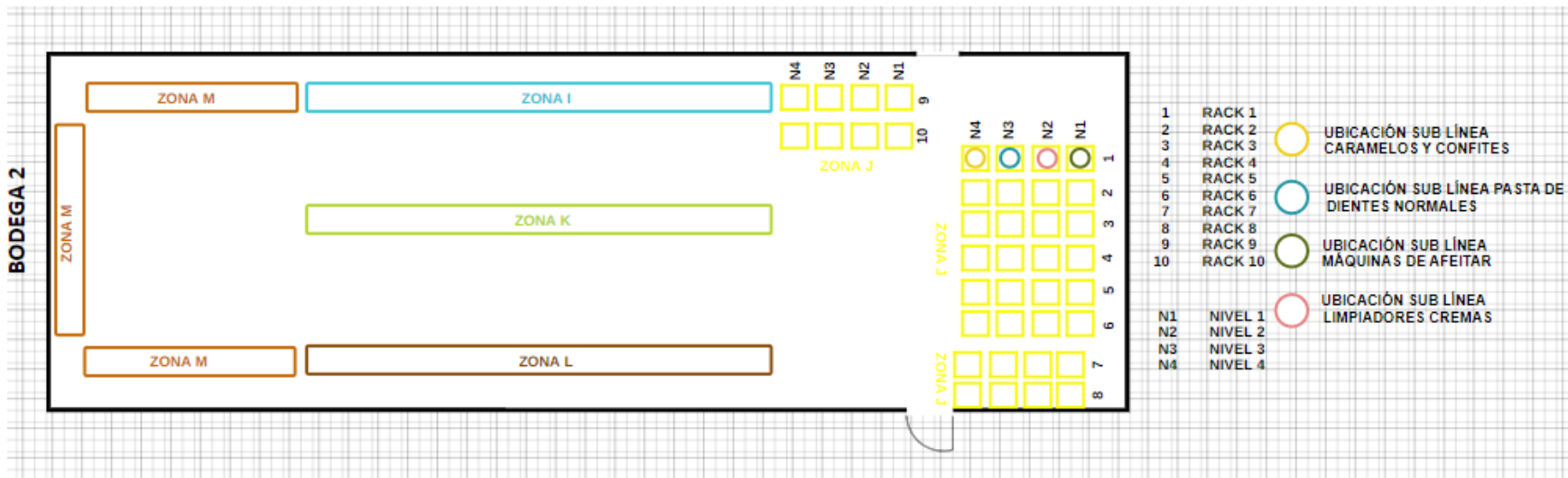


Nota. La figura 23 muestra la ubicación recomendada para 8 sub líneas de la categoría I y II.

Fuente: Elaboración propia

Figura 25

Nueva ubicación de sub líneas categoría III



Nota. La figura 25 muestra la ubicación recomendada para 4 sub líneas de la categoría III.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación figura 24 de las nuevas ubicaciones y cantidades de las sub líneas para almacenar en la bodega

Categoría I:

Para la sub línea de Shampoo se deben almacenar 111 unidades en la zona C en el rack 1 y en el nivel 1.

Para la sub línea de Café se deben almacenar 113 unidades en la zona C en el rack 1 y en el nivel 2.

Para la sub línea de Pañales bebés se deben almacenar 392 paquetes en la zona C en el rack 1 y en el nivel 3.

Para la sub línea de Jabón líquido se deben almacenar 71 unidades en la zona C en el rack 1 y en el nivel 4.

Categoría II:

Para la sub línea de Desodorante ambiental se deben almacenar 100 unidades en la zona E en el rack 1 y en el nivel 3.

Para la sub línea de Galletas se deben almacenar 75 paquetes en la zona E en el rack 1 y en el nivel 1.

Para la sub línea de Cloro se deben almacenar 53 unidades en la zona E en el rack 1 y en el nivel 2.

Para la sub línea de Protección femenina se deben almacenar 46 paquetes en la zona E en el rack 1 y en el nivel 4.

Interpretación figura 25 de las nuevas ubicaciones y cantidades de las sub líneas para almacenar en la bodega

Categoría III:

Para la sub línea de Caramelos y confites se deben almacenar 36 bolsas en la zona J en el rack 1 y en el nivel 4.

Para la sub línea de Pasta de dientes normales se deben almacenar 21 unidades en la zona J en el rack 1 y en el nivel 3.

Para la sub línea de Máquinas de afeitar se deben almacenar 31 unidades en la zona J en el rack 1 y en el nivel 1.

Para la sub línea de Limpiadores cremas se deben almacenar 37 unidades en la zona J en el rack 1 y en el nivel 2.

Con base al modelo propuesto, se ha logrado reducir la distancia recorrida para el armado de *picking* a 6.306 metros. Esta cifra contrasta notoriamente con el modelo actualmente planteado por la empresa, el cual registra una distancia mayor equivalente a 25.955 metros como se puede observar en la tabla 13.

Tabla 13

Comparación de distancias de layout actual y el propuesto

Layout actual						
Sub línea	Producto	Zona	Rack	Distancia en metro	Unidades caja	Total distancia de pickin
112	Shampoo	K	7	86,5	19	1643,5
20	Café	G	27	67,5	19	1282,5
86	Pañales bebes	L	9	92,65	196	18159,4
56	Jabón líquido	K	5	84,3	12	1011,6
39	Desodorantes ambientales	I	6	84,95	17	1444,15
47	Galletas	D	18	40,25	7	281,75
29	Cloro	J	9	76,35	6	458,1
96	Protección femenina	L	12	95,95	6	575,7
22	Caramelos y confites	A	14	37,65	5	188,25
88	Pasta de dientes normales	K	7	86,5	2	173
71	Máquinas de afeitar	K	6	85,4	2	170,8
66	Limpiadores cremas	J	7	80,85	7	565,95
						25954,7

Layout Propuesto						
Sub línea	Producto	Zona	Rack	Distancia en metros	Unidades cajas	Total distancia de picking
112	Shampoo	C	1	17,35	19	329,65
20	Café	C	1	17,35	19	329,65
86	Pañales bebes	C	1	17,35	196	3400,6
56	Jabón líquido	C	1	17,35	12	208,2
39	Desodorantes ambientales	E	1	23,55	17	400,35
47	Galletas	E	1	23,55	7	164,85
29	Cloro	E	1	23,55	6	141,3
96	Protección femenina	E	1	23,55	6	141,3
22	Caramelos y confites	J	1	74,35	5	371,75
88	Pasta de dientes normales	J	1	74,35	2	148,7
71	Máquinas de afeitar	J	1	74,35	2	148,7
66	Limpiadores cremas	J	1	74,35	7	520,45
						6305,5

Diferencias de layout(m)	19649,2
Disminución de picking a	24%

Elaboración propia

4.6 Esfuerzos e Impactos Técnicos y Económicos del nuevo *Layout*

Luego de proponer el nuevo *layout* se tiene en cuenta los principales esfuerzos e impacto técnico como los análisis de datos y modelado, implementación del nuevo *layout* y sistema de información.

- **Análisis de Datos y Modelado:**
 - Esfuerzo: Recopilación y análisis de datos de inventario, rotación de productos, rutas de *picking* actuales, y diseño de un modelo matemático de asignación.
 - Impacto: Mejora en la precisión de la distribución, optimización de rutas, reducción de tiempos de *picking*, y mayor eficiencia en el uso del espacio.
- **Implementación del Nuevo *Layout*:**
 - Esfuerzo: Planificación y reorganización física de la bodega, reubicación de productos, capacitación del personal, y evaluación post implementación.
 - Impacto: Mejora en el flujo de materiales, optimización del uso de espacio, reducción de errores de *picking*, mayor seguridad en el almacén, mejora en la gestión de inventario, y adaptación a las necesidades de la demanda.
- **Sistemas de Información:**
 - Esfuerzo: Integración o actualización de sistemas de gestión de almacenes (WMS) para soportar el nuevo *layout* y optimizar el *picking*.
 - Impacto: Mayor visibilidad del inventario, control en tiempo real de las operaciones, mejora en la trazabilidad de los productos, y mejoras en las tomas de decisiones.

Esfuerzos e Impactos Económicos del nuevo *Layout*:

En cuanto a lo económico se analiza los costos de implementación y beneficios estimados del nuevo *layout*. Los costos de implementación se proyectan en un período de ejecución de un mes, mientras que los beneficios estimados se calcularan a lo largo de un período de operación de doce meses.

- **Costos de Implementación:**
 - Costo de diseño: Costo del estudio realizado para el rediseño del *layout* propuesto.
 - Reorganización física: Costos de mano de obra y equipos de manipulación.

- Sistemas de información: Inversión en software y hardware, costos de integración y capacitación.
- Interrupción de operaciones: Posibles pérdidas por la interrupción temporal de las operaciones durante la reubicación.

Tabla 14

Costo de implementación del layout propuesto

Costo de implementación	
Costo de diseño	
Plan rediseño propuesto	\$ 2.000.000
Reorganización	
Mano de obra	\$28.750.000
Equipos de manipulación	\$ 11.250.000
Total	\$40.000.000
Sistema de información	
Software	\$ 7.968.000
Hardware	\$ 5.644.000
C. de integración	\$ 4.150.000
Capacitación	\$ 2.905.000
Total	\$20.667.000
Interrupción de operaciones	
Perdidas por inactividad	\$ 5.185.185
Total costo de implementación	\$67.852.185

Fuente: elaboración propia

La implementación del nuevo *layout*, con un costo total estimado de M\$68 (tabla 14) involucra diversas etapas. Inicialmente, se desarrollará un plan detallado de reubicación y cantidades a almacenar, con una inversión de M\$2. La fase de reorganización física de la bodega, que se extenderá por aproximadamente un mes, tendrá un costo estimado de M\$40. Para la operación del nuevo diseño, se requerirá la contratación de dos operadores de grúas horquillas adicionales (anexo 14) y el arriendo de dos grúas horquillas (anexo 15). Adicionalmente, se propone la actualización del sistema de información, lo que implica la adquisición de nuevo hardware (10 computadores y 6 tablets) y la capacitación del personal, con un costo aproximado de M\$21. Finalmente, se estima que la interrupción de las operaciones durante la transición al nuevo *layout* generará pérdidas por inactividad de M\$5, considerando un promedio de 4 horas diarias de afectación.

- **Beneficios Estimados:**

- Reducción de costos operativos: Disminución de los costos de mano de obra, y disminución de costos de equipos.
- Disminución de mermas y brechas: Menor cantidad de productos dañados o vencidos, y reducción de costos por devoluciones.
- Optimización del inventario: Reducción de costos de almacenamiento, y mejora en la gestión de la demanda.

Tabla 15

Beneficios estimados del layout propuesto

Beneficios Estimados	
Reducción costos operativos	
Disminución mano de obra	\$ 35.400.000
Disminución de costo de equipos	\$ 27.000.000
Total	\$ 62.400.000
Disminución de mermas y brechas	
Reducción productos dañados/vencidos	\$ 14.580.000
Reducción error de conteo o registro	\$ 28.630.000
Total	\$ 43.210.000
Optimización del inventario	
Disminución de costo de almacenamiento	\$ 68.077.200
Total beneficios estimado	\$ 173.687.200

Fuente: elaboración propia

El análisis de los beneficios proyectados tras la implementación del nuevo *layout* revela un impacto financiero anual estimado en M\$174 (tabla 15). A nivel operativo, la optimización de los procesos permitirá una reducción de plantilla en 5 operarios de planta y 1 operario de grúa (anexo 16), junto con la disminución de arriendo de grúas horquillas (anexo 17), generando un ahorro en costos de mano de obra y equipos de M\$62 anual. Adicionalmente, la mejora en la gestión de inventario y la manipulación de productos se traducirá en una disminución de las mermas y brechas, con un beneficio estimado de M\$23 anual (anexo 18). Finalmente, la adopción del

software fortalecerá el control de inventario, optimizando los niveles de stock y reduciendo los costos de almacenamiento en M\$68 anual (anexo 19).

Retorno de la inversión (ROI)

Tabla 16

Retorno de la inversión estimado

Retorno de la inversión(ROI)	
Total costo implementación	\$ 67.852.185
Total beneficios estimados	\$ 173.687.200
ROI	156%

Fuente: elaboración propia

Considerando la inversión inicial de aproximadamente M\$68 y un ahorro anual de M\$174, el ROI sería del 156%, recuperando la inversión inicial en el quinto mes. Generando beneficios en los siete meses restantes del año.

Conclusiones y recomendaciones

Como se definió al inicio de este Trabajo de Título, el objetivo principal se centra en la ubicación eficiente de las sub líneas en bodega, de forma tal de mantener un mayor control de las sub líneas que estaban quedando sueltas por aumento de pedidos por *e-commerce*, y así, a la vez, disminuir los trayectos recorridos por los auxiliares (operadores) en el armado de cada pedido.

La raíz de los problemas identificados en la bodega radica en una gestión de compras y una falta de control en las ubicaciones de los productos. La implementación de modelos de inventario específicos y un modelo matemático de asignación permite corregir estas falencias, optimizando las compras y asegurando una ubicación adecuada para cada sub línea por categoría. De esta manera, se garantiza un flujo de materiales más eficiente y se evita la dispersión de las sub líneas en diferentes zonas de la bodega.

Los modelos de inventarios propuestos, junto con el modelo de asignación, ofrecen una solución integral para los problemas identificados en la gestión de la bodega. Al optimizar las compras y asignar ubicaciones precisas a cada categoría de sub líneas, se logra un control óptimo del inventario, minimizando el sobre stock, los falsos quiebres de stock, las mermas y brechas. Esta mejora en la eficiencia operativa se traduce en una reducción de costos y un mejor aprovechamiento del espacio disponible.

Este estudio demuestra que la aplicación del modelo matemático de asignación en el rediseño de *layout* puede generar mejoras significativas en la eficiencia operativa. La reducción a un 24% en la distancia total de preparación de *picking* (pasando de 25.955 metros a 6.306 metros), observada en el caso estudio, evidencia el potencial de esta metodología para optimizar la distribución de las sub líneas y reducir los costos asociados a la logística interna.

Este estudio confirma que la optimización del *layout* de un centro de distribución representa una estrategia crítica para mejorar la eficiencia operativa y la rentabilidad. La propuesta de rediseño, fundamentada en un análisis exhaustivo de las sub líneas de productos y la aplicación de un modelo matemático de asignación, demostró un impacto directo y cuantificable en la disminución de costos. La reubicación estratégica de los productos, especialmente aquellos de alta

rotación y valor, no solo optimiza las rutas de *picking* sino que también incide directamente en la reducción de mermas y brechas.

La viabilidad económica de este rediseño es contundente. Con una inversión inicial estimada en M\$68 y un ahorro anual proyectado de M\$174, la propuesta arroja un retorno de la inversión (ROI) del 156%. Esto implica que la inversión se recuperaría en un período corto de apenas cinco meses, generando ahorros significativos durante los siete meses restantes del primer año de implementación. Este rápido retorno justifica la inversión y subraya el potencial de mejora continua en la gestión logística de la empresa.

Se sugiere implementar las nuevas ubicaciones propuestas y monitorear de cerca su desempeño. En caso de tener resultados positivos, se recomienda extender la aplicación de esta metodología a otras sub líneas, con el objetivo de optimizar la eficiencia operativa. Es importante destacar que el rediseño del *layout* es un proceso dinámico que requiere una evaluación continua y ajustes periódicos para garantizar su efectividad a largo plazo.

Anexos

Anexo 1: Tabla Clasificación ABC bajo el criterio de su valor de inventario.

Sub línea	Producto	Valor inventario	% Valor inventario acumulado	Clasificación ABC
86	PAÑALES BEBES	\$ 15.512.500	20,96%	A
7	ALIMENTOS ANIMALES	\$ 3.087.000	25,13%	A
20	CAFE	\$ 2.349.174	28,31%	A
54	INSECTICIDAS AEROSOL	\$ 2.271.775	31,38%	A
62	LECHES EN POLVO	\$ 2.014.800	34,10%	A
85	PAÑALES ADULTOS	\$ 1.892.800	36,66%	A
112	SHAMPOO	\$ 1.700.500	38,96%	A
67	LIMPIADORES LÍQUIDOS	\$ 1.395.280	40,84%	A
102	QUESOS MADUROS PIEZAS	\$ 1.375.000	42,70%	A
51	HIGIENICOS DOBLE HOJA	\$ 1.364.930	44,55%	A
49	HARINAS EN SACO	\$ 1.296.000	46,30%	A
98	QUESO EN LAMINAS	\$ 1.207.930	47,93%	A
39	DESODORANTES AMBIENTALES	\$ 1.196.520	49,55%	A
18	BEBIDAS NO RETORNABLES	\$ 1.079.160	51,01%	A
3	ACEITES VEGETALES O COMBINADOS	\$ 1.076.350	52,46%	A
117	TRADICIONALES	\$ 1.062.050	53,90%	A
116	TOALLAS DE PAPEL	\$ 1.019.830	55,27%	A
114	TÉ CEYLAN	\$ 1.001.700	56,63%	A
76	MAYONESAS	\$ 976.800	57,95%	A
84	OTROS ÚTILES DE ASEO	\$ 917.700	59,19%	A
26	CEREALES	\$ 896.880	60,40%	A
38	DESODORANTES	\$ 887.364	61,60%	A
56	JABON LIQUIDO	\$ 866.360	62,77%	A
94	PREPARADOS ESPECIALES	\$ 805.800	63,86%	A
65	LEGUMBRES Y TRIGO MOTE	\$ 803.400	64,94%	A
28	CIGARRILLOS	\$ 785.400	66,01%	A
40	DETERGENTES ESPECIALES	\$ 740.600	67,01%	A
77	MERMELADAS	\$ 727.320	67,99%	A
1	ACEITES MARAVILLA	\$ 679.070	68,91%	A
31	CONSERVAS ATUN DESM. Y LOMITO	\$ 655.820	69,79%	A
45	ESPONJAS, LANAS Y PAÑOS	\$ 634.500	70,65%	B
52	HIGIENICOS HOJA SIMPLE	\$ 633.180	71,51%	B
16	BALSAMO	\$ 619.520	72,34%	B
27	CHOCOLATES	\$ 610.880	73,17%	B
44	ESPECIAL/ PREPARADOS	\$ 597.700	73,98%	B
60	LAVA LOZA	\$ 594.825	74,78%	B
48	HARINAS	\$ 572.732	75,55%	B
10	ARROZ	\$ 559.980	76,31%	B
32	CONSERVAS DURAZNO	\$ 552.160	77,06%	B
47	GALLETAS	\$ 505.200	77,74%	B

Sub línea	Producto	Valor inventario	% Valor inventario acumulado	Clasificación ABC
29	CLORO	\$ 480.240	78,39%	B
8	ALIMENTOS Y JUGOS NIÑOS	\$ 480.000	79,04%	B
83	OTROS ENDULZANTES	\$ 468.000	79,67%	B
96	PROTECCIÓN FEMENINA	\$ 461.160	80,29%	B
70	MANTEQUILLAS	\$ 459.800	80,91%	B
17	BEBIDAS INDIVIDUALES	\$ 451.580	81,52%	B
19	BOLSAS BASURA	\$ 446.400	82,13%	B
55	JABON	\$ 396.640	82,66%	B
25	CERA SACHET	\$ 375.285	83,17%	B
58	JUGO PET	\$ 359.600	83,66%	B
90	PERFUMERÍA ESPECIAL	\$ 359.530	84,14%	B
99	QUESO ESPECIAL	\$ 358.680	84,63%	B
42	ENERGETICAS	\$ 351.715	85,10%	B
33	CONSERVAS FRUTA Y VERDURA	\$ 347.820	85,57%	B
89	PERFUMERÍA BEBE	\$ 336.380	86,03%	B
113	SOPAS Y CREMAS	\$ 335.400	86,48%	B
121	YERBA MATE	\$ 333.900	86,93%	B
34	CONSERVAS JUREL NATURAL	\$ 328.328	87,38%	B
2	ACEITES OLIVA Y ESPECIALES	\$ 327.420	87,82%	B
59	KETCHUP	\$ 316.030	88,25%	B
106	SABORIZANTES Y FORTIFICANTES	\$ 304.580	88,66%	B
61	LECHE CONDENSADA	\$ 302.560	89,07%	B
43	ESCOBAS Y ESCOBILLONES	\$ 301.473	89,47%	B
101	QUESO SUCEDANEO	\$ 294.320	89,87%	B
22	CARAMELOS Y CONFITES	\$ 287.020	90,26%	C
88	PASTA DE DIENTES NORMALES	\$ 265.720	90,62%	C
5	AGUAS SIN GAS	\$ 252.830	90,96%	C
104	REFRESCOS EN POLVO	\$ 252.750	91,30%	C
21	CALDOS	\$ 247.000	91,63%	C
66	LIMPIADORES CREMAS	\$ 246.375	91,97%	C
95	PRODUCTOS PANADERÍA	\$ 245.000	92,30%	C
15	AZUCAR GRANULADA OTRO FORMATO	\$ 238.560	92,62%	C
79	MOSTAZA	\$ 212.800	92,91%	C
71	MAQUINAS DE AFEITAR	\$ 207.000	93,19%	C
105	SABORIZADA	\$ 205.440	93,47%	C
14	AZUCAR GRANULADA 1 KG.	\$ 199.260	93,74%	C
93	POSTRES	\$ 191.000	93,99%	C
30	CONSERVA PIÑA	\$ 186.660	94,25%	C
23	CARBON	\$ 186.200	94,50%	C
35	CREMA LARGA VIDA	\$ 173.160	94,73%	C
24	CEPILLOS	\$ 172.500	94,96%	C

Sub línea	Producto	Valor inventario	% Valor inventario acumulado	Clasificación ABC
50	HIDRATANTES	\$ 170.180	95,19%	C
115	TÉ CORRIENTE	\$ 169.320	95,42%	C
107	SAL	\$ 167.270	95,65%	C
97	PURÉ	\$ 149.760	95,85%	C
41	DETERGENTES NORMALES	\$ 144.160	96,05%	C
46	FOSFOROS	\$ 141.520	96,24%	C
87	PAÑUELOS DESECHABLES	\$ 141.360	96,43%	C
64	LEGUMBRES PREPARADAS	\$ 140.700	96,62%	C
4	AGUAS CON GAS	\$ 138.205	96,81%	C
53	INDIVIDUAL	\$ 130.200	96,98%	C
108	SALSA DE TOMATE DOY PACK	\$ 129.500	97,16%	C
81	OTRAS CONSERVA DEL MAR	\$ 128.000	97,33%	C
57	JUGO INDIVIDUAL	\$ 124.012	97,50%	C
68	MAICENA Y CHUÑO	\$ 115.020	97,65%	C
100	QUESO RALLADO	\$ 113.900	97,81%	C
12	ARROZ PREGRANEADO	\$ 104.475	97,95%	C
9	AMPOLLETAS	\$ 102.200	98,09%	C
72	MARGARINA BOLSA	\$ 101.220	98,22%	C
63	LECHE EN TARRO	\$ 100.800	98,36%	C
122	YOGHURT BATIDO 120GR	\$ 98.550	98,49%	C
69	MANTECAS Y GRASAS	\$ 93.600	98,62%	C
11	ARROZ GRANEADO	\$ 91.250	98,74%	C
119	VINAGRE Y JUGO DE LIMON	\$ 87.750	98,86%	C
36	CREMAS DE LECHE	\$ 81.340	98,97%	C
103	QUESOS Y QUESILLOS FRESCOS	\$ 70.970	99,07%	C
91	PILAS Y BATERÍAS	\$ 66.340	99,16%	C
110	SÉMOLAS	\$ 55.100	99,23%	C
78	MIEL Y CHANCACA	\$ 54.150	99,30%	C
92	POSTRE EN POLVO	\$ 53.820	99,38%	C
80	NESTUM	\$ 53.280	99,45%	C
13	AZUCAR FLOR	\$ 51.480	99,52%	C
73	MARGARINA PAN 125GR	\$ 51.340	99,59%	C
111	SERMILLETAS	\$ 45.400	99,65%	C
109	SALSA DE TOMATE EN LATA	\$ 45.120	99,71%	C
6	AJÍ	\$ 44.500	99,77%	C
120	VIRUTILLAS	\$ 40.700	99,82%	C
75	MARGARINA 500GR	\$ 35.880	99,87%	C
82	OTROS CONDIMENTOS	\$ 33.390	99,92%	C
118	VELAS	\$ 24.990	99,95%	C
37	CREMAS DE LECHE EN POLVO	\$ 20.680	99,98%	C
74	MARGARINA PAN 250GR	\$ 14.720	100,00%	C

Anexo 2: Tabla clasificación FSN bajo el criterio del ordenamiento de los ítems según su rotación y días de inventario.

Item	Días de inventario	Rotación	
103	98	4	F
1	172	2	F
13	177	2	F
114	177	2	F
104	179	2	F
112	183	2	F
36	188	2	F
54	188	2	F
119	189	2	F
3	189	2	F
69	192	2	F
20	193	2	F
40	193	2	F
110	194	2	F
15	194	2	F
109	196	2	F
19	198	2	F
93	199	2	S
100	199	2	S
92	200	2	S
115	203	2	S
12	204	2	S
66	204	2	S
111	206	2	S
83	206	2	S
122	207	2	S
98	207	2	S
29	207	2	S
46	207	2	S
94	210	2	S
5	210	2	S
48	212	2	S
108	213	2	S
10	214	2	S
95	215	2	S
2	215	2	S
91	215	2	N
35	216	2	N
76	218	2	N
23	219	2	N
72	219	2	N
79	220	2	N
68	221	2	N
47	222	2	N

Item	Días de inventario	Rotación	
81	222	2	N
53	223	2	N
61	223	2	N
42	224	2	N
77	226	2	N
117	226	2	N
60	226	2	N
107	227	2	N
105	228	2	N
71	228	2	N
7	228	2	N
58	230	2	N
120	230	2	N
22	231	2	N
65	231	2	N
25	231	2	N
18	232	2	N
6	233	2	N
96	233	2	N
106	234	2	N
57	236	2	N
27	237	2	N
121	237	2	N
51	238	2	N
67	239	2	N
34	239	2	N
49	240	2	N
9	241	2	N
21	242	2	N
78	242	2	N
59	243	2	N
118	244	1	N
43	247	1	N
62	247	1	N
97	252	1	N
4	252	1	N
113	252	1	N
41	253	1	N
31	255	1	N
80	256	1	N
116	256	1	N
52	256	1	N
50	257	1	N
73	259	1	N
32	259	1	N

Item	Días de inventario	Rotación	
56	262	1	N
99	264	1	N
26	264	1	N
8	266	1	N
24	267	1	N
84	267	1	N
39	268	1	N
33	270	1	N
63	270	1	N
45	274	1	N
70	275	1	N
55	277	1	N
87	282	1	N
11	284	1	N
89	292	1	N
38	293	1	N
88	294	1	N
30	302	1	N
14	309	1	N
17	312	1	N
16	313	1	N
37	314	1	N
64	315	1	N
86	317	1	N
90	325	1	N
74	333	1	N
75	367	1	N
102	377	1	N
44	385	1	N
85	440	1	N
101	501	1	N
28	681	1	N
82	897	0	N

Anexo 3: Sub líneas de Categoría I

Sub línea	Producto	Criterio
86	PAÑALES BEBES	AF
7	ALIMENTOS ANIMALES	AF
20	CAFE	AF
54	INSECTICIDAS AEROSOL	AF
112	SHAMPOO	AF
67	LIMPIADORES LÍQUIDOS	AF
51	HIGIENICOS DOBLE HOJA	AF
18	BEBIDAS NO RETORNABLES	AF
3	ACEITES VEGETALES O COMBINADOS	AF
116	TOALLAS DE PAPEL	AF
114	TÉ CEYLAN	AF
76	MAYONESAS	AF
56	JABON LIQUIDO	AF
65	LEGUMBRES Y TRIGO MOTE	AF
40	DETERGENTES ESPECIALES	AF
1	ACEITES MARAVILLA	AF
31	CONSERVAS ATUN DESM. Y LOMITO	AF
52	HIGIENICOS HOJA SIMPLE	AF
10	ARROZ	AF
113	SOPAS Y CREMAS	AF

Anexo 4: Sub líneas de Categoría II

Sub línea	Producto	Criterio
62	LECHES EN POLVO	BS
85	PANALES ADULTOS	BS
102	QUESOS MADUROS PIEZAS	BS
49	HARINAS EN SACO	BS
98	QUESO EN LAMINAS	BS
39	DESODORANTES AMBIENTALES	BS
117	TRADICIONALES	BS
84	OTROS UTILES DE ASEO	BS
26	CEREALES	BS
38	DESODORANTES	BS
94	PREPARADOS ESPECIALES	BS
28	CIGARRILLOS	BS
77	MERMELADAS	BS
27	CHOCOLATES	BS
60	LAVA LOZA	BS
48	HARINAS	BS
47	GALLETAS	BS
29	COLORO	BS
96	PROTECCIÓN FEMENINA	BS
19	BOLSAS BASURA	BS
42	ENERGETICAS	BS
33	CONSERVAS FRUTA Y VERDURA	BS
34	CONSERVAS JUREL NATURAL	BS
61	LECHE CONDENSADA	BS
101	QUESO SUCEDANEO	BS
35	CREMA LARGA VIDA	BS

Anexo 5: Sub líneas de Categoría III

Sub línea	Producto	Criterio
45	ESPONJAS, LANAS Y PAÑOS	ON
16	BALSAMO	ON
44	ESPECIAL/ PREPARADOS	ON
32	CONSERVAS DURAZNO	ON
8	ALIMENTOS Y JUGOS NIÑOS	ON
83	OTROS ENDULZANTES	ON
70	MANTEQUILLAS	ON
17	BEBIDAS INDIVIDUALES	ON
55	JABON	ON
25	CERA SACHET	ON
58	JUGO PET	ON
90	PERFUMERÍA ESPECIAL	ON
99	QUESO ESPECIAL	ON
89	PERFUMERÍA BEBE	ON
121	YERBA MATE	ON
2	ACEITES OLIVA Y ESPECIALES	ON
59	KETCHUP	ON
106	SABORIZANTES Y FORTIFICANTES	ON
43	ESCOBAS Y ESCOBILLONES	ON
22	CARAMELOS Y CONFITES	ON
88	PASTA DE DIENTES NORMALES	ON
5	AGUAS SIN GAS	ON
104	REFRESCOS EN POLVO	ON
21	CALDOS	ON
66	LIMPIADORES CREMAS	ON
95	PRODUCTOS PANADERÍA	ON
15	AZUCAR GRANULADA OTRO FORMATO	ON
79	MOSTAZA	ON
71	MAQUINAS DE AFEITAR	ON
105	SABORIZADA	ON
14	AZUCAR GRANULADA 1 KG.	ON
93	POSTRES	ON
30	CONSERVA PIÑA	ON
23	CARBON	ON

Sub línea	Producto	Criterio
24	CEPILLOS	CN
50	HIDRATANTES	CN
115	TÉ CORRIENTE	CN
107	SAL	CN
97	PURÉ	CN
41	DETERGENTES NORMALES	CN
46	FOSFOROS	CN
87	PAÑUELOS DESECHABLES	CN
64	LEGUMBRES PREPARADAS	CN
4	AGUAS CON GAS	CN
53	INDIVIDUAL	CN
108	SALSA DE TOMATE DOY PACK	CN
81	OTRAS CONSERVA DEL MAR	CN
57	JUGO INDIVIDUAL	CN
68	MAICENA Y CHUÑO	CN
100	QUESO RALLADO	CN
12	ARROZ PREGRANEADO	CN
9	AMPOLLETAS	CN
72	MARGARINA BOLSA	CN
63	LECHE EN TARRO	CN
122	YOGHURT BATIDO 120GR	CN
69	MANTECAS Y GRASAS	CN
11	ARROZ GRANEADO	CN
119	VINAGRE Y JUGO DE LIMON	CN
36	CREMAS DE LECHE	CN
103	QUESOS Y QUESILLOS FRESCOS	CN
91	PILAS Y BATERÍAS	CN
110	SÉMOLAS	CN
78	MIEL Y CHANCACA	CN
92	POSTRE EN POLVO	CN
80	NESTUM	CN
13	AZUCAR FLOR	CN
73	MARGARINA PAN 125GR	CN
111	SERVILLETAS	CN
109	SALSA DE TOMATE EN LATA	CN
6	AJI	CN
120	VIRUTILLAS	CN
75	MARGARINA 500GR	CN
82	OTROS CONDIMENTOS	CN
118	VELAS	CN
37	CREMAS DE LECHE EN POLVO	CN
74	MARGARINA PAN 250GR	CN

Anexo 6: Cálculos ejemplo modelo de revisión continua de la sub línea Shampoo (Categoría

I)

Datos:

Demanda promedio (d) = 3 unidades por día

Desviación estándar (σd) = 1,2 unidades

Lead Time (LT) = 10 días

Días de trabajos en el año = 260 días

Costo de ordenar (S) = \$760 por orden

Costo de mantener (H) = \$110 por unidad

Nivel de servicio de inventario (Z) = 95%

Calcular:

$$\text{Punto de reorden } \textcircled{R} = d * LT + Z * \sigma d * \sqrt{LT}$$

$$\text{Punto de reorden } \textcircled{R} = 3 * 10 + 1,64 * 1,2 * \sqrt{10}$$

$$\text{Punto de reorden } \textcircled{R} = 41 \text{ unidades}$$

$$\text{Inventario de seguridad (IS)} = Z * \sigma d * \sqrt{LT}$$

$$\text{Inventario de seguridad (IS)} = 1,64 * 1,2 * \sqrt{10}$$

$$\text{Inventario de seguridad (IS)} = 6 \text{ unidades}$$

$$\text{Demanda anual (D)} = d * \text{días de trabajos}$$

$$\text{Demanda anual (D)} = 3,4 * 260$$

$$\text{Demanda anual (D)} = 895 \text{ unidades al año}$$

$$\text{Cantidad optima por pedido (Q}^*) = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

$$\text{Cantidad optima por pedido (Q}^*) = \sqrt{\frac{2 * 895 * 760}{110}}$$

$$\text{Cantidad optima por pedido (Q}^*) = 111 \text{ unidades por pedido}$$

$$\text{Números esperados de órdenes (N)} = \frac{D}{Q}$$

$$\text{Números esperados de órdenes (N)} = \frac{895}{111}$$

Números esperados de órdenes (N) = 8 órdenes de pedido al año

$$\text{Costo total anual de inventario (CT)} = \frac{Q}{2} * H + \frac{D}{Q} * S + IS * H$$

$$\text{Costo total anual de inventario (CT)} = \frac{111}{2} * 110 + \frac{895}{111} * 760 + 6 * 110$$

Costo total anual de inventario (CT) = \$12.920 costo total de inventario anual

Anexo 7: Cálculos ejemplo modelo de cantidad económica de pedido (EOQ) de la sub línea
Desodorante ambiental (Categoría II)

Datos:

Demanda anual (D) = 1014 unidades en el año

Lead Time (LT) = 10 días

Días de trabajos en el año = 260 días

Costo de ordenar (S) = \$473 por orden

Costo de mantener (H) = \$97 por unidad

Costo de compra (K) = \$472 por unidad

Calcular:

$$\text{Cantidad optima por pedido (Q*)} = \sqrt{\frac{2 * D * S}{H}}$$

$$\text{Cantidad optima por pedido (Q*)} = \sqrt{\frac{2 * 1014 * 473}{97}}$$

Cantidad optima por pedido (Q*) = 100 unidades por pedido

$$\text{Números esperados de órdenes (N)} = \frac{D}{Q}$$

$$\text{Números esperados de órdenes (N)} = \frac{1014}{100}$$

Números esperados de órdenes (N) = 10,14 = 10 órdenes de pedidos en el año

$$\text{Punto de reorden } \textcircled{R} = \frac{D}{\text{Días año de trabajos}}$$

$$\text{Punto de reorden } \textcircled{R} = \frac{1014}{260}$$

Punto de reorden $\textcircled{R} = 39$ unidades, cuando el inventario se encuentre en 39 unidades se debe generar un nuevo pedido.

$$\text{Costo total de inventario (CT)} = D * K + \frac{D}{Q} * S + \frac{Q}{2} * H$$

$$\text{Costo total de inventario (CT)} = 1014 * 472 + \frac{1014}{100} * 473 + \frac{100}{2} * 97$$

$$\text{Costo total de inventario (CT)} = \$488.254 \text{ anual total de inventario}$$

Anexo 8: Cálculos ejemplo modelo de periodo fijo de la sub línea Caramelos y Confites (Categoría III)

Datos:

Demanda anual (D) = 226 unidades

Demanda promedio (d) = 2 unidades por día

Desviación estándar (σd) = 2 unidades

Lead Time (LT) = 10 días

Periodo de revisión (T) = 30 días

Días de trabajos en el año = 260 días

Inventario Actual (I) = 65 unidades

Nivel de servicio de inventario (Z) = 95%

Calcular:

Desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión y entrega: $\sigma_{T+L} =$

$$\sqrt{(T + L) \sigma^2}$$

$$= \text{RAIZ } ((30+10) * (2)^2)$$

$$= 12,649$$

$$\text{Inventario de seguridad: } I = Z \sigma_{T+L}$$

$$= (1,644) * (12,649)$$

$$= 20,795$$

$$\begin{aligned} \text{Cantidad por pedir: } q &= \bar{d}(T + L) + z\sigma_{T+L} - I_{\text{actual}} \\ &= 2*(30+10) + (1,644)*(12,649) - 65 \\ &= 35,795 \end{aligned}$$

Anexo 9: Peso por caja de cada sub línea.

Categoría	Sub línea	Producto	Unidades por Caja	Peso en kg	
				Peso unitario	Peso por caja
I	112	Shampoo	6	0,75	4,5
I	20	café	6	0,17	1,02
I	86	Pañales bebes	2	0,7	1,4
I	56	Jabón líquido	6	0,75	4,5
II	39	Desodorante ambiental	6	0,36	2,16
II	47	Galletas	12	0,12	1,44
II	29	Cloro	10	0,25	2,5
II	96	Protección femenina	8	0,2	1,6
III	22	Caramelos y confites	8	0,1	0,8
III	88	Pasta de dientes normales	12	0,19	2,28
III	71	Máquinas de afeitarse	24	0,03	0,72
III	66	Limpiadores cremas	6	0,75	4,5

Anexo 10: Las cajas de cada sub línea de producto que debe almacenar la bodega.

Categoría	Sub línea	Producto	Unidades inventario	Unidades por Caja	Cajas
I	112	Shampoo	111	6	18,50
I	20	Café	113	6	18,83
I	86	Pañales bebes	392	2	196,00
I	56	Jabón líquido	71	6	11,83
II	39	Desodorante ambiental	100	6	16,67
II	47	Galletas	75	12	6,25
II	29	Cloro	53	10	5,30
II	96	Protección femenina	46	8	5,75
III	22	Caramelos y confites	36	8	4,50
III	88	Pasta de dientes normales	21	12	1,75
III	71	Máquinas de afeitarse	31	24	1,29
III	66	Limpiadores cremas	37	6	6,17

Anexo 11: Distancias de recorrido desde zona de *picking* a zonas de rack de la categoría I.

Distancias de picking a racks por zonas en metros				
Rack	Zona Categoría I			
	A	B	C	D
1	23,35	21,55	17,35	21,55
2	24,45	22,65	18,45	22,65
3	25,55	23,75	19,55	23,75
4	26,65	24,85	20,65	24,85
5	27,75	25,95	21,75	25,95
6	28,85	27,05	22,85	27,05
7	29,95	28,15	23,95	28,15
8	31,05	29,25	25,05	29,25
9	32,15	30,35	26,15	30,35
10	33,25	31,45	27,25	31,45
11	34,35	32,55	28,35	32,55
12	35,45	33,65	29,45	33,65
13	36,55	34,75	30,55	34,75
14	37,65	-	17,35	35,85
15	38,75	-	18,45	36,95
16	39,85	-	19,55	38,05
17	40,95	-	20,65	39,15
18	42,05	-	21,75	40,25
19	-	-	22,85	41,35
20	-	-	23,95	-
21	-	-	25,05	-
22	-	-	26,15	-
23	-	-	27,25	-

Anexo 12: Distancias de recorrido desde zona de *picking* a zonas de rack de la categoría II.

Distancia picking a racks en metros		
Rack	Zonas Categoría II	
	E	G
1	23,55	43,25
2	24,65	44,35
3	25,75	45,45
4	26,85	46,55
5	27,95	47,65
6	29,05	48,75
7	30,15	54,9
8	31,25	56
9	32,35	57,1
10	33,45	58,2
11	34,55	59,3
12	35,65	60,4
13	36,75	61,5
14	37,85	62,6
15	38,95	63,7
16	40,05	64,8
17	41,15	65,9
18	42,25	67
19	38,55	68,1
20	39,65	69,2
21	40,75	60,9
22	41,85	62
23	42,95	63,1
24	44,05	64,2
25	-	65,3
26	-	66,4
27	-	67,5
28	-	68,5
29	-	69,6
30	-	70,7
31	-	71,8

Anexo 13: Distancias de recorrido desde zona de *picking* a zonas de rack de la categoría II.

Distancia picking a racks en metros				
Rack	Zonas Categoría III			
	I	J	K	L
1	79,45	74,35	79,9	83,85
2	80,55	75,45	81	84,95
3	81,65	76,55	82,1	86,05
4	82,75	77,65	83,2	87,15
5	83,85	78,75	84,3	88,25
6	84,95	79,85	85,4	89,35
7	86,05	80,85	86,5	90,45
8	87,15	81,95	87,6	91,55
9	88,25	76,35	88,7	92,65
10	89,35	77,45	89,8	93,75
11	-	-	90,9	94,85
12	-	-	92	95,95
13	-	-	-	97,05
14	-	-	-	98,15

Anexo 14: Costo mano de obra en la reorganización de *layout* propuesto.

Costo mano de obra en reorganización			
Cargo	Personal	Remuneración	Total remuneración
Logístico	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Finanzas	2	\$ 800.000	\$ 1.600.000
Operador grúa	5	\$ 700.000	\$ 3.500.000
Operadores	45	\$ 450.000	\$ 20.250.000
Jefes de planta	3	\$ 800.000	\$ 2.400.000
Total	56		\$ 28.750.000

Anexo 15: Costo de arriendo de grúas horquillas actual y propuesto

Arriendo horquillas			
	actual	propuesto	Ahorro anual
Cantidad horquillas	3	2	
mensual	\$ 6.750.000	\$ 4.500.000	
anual	\$81.000.000	\$ 54.000.000	\$ 27.000.000

Anexo 16: Costos de mano de obra actual y propuesto con su ahorro anual.

Costos mano de obra actual			
Cargo	Personal	Remuneración	Total remuneración
Logístico	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Finanzas	2	\$ 800.000	\$ 1.600.000
Operador grúa	3	\$ 700.000	\$ 2.100.000
Operadores	45	\$ 450.000	\$ 20.250.000
Jefes de planta	3	\$ 800.000	\$ 2.400.000
Total	54		\$ 27.350.000
Total anual			\$ 328.200.000

Costos mano de obra propuesto			
Cargo	Personal	Remuneración	Total remuneración
Logístico	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Finanzas	2	\$ 800.000	\$ 1.600.000
Operador grúa	2	\$ 700.000	\$ 1.400.000
Operadores	40	\$ 450.000	\$ 18.000.000
Jefes de planta	3	\$ 800.000	\$ 2.400.000
Total	48		\$ 24.400.000
Total anual			\$ 292.800.000

Costo m. obra actual	\$ 328.200.000	anual
Costo m. obra propuesto	\$ 292.800.000	anual
Ahorro mano de obra	\$ 35.400.000	anual

Anexo 17: Costos de arriendo de grúas horquillas y su ahorro anual.

Arriendo Grúas horquillas			
	actual	propuesto	Ahorro anual
Cantidad horquillas	3	2	
mensual	\$ 6.750.000	\$ 4.500.000	
anual	\$ 81.000.000	\$ 54.000.000	\$ 27.000.000

Anexo 18: Reducción de mermas y brechas

Mermas y brechas			
	Actual	Propuesto	Total diferencia
Mermas	\$ 24.300.000	\$ 9.720.000	\$ 14.580.000
Brechas	\$ 40.900.000	\$ 12.270.000	\$ 28.630.000
Total	\$ 65.200.000	\$ 21.990.000	\$ 43.210.000

Mermas tendrán una reducción del 60% y las brechas un 70%.

Anexo 19: Reducción de costo de almacenaje propuesto.

Costo Actual de almacenaje		
	Mensual	Anual
Arriendo	\$ 41.000.000	\$ 492.000.000
Agua	\$ 873.600	\$ 10.483.200
Luz	\$ 4.368.000	\$ 52.416.000
Mantenimiento	\$ 1.600.000	\$ 19.200.000
horquillas	\$ 6.750.000	\$ 81.000.000
remuneraciones	\$ 27.350.000	\$ 328.200.000
Total		\$ 983.299.200

Costo estimado de almacenaje		
	Mensual	Anual
Arriendo	\$ 41.000.000	\$ 492.000.000
Agua	\$ 786.500	\$ 9.438.000
Luz	\$ 3.982.000	\$ 47.784.000
Mantenimiento	\$ 1.600.000	\$ 19.200.000
horquillas	\$ 4.500.000	\$ 54.000.000
remuneraciones	\$ 24.400.000	\$ 292.800.000
Total		\$ 915.222.000

Costo total actual	\$ 983.299.200
Costo total estimado	\$ 915.222.000
Ahorro almacenaje	\$ 68.077.200

Referencias Bibliográficas

- Arango Marín, J. A., Giraldo García, J. A., & Castrillón Gómez, O. D. (2013). Gestión de compras e inventarios a partir de pronósticos Holt-Winters y diferenciación de nivel de servicio por clasificación ABC. *Scientia Et Technica*, 6.
- Arenal Laza, C. (2020). *Gestión de inventarios*. La Rioja: Editorial Tutor Formación.
- Bohle, C., & Arvelo, M. (15 de 03 de 2022). *DIARFIO FINANCIERO*. Obtenido de DIARIO FINANCIERO: <https://www.df.cl/empresas/consumo/supermercados-aceleraron-sus-ventas-en-la-ultima-parte-de-2021-y-el>
- Cruz Fernández, A. (2017). *UF0476: Gestión de inventarios*. Málaga: IC Editorial.
- Francis, L., & White, A. (1974). *Facility layout and location: and analytical approach*. Englewood Cliffs: Prentice-hall inc.
- Guerrero Salas, H. (2017). *Inventarios - manejo y control*. Bogotá: Ecoe ediciones.
- Márquez Fuentes, E. (2017). Rediseño de layout de la bodega de picking de la empresa Coca-Cola Embonor S.A. *Memoristas*. Universidad de Valparaiso, Valparaiso.
- Meana Coalla, P. (2017). *Gestión de inventarios UF0476*. Madrid: Ediciones Nobel, S.A.
- Mejía Fuentes, C. M., Orozco Zapata, B. E., & Palencia Caly, J. M. (23 de 01 de 2018). Propuesta de rediseño de distribución de espacios de almacenamiento, layout. *Mercatec 53*, pág. 8.
- Mora García, L. A. (2011). *Gestion logistica en centros de distribucion, bodegas y almacenes*. Bogotá: Ecoe ediciones.
- Tompkins, J., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. (2010). *Facilities planning*. hoboken : john wiley & sons.
- Verdugo Vásquez, T. P. (2010). Propuestas de rediseños de layouts y optimización del manejo de la bodega de carga de la empresa Coca Cola Embonor SA, Planta Talca. *Memorias de pregrado Ingeniería Civil Industrial*. Universidad de Talca. Escuela de Ingeniería Civil Industrial, Talca, Chile.
- Vidal Holguín, C. J. (2017). *Fundamentos del control y gestión de inventarios*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.

Stevenson, W. J. (2019). Producción y operaciones de los sistemas de manufactura. McGraw-Hill.

Chase, R. Y Jacobs, R., (2014). *Administración de Operaciones*. Recuperado de [527922805-Administracion-de-Operaciones-Richard-B-Chase.pdf](#)

Winston, W. L. (2004). *Operations Research: Applications and Algorithms*