

**Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Industrial**



**Diseño de un modelo de administración de bodegas para
la empresa Ultramar Agencia Marítima, sucursal San Antonio**

por

Hellen Maryory Quiroz García

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

Prof. Guía: Eduardo Lara

Noviembre, 2018

Índice

Glosario	8
Lista de Abreviaturas y Siglas	10
Lista de ilustraciones	11
Lista de Tablas	13
Resumen Ejecutivo	15
Introducción	16
1. Antecedentes Generales	18
1.1. Ultramar Agencia Marítima	18
1.1.1. Visión	18
1.1.2. Misión	18
1.1.3. Valores Organizacionales	18
1.2. Ultramar Agencia Marítima, sucursal San Antonio	19
1.2.1. Estructura Organizacional	19
1.2.2. Ubicación	19
1.3. Área de Negocio Logísticos (Ulog)	20
1.3.1. Misión	20
1.3.2. Principios	20
1.4. Área de Negocio Logísticos (Ulog), sucursal San Antonio.	21
1.4.1. Estructura Organizacional	21
1.4.2. Clientes	21
1.4.3. Proveedores	23
1.4.4. Maquinaria	23
1.4.5. Formato de productos	25
1.4.6. Bodegas	28
1.4.6.1. Superficies de bodegas	28
1.4.6.2. Distribución de bodegas en Centro Logístico	29
1.4.6.3. Condiciones de la infraestructura	30
1.4.7. Descripción del servicio bodegaje de carga	31
2. Identificación del problema	36
2.1. Antecedentes para la identificación del problema	36
2.2. Identificación del problema	39

2.2.1.	Análisis de los 5 por qué	39
2.2.2.	Árbol de problemas	41
2.3.	Descripción del problema	43
2.4.	Objetivos	44
2.4.1.	Objetivo General	44
2.4.2.	Objetivos Específicos	44
3.	Metodología	45
3.1.	Análisis de datos y clasificación de productos	45
3.1.1.	Análisis de demanda	45
3.1.2.	Clasificación de productos	46
3.2.	Elaboración de propuestas de mejoras a sus actuales procesos	46
3.3.	Evaluación de las propuestas	46
3.3.1.	Validación de propuestas	46
3.3.2.	Análisis y evaluación de resultados	47
4.	Marco teórico	48
4.1.	Logística	48
4.2.	Análisis de la demanda	48
4.3.	Regla de Sturges	49
4.4.	Variación estacional o cíclica	49
4.5.	Tipos de tendencia	50
4.6.	Clasificación de productos	50
4.6.1.	Clasificación ABC	51
4.6.2.	Criterios para la Clasificación ABC	51
4.6.3.	Matriz de dos criterios de Flores	52
4.6.4.	Modelo de optimización lineal alternativo de Wan Lung	53
4.7.	Gestión de almacenes	55
4.7.1.	Proceso Gestión de Almacenes	56
4.7.1.1.	Planificación y organización	56
4.7.1.2.	Recepción	57
4.7.1.3.	Almacenamiento	57
4.7.1.4.	Movimiento	58
4.7.1.5.	Información	58
4.8.	Metodologías para el diseño estratégico y gestión de un almacén	59
4.8.1.	Método de Govindaraj et al. (2000)	59

4.8.2.	Método de Rowley (2000)	59
4.8.3.	Rushton et al. (2006)	60
4.8.4.	Método de Gu et al. (2007)	60
4.8.5.	Método de Baker y Canessa (2007)	60
4.9.	Lay Out de almacenes	61
4.9.1.	Método de organización de productos	62
4.9.2.	Diseño interno de almacenes	63
4.9.3.	Identificación de ubicaciones y localización de productos	64
4.10.	Definición de Escenarios	64
4.11.	Análisis Costo - Beneficio	65
4.12.	Warehouse Management System (WMS)	65
4.13.	Indicadores, tipos y características	66
5.	Análisis de datos y clasificación de productos	68
5.1.	Análisis de demanda	68
5.1.1.	Movimientos totales	69
5.1.2.	Participación de los clientes por facturación	70
5.1.3.	Estadía total de productos en bodega	72
5.1.4.	Movimientos, estadía y estacionalidades, por cliente	75
5.1.4.1.	Cliente Alfa	75
5.1.4.2.	Cliente Beta	79
5.1.4.3.	Cliente Gamma	82
5.1.4.4.	Cliente Delta	83
5.1.4.5.	Cliente Épsilon	84
5.2.	Clasificación de productos	88
5.2.1.	Variedad de productos, por cliente	88
5.2.2.	Criterios para la clasificación ABC Multicriterio	90
5.2.3.	Clasificación de productos	91
5.2.3.1.	Clasificación de productos ABC multicriterio, cliente Alfa	97
5.2.3.2.	Clasificación de productos ABC multicriterio, cliente Beta	98
5.2.3.3.	Clasificación de productos ABC multicriterio, cliente Gamma	99
5.2.3.4.	Clasificación de productos ABC multicriterio, cliente Delta	99
5.2.3.5.	Clasificación de productos ABC multicriterio, cliente Épsilon	99
5.2.3.6.	Clasificación de productos ABC, totalidad de productos	100
5.2.4.	Resultados clasificación de productos	102

6.	Elaboración de propuestas de mejoras a sus actuales procesos	103
6.1.	Reasignación a la distribución física de productos en bodegas	103
6.1.1.	Establecimiento de cargas de datos unitarias a utilizar	104
6.1.2.	Definición de procedimientos operativos y métodos de trabajo	104
6.1.2.1.	Modalidad del manejo del inventario	104
6.1.2.2.	Apilamiento de productos	104
6.1.3.	Consideración de tecnologías existentes	106
6.1.4.	Cálculo de capacidades y cantidades de los elementos seleccionados para el diseño de un almacén	106
6.1.4.1.	Dimensiones estándares	106
6.1.4.2.	Planos, capacidades y descripciones físicas de las bodegas	106
6.1.4.2.1.	Bodega 1	108
6.1.4.2.2.	Bodega N°2	109
6.1.4.2.3.	Bodega N°3	110
6.1.4.2.4.	Bodega Tripesca	111
6.1.4.2.5.	Bodega Sopesa	113
6.1.4.2.6.	Bodega Carpa	114
6.1.4.3.	Medidas de pasillos	115
6.1.4.3.1.	Pasillos bordes	115
6.1.4.3.2.	Pasillos control de productos	115
6.1.4.3.3.	Pasillos de maquinaria y personal	115
6.1.4.4.	Capacidades y cantidades de almacenaje	116
6.1.4.5.	Escenarios para la definición de capacidad por ingresos de productos	117
6.1.5.	Definición de servicios y operaciones secundarias	120
6.1.6.	Planteamiento de posibles diseños de planta	120
6.1.6.1.	Disposición interna de Lay Outs	120
6.1.6.1.1.	Disposición interna Bodega N°1	121
6.1.6.1.2.	Disposición interna Bodega N°2	121
6.1.6.1.3.	Disposición interna Bodega N°3	122
6.1.6.1.4.	Disposición interna Bodega Sopesa	122
6.1.6.1.5.	Disposición interna Bodega Tripesca	123
6.1.6.1.6.	Disposición interna Bodega Carpa 1	123
6.1.6.1.7.	Disposición interna Bodega Carpa 2	124
6.1.6.2.	Asignación de bodegas y áreas de almacenaje	124

6.1.6.2.1. Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento, cliente Alfa	125
6.1.6.2.2. Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento, cliente Beta	127
6.1.6.2.3. Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento, cliente Gamma	128
6.1.6.2.4. Asignación de bodega y área de almacenamiento, cliente Delta	128
6.1.6.2.5. Asignación de bodegas y área de almacenamiento, cliente Épsilon	129
6.1.6.2.6. Distribución de bodegas en CLU	129
6.1.6.3. Lay Out's de Bodegas	130
6.1.6.3.1. Lay Out de Bodega N°3 para cliente Alfa	131
6.1.6.3.2. Lay Out de Bodega Sopesa para cliente Alfa	132
6.1.6.3.3. Lay Out de Bodega N°1 para cliente Beta	133
6.1.6.3.4. Lay Out de Bodega Tripesca para cliente Beta	134
6.1.6.3.5. Lay Out de Bodega N°2 para cliente Delta	135
6.1.6.3.6. Lay Out de Carpa N°1 para cliente Gamma y Épsilon	136
6.1.6.3.7. Lay Out de Carpa N°2 para cliente Épsilon	137
6.1.7. Validación	138
6.1.8. Identificación de solución a implementar	140
6.2. Métodos para la ubicación de productos	140
6.2.1. Nomenclatura para registrar la ubicación de productos	140
6.2.2. Tecnologías y herramientas complementarias	142
6.2.2.1. Sistema de administración de almacenes	142
6.2.2.2. Adquisición de nuevos equipos	143
6.2.2.2.1. Extensión de redes inalámbricas	143
6.2.2.2.2. Capturadores de datos	143
6.2.2.2.3. Impresora de etiquetas	144
6.2.3. Aplicación de WMS al proceso de almacenamiento	145
6.2.3.1. Ingreso de productos	145
6.2.3.1.1. Consideraciones para el proceso de ingreso de productos con WMS	148
6.2.3.2. Despacho de productos	149
6.2.3.2.1. Consideraciones para el proceso de despacho de productos con WMS	152
6.2.4. Indicadores de desempeño	153
7. Evaluación de las propuestas	158
7.1. Validación de propuestas	158
7.1.1. Reasignación a la distribución física de productos	158
7.1.2. Métodos para la ubicación de productos	159

7.1.3.	Indicadores de desempeño	159
7.2.	Análisis y evaluación de resultados	160
7.2.1.	Análisis cualitativo	161
7.2.2.	Análisis cuantitativo	163
8.	Conclusiones y recomendaciones	165
	Bibliografía	168
	Anexos	171

Glosario

A

Almacén

Espacio físico que sirve para guardar o depositar gran cantidad de productos, mercancías y/o carga para su posterior uso, venta o distribución.

Almacenaje

Parte de la logística que incluye las actividades relacionadas con el almacén. Guardar y custodiar existencias que no están en proceso de fabricación, ni de transporte.

B

Bodega

Espacio físico destinado para el almacenamiento de bienes.

Bill of Lading

Documento utilizado como conocimiento de embarque, empleado en el transporte marítimo. Este documento es emitido por el naviero o el capitán de buque, sirve para acreditar la recepción o carga a bordo de las mercancías a transportar, en las condiciones consignadas.

C

Captura/Capturar

Acción realizada por el capturador para la toma de datos.

Capturador

Aparato portátil que facilita la lectura y la recolección de datos a tiempo real.

Cumbrera

Remate de un tejado que suele solapar a la última teja de la limatesa. Se emplea para unir dos líneas de elevada cota, es decir, que se encuentra en la cumbre.

Customer Service

Personal corporativo con contacto directo con cliente.

Asistencia que provee una compañía para aquellas personas que ha comprado sus productos, contratados servicios.

D

Desconsolidación

Actividad que permite desagrupar carga consolidada en un mismo documento de transporte.

E**Encarpe**

Faena que consiste en la colocación de una carpa sobre el camión, para cubrir y proteger la carga a transportar.

Etiqueta

Rótulo que se adhiere a un objeto para su identificación (marca, clasificación, precio u otro tipo de información).

G**Grúa Roll Clamp**

Máquina para elevar y transportar cargas, se caracteriza por poseer una tenaza para el manejo de productos cilíndricos.

H**Hombreira**

Concepto para determinar la altura de los pilares en bodegas, donde inicia la base de la cumbrera de un techo o tejado.

I**Intermediate Bulk Container**

Recipiente en forma cúbica utilizado para el transporte y almacenamiento de líquidos.

L**Lote**

Conjunto de elementos que tienen características comunes y que se agrupan con un fin determinado.

M**Motonave**

Buque propulsado por medio de motores.

O**Orden de compra**

Documento emitido por el comprador (cliente) para solicitar al vendedor (proveedor) ciertos productos o servicios, dando inicio al proceso de venta y el comprador comprometiéndose a cancelar lo solicitado según los medios de pago y plazos acordados.

Lista de Abreviaturas y Siglas

BL: Bill of Lading.

CLU: Centro Logístico Ultramar.

CLM: Consejo de Dirección Logística.

CC: Control Carga.

CS: Customer Service.

FEFO: First Expired – First Out.

FIFO: First In – First Out.

IBC: Intermediate Bulk Container.

KPI: Key Performance Indicator.

LIFO: Last In – First Out.

MCIC: Multi Criteria Inventory Classification.

MP: Materia Prima.

OC: Orden de Compra.

Ulog: Ultramar Logística.

WMS: Warehouse Management System.

Lista de ilustraciones

Ilustración 1: Organigrama Ultramar Agencia Marítima, sucursal San Antonio	19
Ilustración 2: Ultramar Agencia Marítima sucursal San Antonio, V región, Chile	20
Ilustración 3: Organigrama Ulog, sucursal San Antonio	21
Ilustración 4: Demanda general – Entrada y salida de productos	23
Ilustración 5: Reach Stacker	24
Ilustración 6: Grúa horquilla	24
Ilustración 7: Grúa roll clamp	25
Ilustración 8: Bobina de papel y etiquetas	26
Ilustración 9: Traslado de maxisaco	26
Ilustración 10: Sacos paletizados	27
Ilustración 11: IBC	27
Ilustración 12: Cátodos de cobre	28
Ilustración 13: Imagen superior a bodegas de Ulog	29
Ilustración 14: Distribución del sitio Ulog	29
Ilustración 15: Diagrama de Flujo – Recepción de productos en bodegas	32
Ilustración 16: Diagrama de Flujo – Despacho de productos a cliente	34
Ilustración 17: Productos con daños parcial	38
Ilustración 18: Diagrama de 5 por qué a “Exceso de tiempo en búsqueda de productos”	39
Ilustración 19: Diagrama de 5 por qué a “Desorganización de productos al interior de bodegas”	40
Ilustración 20: Diagrama de 5 por qué a “Dificultad en la toma de decisiones por arriendo de bodegas”	41
Ilustración 21: Árbol de problemas	42
Ilustración 22: Metodología a emplear	45
Ilustración 23: Matriz de criterios para la clasificación ABC	52
Ilustración 24: Matriz de clasificación de dos criterios de Flores	53
Ilustración 25: Clasificación resultante de la combinación de dos criterios de Flores	53
Ilustración 26: Datos iniciales – Ejemplo modelo de Wan Lung	54
Ilustración 27: Datos normalizados, puntaje total por ítem y clasificación final – Ejemplo modelo de Wan Lung	55
Ilustración 28: Proceso de la gestión de almacenes	56
Ilustración 29: Lay out de almacén	62
Ilustración 30: Demanda total trimestral de productos	69
Ilustración 31: Participación en la facturación por almacenaje de productos	71
Ilustración 32: Grafica de demanda - Cliente Alfa	76
Ilustración 33: Grafica Índice de Estacionalidad - Cliente Alfa	77
Ilustración 34: Gráfico de demanda - Cliente Beta	80
Ilustración 35: Grafica Índice de Estacionalidad - Cliente Beta	81
Ilustración 36: Gráfico de demanda - Cliente Gamma	82
Ilustración 37: Gráfico de demanda - Cliente Delta	84
Ilustración 38: Gráfico de demanda - Cliente Épsilon	85

Ilustración 39: Grafica Índice de Estacionalidad – Cliente Épsilon	86
Ilustración 40: Demanda en la salida de productos - Cliente Épsilon	87
Ilustración 41: Plano de bodega N°1 (actualizado)	108
Ilustración 42: Plano de bodega N°2 (actualizado)	109
Ilustración 43: Plano de bodega N°3 (actualizado)	110
Ilustración 44: Plano de bodega Sopesa (actualizado)	111
Ilustración 45: Plano de bodega Sopesa (actualizado)	113
Ilustración 46: Plano de bodega Sopesa (actualizado)	114
Ilustración 47: Gráfica ejemplo de tipos de pasillos	116
Ilustración 48: Distribución interna Bodega 1	121
Ilustración 49: Distribución interna Bodega 2	121
Ilustración 50: Distribución interna Bodega 3	122
Ilustración 51: Distribución interna Bodega Sopesa	122
Ilustración 52: Distribución interna Bodega Tripesca	123
Ilustración 53: Distribución interna Bodega Carpa 1	123
Ilustración 54: Distribución interna Bodega Carpa 2	124
Ilustración 55: Asignación de bodegas	130
Ilustración 56: Lay Out de Bodega N°3	131
Ilustración 57: Lay Out de Bodega Sopesa	132
Ilustración 58: Lay Out de Bodega N°1	133
Ilustración 59: Lay Out de Bodega Tripesca	134
Ilustración 60: Lay Out de Bodega 2	135
Ilustración 61: Lay Out de Carpa N°1	136
Ilustración 62: Lay Out de Bodega Carpa N°2	137
Ilustración 63: Ejemplo de conceptos para posicionamiento de producto	141
Ilustración 64: Ejemplo nomenclatura de posicionamiento de producto	142
Ilustración 65: Capturador de datos Motorola	144
Ilustración 66: Impresora de etiquetas Zebra ZT220	145
Ilustración 67: Flujo de proceso de desconsolidado con WMS – Primera Parte	147
Ilustración 68: Flujo de proceso de desconsolidado con WMS – Segunda Parte	148
Ilustración 69: Flujo de proceso de despacho con WMS – Primera parte	151
Ilustración 70: Flujo de proceso de despacho con WMS – Segunda parte	152
Ilustración 71: Gráfica Análisis Costo - Beneficio	164

Lista de Tablas

Tabla 1: Principales clientes según Estado de Resultado acumulado de enero a julio 2017	22
Tabla 2: Superficies y formatos de productos almacenados en bodegas	28
Tabla 3: Distancia entre bodegas y patios	30
Tabla 4: Tiempos promedios de búsqueda de productos	36
Tabla 5: Extracostos por remanejos	37
Tabla 6: Ventajas y desventajas de los métodos de posicionamiento y localización de productos	63
Tabla 7: Clasificación a los tipos de movimientos	69
Tabla 8: Tarifas anuales por almacenaje de productos	71
Tabla 9: Facturación por servicio de almacenaje	71
Tabla 10: Distribución de frecuencias (1) – Estadía total de productos en bodegas	73
Tabla 11: Distribución de frecuencias (2) – Estadía total de productos en bodegas	74
Tabla 12: Distribución de frecuencias (1) – Estadía cliente Alfa	78
Tabla 13: Distribución de frecuencias (2) – Estadía cliente Alfa	79
Tabla 14: Detalle productos y variedad de productos, por cliente	89
Tabla 15: Muestra clasificación ABC para criterio “Demanda de productos”	92
Tabla 16: Muestra clasificación ABC para criterio “Estadía promedio”	93
Tabla 17: Muestra Matriz de dos criterios de Flores	94
Tabla 18: Muestra reclasificación por el método de Flores	94
Tabla 19: Muestra clasificación de productos por el modelo alternativo de Wan Lung	96
Tabla 20: Resultados clasificación de productos multicriterio – cliente Alfa	97
Tabla 21: Resultados clasificación de productos multicriterio – cliente Beta	98
Tabla 22: Resultados clasificación de productos multicriterio – cliente Gamma	99
Tabla 23: Resultados clasificación de productos multicriterio – cliente Épsilon	99
Tabla 24: Resultados clasificación de productos multicriterio – Totalidad de productos	101
Tabla 25: Medidas estándar a formatos de productos	106
Tabla 26: Capacidades y cantidades de almacenaje	117
Tabla 27: Escenarios ingreso mensual de productos a bodegas	119
Tabla 28: Escenario optimista, ingreso mensual general de productos	120
Tabla 29: Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento – Cliente Alfa	126
Tabla 30: Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento – Cliente Beta	127
Tabla 31: Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento – Cliente Gamma	128
Tabla 32: Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento – Cliente Delta	128
Tabla 33: Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento – Cliente Épsilon	129
Tabla 34: Validación por asignación de bodegas propuestas	139
Tabla 35: Métrica de los indicadores de desempeño	155
Tabla 36: Situación actual y metas de los indicadores de desempeño	156
Tabla 37: Métrica de los indicadores de gestión	157
Tabla 38: Situación actual y metas de los indicadores de desempeño	157
Tabla 39: Evaluación de la inversión y los beneficios cualitativos de las propuestas	161
Tabla 40: Beneficios valorizados en CLP	163

Tabla 41: Análisis Costo - Beneficio

164

Resumen Ejecutivo

La empresa Ultramar Agencia Marítima, sucursal San Antonio, ofrece una amplia gama de servicios a través de sus tres líneas de negocios, entre ellos, el servicio de almacenaje o bodegaje de carga, en donde la compañía cumple el rol de ser una bodega estacionaria o de tránsito para sus consignatarios. Dado ello, para llevar a cabo el servicio de almacenaje, la empresa posee siete almacenes para el bodegaje de productos importados por sus clientes, que posteriormente serán despachados a sus plantas particulares, con previa coordinación respectivamente.

El presente proyecto está enfocado en el mejoramiento a la administración de bodegas, donde a través de un análisis a la situación actual de la empresa y al diagnóstico del problema detectado, se lograron formular propuestas de mejoras que aumentan el nivel de eficiencia en la empresa.

Las propuestas de mejoras planteadas ante el problema de administración de almacenes están relacionadas con análisis y comportamientos en la demanda de los clientes, estandarización y clasificación de productos, reasignación a la distribución física de productos al interior de bodegas y mejoramiento al sistema de información, donde se proponen métodos y herramientas que aseguren la ubicación exacta de los productos en bodegas. Algunas de las propuestas presentadas son viables para su ejecución debido a su bajo costo de inversión, mientras que otras alternativas requerirán de una inversión económica mayor.

Palabras clave: Redistribución, gestión de almacenes, bodegas, layout.

Introducción

Las bodegas han dejado de ser el lugar donde en ella sólo se almacenan distintos bienes para su posterior despacho, hoy éstas son consideradas como verdaderos centros de operaciones convirtiéndose en un factor clave para el éxito de una organización.

El presente documento tiene como objetivo proponer mejoras a la actual administración de bodegas para la empresa Ultramar Agencia Marítima, en el área de soluciones logísticas, sucursal San Antonio. La propuesta a desarrollar se centra en el servicio de almacenaje, abarcando los procesos de recepción, distribución y despacho de productos, realizados en el Centro Logístico de Ultramar.

La empresa posee siete bodegas para llevar a cabo el servicio de almacenaje a productos importados por sus clientes, actividad que actualmente no se está realizando conforme a lo requerido debido a: desconocimiento en las capacidades de almacenamiento de las bodegas, ausencia de una layout que indique una efectiva distribución de productos al interior de los almacenes y por la carencia de un sistema que apoye el método por posicionamiento de productos. Lo anterior, trae consigo consecuencias y efectos indeseados, principalmente relacionados con la desorganización de productos en bodegas, exceso de tiempo en búsqueda de productos para el servicio de despacho, pérdidas de recursos financieros ocasionados por daños y remanejos de productos.

En virtud de lo señalado, el proyecto se desarrolló en ocho capítulos, donde:

En el capítulo 1 se describe a la empresa y al área implicada en el estudio, como también sus actividades operativas y recursos disponibles.

En el capítulo 2 se realiza un diagnóstico de la situación actual de la empresa, logrando identificar el problema junto a sus causas y efectos indeseados a través de las herramientas: Análisis de los 5 por qué y el Árbol de problemas.

El capítulo 3 presenta la metodología a utilizar, y en el capítulo 4, se expone una recopilación de fundamentos teóricos que sustentan la metodología aplicada para el desarrollo del proyecto.

En el capítulo 5 se desarrolla un análisis estadístico a la demanda por el servicio de almacenaje de productos, rotación de estos en bodegas y estacionalidades para cada cliente; también en esta unidad se estandarizó la variabilidad de productos y/o formatos de estos que se presentan en el centro logístico para el servicio de almacenaje, donde estos últimos, son sometidos a una clasificación por multicriterio, utilizando métodos complementarios a la clasificación ABC, como es el modelo alternativo de Wan Lung (Wan Lung, 2007) y la matriz de dos criterios de Flores (Flores, 1992), bajo las variables por demanda de productos y estadía promedio de existencias en bodegas, durante el periodo en estudio.

En el capítulo 6 se abordan las propuestas de mejoras enfocadas principalmente en la reasignación a la distribución física de los productos en las bodegas (mediante el método de once pasos propuesto por (Baker & Canessa 2007)), proponer un método efectivo para la ubicación de productos, y también, indicadores de desempeño que permitan apoyar y evaluar los resultados obtenidos tanto de sus actuales procesos, como también, a una eventual implementación de propuestas dentro de un corto o mediano plazo.

En el capítulo 7 se planteó diversas alternativas de mejoras, a las cuales se les realizó un análisis cualitativo y cuantitativo a los costos y beneficios involucrados en cada propuesta, determinando también su relación Beneficios/Costos, con la finalidad de evaluar la rentabilidad de las propuestas para una eventual implementación en un corto plazo.

Finalmente, acorde a los resultados obtenidos en el capítulo de evaluación, en el capítulo 8 se recomienda y se concluye con la alternativa que mejor se adapta a las necesidades y/o requerimientos de la empresa.

1. Antecedentes Generales

1.1. Ultramar Agencia Marítima

Ultramar Agencia Marítima es una empresa de carácter privada, fue fundada en 1952 por el capitán Albert von Appen y se origina con la finalidad de brindar servicios de agenciamiento marítimo a buques que recalcan en puertos chilenos.

Hoy, esta empresa es parte del Grupo Ultramar y tiene presencia en los principales terminales aéreos, marítimos y terrestres de Chile, se encuentra en constante expansión a lo largo de América Latina, ofreciendo servicios marítimos, portuarios y de logística industrial a sus clientes y comunidades. Opera con una cobertura a nivel nacional en 16 sucursales desde Arica a Puerto Williams y en 8 países (Argentina, Paraguay, Uruguay, Brasil, Panamá, Colombia, Ecuador y Perú).

1.1.1. Visión

“Contribuir a que Chile sea una potencia en el intercambio comercial” (Ultramar, 2016).

1.1.2. Misión

“Ser la principal plataforma de soluciones innovadora e integrales para el comercio exterior en Chile, sus regiones y sus principales industrias” (Ultramar, 2016).

1.1.3. Valores Organizacionales

Los valores en que se sustenta la compañía son:

- **Integridad:** Fiel al compromiso y trabajar con altos estándares éticos.
- **Excelencia:** Atención a los detalle, profesionalismo y responsabilidad, estimulando la creatividad para idear soluciones innovadoras.
- **Entusiasmo:** Vitalidad y alegría, construyendo una empresa a los que otros quieran pertenecer, estimulando el desarrollo personal y del equipo.
- **Seguridad:** Promover políticas que resguarden la seguridad y salud de los clientes y colaboradores.

1.2. Ultramar Agencia Marítima, sucursal San Antonio

Ultramar Agencia Marítima sucursal San Antonio, opera a través de tres áreas de negocios, las cuales son:

- Negocios Marítimos: Servicios de agenciamiento portuario.
- Globaldesk: Servicios de back office para import / export.
- Negocios Logísticos: Servicios de transporte y soluciones logísticas.

1.2.1. Estructura Organizacional

Ultramar Agencia Marítima sucursal San Antonio posee una estructura jerárquica liderada por un Agente y apoyado por el Jefe de Negocios de Globaldesk, Jefe de Negocios Marítimos, Jefe de Negocio Logísticos, Controller de Administración y Finanzas e Ingeniero de Proyectos. A continuación, se presenta la ilustración 1, que representa la estructura organizacional de las áreas de negocios y los departamentos que componen a Ultramar Agencia Marítima, sucursal San Antonio.

Ilustración 1: Organigrama Ultramar Agencia Marítima, sucursal San Antonio



Fuente: Información facilitada por la empresa, elaboración propia.

1.2.2. Ubicación

Ultramar Agencia Marítima se encuentra ubicada en Av. El Molo #97, en el centro de la comuna de San Antonio con fácil acceso al puerto.

Ilustración 2: Ultramar Agencia Marítima sucursal San Antonio, V región, Chile



Fuente: Google maps.

1.3. Área de Negocio Logísticos (Ulog)

Este trabajo de título será desarrollado en Ultramar Agencia Marítima, sucursal San Antonio, en el área de Negocios Logísticos, también denominado Ultramar Logística (Ulog). Dado ello, a continuación se profundizará en el área de negocio de Ultramar Logística.

“En 1999, a través de la empresa Kenrick, parte del grupo Ultramar, Ulog Chile da inicios a sus operaciones. En la actualidad con sus 16 agencias a lo largo del país, brinda una cobertura integral a todo el territorio chileno con servicios logísticos confiables y a medida” (Ulog, 2016).

Ulog ofrece servicios de transporte marítimos nacional e internacional, transporte aéreo nacional e internacional, transporte terrestre, almacenamiento y bodegaje de carga, inspección de carga y coordinación de seguros, servicios logísticos en faena, asesorías y coordinación de proyectos, servicios portuarios a la carga y servicios logísticos integrales (puerta a puerta).

1.3.1. Misión

“Actuar como socios estratégicos a nivel local y regional” (Ulog, 2016).

1.3.2. Principios

- **Proactivos:** Nos anticipamos a las necesidades de nuestros clientes.
- **Innovadores:** Desarrollamos soluciones distintas, a la medida de cada cliente.
- **Regionales:** Amplio conocimiento y presencia en el mercado Latinoamericano.

1.4. Área de Negocio Logísticos (Ulog), sucursal San Antonio.

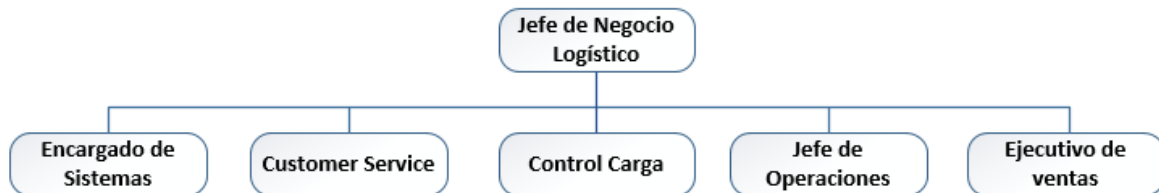
Dentro de la gama de servicios que ofrece Ulog Chile, la sucursal de Ulog San Antonio se especializa principalmente en dos tipos de servicios, uno es el servicio de logística propiamente tal, que consiste en la coordinación y gestión con proveedores y entidades involucradas, para el transporte de carga (ya sea por vía terrestre, marítima y/o aérea) desde su punto de origen hasta su destino final; y el segundo, corresponde al servicio de almacenaje o bodegaje de carga, en donde Ulog cumple el rol de ser una bodega de tránsito para sus consignatarios. Cabe mencionar que, en ambos servicios, se involucran servicios intermedios como porteo de carga, consolidación y desconsolidación de contenedores, asistencia a la carga, entre otros.

En este trabajo de título, se analizará y estudiará la operatividad del servicio de almacenaje y bodegaje de carga, en Ulog sucursal San Antonio, para las propuestas de mejoras.

1.4.1. Estructura Organizacional

Ulog sucursal San Antonio está encabezado por el Jefe de Negocios Logísticos, apoyado por Encargado de Sistemas, Customer Service, Control Carga, Jefe de Operaciones y Ejecutivo de ventas. Este equipo de trabajo está conformado por 10 personas y es conocido como el Centro Logístico de Ultramar (CLU). A continuación, se presenta la ilustración 3, que representa la estructura organizacional del equipo que conforma a Ulog, sucursal San Antonio.

Ilustración 3: Organigrama Ulog, sucursal San Antonio



Fuente: Elaboración propia

1.4.2. Clientes

La compañía clasifica a sus clientes en dos grupos, los clientes “Fijos” y los clientes “Spot”. Los primeros son aquellos clientes que requieren servicios de manera frecuentes, que posee un contrato y un acuerdo comercial previamente pre escrito; los segundos son aquellos clientes que requieren servicios de manera esporádica o eventual y poseen un acuerdo comercial por faena.

En la tabla 1 se dan a conocer los principales clientes de Ulog, de acuerdo con el porcentaje de Utilidad Bruta (margen) del Estado de Resultado acumulado de enero a julio del 2017, junto a su porcentaje de Cartera Acumulada. Cabe mencionar que los nombres de las empresas han sido modificados para resguardar la identidad de los actuales clientes de la compañía.

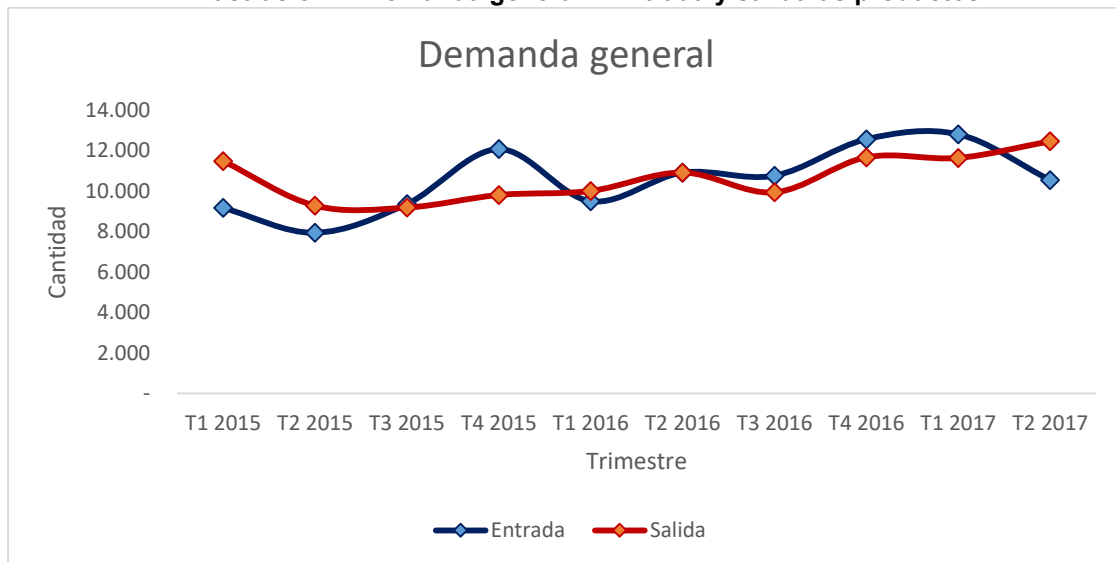
Tabla 1: Principales clientes según Estado de Resultado acumulado de enero a julio 2017

N°	Cliente	% Margen	% Cartera Acumulada
1	Cliente Beta	22,40%	22,40%
2	Cliente PCMC	17,80%	40,30%
3	Cliente Alfa	15,90%	56,10%
4	Cliente MC	7,20%	63,30%
5	Cliente Gamma	6,10%	69,50%
6	Cliente Épsilon	5,80%	75,20%
7	Cliente RP	4,70%	80,00%
8	Cliente Delta	4,20%	84,20%
9	Cliente MCI	2,80%	86,90%
10	Otros	13,10%	100,00%
TOTAL		100,00%	

Fuente: Información entregada por la empresa

De la tabla señalada, los clientes que solicitan servicios de almacenaje en CLU y que son clasificados como clientes “Fijos” son: Cliente Beta, Cliente Alfa, Cliente Gamma, Cliente Épsilon y Cliente Delta, clientes que serán analizados en los próximos capítulos ya que su comportamiento de demanda, productos y formatos a almacenar, tendencias, entre otros, son factores claves para el desarrollo de este trabajo de título.

Por otro lado, cabe mencionar que los clientes de Ulog se caracterizan por su alta variabilidad en la demanda de servicios, tanto para el ingreso como para el despacho de productos, siendo solicitados acorde a sus necesidades. A continuación, en la ilustración 4 se observa la variabilidad de la demanda (general) de los clientes “Fijos” del Centro Logístico.

Ilustración 4: Demanda general – Entrada y salida de productos

Fuente: Elaboración propia

1.4.3. Proveedores

La empresa cuenta con proveedores fundamentales para llevar a cabo sus procesos logísticos, estos son:

- Empresa de Transporte/Porteo de carga: La empresa cuenta con distintos proveedores de servicios de transporte, en la cual estos, facilitan choferes con licencia A2 – A5 y camiones a disposición de Ulog. Servicio encargado de los traslados de mercancías desde puerto a bodegas, también traslados entre bodegas, despacho de contenedores vacíos a las agencias navieras pertinentes y despacho de productos a las dependencias de los clientes.
- Proveedor de maquinarias: Empresa que presta servicio de arriendo de maquinarias (grúa horquilla y grúa roll clamp), necesarias para el manejo y traslado de productos.
- Ultraport: También perteneciente al holding del grupo Ultramar, sin embargo, este presta el servicio de personal (tarjador, operario de maquinaria y movilizador) y arriendo de la maquinaria portacontenedor (Reach Stacker), para la realización de los procesos logísticos.

1.4.4. Maquinaria

Ultramar no cuenta con maquinarias propias, por lo que arrienda a sus proveedores tres tipos maquinarias fundamentales para sus procesos logísticos. A continuación, se detallan cada una de ellas.

- Reach Stacker: maquinaria utilizada para el manejo de contenedores (ilustración 5). Son capaces de transportar rápidamente un contenedor en distancias cortas y también para apilarlo en distintas pilas y/o altura. Actualmente, la empresa arrienda una maquina Reach Stacker.

Ilustración 5: Reach Stacker



Fuente: Fotografía en Centro Logístico Ultramar

- Grúa horquilla: maquinaria utilizada como montacargas. Equipo mecánico destinado para levantar, sostener y transportar cargas utilizando unas horquillas, ubicadas en la parte frontal del montacargas (ilustración 6). En bodegas de Ulog son utilizadas para el transporte de formatos pallets, maxisacos e IBC. Actualmente, la empresa arrienda dos máquinas grúa horquilla.

Ilustración 6: Grúa horquilla



Fuente: Fotografía en Centro Logístico Ultramar

- Grúa roll clamp: Definición igual que la grúa horquilla, pero se diferencia que, en vez de utilizar horquillas, se utiliza una mordaza en la parte frontal del montacargas. En bodegas de Ulog son utilizadas para el transporte de productos cilíndricos, como lo es el formato de bobina de papel.

Actualmente, la empresa arrienda tres grúas roll clamp, de las cuales dos de ellas alcanzan los 4 metros en levante y la tercera hasta los 6 metros en altura. En la ilustración 7 se muestran las grúas roll clamp y se reflejan las distintas alturas de levante.

Ilustración 7: Grúa roll clamp



Fuente: Fotografía en Centro Logístico Ultramar

1.4.5. Formato de productos

La mercancía por almacenar en el CLU, corresponden a los productos importados por los clientes. Estos pueden ser clasificados como productos de consumo, materias primas, productos terminados, entre otros, y su clasificación dependerá netamente de los procesos productivos, rubros y necesidades de los clientes.

A continuación, se detallan los formatos de los productos que se almacenan en las bodegas de Ulog:

- Bobinas de papel: Cilindro de papel que se encuentra enrollado sobre un tubo de cartón. Este tipo de producto cilíndrico se presenta en 46 variedades aproximadamente, diferenciándose en peso, altura, gramaje y familia de papel. Su peso varía entre 1.400 a 3.000 kilos y miden entre 1,6 a 2,0 metros de altura aproximadamente. Sus especificaciones técnicas se pueden revisar por medio de una etiqueta (proveniente del proveedor), ubicada en la lámina exterior del producto. En el recinto CLU, las bobinas de papel son manipuladas por grúas roll clamp (detallado en el punto 1.4.4) y éstas son apiladas de 2 hasta 4 productos verticalmente, según la altura del producto, el alcance de levante de la maquinaria y del espacio disponible en bodegas (altura).

A continuación, en la ilustración 8, se refleja una bobina de papel y etiquetas con las especificaciones técnicas del producto, a modo de ejemplo.

Ilustración 8: Bobina de papel y etiquetas



Fuente: Fotografía a productos en Centro Logístico Ultramar

- Maxisacos: Saco de forma cúbica utilizado para el almacenaje de granel y su peso fluctúa entre 700 a 1500 kilos. En el recinto CLU se almacenan maxisacos de molibdeno, cemento de cobre, entre otros; estos son movilizados por la maquinaria grúa horquilla (Ilustración 9) y son apilados de modo vertical.

Ilustración 9: Traslado de maxisaco



Fuente: Fotografía en Centro Logístico Ultramar

- Pallet: Plataforma construida de tablas, utilizadas para facilitar el almacenaje, manipulación y transporte de cargas (Ilustración 10). En el recinto CLU se pueden presentar diversos productos paletizados, algunos de ellos, cajas, sacos, cátdodos de

cobre, entre otros. Dependiendo de la altura y tipo de producto, estos son apilados verticalmente, y estos son movilizados por la maquinaria grúa horquilla.

Ilustración 10: Sacos paletizados



Fuente: Fotografía en Centro Logístico

- IBC: Recipiente de forma cúbica (ilustración 11), utilizado para el almacenaje de líquidos. Tiene capacidad de hasta 1.000 litros y es transportado por grúas horquillas.

Ilustración 11: IBC



Fuente: Fotografía en Centro Logístico

- Cátodos de Cobre: Placas de cobre agrupadas en un lote (ilustración 12). Son transportadas por grúas horquillas y su peso es de 2.490 [kg] aproximadamente por lote. Son apiladas hasta 4 lotes en altura, separadas por tabloncillos de 4 pulgadas o pallet, para facilitar la manipulación con la grúa horquilla.

Ilustración 12: Cátodos de cobre

Fuente: Fotografía en Centro Logístico

1.4.6. Bodegas

Las bodegas de Ultramar se encuentran ubicadas en Av. O'Higgins #2050, a un kilómetro aproximadamente del puerto de San Antonio.

La empresa cuenta con 5 bodegas y 2 carpas para el almacenaje. De éstas, 2 bodegas son utilizadas para el acopio de maxisacos, cátodos, pallets e IBC; y el resto son destinadas para el almacenaje de bobinas por ser el producto de mayor demanda, y por sus características físicas de gran envergadura. Estas bodegas son de propiedad externa y fueron construidas para otros fines, por ello, cada una posee diferentes capacidades, características y condiciones físicas.

1.4.6.1. Superficies de bodegas

En la tabla 2, se muestra la capacidad de las superficies de cada una de las bodegas del Centro Logístico del Ultramar, junto a los formatos que se almacenan actualmente en cada una de ellas.

Tabla 2: Superficies y formatos de productos almacenados en bodegas

Nombre de Bodegas	Superficie (m ²)	Formatos de productos almacenados
Bodega N°1	1.623	Bobinas
Bodega N°2	324	Maxisacos
Bodega N°3	1.604	Maxisacos/ cátodos / IBC / pallets / bobinas
Bodega Tripesca	3.367	Bobinas
Bodega Sopesa	2.549	Bobinas
Carpa N°1	1.000	Bobinas
Carpa N°2	1.000	Bobinas
Total	11.467	

Fuente: Información entregada por la empresa

1.4.6.2. Distribución de bodegas en Centro Logístico

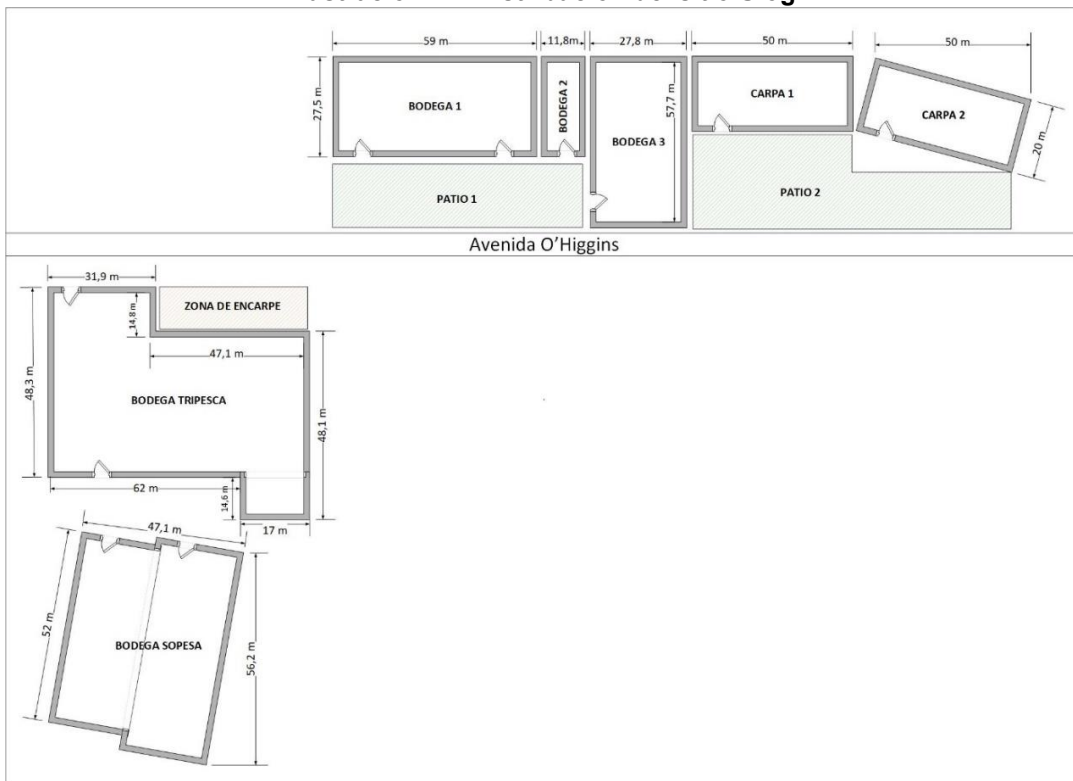
En las ilustraciones 13 y 14 se observa la distribución del sitio de Ulog, desde una perspectiva superior.

Ilustración 13: Imagen superior a bodegas de Ulog



Fuente: Google Earth

Ilustración 14: Distribución del sitio Ulog



Fuente: Elaboración propia con información entregada por la empresa

De la ilustración 14, se complementa brevemente con la siguiente descripción operativa:

- En el Patio 2 se realiza el proceso de desconsolidación de contenedores (primera opción).
- Si el Patio 2 se encuentra congestionado, se utiliza el Patio 1 para el proceso de desconsolidación de contenedores (segunda opción).
- El Patio 2 posee fácil acceso a las bodegas 3 y bodegas carpas para el almacenamiento de productos.
- Para el almacenaje de productos en Bodega 1, Bodega 2, Bodega Sopesa y Bodega Tripesca, estos deben ser transportado inicialmente por medio de un camión con rampla.
- La Bodega Tripesca y Bodega Sopesa, se encuentran delimitadas por una avenida de poco flujo vehicular.
- Para el almacenaje de productos en Bodega Sopesa, el camión con productos ingresa a través de la Bodega Tripesca, para llegar a bodega Sopesa.
- La Zona de Encarpe, se encuentra en el exterior frontal de la Bodega Tripesca.

Por otro lado, la distribución de las bodegas y distancias entre ellas, es una variable que se debe considerar para la coordinación de camiones, maquinarias roll clamp y horquillas. A continuación se presenta la tabla 3, matriz en donde se detallan las distancias (en metros) entre las bodegas y patios de desconsolidación del CLU.

Tabla 3: Distancia entre bodegas y patios

Bodega / Patio	Patio 1 (m)	Patio 2 (m)
Bodega 1	25	223
Bodega 3	65	185
Tripesca	210	300
Sopesa	310	400
Carpa 1	180	80
Carpa 2	210	30

Fuente: Elaboración propia

1.4.6.3. Condiciones de la infraestructura

Parte de las bodegas presentan condiciones no favorables para el almacenaje de productos como: pilares en el centro de bodegas, deterioros en techumbres, desniveles en suelos y patios con gravilla.

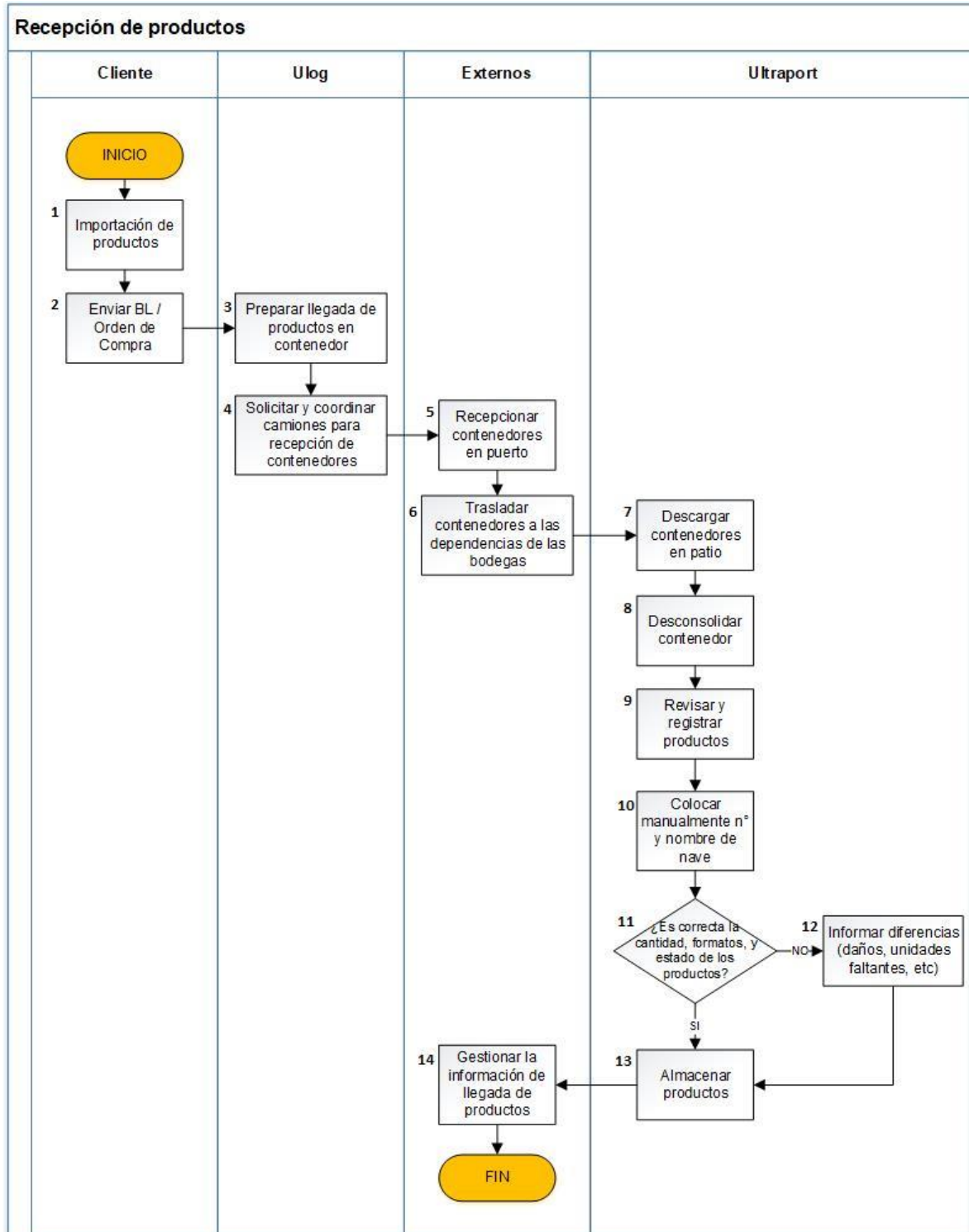
1.4.7. Descripción del servicio bodegaje de carga

Como se mencionó en el punto 1.4, este trabajo de título se enfocó en los procesos de almacenaje y bodegaje de carga, dado ello, a continuación, se proceden a describir las cuatro principales actividades que se presentan en dicho servicio.

1. Descarga: Recepcionar el contenedor o mercancía situado sobre el muelle en el puerto, según Bill of Lading del cliente y programación de faenas portuaria. Transportar contenedor al Centro Logístico de Ultramar.
2. Desconsolidación: Desagrupar la mercancía consolidada en el interior del contenedor, corroborar cantidad, estado de mercancía según packing list e ingresar los productos al inventario de Ultramar.
3. Almacenaje: Almacenar o acopiar los productos desconsolidados por un tiempo determinado, acorde a las necesidades y/o solicitudes de los clientes.
4. Despacho: Envío de la mercadería a las dependencias de los clientes (según lo solicitado) y devolución de contenedores a las respectivas agencias navieras, dentro de los plazos estipulados.

A continuación, mediante diagramas de flujo por funciones (ilustración 15 y 16), se detallarán los procesos de recepción y despacho de productos, abordando los puntos 2, 3 y 4 recientemente señalados.

Ilustración 15: Diagrama de Flujo – Recepción de productos en bodegas

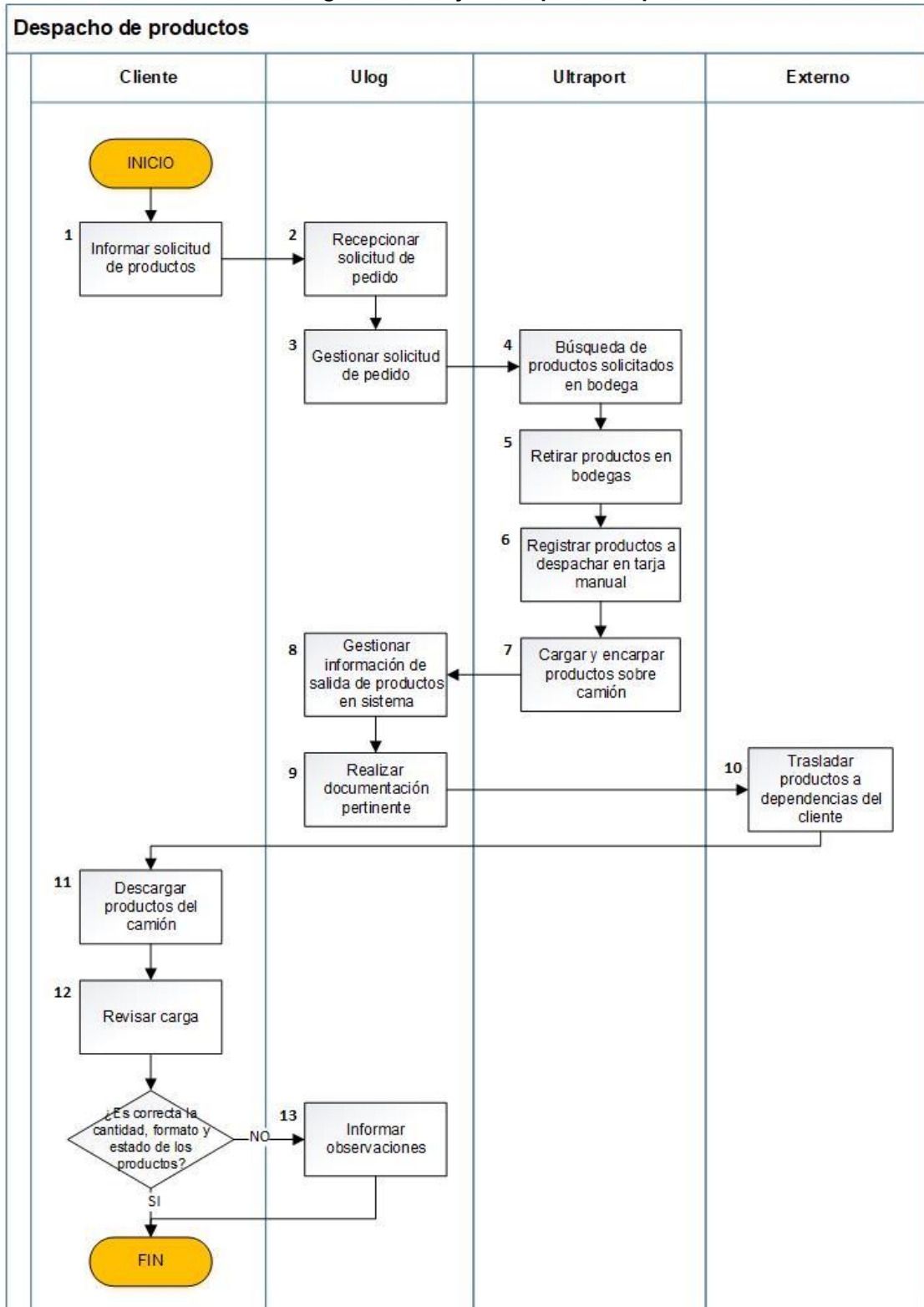


Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la ilustración 15, por el proceso de recepción de productos, a continuación se detalla de la siguiente manera:

1. El cliente importa los productos/materia prima acordes a sus necesidades.
2. Una vez realizadas las compras en el extranjero, el cliente debe enviar la Orden de Compra (OC) y el Bill of Lading (BL) al Customer Service de Ulog.
El envío de dicha documentación acredita y confirma el detalle de los productos que son enviados por el cliente y que deben ser recepcionados por el equipo Ulog, además de indicar especificaciones como cantidad, tipo de producto, peso, motonave de embarque y día de llegada a puerto de destino (en este caso, puerto de San Antonio).
3. Una vez recepcionada la documentación e información del cliente, Ulog se prepara para la recepción de productos en bodegas (programación de faenas).
4. Ulog solicita y coordina con los proveedores de transporte la cantidad de camiones, hora y documentación (permisos) pertinente para la recepción de contenedores en puerto.
5. Los proveedores de transporte esperan la descarga o desestiba de los contenedores en puerto para su recepción.
6. Una vez cargado el contenedor en rampla del camión, el proveedor se dirige a las dependencias de las bodegas de Ulog.
7. Ultraport con su maquinaria Reach Stacker, realiza la descarga del contenedor desde camión y lo sitúa en el Patio 2 para iniciar el proceso de desconsolidación.
8. Se realiza el proceso de desconsolidación que consiste en abrir el contenedor y desvalijar este con las grúas roll clamp / horquilla (según correspondan).
9. Al momento de desvalijar el contenedor, los tarjadores revisan y registran la carga en la "Tarja de Operaciones" (Anexo B), indicando medidas, peso, número, estado, tipo de bulto, etc.
10. Posteriormente los tarjadores escriben manualmente el nombre de la motonave en la capa exterior del producto o carga y le asignan un número, dicho número representa un tipo de producto para un lote determinado (ello les facilitará la localización de productos para su posterior despacho).
11. Una vez terminado el proceso de desconsolidación de mercancía, se coteja la información física (tarja de operaciones) vs la información documental (OC o BL).
12. Si la mercancía se encuentra dañada (sea daño parcial o total), si llegaron productos no especificados en BL, productos sin etiquetas, contenedores dañados, entre otros, debe ser informado al equipo de Ulog.
Ulog posteriormente informará a cliente y gestionará según lo acordado con el cliente.
13. Independiente del estado de la carga, ésta debe ser almacenada en su totalidad en las bodegas de Ulog u externas, siendo situadas según los espacios disponibles e instrucciones previas del Jefe de Operaciones.
14. Finalmente, Ulog gestiona la información de entrada de productos en sistema de inventario actual CIS de modo manual, según la información registrada en la "Tarja de Operaciones" (Anexo B).

Ilustración 16: Diagrama de Flujo – Despacho de productos a cliente



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la ilustración anterior por el proceso de despacho de productos, se detalla de la siguiente manera:

1. El cliente solicita despacho de productos (pedido lote de productos) vía mail.
En la solicitud se especifica la cantidad de productos a despachar, las especificaciones técnicas (tipo de producto, gramaje) y el nombre de la motonave.
2. El personal de Ulog recepciona la solicitud.
3. Se gestiona la solicitud de pedido, para ello primero se valida la información en sistema y se coordina con el área de operaciones para dar inicio al proceso de despacho (programación de faenas).
4. Ultraport con el listado de productos solicitados para despachar (pedido), el equipo busca los productos físicos en bodega.
5. Una vez localizados, se retiran los productos de bodegas con las maquinarias roll clamp o grúa horquilla, según corresponda.
6. Los tarjadores registran los productos a despachar en “Tarja de Operaciones” (Anexo C).
7. Se cargan los productos sobre camión y se debe validar que la carga total no supere los 28.000 kilos. Una vez cargado el camión y respetando el peso de carga, éstos deben dirigirse a la Zona de Encarpe, en dicho sector se coloca una carpa sobre los productos con la finalidad de protegerlos ante la intemperie y/o condiciones climáticas que puedan presentarse en el traslado, también éstos son asegurados por cuerdas que evitan que la carpa se desprenda de los productos y evitar el movimiento de estos últimos.
8. El personal de control carga gestiona la información de salida de los productos, rebajando los productos despachados del stock en inventario.
9. También se debe realizar la documentación pertinente como guía de despacho y cálculo de la estadía de los productos en las dependencias, según las toneladas diarias y tarifa previamente acordadas con los clientes.
10. El proveedor de transporte traslada los productos a las dependencias del cliente.
11. El cliente desencarpa los productos que están sobre el camión.
12. Revisa el estado de los productos, y se aseguran, que el lote recepcionado corresponde a lo solicitado (cantidad, tipo de producto, gramaje de producto, entre otros).
13. Finalmente, en caso de presentarse diferencias y/o anomalías, el cliente se comunica con Customer Service de Ulog informando las observaciones correspondientes.

2. Identificación del problema

2.1. Antecedentes para la identificación del problema

Para la identificación del problema se ha realizado un levantamiento de información a través de entrevistas al personal y visitas in situ en las operaciones logísticas del CLU. Acorde a la información recolectada, se logró identificar los siguientes efectos indeseados:

- Exceso de tiempo por búsqueda de productos.
- Desorganización de productos al interior de bodegas.
- Remanejos de productos.
- Daños a productos.
- Dificultad en la toma de decisiones por arriendo de bodegas.

A continuación, se detallan cada uno de ellos:

- a) Exceso de tiempo por búsqueda de productos: Antes de dar inicio a una faena por despacho de productos, los tarjadores deben buscar los productos físicamente en las bodegas. Actualmente, el personal de operaciones se demora 40 minutos en promedio en la localización de un pedido (lote de productos), debido a que no se conocen las ubicaciones exactas de estos. Por otro lado, la empresa anhela que una vez recepcionado el pedido, el equipo de operaciones conozca inmediatamente la ubicación física de los productos.

A continuación, se muestra la tabla 4 con tiempos promedios (muestra aleatoria) asociados a la localización de productos; cabe mencionar que el tiempo de localización, dependerá del lote de productos y de la experiencia del tarjador.

Tabla 4: Tiempos promedios de búsqueda de productos

Detalle	Tiempo por búsqueda de productos (minutos)
Muestra 1	28:00
Muestra 2	47:00
Muestra 3	58:00
Muestra 4	35:00
Muestra 5	53:00
Muestra 6	22:00
Muestra 7	37:00
Muestra 8	51:00
Muestra 9	43:00
Muestra 10	28:00
Tiempo promedio	40:12

Fuente: Información entregada por Ultraport

- b) Desorganización de productos al interior de bodegas: Los productos son acopiados por el sistema de posición aleatoria, es decir, estos son ubicados acorde al espacio disponible, ya que la empresa no posee un Lay Out o un diagrama de distribución física de productos definido que apoye su actual sistema de posición caótico. Esta carencia dificulta la optimización de espacios disponibles al interior de las bodegas y búsqueda de productos, por lo que se debe recurrir frecuentemente a remanejos de estos, ya que no siempre se tiene acceso directo a la carga que debe ser despachada.
- c) Remanejos de productos: Los productos almacenados en bodegas son constantemente sometidos a remanejos, ya sea por acceder a otros productos (**48%**), para reorganizar filas y/o columnas (**45%**) y por traslados de productos entre bodegas (**7%**). La empresa define como “remanejo” desde el 5to movimiento en adelante. En un año (desde septiembre 2015 a agosto 2016) se incurrió en \$12.882.270 por extracostos asociados a remanejos de productos en bodegas, en tabla 5 se detalla mensualmente lo descrito.

Tabla 5: Extracostos por remanejos

Mes	Monto en pesos (\$)
Sep '15	1.279.114
Oct '15	1.627.000
Nov '15	273.000
Dic '15	548.000
Ene '16	1.582.000
Feb '16	-
Mar '16	3.084.000
Abr '16	-
May '16	1.430.000
Jun '16	1.105.000
Jul '16	585.156
Ago '16	1.369.000
Total	12.882.270

Fuente: Información facilitada por la empresa

- d) Daños a productos: Los motivos que actualmente dañan la carga almacenada son, condiciones climáticas (**3%**), plagas (**1%**), remanejos de productos (**95%**), ubicación de productos muy cercanos unos con otros no dejando espacio necesario para que operen las maquinarias y por caídas de productos (**1%**). La empresa desde octubre 2015 a agosto 2016 incurrió en \$10.563.721 por concepto de extra-costos por daños parciales a productos, recepcionando reclamos por dichos daños (cantidad de reclamos no cuantificada). En la ilustración 17 se observan bobinas de papel con daño parcial en bodegas del CLU.

Ilustración 17: Productos con daños parcial

Fuente: Imágenes capturadas en Centro Logístico

- e) Dificultad en la toma de decisiones por arriendo de bodegas: Las jefaturas de Ulog no conocen el número de productos que se pueden almacenar por bodega. Dicho desconocimiento se debe por desconocer la capacidad (operativa) de almacenaje de cada una de ellas, y también por otros factores que alteran el cálculo como, variabilidad o diversidad de formatos de productos y especificaciones técnicas de maquinaria (alcance en altura).

Este efecto indeseado genera inexactitud en sus procesos y dificulta la toma de decisiones en saber si la cantidad actual de bodegas es la adecuada para satisfacer la demanda de sus clientes (almacenaje de productos). Lo anterior implica decidir en:

- Aumentar/disminuir arriendo de bodegas carpas: mensualmente se incurre en \$2.400.000 por arriendo de bodegas carpas, es decir, \$28.800.000 anuales por cada una.
- Solicitar arriendo de bodegas externas: Saber si será necesario recurrir a arriendos de bodegas externas (competencia) para temporada alta.
- Aumentar la cantidad de clientes para almacenaje: Por la cantidad de espacio disponible que se pueda generar, saber si será necesario captar nuevos clientes que necesiten el servicio de almacenaje. Lo anterior para completar bodegas, disminuir costos, etc.

2.2. Identificación del problema

Para la identificación del problema, se utilizó dos herramientas que permiten mapear, estructurar y mejorar la comprensión del problema, como también, desglosar e identificar las causas a través de los efectos indeseados que se presentan en este. Las herramientas por utilizar son:

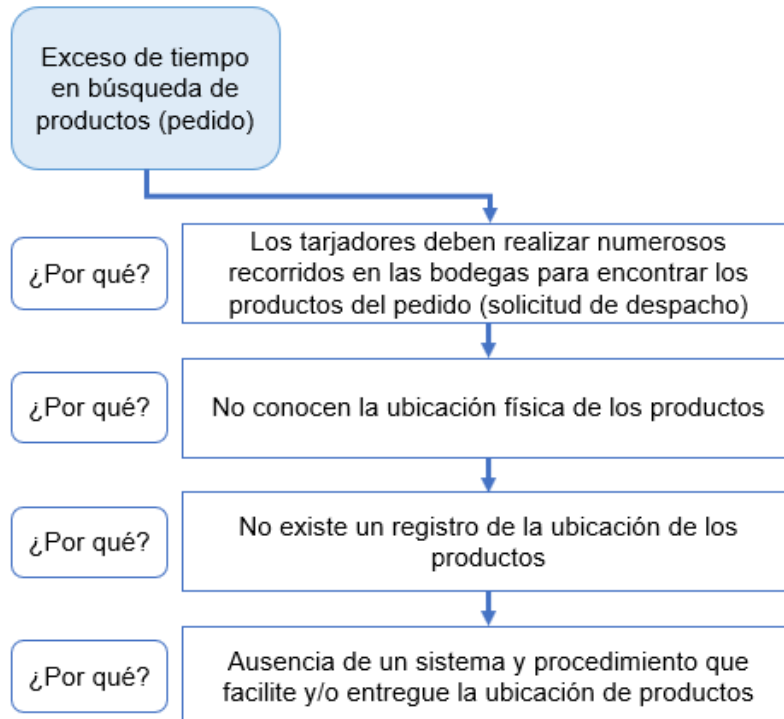
- Análisis de los 5 por qué.
- Árbol de problemas.

2.2.1. Análisis de los 5 por qué

Este método de preguntas iterativas (por qué) nos permite explotar las relaciones de causa y efecto subyacentes a un problema en particular. A continuación, en las ilustraciones 18, 19 y 20, se analizan las causas a los efectos indeseados detectados en el CLU.

- Exceso de tiempo en búsqueda de productos.

Ilustración 18: Diagrama de 5 por qué a “Exceso de tiempo en búsqueda de productos”

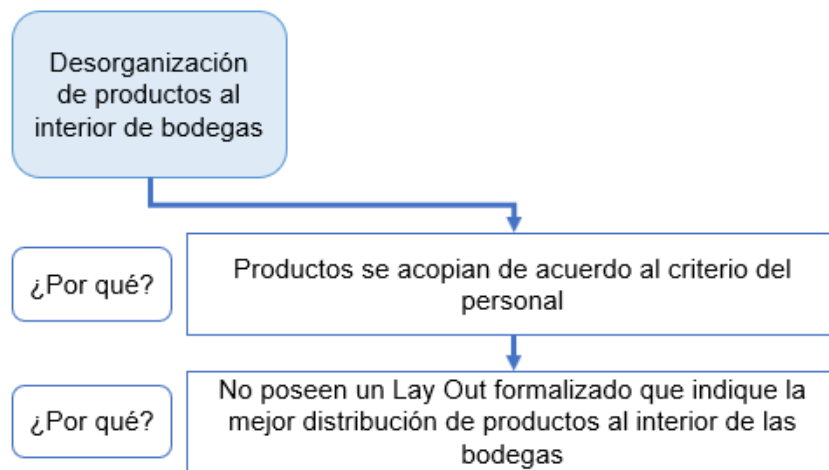


Fuente: Elaboración propia

Luego de aplicar la herramienta de los 5 por qué a “Exceso de tiempo en búsqueda de productos” (ilustración 18), se obtiene como primera causa raíz a dicha efecto indeseado, que la empresa no posee un sistema eficiente (ya sea manual o computarizado) junto a un estándar que facilite y/o entregue la ubicación de productos (registros) para la preparación de pedidos.

- Desorganización en la distribución de productos en bodegas:

Ilustración 19: Diagrama de 5 por qué a “Desorganización de productos al interior de bodegas”



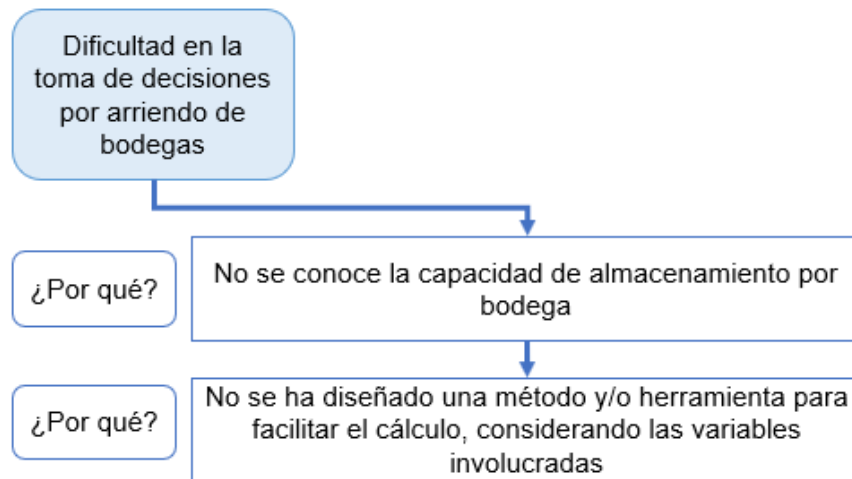
Fuente: Elaboración propia

Luego de aplicar la herramienta de los 5 por qué a “Desorganización de productos al interior de bodegas” (ilustración 19), se obtiene como segunda causa raíz, que la empresa no posee un Lay Out formalizado que indique la mejor distribución de productos al interior de las bodegas.

Dicha causa raíz también conlleva al efecto indeseado “Daños a productos”, ya que por tener que reorganizar los productos constantemente (sea por obstaculización de productos o para generar espacios) se realizan re-manejos, situación que puede generar daños superficiales / parciales en los productos. Este punto será analizado en el apartado 2.2.2., en el Árbol de problemas.

- Dificultad en la toma de decisiones por arriendo de bodegas:

Ilustración 20: Diagrama de 5 por qué a “Dificultad en la toma de decisiones por arriendo de bodegas”



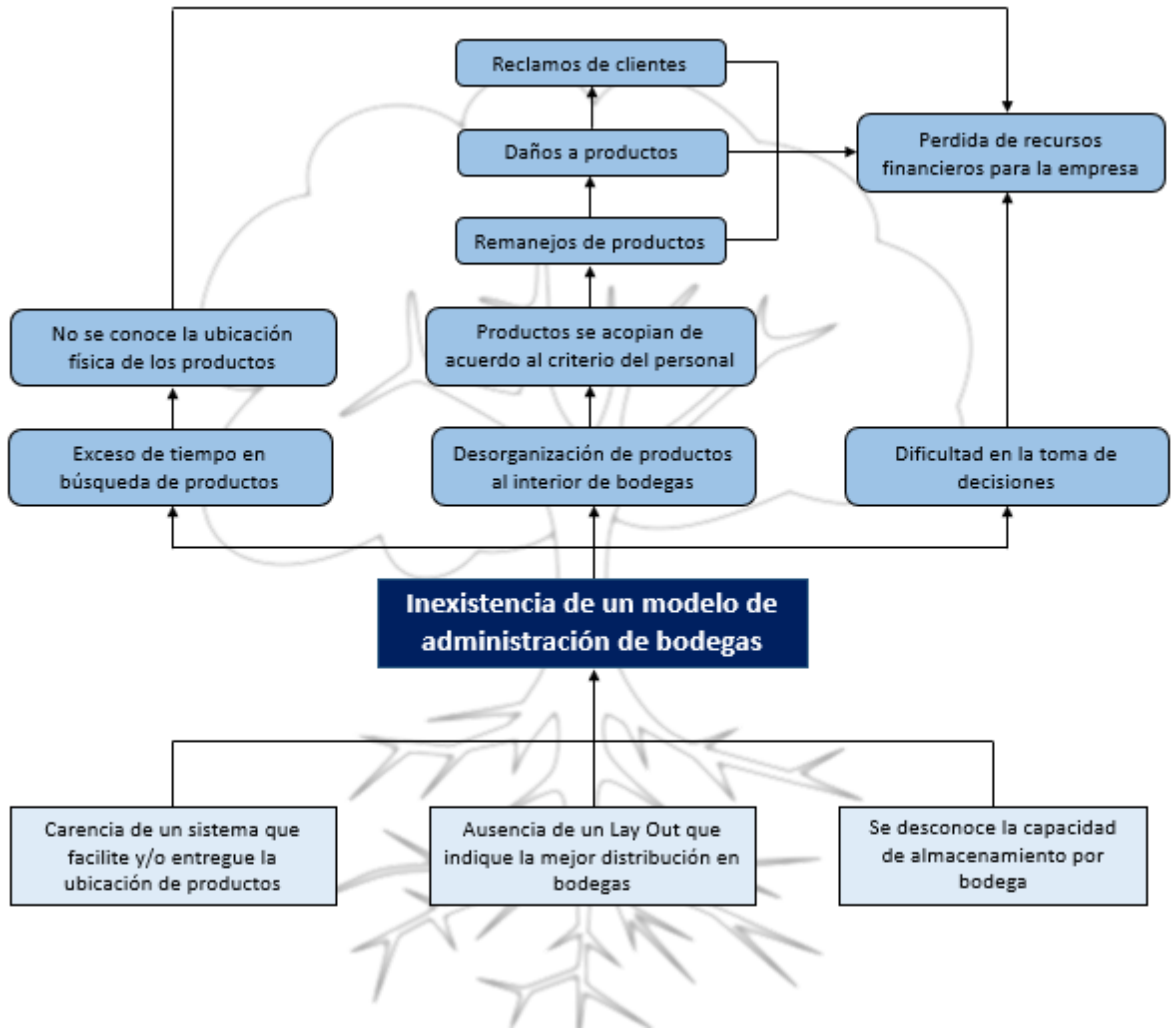
Fuente: Elaboración propia

Luego de aplicar la herramienta de los 5 por qué a “Dificultad en la toma de decisiones por arriendo de bodegas” (ilustración 20), se obtiene como tercer causa raíz que dicho efecto indeseado se debe a que no se ha diseñado un método y/o herramienta que facilite el cálculo, considerando todas aquellas variables que intervienen en el proceso de almacenaje de productos, como por ejemplo, características físicas de las bodegas, alcance de maquinarias, variedad de formatos, especificaciones técnicas para el acopio (según formato), entre otros.

2.2.2. Árbol de problemas

Para finalizar el análisis e identificación del problema, se aplicará la herramienta del Árbol de problemas. Esta herramienta también conocida como método del árbol, nos permitirá entender y diagramar el problema por abordar, relacionándolo con sus causas y efectos indeseados. Para ello en la ilustración 21 se observa el diagrama, en donde el tronco de árbol se sitúa el problema principal, en las raíces del árbol las causas del problema y en las ramas, los efectos o consecuencias indeseadas.

Ilustración 21: Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia

2.3. Descripción del problema

Con las dos herramientas recientemente aplicadas a los “Antecedentes para la identificación del problema” (sección 2.1), se logró obtener las causas raíces a través de las herramientas de los 5 por qué, y posteriormente, luego de diagramar dichas causas raíces junto a sus efectos indeseados a través del Árbol de Problemas, se determina que la problemática se debe a una inexistencia de un modelo de administración de bodega, para la empresa Ultramar Agencia Marítima, donde dicho modelo debe contener y asegurar métodos para la ubicación de existencias, técnicas de distribución de productos y estándares para la obtención de las capacidades de almacenamiento.

Dado lo anterior, el actual problema de administración de bodegas para el área de Ulog, proviene de tres causas raíces principalmente, primero, por la carencia de un sistema que facilite y/o entregue la ubicación de productos, segundo, por la ausencia de un lay out formalizado que proporcione la mejor distribución física para sus bodegas y productos, y por tercero, el desconocimiento en la capacidad de almacenaje por bodega.

A continuación, las tres causas raíces detectadas y por desarrollar en este proyecto de título, se describen de la siguiente manera:

2.3.1. Ausencia de un sistema y procedimiento que facilite y/o entregue la ubicación de productos.

La empresa desea disminuir los tiempos de búsqueda de productos, aspirando a que, por cada solicitud de despacho, el equipo conozca de manera inmediata la ubicación física de los productos y evitar los constantes recorridos entre bodegas. El desarrollar un sistema y procedimiento que facilite y/o entregue la ubicación de productos al interior de los almacenes, permitirá reducir los tiempos por localización de estos y hacer más eficientes sus procesos (actualmente la búsqueda de productos posee una media de 40 minutos aproximadamente, por pedido).

2.3.2. Lay Out y desconocimiento en la capacidad de almacenamiento por bodega.

El lay out en un almacén asegura un modo eficiente para el manejo de productos, ya que considera las estrategias para un tipo de almacenamiento efectivo dadas las características de los productos, entradas y salidas de las bodegas, transporte interno, rotación de productos, rutas de pedidos, características físicas de bodegas, entre otras variables a considerar.

Por otro lado, el desconocer la capacidad de almacenamiento por bodega genera dificultad en la toma de decisiones e inexactitud en sus procesos, ya que dificulta cuantificar la cantidad de productos a almacenar, el conocer con frecuencia su espacio utilizado vs el disponible, saber y poder aprovechar su capacidad de almacenamiento, entre otros.

Todo lo anteriormente señalado, genera dificultades a la empresa en el cumplimiento de sus objetivos de negocio. La inexistencia de un sistema de administración de bodegas puede provocar pérdidas de recursos financieros reflejados a través de extra-costos por remanejos de productos (\$12.882.270 en un año), por daños a productos (\$10.563.721 en un año) y dificultad en la toma de decisiones por arriendo de bodegas (bodegas carpas asociadas a un costo de \$28.800.000 anual), además de poder ocasionar fugas de clientes y/o un daño a la imagen corporativa de la empresa.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo General

Diseñar un modelo de administración de bodegas para la empresa Ultramar Agencia Marítima Ltda., sucursal San Antonio.

2.4.2. Objetivos Específicos

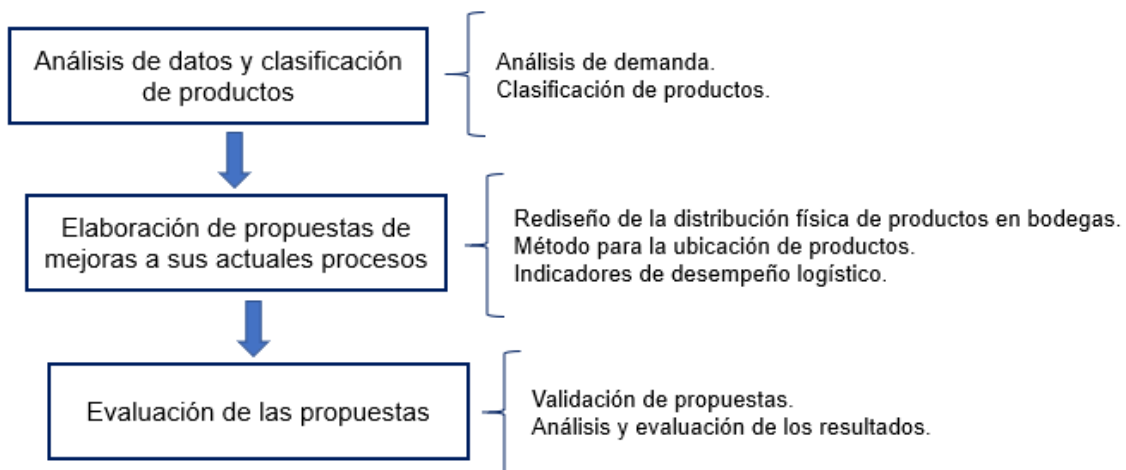
1. Clasificar los productos del inventario en bodegas.
2. Diseñar un modelo de gestión de bodegas que incluya capacidad de almacenaje, distribución física, manejo y método para la ubicación de existencias.
3. Determinar indicadores de gestión que permitan evaluar el desempeño y los resultados en los procesos logísticos.

3. Metodología

En este capítulo se presentan los pasos a seguir para el desarrollo del trabajo de título, describiendo la metodología que se utilizó para abordar el problema definido y detallar el cómo se espera cumplir con los objetivos planteados.

El siguiente esquema ilustra las etapas de la metodología para el desarrollo del proyecto.

Ilustración 22: Metodología a emplear



Fuente: Elaboración propia

3.1. Análisis de datos y clasificación de productos

En esta segunda fase se realizará:

3.1.1. Análisis de demanda

Acorde a los registros de entrada de productos a las dependencias de la empresa y salida de productos a bodegas de clientes, se realizó un análisis estadístico del comportamiento de la demanda, comprendido en un periodo de 30 meses. Este estudio tiene como propósito identificar patrones y/o tendencias en el comportamiento de la demanda, participación por cliente, estacionalidades y las estadías promedio de productos en bodegas, todo ello evaluado por tipo de clientes y por tipos de productos.

3.1.2. Clasificación de productos

En esta etapa se utilizan herramientas para la clasificación de productos, herramientas tradicionales de clasificación como el análisis ABC, como también métodos complementarios a este último, para obtener una clasificación de productos por multicriterio.

Los métodos utilizados en esta categorización, permite optimizar la organización de los productos en bodegas, acorde al nivel de relevancia definido por la compañía y los resultados estadísticos obtenidos en el análisis de demanda, de tal manera que los productos de mayor importancia (sea por mayor nivel de rotación, mayor costo, mejor margen de utilidad, etc.) se encuentre al alcance del personal logístico, aumentar la eficiencia en sus operaciones y contribuir a la reducción en tiempos en sus procesos internos.

El análisis de demanda en conjunto con la clasificación de productos, son la base para la planeación en la distribución de bodegas.

3.2. Elaboración de propuestas de mejoras a sus actuales procesos

En esta tercera fase, se elaboran propuestas de mejoras según lo detectado en la fase de la identificación del problema (2.2). Las propuestas de mejoras serán aplicadas en base a los procesos actuales con la finalidad de establecer un modelo de administración de bodegas efectivo, todo ello enfocado principalmente en:

- Reasignación a la distribución física de los productos en las bodegas.
- Método efectivo para la ubicación de productos.
- Indicadores de desempeño logísticos.

3.3. Evaluación de las propuestas

En esta tercera y última fase se realizará:

3.3.1. Validación de propuestas

Este punto tiene como objetivo validar cada una de las propuestas de mejoras (3.2.), para determinar los beneficios que entregan a la empresa, comprobar o corroborar que lo propuesto cumplan con los objetivos planteados y brinden soluciones efectivas a la problemática de este proyecto.

Esta validación se realizó de forma cualitativa y cuantitativa, comparando la situación actual de la empresa, con el resultado que se esperar lograr con las propuestas de mejora. Es importante mencionar que los resultados que no puedan ser determinado con datos reales, estos serán referenciados con alguna literatura relacionado al campo de estudio.

3.3.2. Análisis y evaluación de resultados

Posterior a la validación de las propuestas de mejora, se utilizaron herramientas que permiten una evaluación de costos y beneficios, evaluar la rentabilidad del proyecto y que facilite la selección a la mejor alternativa de diseño de un modelo de administración de bodegas. Esta evaluación es un factor relevante para la empresa al momento de querer implementar las propuestas de mejoras en un corto o mediano plazo.

4. Marco teórico

4.1. Logística

La palabra logística etimológicamente proviene del término “logistikos”, que significa “saber calcular”. El uso de este concepto surge en la industria militar donde se hace referencia a una teoría de abastecimiento y distribución de insumos a tropas durante el desarrollo de la segunda Guerra Mundial.

La concepción de la logística comprende las actividades relacionada con el movimiento y almacenamiento de manera coordinada, generadora de valor agregado y asociado a costos de transporte y de inventarios (Ballou, 2004).

Según el Consejo de Dirección Logística (CLM), organización profesional de gerentes logísticos, docentes y profesionales, definen logística como *“Parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes”*.

Esta definición refleja que la logística es el proceso encargada de todas aquellas actividades que permiten que los bienes y servicios estén disponibles cuándo y dónde se deseen adquirirlos, de tal manera, beneficiando a todos los eslabones que participan en la organización y que a su vez requiere de total sincronización para optimizar los recursos con los que cuenta la empresa.

4.2. Análisis de la demanda

La estimación de la demanda es el análisis estadístico de sucesos pasados para estimar acontecimientos o comportamientos futuros de la demanda y/o el consumo de un bien o servicio, es la base para la planeación y la gerencia de inventarios, la planeación de las compras, la programación de producción y el dimensionamiento de las operaciones (Bedoya, 2013).

El análisis de demanda da a conocer el patrón de comportamiento de los productos solicitados por los clientes, permite enlazarlos con modelos estadísticos para un pronóstico, definir un patrón de comportamiento de la demanda, tendencias crecientes o decrecientes, ciclos, estacionalidades, entre otros, todo ello para ayudar a definir los horizontes de planeación y organización en la administración de almacenes.

Para este trabajo de título, se va a considerar un análisis para los siguientes criterios:

- Formato/tipo de producto.
- Ingreso y salida de producto (estadía, rotación de mercancía).
- Comportamiento de clientes (tendencias, estacionalidades).

4.3. Regla de Sturges

“La Regla de Sturges fue propuesta por Herbert Sturges en 1926, es una regla práctica acerca del número de clases que se deben considerar al elaborar un histograma” (Hyndman, 1995).

En estadística, esta regla es utilizada cuando se quiere realizar un histograma de frecuencias, ya que con ella se calcula el rango, número de intervalos (número de clases) y amplitud de cada clase, datos necesarios para la construcción de una distribución de frecuencias.

Para su cálculo, se utilizarán las siguientes tres formulas:

(1) Rango (R) $R = \text{Limite superior} - \text{Limite inferior}$

(2) Cantidad de clases (k) $k = 1 + 3.322 \log n$

Donde n es la cantidad de datos de la muestra.

(3) Amplitud de clase (A) $A = R/k$

4.4. Variación estacional o cíclica

“El modelo de variación estacionaria, estacional o cíclica permite hallar el valor esperado cuando existe fluctuaciones periódicas. Estos ciclos corresponden a los movimientos en una serie de tiempo, que ocurren año tras año en los mismo meses o periodos del año y relativamente con la misma intensidad” (Salazar, 2016).

Este modelo de variación estacional es un modelo para patrones de demanda sin tendencia y que presenten un comportamiento cíclico. Ello se refleja con la siguiente formula.

$$(4) X_t = I * X_g$$

Donde:

X_t = Pronóstico del periodo t

X_g = Promedio general de las ventas

I = Índice o Factor de estacionalidad

Para el cálculo del Índice o Factor de estacionalidad, se debe calcular del siguiente modo.

$$(5) I = X_i / X_g$$

Donde:

X_i = Media o promedio de las ventas del periodo i

El índice o factor de estacionalidad indican el valor porcentual en que aumenta o disminuye la tendencia, a causa de un componente estacional, es decir, los índices estacionales miden la estacionalidad en una serie de tiempo (Salazar, 2016).

Los resultados de los índices de estacionalidad se pueden interpretar de la siguiente manera:

- Si el valor del índice es superior a 1, se detecta estacionalidad positiva y cuanto mayor sea el índice, mayor será la intensidad de la estacionalidad.
- Si el valor del índice es inferior a 1, se habla de estacionalidad negativa.
- Si el valor del índice es cercano o próximo a 1, indica una estacionalidad reducida o ausencia de estacionalidad (valor igual a 1).

4.5. Tipos de tendencia

Las tendencias son el concepto más importante en el análisis técnico. Una tendencia determina la dirección general de los movimientos de los mercados, y estos se clasifican en tres tipos de tendencias (Tismo, 2012):

- Tendencia alcista: cuando la variable va realizando máximos relativos (o crestas) cada vez más altos, y a su vez, los mínimos relativos (o valles) también sean cada vez más altos que los anteriores. Es decir, cuando el mercado tiende hacia arriba.
- Tendencia bajista: cuando el precio vaya realizando máximos relativos (o crestas) cada vez más bajos, y a su vez los mínimos relativos (o valles) también sean cada vez más bajo que los anteriores. Es decir, cuando el mercado tiende hacia abajo.
- Tendencia lateral/horizontal: cuando no encontramos una secuencia clara entre los máximos y los mínimos. Es decir, el mercado no tiene una tendencia definida.

4.6. Clasificación de productos

Clasificar los materiales que forman parte del inventario, es una práctica usual que tiene por objetivo limitar las actividades de planificación y control, mejorar la disponibilidad de los materiales, reducir las inversiones o costos de los inventarios, es decir, aplicar criterios de economicidad ya que no todos los artículos, productos o mercancías, son igualmente rentables y/o importantes (Castro, Vélez & Castro, 2011).

En esta sección se han revisado las metodologías de clasificación de productos a utilizar en este trabajo de título. Por un lado, está la metodología más conocida y utilizada, que es la clasificación ABC (tradicional); y por otro lado, se va a revisar métodos complementarios a la clasificación ABC, que forman parte de la clasificación de productos multicriterio, como lo son la matriz de dos criterios de Flores y el modelo de optimización alternativo de Wan Lung.

4.6.1. Clasificación ABC

“El análisis ABC, conocido también como la regla 80/20 o principio de Pareto, constituye una de las técnicas universalmente más aplicadas, para seleccionar aquellos ítems más importantes dentro de un colectivo determinado. En el campo de la gestión de stocks, su aplicación es evidente ya que nos va a permitir seleccionar aquellos artículos que presentan mayor interés” (Sáez, 2009).

La clasificación o análisis ABC es un sistema de administración de inventarios que se basa en el principio de Pareto (Vilfredo Pareto) para categorizar o segmentar los productos del inventario acorde a los criterios preestablecidos por la compañía. El criterio en el cual se basan la mayoría de los expertos en la materia es en el valor de los inventarios y en los porcentajes de clasificación que son relativamente arbitrarios (Salazar, 2016). La clasificación ABC se centra en focalizar el control sobre los artículos más importantes sobre la minoría de estos, agrupándose en tres niveles diferentes:

- **Nivel A:** Artículos muy importantes, representando el 20% de las referencias y 80% de la valorización del inventario.
Son clasificados como artículos importantes por su costo elevado, nivel de utilización o por el alto aporte de utilidades. Reciben mayor atención y control, se realizan pronósticos de demanda más exactos, actualización diaria de los registros de stock, se suelen almacenar en ubicaciones cercanas y buenas condiciones de almacenamiento.
- **Nivel B:** Artículos moderadamente importantes, representando el 30% de las referencias y el 15% de la valorización del inventario.
Son clasificados como unidades de valor intermedio. No poseen las mismas condiciones que el inventario del nivel A, sin embargo, se controlan sus existencias, sus costos y revisión de stock, pero con menos frecuencia.
- **Nivel C:** Artículos poco importantes, representando el 50% de las referencias y el 5% de la valorización del inventario. Son clasificaciones como artículos de menor valor. Requieren de poca supervisión.

4.6.2. Criterios para la Clasificación ABC

Los autores (Castro, Velez y Castro, 2011) en su Paper “Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de criterios y efectos en la asignación de pesos”, presentan una matriz de criterios en la que se determina cuáles son los más utilizados en los problemas de MCIC (Multi Criteria Inventory Classification – Clasificación Multicriterio del Inventario), su unidad de medida y para qué criterios aplica, ya sea para materias primas, repuestos o productos terminados, por parte del fabricante o distribuidores, según corresponda.

La ilustración 23, muestra la Matriz de Clasificación ABC por Multicriterio, matriz que será utilizada para la determinación de criterios a utilizar en la clasificación de productos.

Ilustración 23: Matriz de criterios para la clasificación ABC

Criterios	Unidad de Medida	Entrada		Salida	
		Materias Primas	Repuestos	Fabricante	Comercializadora
Demanda/Ventas	unidades/tiempo			X	X
Consumo/Utilización	unidades/tiempo	X	X		
Inventario promedio	unidades/tiempo	X	X	X	X
Costo Unitario	\$/unidad	X	X	X	X
Volumen	m3/unidad	X	X	X	X
Criticidad	0, 1, 2, 3, 4, 5	X	X		
Costo Anual del Inventario	\$/año	X	X	X	X
Costo Anual Demanda/Ventas	\$/año			X	X
Consumo/Utilización	\$/año	X	X		
Tiempo de Entrega	unidades de tiempo	X	X		X
Tiempo de Producción por lote	unidades de tiempo			X	
Escasez	1, 2, 3, 4, 5	X	X		
Durabilidad	1, 2, 3, 4, 5	X	X	X	X
Sustituibilidad	1, 2, 3, 4, 5	X	X		
Reparabilidad	1, 2, 3, 4, 5		X	X	X
Número de Proveedores	cantidad	X	X		X
Alacenabilidad	1, 2, 3, 4, 5	X	X	X	X
Tamaño de lote	unidades	X		X	X

Fuente: Castro, Vélez y Castro (2011)

4.6.3. Matriz de dos criterios de Flores

Flores en 1992, desarrolla una herramienta denominada “Matriz de dos criterios de Flores”, en donde dicha herramienta forma parte de los métodos para clasificación de productos por multicriterio (Castro, Vélez & Castro, 2011).

La matriz de dos criterios de Flores consiste en seleccionar dos criterios relevantes y/o importantes para la clasificación de productos, una vez seleccionados dichos criterios, se deben evaluar los productos de forma separada mediante el análisis ABC tradicional (4.6.1), para cada uno de los criterios. Con los resultados obtenidos, estos deben ser ubicados dentro de una matriz (tabulados) para obtener una combinatoria entre los dos criterios elegidos. A continuación se refleja la ilustración 24 con la matriz de clasificación de dos criterios de Flores, a modo de ejemplo.

Ilustración 24: Matriz de clasificación de dos criterios de Flores

Matriz de dos criterios		Segundo criterio		
Primero criterio		A	B	C
	A	AA	AB	AC
	B	BA	BB	BC
	C	CA	CB	CC

Fuente: Flores et al. (1992)

Flores señala que, una vez combinados cada uno de los ítems por dos criterios, el resultado debe ser reclasificado, es decir, todos los ítems que resultaron en la matriz como AA, AB y BA se reubican como los nuevos ítems tipo A; AC, BB y CA se ubican como los nuevos ítems tipo B; y por último aquellos que quedaron clasificados como BC, CB y CC conforman los ítems de tipo C. A continuación, se presenta la ilustración 25 que refleja la reclasificación resultante, por medio del método matriz de dos criterios de Flores.

Ilustración 25: Clasificación resultante de la combinación de dos criterios de Flores

Combinación		Clasificación	Combinación		Clasificación	Combinación		Clasificación
A	A	A	A	C	B	B	C	C
A	B	A	C	A	B	C	B	C
B	A	A	B	B	B	C	C	C

Fuente: Flores et al. (1992)

4.6.4. Modelo de optimización lineal alternativo de Wan Lung

Wan Lung en el 2006, plantea un modelo de optimización lineal alternativo para el problema MCIC (Multi Criteria Inventory Classification – Clasificación Multicriterio del Inventario). El modelo consiste en clasificar todas las mediciones de i -ésimo ítem bajo el j -ésimo criterio denominadas y_{ij} . Para su desarrollo, se transforman todas las mediciones en una base comparable, es decir, se normalizan los valores de los criterios, de tal manera que queden en una escala de 0 a 1. Para ello, al dato original se le resta el valor mínimo del total de los valores correspondiente al criterio, y a ese resultado, se divide entre la diferencia existente entre el valor máximo y el mínimo, del total de los datos. Lo anterior se ilustra con la siguiente ecuación.

$$(6) \quad y_{nij} = \frac{y_{ij} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}}{\max_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\} - \min_{i=1,2,\dots,I}\{y_{ij}\}}$$

Luego, para la obtención del puntaje total, se realiza un cálculo de promedios parciales a los y_{nij} obtenidos por cada ítem (i -ésimo), respectivamente. Se organizan las columnas de puntajes totales de mayor a menor (orden descendente), y acorde a su peso de contribución del rendimiento del criterio (j -ésimo), se clasifican los ítems con el análisis ABC tradicional. Lo mencionado, se refleja con las siguientes ecuaciones

$$(7) \quad \text{Puntaje total} = \sum_{i=1}^I w_j y_{nij}$$

$$(8) \sum_{j=1}^J w_j = 1$$

Donde yn_{ij} es el valor normalizado del ítem i -ésimo con respecto al criterio j -ésimo; y w_j es el peso asignado al criterio j , que tiene como restricción que su suma debe ser igual a 1.

A continuación, la ilustración 26 y 27 reflejan un ejemplo de clasificación de productos aplicando el modelo de Wan Lung, bajo los criterios de demanda, costo unitario y *lead time*.

Ilustración 26: Datos iniciales – Ejemplo modelo de Wan Lung

ITEM	DEMANDA	COSTO UNITARIO	LEAD TIME
A	80	422	6
B	514	54,07	7
C	19	0,65	6
D	2442	16,11	4
E	650	4,61	4
F	128	0,63	5
G	2500	1,2	6
H	4	22,05	3
I	25	5,01	5
J	2232	2,48	1
K	2	4,78	1
L	1	38,03	6
M	6	9,01	2
N	12	25,89	1
O	101	59,5	5
P	715	20,78	6
Q	1	2,93	1
R	35	1	3
S	1	28,88	4
T	4	29,86	1

Fuente: Fuente: Castro, Vélez y Castro (2011)

Ilustración 27: Datos normalizados, puntaje total por ítem y clasificación final – Ejemplo modelo de Wan Lung

ÍTEM	DEMANDA	COSTO UNITARIO	LEAD TIME	PUNT. TOTAL	CLAS.
A	0,032	1,000	0,833	0,624	A
G	1,000	0,001	0,833	0,614	A
D	0,977	0,037	0,500	0,504	A
B	0,205	0,127	1,000	0,450	A
P	0,286	0,048	0,833	0,393	A
L	0,000	0,089	0,833	0,313	A
J	0,893	0,004	0,000	0,296	A
O	0,040	0,140	0,667	0,286	A
C	0,007	0,000	0,833	0,286	A
E	0,260	0,009	0,500	0,259	A
F	0,051	0,000	0,667	0,243	B
I	0,010	0,010	0,667	0,233	B
S	0,000	0,067	0,500	0,192	B
H	0,001	0,051	0,333	0,131	C
R	0,014	0,001	0,333	0,118	C
M	0,002	0,020	0,167	0,064	C
T	0,001	0,069	0,000	0,023	C
N	0,004	0,060	0,000	0,021	C
K	0,000	0,010	0,000	0,003	C
Q	0,000	0,005	0,000	0,002	C

Fuente: Castro, Vélez y Castro (2011)

4.7. Gestión de almacenes

El concepto de almacén ha ido evolucionando con el tiempo, ampliando sus funciones y responsabilidades en su interior. En la actualidad, los almacenes son considerados como verdaderos centros de operaciones, convirtiéndose en un factor clave para el éxito de una organización, que provee elementos físicos y funciones capaces de generar valor agregado a la compañía.

(Salazar, 2016) define la gestión de almacenes como “*el proceso logístico que se encarga de la recepción, almacenamiento, movimientos e información de productos dentro de un mismo recinto, teniendo como prioridad optimizar el área logística, garantizando un flujo continuo y oportuno de productos*”. Por otro lado, Antonio Pérez lo define como “*encargada de coordinar la estructura operativa del almacén y de todos los artículos que en él se ubiquen. Organiza la totalidad de los movimientos y flujos de mercancías que se produzcan en el interior del mismo*” (Pérez, 2016). Acorde a lo descrito, podemos comprender la gestión de almacenes como un conjunto de procesos que buscan optimizar la logística dentro de un almacén, a través de una planificación y organización de flujos, movimientos e información de productos.

Ambos autores y entre otros investigadores, coinciden en que los objetivos de una eficiente gestión de almacén deben comprender:

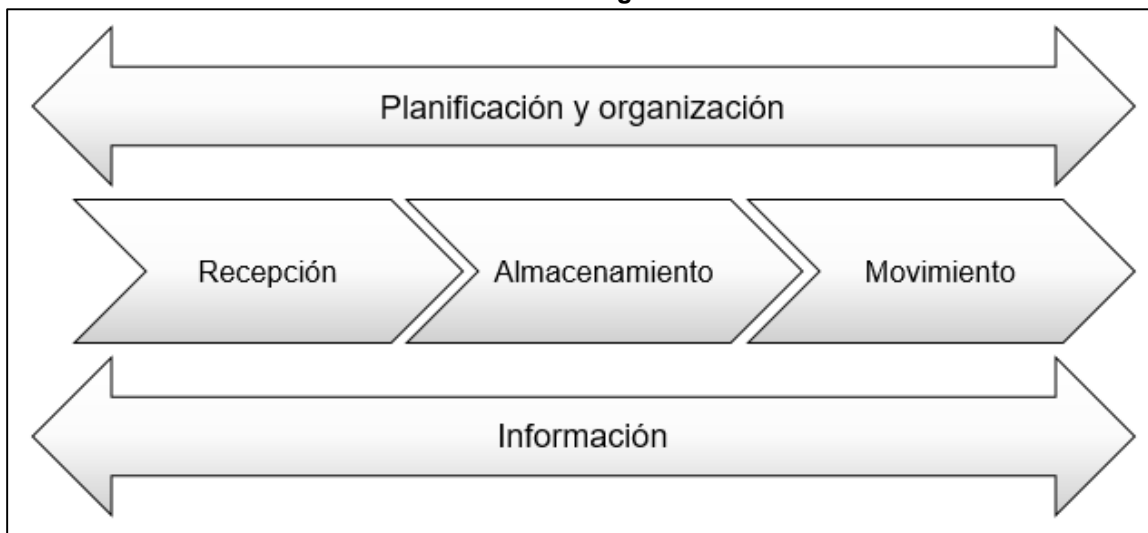
- Rapidez en las entregas.
- Fiabilidad en la información.
- Reducción de costos.
- Maximización del volumen disponible.
- Minimización de las operaciones de manipulación y transporte.

4.7.1. Proceso Gestión de Almacenes

El autor (Salazar, 2016) ilustra el proceso de gestión de almacenes con dos ejes transversales que representan los procesos principales, estos son: planificación y organización e información; y tres subprocesos que componen la gestión de actividades y que abarcan la recepción, almacenamiento y el movimiento.

Lo recientemente descrito, se refleja en la siguiente ilustración.

Ilustración 28: Proceso de la gestión de almacenes



Fuente: Salazar (2016), Gestión de almacenes

Por ser una ilustración que contiene ambas definiciones del punto 4.7, esta será utilizada como guía y será detallada con los fundamentos del autor, como también complementada por otros investigadores. A continuación, se describen los procesos y subprocesos.

4.7.1.1. Planificación y organización

La planificación y organización es clave para la creación de la estructura logística que desee llevar a cabo la empresa, por lo que este proceso se considera de carácter táctico y estratégico, ya que se deben tomar decisiones alineadas con las políticas y objetivos de la

empresa, para en un futuro operar eficientemente y poder potenciar las ventajas competitivas de la compañía.

Las principales actividades que se deben considerar en el proceso de planificación y organización son:

- Gestión de almacén: determinar si el almacén será autogestionado (gestión propia), si se subcontratará (gestión por terceros) el servicio o si será mixto.
- Ubicación de almacén: ubicación geográfica de los almacenes, esta debe ser posicionada de modo estratégico ya que se deben considerar diferentes factores y/o variables, como costos de transporte, disponibilidad de materiales y suministros, distancia de clientes y centros distribución, entre otros.
- Número de almacenes: determinar la cantidad de bodegas a destinar al almacenamiento de productos, plantas de producción, oficinas, etc.
- Dimensiones de los almacenes: Determinar el tamaño y diseño de la instalación para almacenamiento. Este punto es importante porque una vez determinado el tamaño, este se puede convertir en una restricción en el futuro, ya sea por límites en espacio de almacenaje, límites en espacio destinado al desplazamiento, factores como volúmenes en la tipología de embalajes a almacenar, entre otros.
- Tipo de almacén: dependerá de la actividad económica de la empresa y sus necesidades de clasificarlo en almacén de materias primas, almacén de productos semi-elaborados, almacén de productos terminados, etc.
- Modelo de organización, confección de Lay Out: diseño efectivo de la distribución que optimice los flujos y actividades en el interior del almacén.

4.7.1.2. Recepción

La recepción corresponde al ingreso o entrada de los productos a los almacenes, proceso que forma parte de la red logística y es una etapa importante para garantizar el estado de llegada y conformidad de la mercancía antes de su integración a las bodegas. Para que este flujo de ingreso de material esté libre de congestión o demoras, requiere de una correcta planeación y sistemas para su registro y control de inventarios (García, 1984).

4.7.1.3. Almacenamiento

La mercancía entrante necesita ser almacenada temporalmente en los almacenes, teniendo que asignar al producto una ubicación específica para su posterior recuperación. Sin embargo, el almacenaje debe también salvaguardar y conservar los productos de manera eficiente, con los mínimos riesgos para la empresa y optimizando los espacios disponibles.

4.7.1.4. Movimiento

Corresponde al traslado de productos de una zona a otra (ya sea entre almacenes o desde la zona de recepción a la ubicación de almacenamiento), como también para la recuperación de pedidos, actividad que debe tomar los artículos requeridos para su posterior despacho. Esta operación es considerada la más intensa en mano de obra y normalmente la parte más costosa de las operaciones de un almacén.

Para realizar el desplazamiento físico de las mercancías, se requiere principalmente del uso de equipos idóneos para la manipulación de materiales y éstos dependerán de una serie de factores (Salazar, 2016), como:

- Volumen de los productos.
- Perecibilidad de las mercancías.
- Costo de maquinarias.
- Distancia de los movimientos.
- Infraestructura del almacén.
- Manipulaciones o remanejos de material.

Por otro lado, el sub proceso de movimiento se aplica también a los flujos de entrada y salida de las mercancías acorde a las modalidades del manejo de inventario establecido en la organización, como:

- First In – First Out (FIFO): El primer producto en entrar, será el primero en salir del almacén.
- Last In – First Out (LIFO): El último producto en entrar, será el primero en salir del almacén.
- First Expired – First Out (FEFO): El de fecha más próxima de caducidad, será el primero en salir del almacén.

4.7.1.5. Información

La función principal de la gestión de almacenes es la eficiencia y efectividad en sus flujos físicos, pero los procedimientos descritos anteriormente, serían inviables sin la aportación de un conjunto de tecnología que permitiera gestionar los flujos con información de manera correcta (Pérez, 2016).

Esta actividad se extiende a todos a los subprocesos anteriormente mencionados, permitiendo su curso de acción en (Salazar, 2016):

- Información en los registros de entrada y salida de mercancías.
- Información para el control de inventario.
- Información con datos técnicos de las mercancías almacenadas.

- Registros de actividades diarias dentro de los recintos logísticos.
- Procedimientos e instrucciones de trabajo.
- Datos e indicadores para la elaboración de informes para la toma de decisiones.

4.8. Metodologías para el diseño estratégico y gestión de un almacén

A continuación, se expone una selección de cinco autores que han realizado metodologías de diseño estratégico y de gestión de almacenes, métodos que serán utilizadas como referencia para el desarrollo de este proyecto.

4.8.1. Método de Govindaraj et al. (2000)

Este método asociado a la gestión de bodega establece un procedimiento reiterativo que consiste en cinco pasos básicos que se deben seguir para llevar a cabo el diseño de un modelo de gestión (Govindaraj, 2000). Estos pasos son:

1. Estructurar y analizar datos.
2. Determinar los requerimientos funcionales necesarios para el diseño.
3. Tomar decisiones de alto nivel.
4. Definir especificaciones del sistema y su optimización.
5. Reiterar los pasos anteriores.

4.8.2. Método de Rowley (2000)

El autor recopila las acciones planteadas por autores y en diez fases establece una metodología de diseño, sin detallar las decisiones a tomar en cada una de ellas, ni herramientas necesarias para su diseño (Rowley, 2000):

1. Definir los requisitos del sistema y sus restricciones.
2. Definir y obtener datos relevantes.
3. Analizar datos.
4. Establecer unidades de carga.
5. Establecer procedimientos operativos.
6. Considerar características de distintos equipos.
7. Calcular necesidades de mantenimiento y almacenamiento.
8. Definir otras funciones auxiliares.
9. Diseños de planta posibles.
10. Selección de diseño final, evaluar, comparar y simular.

4.8.3. Rushton et al. (2006)

Los autores en su libro reconocen la importancia de la flexibilidad en el diseño de un almacén, dejando abierta la posibilidad de poder modificar cada una de las acciones (a definir) para poder otorgar mayor flexibilidad al diseño final de un almacén. Concluyen que es importante que los almacenes puedan gozar de un alto grado de flexibilidad, lo que les hará poder ajustarse de mejor forma a los requerimientos que el mundo empresarial pueda presentarse en función de las necesidades del negocio (Rushton, 2006).

4.8.4. Método de Gu et al. (2007)

Los autores insisten que es necesario disponer de herramientas en la fase de diseño de un almacén, herramientas tecnológicas que minimicen los costos logísticos y que permitan asegurar que las decisiones adoptadas conduzcan a los mejores diseños posibles (Gu, 2007). Para ellos el diseño de almacenes se centra en los siguientes cinco pasos:

1. Definición de los requerimientos iniciales.
2. Dimensionamiento en base al inventario y políticas de reaprovisionamiento.
3. Definición de la planta del almacén.
4. Selección de equipos en base a las combinaciones de tecnologías existentes. Resaltando la necesidad de un método que permita seleccionar las mejores configuraciones posibles.
5. Selección de métodos operativos.

4.8.5. Método de Baker y Canessa (2007)

Baker y Canessa analizan las herramientas y los pasos de diseño propuestos por diferentes autores con el objetivo de poder identificar características comunes en ellos y así poder determinar patrones de diseño establecidos para determinadas combinaciones.

Por ello, al fusionar metodologías propuestas junto a casos prácticos realizados por los autores en esta área, aportan los siguientes 11 pasos en el diseño de un almacén.

1. Definición de los requerimientos del sistema.
2. Definición y obtención de los datos.
3. Análisis de los datos.
4. Establecimiento de carga de datos unitarias a utilizar.
5. Definición de procedimientos operativos y métodos de trabajo.
6. Consideración de tecnologías existentes.
7. Calcular capacidades y cantidades de los elementos seleccionados para el diseño de un almacén.
8. Definición de servicios y operaciones secundarias.

9. Planteamientos de posibles diseños de planta.
10. Evaluación.
11. Identificar la solución a implementar.

Si bien en su metodología se logra la identificación de un denominador común o pasos básicos para la realización de un diseño de almacén, aún no es clara la forma en que estos deben llevarse a cabo y es por ello que los autores incentivan a otros investigadores de esta área a seguir aportando métodos de diseño con el objetivo de seguir perfeccionando una metodología de diseño que sea útil en la práctica y contemple la complejidad del almacén, ya que ellos señalan que: (Baker y Canessa, 2007).

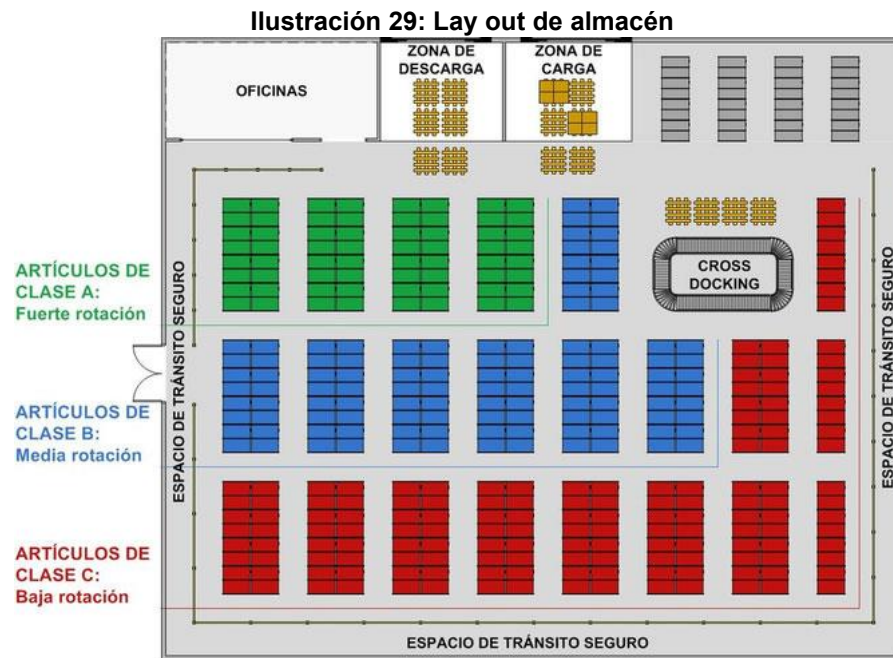
- El diseño de los almacenes es altamente complejo.
- Se aborda esta complejidad trabajando paso a paso.
- Todos los pasos están relacionados y con un alto grado de retroalimentación.
- No es posible designar una óptima solución debido al gran número de opciones que se plantean en cada diseño.

4.9. Lay Out de almacenes

El término lay out proviene del inglés, que significa “diseño”, “plan”, “disposición”. *“El concepto de Lay Out, alude a la disposición física de las diferentes áreas del almacén, así como a la de los elementos insertos en el mismo. Ello constituye, sin duda alguna, a la parte técnica más delicada en el diseño de un almacén, ya que el Lay Out condiciona de forma permanente el funcionamiento del mismo”* (Ballou, 2004).

El Lay Out de un almacén debe asegurar el modo más eficiente para manejar los productos que en él se dispongan. Por ello, para la confección de un Lay Out, se debe considerar la estrategia de entrada y salida de productos, el tipo de almacenamiento más efectivo (dado el formato y características de los productos a almacenar), método de transporte interno dentro del almacén, rotación de mercancías, rutas y procesos para la elaboración de pedidos (Salazar, 2016).

A continuación, en la ilustración 29 se muestra un ejemplo de Lay Out, también conocido distribución planimétrica (almacén plasmado en un plano).



Fuente: Salazar (2016)

4.9.1. Método de organización de productos

“Una importante consideración de diseño que puede afectar de manera sustancial la eficiencia del manejo de materiales, es el método utilizado para identificar la localización de la mercancía dentro de las bahías de almacenamiento” (Ballou, 2014).

Para un óptimo diseño en las instalaciones de una bodega o almacén, se debe considerar un adecuado flujo de productos, minimización de costos, maximización de espacios y óptimas condiciones de almacenaje. La empresa debe escoger un método de posicionamiento y localización de productos que aplicará en los almacenes o centro de distribución, para ello existen dos tipos de modelo, que se clasifican en:

- Sistema posición organizado (fijo): Cada producto o mercancía tiene asignada una ubicación física y única en un lugar predeterminado, ya sea en una isla de almacenamiento o en una estantería de almacenaje.
- Sistema posición caótico (aleatorio): Los productos se dirigen hacia cualquier espacio abierto que esté disponible, por ello no existen ubicaciones predeterminadas para el almacenaje de mercancías.

A continuación, en la tabla 6 se muestran las ventajas y desventajas para cada modelo:

Tabla 6: Ventajas y desventajas de los métodos de posicionamiento y localización de productos

Método	Ventajas	Desventajas
Organizado - Fijo	<ul style="list-style-type: none"> • Facilita la gestión manual del almacén. • Se accede rápidamente a la mercancía. • Se detecta rápidamente la existencia de roturas en el stock. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere pre asignación de espacios. • Espacio ocioso en los almacenes. • Prever la capacidad máxima de productos a almacenar.
Caótico - Aleatorio	<ul style="list-style-type: none"> • Bajas inversiones en material para almacenamiento. • Optima utilización de espacios disponibles. • Reducción de número de pasillos. • Acelera el almacenamiento de mercancía recepcionadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad en el acceso de productos. • Aumento en los tiempos para la recuperación de pedidos. • Uso inadecuado de los espacios. • Requiere de un elaborado sistema para la ubicación de existencias. • Mayor tiempo en recorridos.

Fuente: Salazar (2016), Saez (2009), Ballou (2014) – Confección propia.

4.9.2. Diseño interno de almacenes

Como se mencionó anteriormente, efectuar la distribución del espacio interno de un almacén, es un proceso sumamente complejo que requiere superar las restricciones de espacio físico edificado y las necesidades de almacenamiento. La distribución general de la distribución de un almacén debe satisfacer las necesidades de un sistema de almacenamiento y cumplir los siguientes objetivos:

- Aprovechamiento óptimo de los espacios disponibles: Evitar los espacios ociosos entre productos y pasillos.
- Reducción de la manipulación y remanejos de productos: Se debe eliminar todas aquellas manipulaciones que no añadan valor a los productos y aquellas que deterioran la mercancía.
- Reducción de recorridos: Cuanto menor sea la distancia, menor será el tiempo implicado en movimiento y rutas, por ello menor será la mano de obra y maquinaria empleada.
- Facilitar el acceso a las existencias en bodegas: reducirá los tiempos en búsqueda y acceso directo a los productos, aumentando así la capacidad de respuesta en los procesos de despachos.

- Permitir una óptima rotación de mercancía: facilitará los flujos de gestión de inventario.
- Facilitar el control del stock disponible: permitirá un rápido control visual de las existencias disponibles, detectando prontamente la existencia de roturas en el stock.

4.9.3. Identificación de ubicaciones y localización de productos

Cualquiera sea el método de gestión de organización física a emplear (organizado o caótico), la organización debe contar con la información pertinente que sustente la efectividad de los flujos físicos, por ello, se debe poseer un registro de todos los productos que permanecen almacenados en las bodegas, un código que facilite la ubicación física de la mercancía y un elaborado sistema ya sea manual o computarizado que permita la catalogación de productos en inventario. Los sistemas más comunes son delimitar zonas por colores, ubicar carteles con la denominación de las zonas, codificar estantes y/o pasillos con numeración correlativa, etiquetación de productos y algún software que apoye y facilite estas operaciones.

4.10. Definición de Escenarios

Las autoras (Yori, Hernandez y Chumaceiro, 2011) en su revista “Planificación de escenarios: una herramienta estratégica para el análisis del entorno”, citan a diversos autores dedicados al área de estrategias empresariales, donde se rescataron las siguientes definiciones respecto a los escenarios: *“Bass (2002), plantea que un escenario es un futuro posible entre varias alternativas, que describe una situación hipotética futura. En forma análoga, David (2003) señala que los escenarios se pueden describir como conjuntos alternativos de posibles ocurrencias futuras donde se anticipan el impacto de diversos argumentos en una organización. Por otro lado, Saloner et. al. (2005) plantea que un escenario es un futuro posible para la industria que posee coherencia interna, es decir, es un panorama plausible de cómo podría ser la industria en el futuro”*. (Yori, Hernandez y Chumaceiro, 2011).

En virtud de los argumentos expuestos, las autoras infieren que los escenarios constituyen un instrumento que ayuda a los responsables de las tomas de decisiones a crear un contexto para la planificación y programación, permitiendo elegir entre opciones de desarrollo. Así mismo, construir representaciones de los posibles futuros, a través de la combinación de datos cuantitativos y cualitativos. Por otro lado, la planificación y definición de escenarios constituye un instrumento para la toma de decisiones que permite manejar y predecir ambientes de rápido cambio social y de interacciones complejas, disminuyendo el nivel de incertidumbre a través de la descripción de posibles alternativas futuras.

Se pueden definir tantos escenarios como se deseen, pero es habitual establecer tres tipos de escenarios, definidos como escenario “probable”, escenario “optimista” y escenario “pesimista”. A continuación, se detalla cada uno de ellos:

- Escenario probable: Es el escenario que se espera que suceda con mayor probabilidad, acorde a las hipótesis formuladas, reflejando una situación real.
- Escenario optimista: Se consideran las variables que han sido utilizadas como referencia para la configuración del “escenario normal” puedan concretarse durante el horizonte de planificación, tomando valores que mejoran las previsiones iniciales recogidas en el escenario normal. Esto posibilita a la empresa a tener un panorama de crecimiento y elaborar estrategias para ello.
- Escenario pesimista: De forma similar al escenario anterior, se consideran las variables que han sido utilizadas como referencia para la configuración del “escenario normal” puedan concretarse durante el horizonte de planificación, tomando valores que empeoran las previsiones iniciales. Esto tiene como finalidad el prever a la empresa ante situaciones cambiantes del mercado que perjudicarían sus actividades, donde la empresa debe crear estrategias para las contingencias por pérdidas económicas.

4.11. Análisis Costo - Beneficio

Según (Crece Negocios, 2012) *“El análisis costo – beneficio es una herramienta financiera que mide la relación entre los costos y beneficios asociados a un proyecto de inversión, con el fin de evaluar su rentabilidad”*.

La relación costo – beneficio (B/C), también conocida como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtiene al dividir el Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto.

Según el análisis costo – beneficio, un proyecto o negocio será rentable cuando la relación costo beneficio es mayor que una unidad, es decir:

- $B/C > 1$, el proyecto es rentable.
- $B/C = 1$, el proyecto no entrega utilidades.
- $B/C < 1$, el proyecto no es rentable.

4.12. Warehouse Management System (WMS)

El Warehouse Management System, conocido en español por el término “Sistema de gestión de almacenes”, es una aplicación de software que da soporte a las operaciones diarias de un almacén. Los programas WMS permiten la gestión centralizada de tareas, como el seguimiento de los niveles de inventario y la ubicación de existencias, entrega agilidad y automatización en la operación, privilegiando la velocidad operativa, minimizando

los errores humanos en el proceso, etc. Algunos de los beneficios y funciones genéricas del WMS son los siguientes (Oracle Logistic, n.d.).

- Beneficios:
 - Precisión de los inventarios.
 - Monitoreo e información on line de las operaciones, acciones y/o movimientos realizados dentro de la bodega.
 - Disminuye los tiempos de búsqueda de productos específicos.
 - Optimiza las distancias recorridas de los operarios.
 - Mejora los tiempos de picking.
 - Flexibilidad.
 - Fácil manejo para los usuarios.

- Funciones:
 - Generador de reportes con múltiples variables de filtrado.
 - Envío automático de reportes mediante email.
 - Gestión de etiquetas y códigos de barra.
 - Administración de estados de productos.
 - Paneles de consulta.
 - Manipulación de productos de acuerdo con la modalidad de manejo de inventarios FIFO, LIFO, FEFO.
 - Reglas de negocios para los procesos de recepción y despacho.
 - Configuración personalizable para cada operación.
 - Visualización gráfica de la bodega.
 - Generación de documentos logísticos.
 - Administración de devoluciones de clientes y proveedores.

4.13. Indicadores, tipos y características

“El termino indicadores es el plural del término indicador. Un indicador es, como justamente lo dice el nombre, un elemento que se utiliza para indicar o señalar algo” (Bembibre, 2010). Los indicadores son datos que muestran el estado de una actividad. En el caso de ser indicadores clave, estos son denominados KPI, por sus siglas en ingles Key Performance Indicators.

Los indicadores tienen como principal función evaluar el desempeño de un proceso y/o actividad de una organización, generando datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un sistema de gestión. Dado lo anterior, con ellos se permite visualizar el cumplimiento de objetivos, facilitar la toma de decisiones, la identificación de resultados (anormales, positivos, negativos, etc.), además de poder fijar objetivos y valores de referencias (metas) para saber si las actividades, tareas o procesos aplicados, funcionan correctamente o si se deben realizar cambios en ellos (Isowin, 2018).

A la hora de definir indicadores claves para la organización, estos deben poseer y cumplir con los siguientes requerimientos:

- Definición: Descripción detallada de lo que se desea medir.
- Forma de cálculo: Formula o ecuación que se usará para obtener el dato.
- Unidad: Unidad de medida del indicador.
- Periodicidad: Frecuencia con la que se medirá el indicador, ejemplo: diario, semanal, mensual, trimestral, etc.
- Responsable: Departamento, cargo o persona responsable del proceso o de la actividad que se está midiendo.
- Meta: Es el valor ideal del indicador, aunque no siempre es alcanzable, es por ello que la meta debe ser un objetivo difícil, pero realista. Para la definición de límites o metas, se recomienda que sea definido por los expertos en el proceso y en conjunto con las jefaturas, ya que cada organización posee sus propios desafíos y complejidades. Dentro de las métricas, existen dos tipos:
 - Legales: Limite que nos impone la ley, que no debemos propasar y se está obligado a cumplir, ejemplo: emisiones de CO2.
 - Aceptabilidad: Valor límite para considerar que el proceso funciona satisfactoriamente.

Complementando lo anteriormente señalado, la nueva norma ISO 9001:2015 demanda que una organización debe determinar todo lo necesario para controlar el rendimiento y la eficacia del Sistema de Gestión de Calidad, manifestando la importancia que tiene la realización del seguimiento, medición, análisis y evaluación del Sistema de Gestión de Calidad a través de indicadores claves de rendimiento (ISO 9001:2015, 2015).

5. Análisis de datos y clasificación de productos

5.1. Análisis de demanda

En este capítulo se estudiarán las demandas de los actuales clientes que almacenaron productos en el CLU. Por políticas de seguridad de Ulog, no fue entregado los stock iniciales antes del periodo de análisis, es decir, los stock de cierre de diciembre de 2014, pero en vista de los comportamientos analizados, se puede prever que ningún cliente termina el año sin productos en almacenes, dado que los mismos corresponden a materia prima, insumos, productos intermedio o terminado para los procesos productivos del cliente, de lo contrario, se estaría interrumpiendo los ciclos comerciales y los procesos productivos continuos de los mismos.

Para estudiar la demanda, se realizó un análisis estadístico a los registros de entrada de productos a las dependencias de la empresa y salida de productos a bodegas del cliente, comprendido en un periodo de 30 meses, desde enero 2015 al primer semestre del 2017, dependiendo el tipo de cliente y los datos proporcionados. Este estudio tiene como finalidad identificar patrones y/o tendencias en el comportamiento de la demanda, participación por cliente, estacionalidades, y las estadías promedio por tipo de cliente y productos. Dentro de la base analizada se considerarán todos los registros de productos que contengan estadía igual o superior a 1 día, es decir, se consideraran solamente los clientes que demandaron los servicios logísticos de almacenaje de Ulog, dado que como se explicó anteriormente el abanico de servicios ofrecidos son muy amplios considerando desde a desestiba de productos hasta el traslado de estos, incluyendo el servicio de almacenaje, tema en estudio. Dentro de los clientes que solicitan el servicio de almacenaje se pueden encontrar papeleras, mieras y empresas químicas, donde para resguardar la identidad de cada una de ellas, se han modificados sus nombres y estas serán cocidas a través de los siguientes nombres:

- Cliente Alfa.
- Cliente Beta.
- Cliente Gamma.
- Cliente Delta.
- Cliente Épsilon.

Para la construcción de la base de análisis, es necesario diferenciar los dos tipos de movimientos que se presentan en esta empresa. Por un lado, está la “Entrada de Productos” que se asocia al ingreso, ya sea de materia prima, insumos, productos intermedio o terminado para los procesos productivos del cliente, los cuales son recepcionado por vía terrestre o marítima desde el extranjero o territorio nacional; dichos productos son almacenados dependiendo de las necesidades del cliente sin limitante de permanencia; y por otro, la “Salida de Productos” que se asocia al despacho de los productos anteriormente mencionados, a las dependencias del cliente o una externa, dependiendo de los planes de producción o venta de los cliente y sujeto a sus instrucciones de despacho.

Para facilitar esta distinción, a continuación, en la tabla 7 se presenta un cuadro descriptivo con ambos tipos de movimientos que se consideraran en las próximas secciones.

Tabla 7: Clasificación a los tipos de movimientos

Movimiento	Descripción	Actividad
Entrada de productos	Recepción e ingreso de productos de procedencia nacional o extranjera.	Acopio y Almacenaje de los productos en bodega de acuerdo a sus especificaciones
Salida de productos	Despacho de productos almacenados de acuerdo a requerimientos clientes	Búsqueda, carga y despacho de producto a cliente.

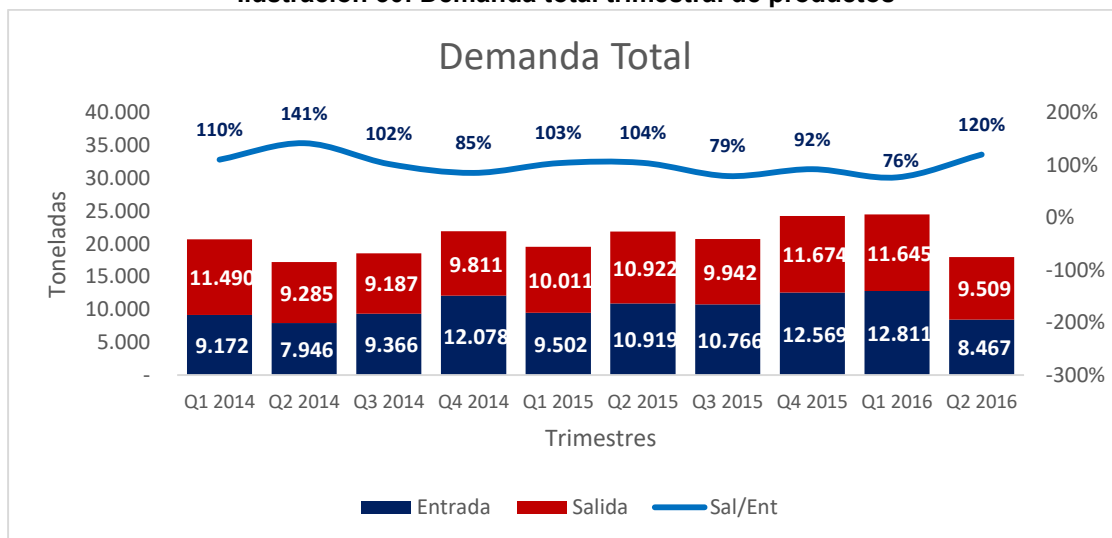
Fuente: Elaboración propia

5.1.1. Movimientos totales

El periodo de análisis fue de 30 meses, desde enero de 2015 a junio de 2017, e ingresaron a las dependencias de la empresa 103.596 unidades de productos, correspondientes a bobinas de papel, maxisacos, pallet, cátdos e IBC (equivalente a 223.963 toneladas) y fueron despachados 103.476 unidades de producto (equivalente a 222.120 toneladas), durante el mismo periodo. Cabe señalar que la permanencia promedio es relativa al tipo de producto y del cliente, estádia que será estudiada más adelante.

A continuación, la ilustración 30 presenta un gráfico con la demanda total de productos por trimestre.

Ilustración 30: Demanda total trimestral de productos



Fuente: Elaboración propia

De la ilustración anterior, el ingreso y salida de productos es reflejado mediante el gráfico de barras, representando la demanda total de productos por trimestre. También se refleja el indicador del cociente entre las salidas y las entradas de productos, representado en porcentaje a través del gráfico lineal trimestral, en el eje secundario.

Del gráfico de barras se puede observar que los movimientos de los clientes poseen una tendencia creciente o alcista, entre los años 2015, 2016 y primer semestre del 2017 (incremento que será considerado más adelante para la evaluación de capacidades del CLU). Por otro lado, del gráfico lineal que refleja el cociente entre las salidas y entradas de productos, se obtiene un promedio de 102% durante el periodo de estudio, indicando que las salidas de productos tienden a ser superior a las entradas de estos (indicio en la tendencia por la rotación de productos); también, dicho porcentaje avala lo anteriormente señalado, en que todos los clientes poseían existencias en bodegas antes de comenzar el estudio (5.1).

5.1.2. Participación de los clientes por facturación

Como se ha mencionado anteriormente, dentro de los servicios entregados por Ulog se incluye el servicio de almacenaje, el cual corresponde al acopio de las mercancías de los clientes en dependencias de la empresa bajo las especificaciones del tipo de producto, principalmente materias primas, insumos, productos intermedios o terminados que requieren cuidado especial y no pueden estar expuesto a condiciones medioambientales adversas por adulterar sus propiedades y características.

La empresa recauda por el servicio de almacenaje, y este es acorde a la permanencia de los productos en el centro logístico, tal como se explicó anteriormente, la base de análisis se considerarán los productos con permanencia o estadía ≥ 1 día.

Por otro lado, las tarifas de cobro por el servicio de almacenaje se realizan acorde al rubro de la industria del cliente, dado ello, para las empresas del rubro papelerero (producto en formato de bobina de papel) durante el 2017 se les cobró una tarifa de 100 pesos por tonelada diaria, y para los otros clientes, se le aplicó una tarifa de 195 pesos por bulto diario; comprendiéndose como bulto, los formatos de pallet, maxisacos, cátodos e IBC.

Las tarifas anuales son reajustadas acorde al crecimiento del IPC y con previa negociación por volúmenes con los clientes. A continuación, la tabla 8 presenta los valores de las tarifas aplicadas en los años 2015, 2016 y 2017, según la variación porcentual entregada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE).

Tabla 8: Tarifas anuales por almacenaje de productos

Año	Variación (%)	Tarifas (\$)	
		Bobina papel	Bulto
2015	-	\$91	\$178
2016	4,7	\$95	\$186
2017	4,9	\$100	\$195

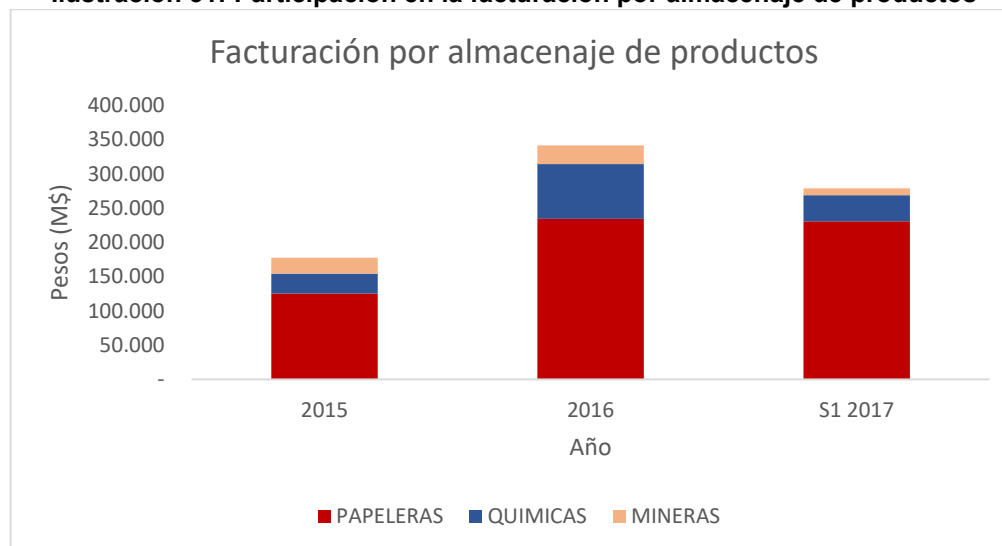
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9, se presenta la participación de los rubros de los clientes acorde a la facturación por el almacenaje de productos durante los años 2015, 2016 y primer semestre del 2017, junto al porcentaje de crecimiento comparativo para los años 2015 y 2016. Y en la ilustración 31, se presenta un gráfico de barra de columnas apilas que ilustra lo anteriormente señalado.

Tabla 9: Facturación por servicio de almacenaje

	PAPELERAS (\$)	QUIMICAS (\$)	MINERAS (\$)	TOTAL (\$)	% Crecimiento
2015	125.398.270	29.229.857	23.072.363	177.700.489	-
2016	234.610.831	79.857.054	26.954.428	341.422.313	92,13%
2017 Real	230.789.083	37.971.570	10.299.705	279.060.358	-

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 31: Participación en la facturación por almacenaje de productos

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que la facturación presenta un ascenso entre los años 2015 y 2016, lo que es un escenario favorable para el estudio realizado, ya que refleja un incremento en la facturación de un 92,13%, y acorde al primer semestre del 2017 se lleva un acumulado hasta junio \$279.060.358, que corresponde al 42,86% de la meta del 2017.

También, que las empresas del rubro papelerero (Cliente Alfa y Beta) son los principales contribuyentes en la facturación por el servicio de almacenaje, traduciéndose a que son clientes que podrían estar almacenando gran cantidad de productos, como también, poseer una baja tasa en la rotación de estos. Dicho análisis será revisado con mayor profundidad en los siguientes capítulos.

5.1.3. Estadía total de productos en bodega

Una de las variables que influyen directamente en la facturación, es la permanencia o estadía de los productos en las bodegas. La estadía o permanencia es directamente proporcional a la facturación, y por lo demás es una variable logística de análisis, dado que, con la finalidad de conseguir eficiencias, los productos deben ser acopiados y ubicados de acuerdo con su rotación y su volumen.

Acorde a lo anterior, es necesario conocer la permanencia de los productos de manera individual o por familia de producto al interior de bodegas, como también sus permanencias promedio, ciclos comerciales y estacionalidades. Para ello se realizó un cruce entre las bases de datos de Entrada y Salida de productos, efectuando un seguimiento a las etiquetas únicas y por trazabilidad del lote, se pudo obtener la permanencia de productos en bodegas, tanto por familias de productos y por clientes.

Para facilitar la lectura de datos, se utilizó la Ley de Sturges para la construcción de una tabla de distribución de frecuencias, determinando el rango, la cantidad y la amplitud de los intervalos a utilizar. La confección se realizó con una muestra de 100.250 datos de registros, equivalente a 217.954 toneladas, correspondiente a productos que fueron almacenados y despachados durante enero 2015 a junio 2017.

A continuación, en la tabla 10 se muestra la aplicación de la Ley de Sturges a los 100.250 datos, dando 18 intervalos con una amplitud de 33 días, con un límite máximo de 594 días de permanencia. La frecuencia absoluta será reflejada en cantidades (Q = número de registros) y en peso (toneladas), ya que la empresa factura el servicio de almacenaje acorde a dichas variables, según el formato de producto por almacenar.

Tabla 10: Distribución de frecuencias (1) – Estadía total de productos en bodegas

N	Limite inferior	Limite superior	Intervalos (días)	Frecuencia absoluta (Q)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada (%)	Frecuencia absoluta (ton)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada (%)
1	1	33	Entre 1 - 33	72,693	72,51%	72,51%	160,664	73,71%	73,71%
2	34	66	Entre 34 - 66	15,660	15,62%	88,13%	33,322	15,29%	89,00%
3	67	99	Entre 67 - 99	5,375	5,36%	93,49%	10,837	4,97%	93,98%
4	100	132	Entre 100 - 132	2,330	2,32%	95,82%	4,499	2,06%	96,04%
5	133	165	Entre 133 - 165	1,467	1,46%	97,28%	3,118	1,43%	97,47%
6	166	198	Entre 166 - 198	1,084	1,08%	98,36%	2,306	1,06%	98,53%
7	199	231	Entre 199 - 231	649	0,65%	99,01%	1.354	0,62%	99,15%
8	232	264	Entre 232 - 264	459	0,46%	99,47%	948	0,43%	99,58%
9	265	297	Entre 265 - 297	185	0,18%	99,65%	395	0,18%	99,77%
10	298	330	Entre 298 - 330	119	0,12%	99,77%	190	0,09%	99,85%
11	331	363	Entre 331 - 363	122	0,12%	99,89%	189	0,09%	99,94%
12	364	396	Entre 364 - 396	30	0,03%	99,92%	59	0,03%	99,97%
13	397	429	Entre 397 - 429	58	0,06%	99,98%	59	0,03%	99,99%
14	430	462	Entre 430 - 462	2	0,00%	99,98%	1	0,00%	99,99%
15	463	495	Entre 463 - 495	5	0,00%	99,99%	4	0,00%	100,00%
16	496	528	Entre 496 - 528	5	0,00%	99,99%	4	0,00%	100,00%
17	529	561	Entre 529 - 561	-	0,00%	99,99%	-	0,00%	100,00%
18	562	594	Entre 562 - 594	7	0,01%	100,00%	5	0,00%	100,00%
Total				100,250	100,00%	100,00%	217,954	100,00%	100,00%

Fuente: Elaboración propia

Con lo anteriormente presentado, para el caso de la frecuencia absoluta en cantidades (Q), se obtiene que el 72,51% de los productos fueron almacenados entre 1 a 33 días y el 15,62% de los productos fueron almacenados entre 34 a 66 días. Al aplicar el principio de Pareto a la tabla de distribución de frecuencias en cantidades (Q), se obtiene que la concentración del esfuerzo está entre los rangos N1 y N2 (de 1 a 33 y de 34 a 66 días), alcanzando una frecuencia acumulada de 88,13%.

Por otro lado, para la frecuencia absoluta reflejada en peso (ton), se obtiene que el 73,71% de los productos fueron almacenados entre 1 a 33 días y el 15,29% de los productos fueron almacenados entre 34 a 66 días. Al aplicar el principio de Pareto a la tabla de distribución de frecuencias reflejadas en peso (ton), se obtiene también que la concentración del esfuerzo está entre los rangos N1 y N2 (de 1 a 33 y de 34 a 66 días), reflejando una frecuencia relativa acumulada del 89,00%.

Por ser intervalos de gran amplitud (33 días), y que los intervalos N1 y N2 poseen la mayor concentración de productos almacenados para ambas lecturas (cantidades y toneladas), con la finalidad de enriquecer este análisis se aplicó por segunda vez la Ley de Sturges a una muestra de 88.353 registros de datos, equivalente a 193.986 toneladas. Esta segunda aplicación de Sturges permitirá conocer en mayor detalle, la tendencia en la estadia y/o la rotación de productos en bodegas.

A continuación, la tabla 11 muestra la segunda aplicación de la Ley de Sturges a los 88.353 datos, obteniendo 17 intervalos con una amplitud de 4 días, con un límite máximo de 68 días de permanencia. Al igual que la tabla 10, la frecuencia absoluta será reflejada en cantidades (Q = número de registros) y en peso (toneladas), ya que la empresa factura el servicio de almacenaje acorde a dichas variables, según el formato de producto por almacenar.

Tabla 11: Distribución de frecuencias (2) – Estadia total de productos en bodegas

N	Límite inferior	Límite superior	Intervalos (días)	Frecuencia absoluta (Q)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia acumulada (%)	Frecuencia absoluta (ton)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia relativa acumulada (%)
1	1	4	Entre 1 - 4	17.711	20,05%	20,05%	31.053	16,01%	16,01%
2	5	8	Entre 5 - 8	13.318	15,07%	35,12%	28.280	14,58%	30,59%
3	9	12	Entre 9 - 12	9.847	11,15%	46,26%	22.587	11,64%	42,23%
4	13	16	Entre 13 - 16	9.116	10,32%	56,58%	23.172	11,95%	54,17%
5	17	20	Entre 17 - 20	5.629	6,37%	62,95%	14.164	7,30%	61,48%
6	21	24	Entre 21 - 24	5.209	5,90%	68,85%	12.546	6,47%	67,94%
7	25	28	Entre 25 - 28	5.180	5,86%	74,71%	12.483	6,43%	74,38%
8	29	32	Entre 29 - 32	6.227	7,05%	81,76%	15.337	7,91%	82,28%
9	33	36	Entre 33 - 36	2.603	2,95%	84,71%	6.011	3,10%	85,38%
10	37	40	Entre 37 - 40	4.165	4,71%	89,42%	10.035	5,17%	90,56%
11	41	44	Entre 41 - 44	2.114	2,39%	91,81%	4.461	2,30%	92,86%
12	45	48	Entre 45 - 48	1.219	1,38%	93,19%	2.569	1,32%	94,18%
13	49	52	Entre 49 - 52	2.275	2,57%	95,77%	3.634	1,87%	96,05%
14	53	56	Entre 53 - 56	1.193	1,35%	97,12%	2.369	1,22%	97,28%
15	57	60	Entre 57 - 60	1.087	1,23%	98,35%	2.321	1,20%	98,47%
16	61	64	Entre 61 - 64	1.129	1,28%	99,63%	2.234	1,15%	99,62%
17	65	68	Entre 65 - 68	331	0,37%	100,00%	730	0,38%	100,00%
Total				88.353	100,00%		193.985	100,00%	

Fuente: Elaboración propia

Al disminuir la amplitud de los intervalos a 4 días, se puede apreciar en mayor detalle que en ambos casos (tanto para Q, como para Ton), la mayor concentración de estadías se encuentra entre los intervalos N1 al N8, es decir, que el 81,76% de los productos equivalente a 72.237 unidades de registro, y el 82,28% de las toneladas equivalente a 159.622 toneladas, estuvieron almacenado entre un rango de 1 a 32 días, equivalente a **un mes** aproximadamente.

Como la estadía de productos fluctúa entre los rangos de 1 a 594 días (tabla 10) y la concentración de estos varía entre los primeros tres intervalos, los rangos “Entre 1 a 33”, “Entre 34 a 66” y “Entre 67 a 99” días, serán la base para el análisis individual de los clientes en la tendencia por la permanencia de productos en bodegas. En la sección 5.1.4 se identificará en mayor detalle la participación de cada cliente (contribución en la tabla 10 y tabla 11) e identificar el comportamiento en la rotación de sus productos.

5.1.4. Movimientos, estadía y estacionalidades, por cliente

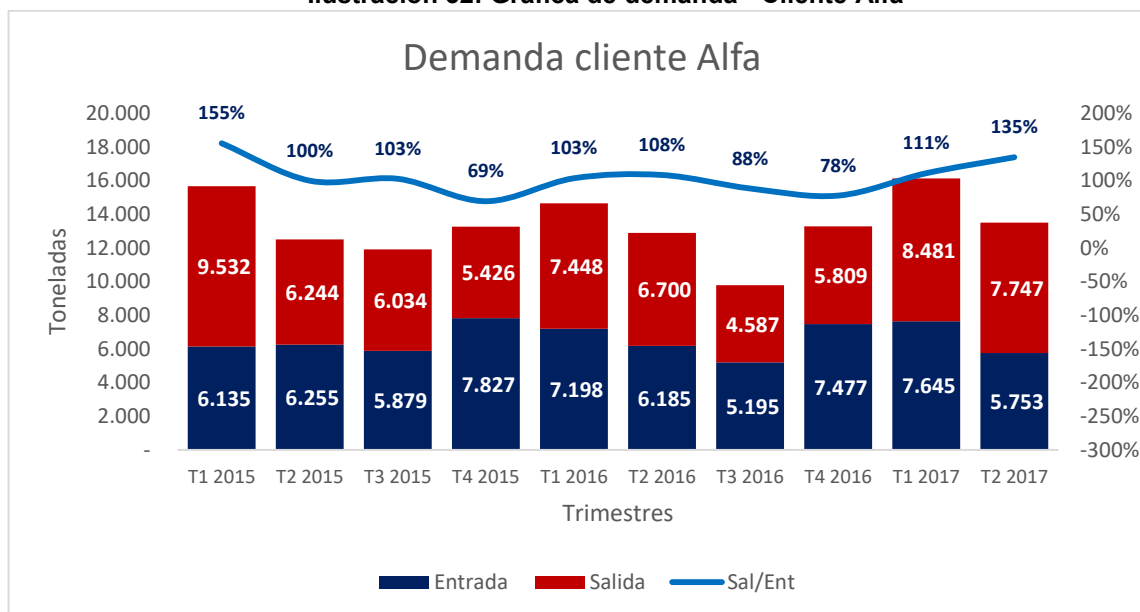
En esta sección se analizará la demanda por cliente con la finalidad de conocer el comportamiento individual en la rotación de productos, las frecuencias en las estadías por tipo de productos y toneladas, además de las estacionalidades que se puedan presentar dentro del periodo en estudio, según corresponda.

5.1.4.1. Cliente Alfa

Durante el periodo de análisis, enero 2015 a junio 2017, el cliente Alfa ingresó 65.548 toneladas (equivalente a 24.395 registros de productos) y retiró 68.008 toneladas (equivalente a 25.423 registro de productos) dentro del mismo periodo, de las cuales 67.493 toneladas (equivalente a 25.218 registro de productos) fueron almacenadas, lo que representa un 30,97% del total de las toneladas facturadas por el servicio de almacenaje.

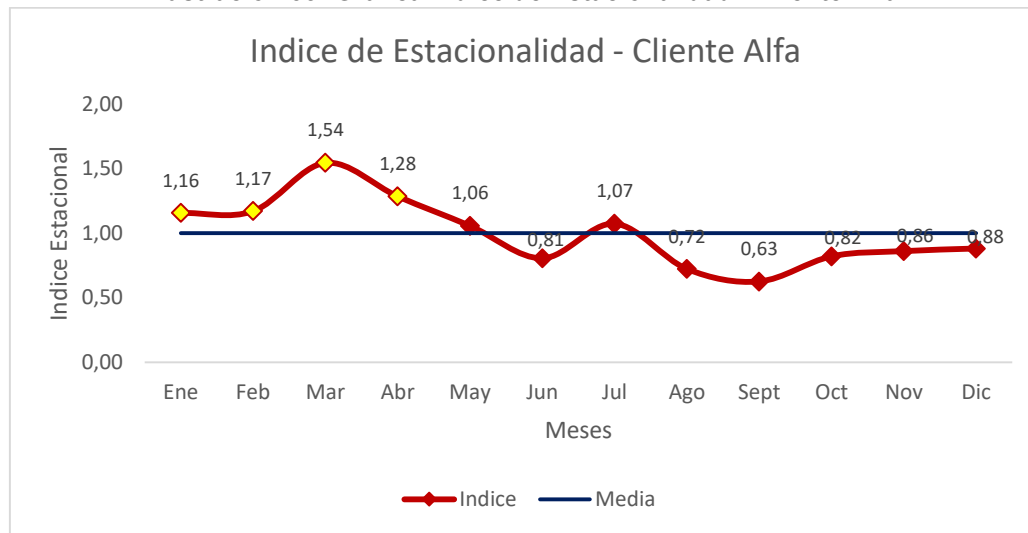
A continuación, mediante la ilustración 32 se presenta un gráfico de barras con la totalidad de movimientos de ingresos y salidas de toneladas por trimestre (ya que la facturación por almacenaje para este cliente es recaudada por ton/día almacenada), junto a una gráfica lineal trimestral en el eje secundario, que refleja el indicador del cociente entre las salidas y entradas de productos, reflejando una tendencia en la rotación de estos.

Ilustración 32: Grafica de demanda - Cliente Alfa



Se puede observar que en la gráfica lineal que representa al indicador de relación entre las salidas y entradas de productos, presenta una tendencia predominante en la salida de productos en los trimestres T1 y T2 de cada año, además de un incremento de los movimientos en los T1 y T2 respecto a los otros trimestres en estudio. Para su corroboración se calculará el índice de estacionalidad a la demanda por salida de productos. Dicha estacionalidad se calculó en base a la variación del promedio mensual de la demanda de los años en estudio (ejemplo: enero 2015 – enero 2016 – enero 2017), respecto a un promedio total general de los registros enero 2017 a junio 2017 (revisar marco teórico 4.4).

A continuación, en la ilustración 33, se muestran los resultados obtenidos de los índices estacionarios mensuales para la demanda de salida de productos.

Ilustración 33: Gráfica Índice de Estacionalidad - Cliente Alfa

Fuente: Elaboración propia

Se puede distinguir que entre los meses de enero a abril se presenta una estacionalidad positiva por ser un índice mayor a 1, generando un incremento en la demanda de productos respecto a su valor medio anual. Ello es justificado por la alta producción que se genera en la industria papelera, por la confección de cajas para embalajes de frutas para exportación, en épocas estivales. Los meses de mayo y julio, no son considerados parte de la estacionalidad, ya que son valores muy cercanos a 1, indicando una estacionalidad reducida o ausencia de estacionalidad.

Ya detectada la estacionalidad en la demanda del cliente Alfa, es necesario hacer un seguimiento a la estadía de sus productos en las bodegas de la empresa, ya que el 99,24% las toneladas despachadas, solicitaron el servicio de almacenaje.

A continuación, en la tabla 12 se muestra la distribución de frecuencia (1) del cliente Alfa, aplicando la Ley de Sturges.

Tabla 12: Distribución de frecuencias (1) – Estadía cliente Alfa

N	Limite inferior	Limite superior	Intervalos (días)	Frecuencia absoluta (ton)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia relativa acumulada (%)
1	1	33	Entre 1 - 33	51.532	76,35%	76,35%
2	34	66	Entre 34 - 66	9.916	14,69%	91,04%
3	67	99	Entre 67 - 99	3.395	5,03%	96,07%
4	100	132	Entre 100 - 132	984	1,46%	97,53%
5	133	165	Entre 133 - 165	696	1,03%	98,56%
6	166	198	Entre 166 - 198	397	0,59%	99,15%
7	199	231	Entre 199 - 231	201	0,30%	99,45%
8	232	264	Entre 232 - 264	125	0,19%	99,64%
9	265	297	Entre 265 - 297	112	0,17%	99,80%
10	298	330	Entre 298 - 330	77	0,11%	99,91%
11	331	363	Entre 331 - 363	32	0,05%	99,96%
12	364	396	Entre 364 - 396	22	0,03%	100,00%
13	397	429	Entre 397 - 429	3	0,00%	100,00%
14	430	462	Entre 430 - 462	-	0,00%	100,00%
15	463	495	Entre 463 - 495	-	0,00%	100,00%
16	496	528	Entre 496 - 528	-	0,00%	100,00%
17	529	561	Entre 529 - 561	-	0,00%	100,00%
18	562	594	Entre 562 - 594	-	0,00%	100,00%
Total				67.493	100,00%	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 12, se obtiene que la permanencia de toneladas en bodegas del cliente Alfa fluctúa entre un rango de 1 a 429 días; también que el 76,35% de las toneladas (equivalente a 51.532 toneladas), fueron almacenados entre 1 a 33 días, y el 14,69% de las toneladas (equivalente a 9.916 toneladas) fueron almacenadas entre un rango de 34 a 66 días. Al aplicar el principio de Pareto a la tabla de distribución de frecuencias, obtenemos que la concentración del esfuerzo está en entre los rangos de 1 a 66 días, obteniendo una frecuencia relativa acumulada de 91,04%. Y el 8,96% restantes, equivalentes a 6.044 toneladas, estuvo almacenada sobre 67 días en bodegas.

Como los intervalos N1 y N2 poseen la mayor concentración de productos almacenados, a continuación, se muestra la tabla 13 donde se depurarán ambos intervalos del cliente Alfa, aplicando el mismo criterio. Esta segunda tabla de distribución de frecuencia permitirá conocer en mayor detalle la rotación de toneladas en bodegas.

Tabla 13: Distribución de frecuencias (2) – Estadía cliente Alfa

N	Limite inferior	Limite superior	Intervalos (días)	Frecuencia absoluta (ton)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia relativa acumulada (%)
1	1	4	Entre 1 - 4	9.024	14,69%	14,69%
2	5	8	Entre 5 - 8	8.296	13,50%	28,19%
3	9	12	Entre 9 - 12	5.518	8,98%	37,17%
4	13	16	Entre 13 - 16	9.104	14,82%	51,98%
5	17	20	Entre 17 - 20	4.883	7,95%	59,93%
6	21	24	Entre 21 - 24	4.364	7,10%	67,03%
7	25	28	Entre 25 - 28	7.099	11,55%	78,58%
8	29	32	Entre 29 - 32	2.851	4,64%	83,22%
9	33	36	Entre 33 - 36	2.490	4,05%	87,28%
10	37	40	Entre 37 - 40	1.848	3,01%	90,28%
11	41	44	Entre 41 - 44	1.594	2,59%	92,88%
12	45	48	Entre 45 - 48	775	1,26%	94,14%
13	49	52	Entre 49 - 52	1.088	1,77%	95,91%
14	53	56	Entre 53 - 56	809	1,32%	97,22%
15	57	60	Entre 57 - 60	722	1,17%	98,40%
16	61	64	Entre 61 - 64	760	1,24%	99,64%
17	65	68	Entre 65 - 68	223	0,36%	100,00%
Total				61.448	100,00%	

Fuente: Elaboración propia

Para la tabla 13, se consideró la sumatoria de toneladas comprendidas entre el rango de 1 a 66 días de la tabla 12. Al reducir la amplitud de los intervalos a 4 días, se puede apreciar en detalle que la concentración de estadías se encuentra entre los intervalos N1 al N8, acorde al Principio de Pareto. Es decir, el 83,22% de las toneladas almacenadas en bodegas (equivalente a 51.139 toneladas), estuvo entre un rango de 1 a 32 días, es decir, aproximadamente dentro de **un** mes. El 16,78% restante, estuvo entre un rango 33 a 66 días en bodegas.

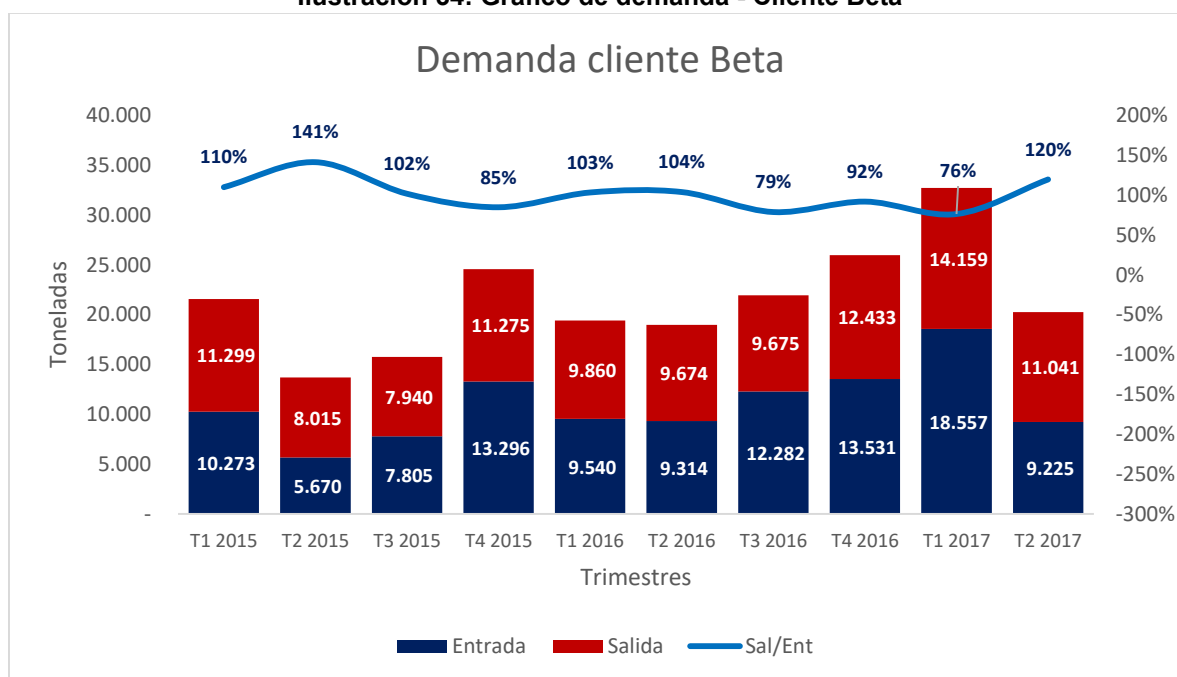
Dicha aplicación de la Ley de Sturges para la obtención de las tablas de distribución de frecuencia (representando la estadía de los productos en bodegas), fue aplicado del mismo modo (metodología y lógica) para los próximos clientes.

5.1.4.2. Cliente Beta

Durante el periodo de análisis, enero 2015 a junio 2017, el cliente Beta ingresó 109.495 toneladas (equivalente a 38.057 registros de productos) y retiró 105.371 toneladas (equivalente a 36.730 registros de productos) dentro del mismo periodo, de las cuales 104.704 toneladas (equivalente a 36.508 registros de productos) fueron almacenadas, lo que representa un 48,04% del total de las toneladas facturadas por el servicio de almacenaje.

A continuación, mediante la ilustración 34 se presenta un gráfico de barras con la totalidad de movimientos de ingresos y salidas de toneladas por trimestre (ya que la facturación por almacenaje para este cliente es recaudada por ton/día almacenada), junto a una gráfica lineal trimestral en el eje secundario, que refleja el indicador del cociente entre las salidas y las entradas de productos, representando una tendencia en la rotación de estos.

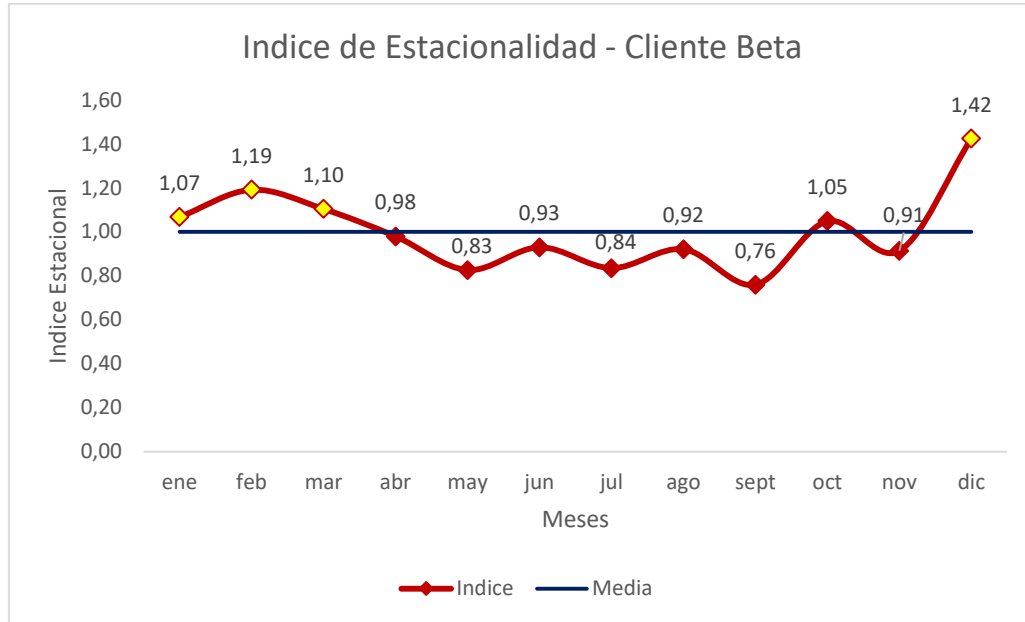
Ilustración 34: Gráfico de demanda - Cliente Beta



Se puede observar que, en la gráfica de columnas apiladas, los trimestres T1 y T4 poseen una alta demanda de toneladas, tanto en la entrada como en la salida de productos. Además, se aprecia un incremento en los movimientos entre los años 2015, 2016 y al primer semestre del 2017, comparándose los periodos anuales respectivamente. Para su verificación se calculará el índice de estacionalidad a la demanda por salida de productos. Al igual que en el capítulo anterior, dicha estacionalidad se calculó en base a la variación del promedio mensual de la demanda de los años en estudio (ejemplo: enero 2015 – enero 2016 – enero 2017), respecto a un promedio total general de los registros enero 2017 a junio 2017 (Marco teórico 4.4).

A continuación, en la ilustración 35, se muestran los resultados obtenidos de los índices estacionarios mensuales.

Ilustración 35: Gráfica Índice de Estacionalidad - Cliente Beta



Fuente: Elaboración propia

Se puede distinguir que entre los meses de diciembre a marzo se presenta una estacionalidad positiva por ser un índice mayor a 1, generando un incremento en la demanda de productos respecto a su valor medio anual. Ello es justificado por la alta producción que se genera en la industria papelera, por la confección de cajas para embalajes de frutas para exportación, en épocas estivales. Los meses de abril y octubre, no son considerados parte de la estacionalidad, ya que son valores muy cercanos a 1, indicando una estacionalidad reducida o ausencia de estacionalidad.

Ya detectada la estacionalidad en la demanda del cliente Beta, es necesario hacer un seguimiento a la estadía de sus productos en las bodegas de la empresa, ya que el 99,37% de las toneladas despachadas, solicitaron el servicio de almacenaje.

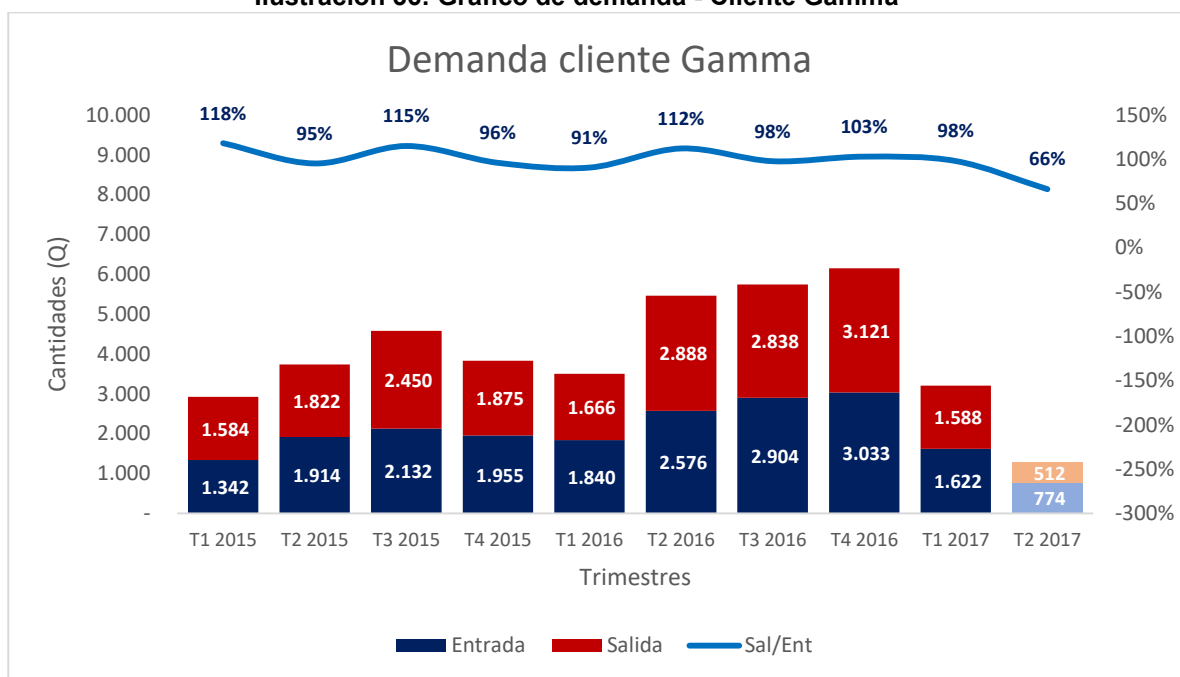
Realizando el mismo análisis que el cliente Alfa, al aplicar la Ley de Sturges a las estadías de los productos del cliente Beta, se observa en su tabla de distribución de frecuencias (1) que la concentración del esfuerzo está en los rangos de 1 a 66 días, obteniendo una frecuencia relativa acumulada de 86,04%. Y al aplicar por segunda vez la Ley de Sturges a dicho intervalo, se reduce la amplitud a 4 días y se obtiene que el 80,70% de las toneladas almacenadas en bodegas, equivalentes a 72.703 toneladas, estuvo entre un rango de 1 a **36 días**. Y el 19,30% restante, equivalente a 17.386 toneladas, estuvo entre 37 a 66 días, en bodegas (revisar tablas y desarrollo de la aplicación en el Anexo D).

5.1.4.3. Cliente Gamma

El cliente Gamma ingresó 20.092 unidades de formato de productos (equivalente a 25.016 toneladas), y retiró 20.344 unidades de formato de productos (equivalente a 25.238 toneladas) dentro de un periodo de 28 meses, de las cuales 18.835 unidades de formato de productos (equivalente a 23.343 toneladas) fueron almacenadas, lo que representa un 10,71% del total de las toneladas facturadas por el servicio de almacenaje durante el periodo de análisis.

A continuación, mediante la ilustración 36 se presenta un gráfico de barras con la totalidad de movimientos de ingresos y salidas en cantidades de formatos de productos (ya que la facturación por almacenaje para este cliente es recaudada por bulto/día almacenado) por trimestre, junto a una gráfica lineal trimestral en el eje secundario, que refleja el indicador del cociente entre la salida/entrada, representando la tendencia en la rotación de productos. Por otro lado, el T2 del 2017 contempla sólo el mes de abril, ya que no se obtuvo más información de la base de datos para el cliente Gamma, por falta de ingreso de datos al sistema.

Ilustración 36: Gráfico de demanda - Cliente Gamma



Se puede observar que el índice de relación entre las salidas y entradas de productos se presenta con una tendencia cercana al 100% en los trimestres, es decir, que la cantidad de entrada de formatos de productos es muy similar a la cantidad de salida de estos. Por ende, este cliente posee una alta rotación, dejando pocas unidades en periodos largos de almacenaje; las que no deberían estar superando los 30 días, por estadía. Para su

validación, se aplicará la Ley de Sturges a las estadías de sus productos, siguiendo el mismo método aplicado a los clientes anteriores.

Al aplicar la Ley de Sturges a las estadías de los productos del cliente Gamma, se observa en su tabla de distribución de frecuencias (1) el 97,23%, equivalente a 18.313 cantidades de formato de productos, fueron almacenados entre un rango de 1 a 33 días, y el 2,77% de formato de productos restantes, equivalente 522 cantidades de formato de productos, estuvo almacenado entre un rango de 34 a 297 días, en bodegas. Al aplicar por segunda vez la Ley de Sturges al rango de 1 a 33 días, se reduce la amplitud del intervalo a 2 días y se obtiene que el 83,83% de los productos almacenadas en bodegas, estuvo entre un rango de estadía menor o igual a **10 días**. Y el 16,17% restante, equivalente a 2.962 formatos de productos, estuvo almacenado entre 11 a 30 días en bodegas (revisar tablas y desarrollo de la aplicación en el Anexo E).

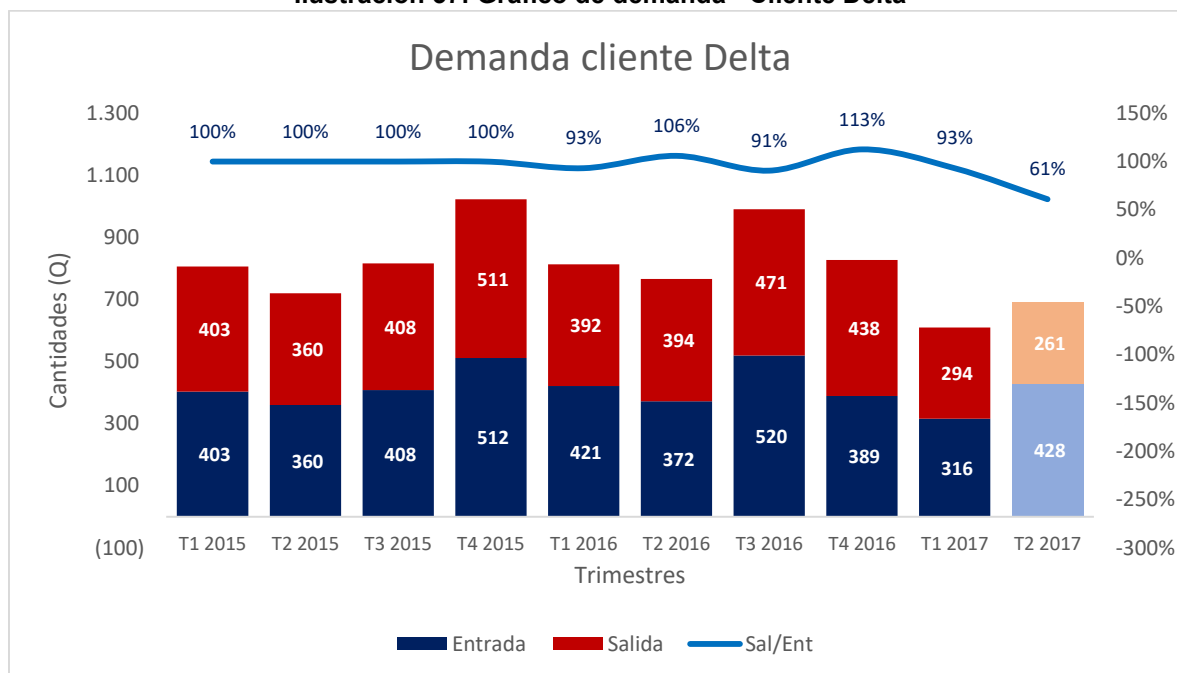
5.1.4.4. Cliente Delta

El cliente Delta ingresó 4.129 unidades de formato de productos (equivalente a 10.368 toneladas), y retiró 3.932 unidades de formato de productos (equivalente a 9.874 toneladas) en un periodo de 29 meses. Lo que representa un 4,53% del total de toneladas facturadas durante el periodo de análisis.

A continuación, mediante la ilustración 37 se presenta un gráfico de barras con la totalidad de movimientos de ingresos y salidas en cantidades de formatos de productos (ya que la facturación por almacenaje para este cliente es recaudada por bulto/día almacenado) por trimestre, junto a una gráfica lineal trimestral en el eje secundario, que refleja el indicador del cociente entre las salidas y entradas de productos, representando la tendencia en la rotación de estos.

Por otro lado, el T2 del 2017 es contemplado el mes de abril y mayo, ya que no se obtuvo más información de la base de datos para el cliente Delta.

Ilustración 37: Gráfico de demanda - Cliente Delta



Se puede observar que, durante el año 2015, todas las unidades ingresadas fueron retiradas dentro del mismo trimestre. Para el caso del año 2016, el índice del cociente entre las salidas y entradas de productos, se obtiene un promedio de 101%, reflejando que los productos ingresados dentro de un trimestre fueron retirados dentro del mismo trimestre, de lo contrario, al trimestre siguiente.

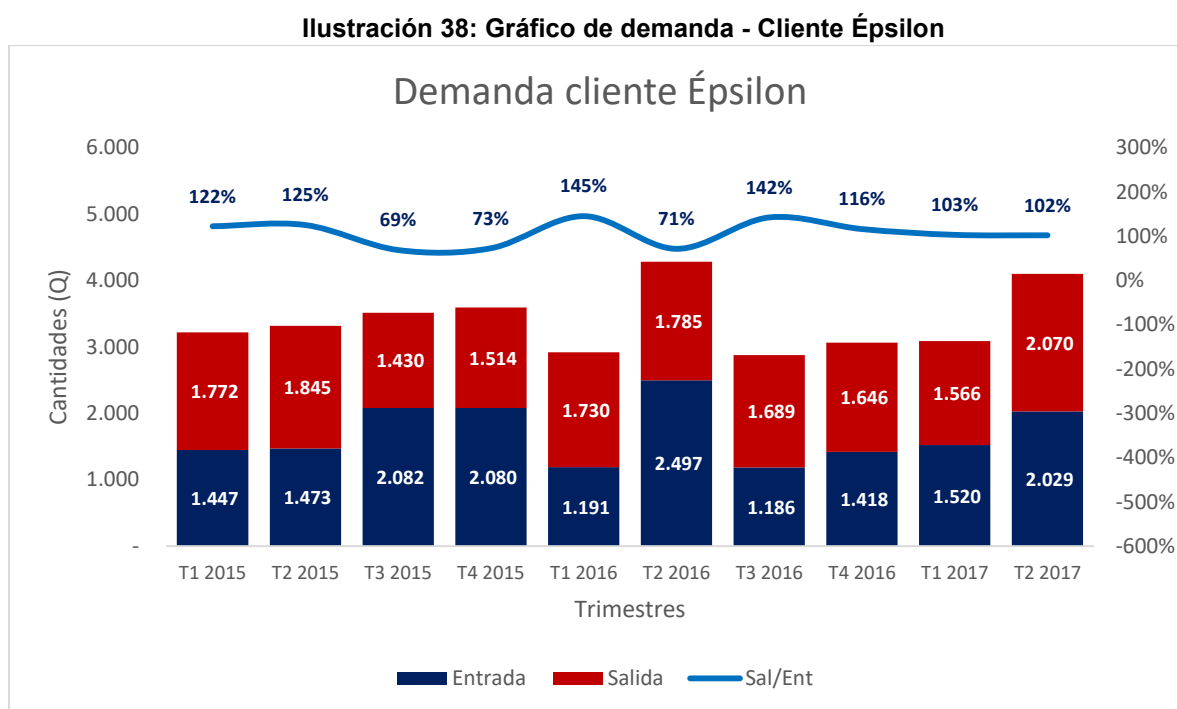
Claramente el cliente Delta, tiene una alta rotación de productos en bodegas, acorde al gráfico de demanda total. Como los productos del cliente Delta no poseen una etiqueta única (al tratarse de cátodos de cobre), no será posible hacer un seguimiento a la estadia individual por producto, sino más bien un análisis general a los lotes ingresados mensualmente. Sin embargo, al analizar el ingreso y salida de productos para el cliente, se obtiene que el stock promedio de productos en bodegas es de 27 unidades (revisar Anexo G), es por ello que, en base a ese resultado, se considerará para términos estadísticos que el cliente Delta rota sus productos entre el intervalo de 1 a 33 días (acorde al rango obtenido en la tabla 10 - Distribución de frecuencias (1) – Estadia total de productos en bodegas).

5.1.4.5. Cliente Épsilon

Durante el periodo de análisis, enero 2015 a junio 2017, el cliente Épsilon ingresó 16.923 unidades de formatos de productos (equivalente a 13.535 toneladas) y retiró 17.047 unidades (equivalente a 13.629 toneladas), de las cuales 15.757 unidades (equivalente a

12.540 toneladas) fueron almacenadas, lo que representa un 5,75% del total de la facturación por servicio de almacenaje.

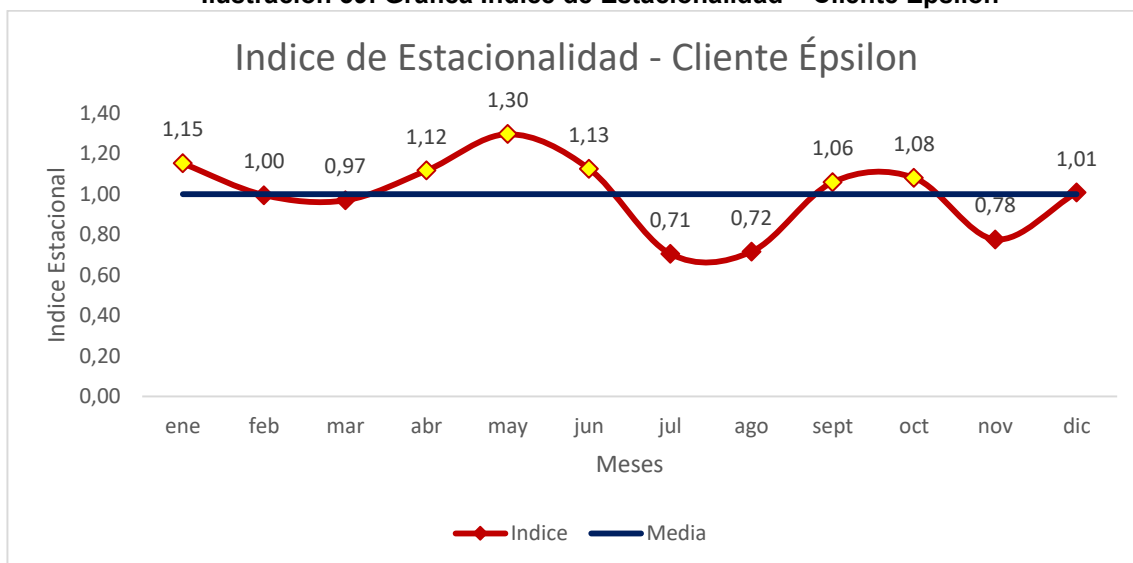
A continuación, mediante la ilustración 38 se presenta un gráfico de barras con la totalidad de movimientos de entradas y salidas en cantidades de formatos de productos (ya que la facturación por almacenaje para este cliente es recaudada por bulto/día almacenado) por trimestre, junto a una gráfica lineal trimestral en el eje secundario, que refleja el indicador del cociente entre las salidas y entradas de productos, representando la tendencia en la rotación de estos.



Acorde al índice de relación entre las salidas y entradas de producto (cociente), se obtiene un promedio de 107%, reflejando que la salida de productos está por sobre la entrada de estos. Para conocer mayor detalle de la tendencia en la rotación de productos, se calculará el índice de estacionalidad a la demanda por salida de estos, aplicando la misma metodología ya explicada e los casos anteriores (Marco teórico 4.4).

A continuación, en la ilustración 39, se muestran los resultados obtenidos de los índices estacionarios mensuales.

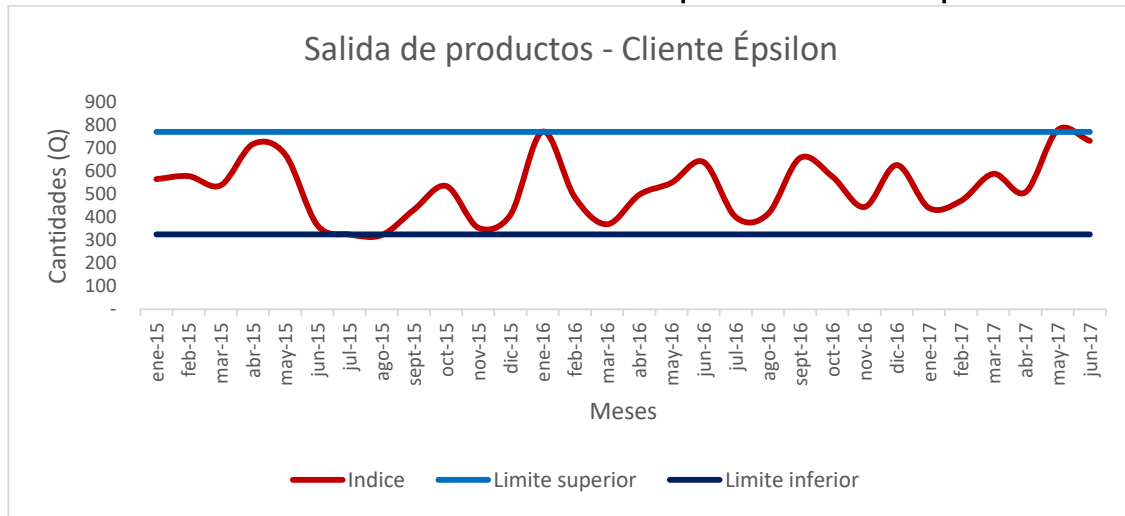
Ilustración 39: Grafica Índice de Estacionalidad – Cliente Épsilon



Se puede distinguir que entre los meses abril a junio (trimestre T2) se presenta una estacionalidad positiva por ser un índice mayor a 1, generando un incremento en la demanda de productos respecto a su valor medio anual. Y para los meses de septiembre y octubre se presenta un leve incremento respecto a su valor medio anual, cuestionando una estacionalidad por ser valores cercanos a 1. Sin embargo, la línea de tendencia del gráfico índice de estacionalidad del cliente Épsilon, posee una curva cíclica, con una variación trimestral.

Dado ello, mediante la ilustración 40 se grafica la demanda en la salida mensual de las cantidades de formatos de productos, para visualizar en mayor detalle la tendencia del cliente Épsilon.

Ilustración 40: Demanda en la salida de productos - Cliente Épsilon



De la ilustración 40, se puede reconocer que el cliente Épsilon posee una tendencia lateral (en rango), también conocida como horizontal. Este tipo de tendencia se caracteriza porque la cantidad de productos demandados mensualmente se mantiene comprendida entre un rango de valores máximos y mínimos (Marco teórico 4.5.).

Acorde a lo anteriormente señalado, se determina que la tendencia del cliente Épsilon en la salida de productos, no posee una secuencia clara entre sus límites superiores e inferiores, por ende, no existe una tendencia definida.

Por otro lado, ya que el 92,43% de las unidades de formatos de productos despachados solicitaron el servicio de almacenaje, es necesario hacer un seguimiento a la estadía de sus productos en las bodegas de la empresa.

Dado lo anterior, al aplicar la Ley de Sturges a las estadías de los productos del cliente Épsilon, se obtiene en su tabla de distribución de frecuencias (1) que el 87,78% de los formatos de productos almacenados (frecuencia relativa acumulada), se encuentra comprendido entre un rango de 1 a 99 días en bodega. Al depurar dicho rango por segunda vez, se reduce la amplitud del intervalo a 6 días y se obtiene que el 81,69% de los formatos de productos almacenadas en bodegas, equivalente a 11.300 unidades, estuvo entre un rango de 1 a 60 días, es decir, aproximadamente dentro de **dos** meses. Y el 18,31% restante, estuvo entre un rango 61 a 99 días en bodegas (revisar tablas y desarrollo de la aplicación en el Anexo G).

5.2. Clasificación de productos

“Tradicionalmente la clasificación ABC es utilizada con el objetivo de definir e implementar una política de control de inventario a todos los productos pertenecientes a una misma categoría. La clasificación de los productos se realiza acorde a la importancia o relevancia por algún criterio, utilizando el principio de Pareto. Sin embargo, en ocasiones es recomendable y necesario hacer uso de criterios adicionales que permitan realizar una diferenciación más efectiva a las existencias de un inventario” (Castro, Vélez & Castro, 2011).

En vista que la clasificación de productos aplicada a un único criterio (método ABC) es insuficiente, y no ofrece los adecuados elementos de juicio para la toma de decisiones, es por ello que se utilizará una Clasificación Multicriterio, métodos complementarios al análisis ABC tradicional, tales como la matriz de dos criterios de Flores y el modelo de optimización lineal alternativo de Wan Lung.

Ambos métodos fueron elegidos por no poseer elementos subjetivos, sino más bien, análisis cuantitativo a comportamientos de diversas variables reflejados a través de datos duros; de tal modo, desechando variables del tipo cualitativo que se asignen según la experiencia del personal, de la administración y/o control de inventarios, por considerar que puede afectar severamente la consistencia y solidez de los resultados.

En esta sección se darán a conocer las variedades de productos que demandan los clientes que solicitan el servicio de almacenaje, se presentan los criterios a utilizar para la clasificación ABC multicriterio y se mostrarán los resultados obtenidos mediante las técnicas complementarias ya mencionadas, para finalmente conseguir resultados fiables en la categorización de productos, que soporte las futuras tomas de decisiones en la gestión y administración de bodegas.

5.2.1. Variedad de productos, por cliente

Para esta etapa, se debió estandarizar y reagrupar los datos de registro de productos de la base de datos original, ya que el 21,6% de los campos presentaba errores de tipeo, ortografía, y/o carencia de estandarización, por el uso de múltiples abreviaciones.

Para mayor tecnicismo de las existencias a clasificar, se cruzó la base de datos con la información proporcionada por el sitio web *YeaTrade – Plataforma de Negocios Chile* que facilita un listado detallado de todos los productos importados y exportados de Chile y las características de estos mismos, para los clientes que operan en nuestro país.

A continuación, en la tabla 14, se presenta una tabla resumen donde se detallan los productos para cada cliente, sus formatos y variedades de estos. Dicho tipos y formatos de productos serán sometidos más adelante a la Clasificación ABC por multicriterio.

Tabla 14: Detalle productos y variedad de productos, por cliente

Cliente	Industria	Formato de producto	Tipo de producto	Clases de productos
Alfa	Empresa papelerera, productora de packaging de cartón corrugado	Bobina	Papel	Estucado 185; Kraft 110; Kraft 125; Kraft 127; Kraft 130; Kraft 132; Kraft 135; Kraft 145; Kraft 147; Kraft 151; Kraft 160; Kraft 170; Kraft 171; Kraft 175; Kraft 200; Kraft 205; Kraft 220; Kraft 229; Kraft 230; Kraft 271; Kraft 273; Kraft 400; Kraft 440; Kraft 80; Kraft 90; Onda 125; Onda 150; Onda 160; Semiquímico 155; Semiquímico 160; Whitetop 175; Whitetop 205; Whitetop 230
Beta	Compañía productora de empaques, papel y celulosa	Bobina	Papel	Britetop 205; Britetop 275; Cartonpardo 420; Corrugado 146; Jadewhite 120; Jadewhite 135; Kraft 125; Kraft 140; Kraft 170; Kraft 200; Kraft 273; Kraft 361; Onda 100; Semiquímico 127; Semiquímico 130; Semiquímico 155; Semiquímico 175; Semiquímico 195; Whitetop 115
Gamma	Empresa minera dedicada a la explotación y producción de concentrado de cobre y molibdeno	Maxisaco	Molibdeno Cemento de cobre	Molibdeno; Cemento de cobre
Delta	Empresa minera dedicada a la explotación de cobre	Pallet	Cobre	Cátodos de cobre
Épsilon	Empresa fabricante de coagulantes, floculantes y otros productos para el tratamiento de agua	Pallet (Tambores) Pallet (Bidones) Pallet (Sacos) IBC (Torem) Maxisaco	Materia prima para la producción de floculantes y coagulantes orgánicos e inorgánicos (copolímeros, poliácridamida, etc.)	

Fuente: Elaboración propia

Dentro de las bobinas de papel, el cliente Alfa posee 33 variedades de productos de diversas familias de papel (Kraft, Onda, Semiquímico, Whitetop, Britetop, Corrugado, Jadewhite y Cartonpardo) y en diversos gramajes, mientras que el cliente Beta posee un abanico de productos más limitado, resumiéndose a solo 19 tipos de productos.

En el caso de los clientes pertenecientes al rubro de la Minería, el cliente Gamma posee 2 tipos de productos, mientras que el cliente Delta, sólo un producto.

Y para el cliente Épsilon, sólo se obtuvo información de la cantidad y peso de los recipientes que ingresaron al centro logístico, no así, al contenido de estos. Es por ello que, para este cliente en particular, se someterá a la clasificación de productos los formatos de almacenaje de los productos (pallet, IBC y maxisaco), y dicho caso será considerado en las propuestas de mejoras por la calidad y requerimientos de información que deben poseer las bases de datos, como política de administración y control de inventarios.

5.2.2. Criterios para la clasificación ABC Multicriterio

La definición y la selección de los criterios fue tomada en conjunto con las jefaturas del centro logístico, basada en la relevancia de los criterios dentro del proceso logístico, administración y control, como también, en línea con sus objetivos corporativos y planes comerciales.

Los criterios seleccionados, fueron los siguientes, en el mismo orden de importancia:

a) Primer criterio: Demanda de productos

Hace referencia a la cantidad total de unidades físicas que fueron ingresadas, almacenadas y retiradas durante un tiempo determinado. Este criterio mostrará los volúmenes de manejo del producto (políticas de compra), comportamiento de abastecimientos y despachos, relevancia y criticidad para la cadena de abastecimiento del cliente.

b) Segundo criterio: Estadía promedio

Hace referencia a la permanencia o estadía promedio de productos en bodegas, desde su ingreso al almacén hasta su despacho.

Debido a que la facturación mensual por el servicio de almacenaje es producto entre las cantidades despachados (primer criterio) y el tiempo de estadía en las dependencias de Ulog (segundo criterio), para la empresa serán relevantes los productos que presenten altos volúmenes (cantidades), como también, los productos que presenten altas permanencias.

Los productos con alta permanencia requieren de un excesivo control, dado que solamente el servicio podrá ser facturado una vez despachado, y no puede sufrir durante ese periodo algún tipo de deterioro o extravío, dado que estaría originando el efecto inverso, es decir, generando una pérdida o extra-costos.

Es necesario recalcar que los volúmenes de ingreso son directamente proporcionales a los volúmenes de facturación, así como también el cuidado y la no generación de mermas con los mismos.

5.2.3. Clasificación de productos

En esta sección se someterán los productos al análisis ABC tradicional, junto a métodos complementarios como la matriz de dos criterios de Flores y el modelo de optimización lineal alternativo de Wan Lung, bajo los criterios de “demanda de productos” y “Estadía promedio”. Dado lo anterior, se ha determinado que los productos serán sometidos a ambos métodos de clasificación a modo de comparación, para posteriormente seleccionar el método que más se ajuste a los criterios ya definidos, acorde al grado de importancia y prioridad para la empresa.

A continuación, se detallarán los pasos a realizar para obtener la clasificación de productos por cliente, y a modo de ejemplo, se utilizarán los productos del cliente Beta. El procedimiento de clasificación será aplicado también para los clientes restantes.

- 1) **Clasificación ABC – Criterio “Demanda de productos”**: El listado de productos del cliente son ordenados de modo descendente (de mayor a menor) según el total de toneladas demandadas durante el periodo en estudio.
Se calcula la frecuencia relativa y acumulada (en porcentaje) y se clasifican los productos acordes al porcentaje acumulado, según el criterio ABC (Marco teórico sección 4.6.1.). La tabla 15, refleja la aplicación de lo anteriormente señalado.

Tabla 15: Muestra clasificación ABC para criterio “Demanda de productos”

Clasificación ABC - Criterio "Demanda de productos"				
Productos	Demanda (ton)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación
Kraft 125	31.614	30,19%	30,19%	A
Kraft 273	19.266	18,40%	48,59%	A
Kraft 200	8.497	8,12%	56,71%	A
Kraft 361	7.925	7,57%	64,28%	A
Semiquimico 127	7.449	7,11%	71,39%	A
Britetop 205	5.337	5,10%	76,49%	A
Semiquimico 130	5.235	5,00%	81,49%	B
Kraft 170	4.905	4,68%	86,17%	B
Whitetop 115	4.311	4,12%	90,29%	B
Britetop 275	3.614	3,45%	93,74%	B
Kraft 140	3.233	3,09%	96,83%	C
Semiquimico 195	2.914	2,78%	99,61%	C
Cartonpardo 420	102	0,10%	99,71%	C
Onda 100	101	0,10%	99,81%	C
Semiquimico 175	72	0,07%	99,88%	C
Semiquimico 155	57	0,05%	99,93%	C
Corrugado 146	25	0,02%	99,96%	C
Jadewhite 135	24	0,02%	99,98%	C
Jadewhite 120	23	0,02%	100,00%	C
Total	104.704	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

- 2) **Clasificación ABC – Criterio “Estadía promedio”**: Al igual que el criterio anterior, el listado de productos son ordenados de modo descendente según la estadía promedio obtenido durante el periodo de análisis.

Se calcula la frecuencia relativa y acumulada (en porcentaje) y se clasifican los productos acordes al porcentaje acumulado, según el criterio ABC (Marco teórico, sección 4.6.1. Clasificación ABC). La tabla 16, muestra un extracto de lo anteriormente señalado.

Tabla 16: Muestra clasificación ABC para criterio “Estadía promedio”

Clasificación ABC - Criterio "Estadía promedio"				
Productos	Estadía (promedio)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación
Semiquimico 130	71	11,43%	11,43%	A
Semiquimico 175	58	9,34%	20,77%	A
Kraft 361	47	7,57%	28,34%	A
Kraft 273	47	7,57%	35,91%	A
Kraft 170	46	7,41%	43,32%	A
Cartonpardo 420	39	6,28%	49,60%	A
Britetop 275	37	5,96%	55,56%	A
Kraft 125	34	5,48%	61,03%	A
Semiquimico 195	34	5,48%	66,51%	A
Semiquimico 127	34	5,48%	71,98%	A
Kraft 140	32	5,15%	77,13%	A
Britetop 205	27	4,35%	81,48%	B
Onda 100	19	3,06%	84,54%	B
Corrugado 146	17	2,74%	87,28%	B
Kraft 200	17	2,74%	90,02%	B
Jadewhite 135	16	2,58%	92,59%	B
Jadewhite 120	16	2,58%	95,17%	C
Semiquimico 155	15	2,42%	97,58%	C
Whitetop 115	15	2,42%	100,00%	C
Total	621	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

- 3) **Matriz de dos criterios de Flores:** Según los resultados obtenidos en la clasificación obtenida por la clasificación ABC por “Demanda de productos” y “Estadía promedio”, las letras resultantes se intersecan mediante una matriz, y dichos resultados son reclasificados acorde al principio de Flores (Marco teórico, sección 4.6.3.). A continuación, se muestran la tabla 17 que representa la aplicación de la matriz de Flores, y la tabla 18 refleja la reclasificación resultante, por medio del método de Flores.

Tabla 17: Muestra Matriz de dos criterios de Flores

		Clasificación ABC - Criterio "Estadía promedio"																			
		Kraft 125	Kraft 273	Kraft 200	Kraft 361	Semiquimico 127	Britetop 205	Semiquimico 130	Kraft 170	Whitetop 115	Britetop 275	Kraft 140	Semiquimico 195	Cartonpardo 420	Onda 100	Semiquimico 175	Semiquimico 155	Corrugado 146	Jadewhite 135	Jadewhite 120	
		A	A	B	A	A	B	A	A	C	A	A	A	A	B	A	C	B	B	C	
Clasificación ABC - Criterio "Demanda de productos"	Kraft 125	A	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AA	AA	AC	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AC	AB	AB	AC
	Kraft 273	A	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AA	AA	AC	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AC	AB	AB	AC
	Kraft 200	A	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AA	AA	AC	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AC	AB	AB	AC
	Kraft 361	A	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AA	AA	AC	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AC	AB	AB	AC
	Semiquimico 127	A	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AA	AA	AC	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AC	AB	AB	AC
	Britetop 205	A	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AA	AA	AC	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AC	AB	AB	AC
	Semiquimico 130	B	BA	BA	BB	BA	BA	BB	BA	BA	BC	BA	BA	BA	BA	BB	BA	BC	BB	BB	BC
	Kraft 170	B	BA	BA	BB	BA	BA	BB	BA	BA	BC	BA	BA	BA	BA	BB	BA	BC	BB	BB	BC
	Whitetop 115	B	BA	BA	BB	BA	BA	BB	BA	BA	BC	BA	BA	BA	BA	BB	BA	BC	BB	BB	BC
	Britetop 275	B	BA	BA	BB	BA	BA	BB	BA	BA	BC	BA	BA	BA	BA	BB	BA	BC	BB	BB	BC
	Kraft 140	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
	Semiquimico 195	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
	Cartonpardo 420	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
	Onda 100	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
	Semiquimico 175	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
	Semiquimico 155	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
	Corrugado 146	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
Jadewhite 135	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC	
Jadewhite 120	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Muestra reclasificación por el método de Flores

Productos	Resultado de Matriz de Flores	Reclasificación a resultado matriz de Flores
Kraft 125	AA	A
Kraft 273	AA	A
Kraft 361	AA	A
Semiquimico 127	AA	A
Kraft 200	AB	A
Britetop 205	AB	A
Semiquimico 130	BA	A
Kraft 170	BA	A
Britetop 275	BA	A
Kraft 140	CA	B
Semiquimico 195	CA	B
Cartonpardo 420	CA	B
Semiquimico 175	CA	B
Whitetop 115	BC	C
Onda 100	CB	C
Corrugado 146	CB	C
Jadewhite 135	CB	C
Semiquimico 155	CC	C
Jadewhite 120	CC	C

Fuente: Elaboración propia

4) **Modelo de Wan Lung:** Debido a que las unidades de medidas de ambos criterios son distintos (toneladas vs días), el primer paso es normalizar/ponderar las unidades de medidas de ambos criterios a valores comprendidos entre 0 y 1.

Para su normalización primero se debe identificar los valores máximos y mínimos de cada criterio, una vez identificados se debe utilizar la fórmula n°6 de la sección 4.6.4. A continuación, se muestra un ejemplo de normalización o de ponderación de valores con el producto Kraft 273 del cliente Beta, para el criterio de “Estadía promedio”.

- Valor máximo del criterio “Estadía promedio”: 71.
- Valor mínimo del criterio “Estadía promedio”: 15.
- Estadía promedio del producto Kraft 273: 47.

$$yn_{ij} = \frac{47 - 15}{71 - 15}$$

$$yn_{ij} = 0,571$$

Lo anterior debe ser realizado, con cada producto y para cada criterio.

Luego de obtener los valores normalizados, se calcula un promedio entre ellos.

Posteriormente los valores promedios son ordenados de modo descendente (mayor a menor), se calcula la frecuencia relativa y acumulada (en porcentaje), y se clasifican los productos acordes al porcentaje acumulado, según el criterio ABC (Marco teórico, sección 4.6.1. Clasificación ABC).

La tabla 19, muestra la tabla resultante en la aplicación del método alternativo de Wan Lung para los productos del cliente Beta.

Tabla 19: Muestra clasificación de productos por el modelo alternativo de Wan Lung

Productos	Ponderación Demanda	Ponderación Estadía	Puntaje total	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clasificación
Kraft 125	1,000	0,339	0,670	14,40%	14,40%	A
Kraft 273	0,609	0,571	0,590	12,69%	27,09%	A
Semiquimico 130	0,165	1,000	0,582	12,53%	39,62%	A
Kraft 361	0,250	0,571	0,411	8,83%	48,45%	A
Semiquimico 175	0,002	0,768	0,385	8,27%	56,73%	A
Kraft 170	0,155	0,554	0,354	7,61%	64,34%	A
Semiquimico 127	0,235	0,339	0,287	6,18%	70,51%	A
Britetop 275	0,114	0,393	0,253	5,45%	75,96%	A
Cartonpardo 420	0,003	0,429	0,216	4,63%	80,60%	B
Semiquimico 195	0,092	0,339	0,215	4,63%	85,23%	B
Kraft 140	0,102	0,304	0,203	4,36%	89,58%	B
Britetop 205	0,168	0,214	0,191	4,11%	93,70%	B
Kraft 200	0,268	0,036	0,152	3,27%	96,96%	C
Whitetop 115	0,136	0,000	0,068	1,46%	98,42%	C
Onda 100	0,002	0,071	0,037	0,79%	99,22%	C
Corrugado 146	0,000	0,036	0,018	0,38%	99,60%	C
Jadewhite 135	0,000	0,018	0,009	0,19%	99,80%	C
Jadewhite 120	0,000	0,018	0,009	0,19%	99,99%	C
Semiquimico 155	0,001	0,000	0,001	0,01%	100,00%	C
Total			4,650	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Los pasos recientemente señalados son repetidos para cada listado de productos y formatos de productos para todos los clientes que solicitan el servicio de almacenaje al Centro Logístico de Ultramar.

A continuación, se presentan las tablas resúmenes con los resultados a la clasificación de producto bajo los diferentes métodos, para cada cliente y para la totalidad de productos, donde la primera columna corresponderá a la clasificación ABC tradicional al criterio "Demanda de productos", la segunda columna representará la clasificación ABC tradicional para el criterio "Estadía promedio", la tercera columna indica el resultado obtenido por la matriz de dos criterios de Flores y la última columna, señala el resultado bajo la clasificación por el modelo de optimización lineal de Wan Lung.

5.2.3.1. Clasificación de productos ABC multicriterio, cliente Alfa

Tabla 20, se muestran los resultados obtenidos por la clasificación de productos ABC multicriterio del cliente Alfa, bajo los diferentes métodos (ABC – Demanda de productos, ABC Estadía promedio, Matriz de Flores y Modelo Wan Lung).

El detalle de la obtención de dichos resultados, se encuentran en Anexo H.

Tabla 20: Resultados clasificación de productos multicriterio – cliente Alfa

Productos	ABC - Criterio Dda de productos	ABC - Criterio Estadía promedio	Matriz de dos criterios de Flores	Modelo de Wan Lung
Kraft 273	A	A	A	A
Onda 160	A	A	A	A
Kraft 205	A	A	A	A
Kraft 171	A	A	A	A
Kraft 135	A	B	A	A
Kraft 127	A	B	A	A
Kraft 200	A	A	A	A
Semiquimico 160	B	A	A	A
Kraft 220	B	A	A	A
Kraft 229	B	A	A	A
Kraft 400	B	A	A	A
Kraft 125	C	A	B	A
Kraft 175	C	A	B	B
Whitetop 205	C	C	C	C
Kraft 230	C	A	B	A
Whitetop 175	C	A	B	B
Onda 125	C	C	C	C
Kraft 151	C	A	B	B
Kraft 160	C	C	C	C
Kraft 170	C	B	C	B
Kraft 132	C	B	C	B
Kraft 271	C	A	B	B
Whitetop 230	C	C	C	C
Kraft 145	C	A	B	A
Kraft 130	C	C	C	C
Onda 150	C	B	C	B
Kraft 440	C	B	C	B
Kraft 110	C	B	C	C
Kraft 90	C	A	B	A
Kraft 80	C	C	C	C
Semiquimico 155	C	C	C	C
Estucado 185	C	C	C	C

Fuente: Elaboración propia

5.2.3.2. Clasificación de productos ABC multicriterio, cliente Beta

Tabla 21, se muestran los resultados obtenidos por la clasificación de productos ABC multicriterio del cliente Beta, bajo los diferentes métodos (ABC – Demanda de productos, ABC Estadía promedio, Matriz de Flores y Modelo Wan Lung).

El detalle de la obtención de dichos resultados, se encuentran en Anexo I.

Tabla 21: Resultados clasificación de productos multicriterio – cliente Beta

Productos	ABC - Criterio Dda de productos	ABC - Criterio Estadía promedio	Matriz de dos criterios de Flores	Modelo de Wan Lung
Kraft 125	A	A	A	A
Kraft 273	A	A	A	A
Kraft 200	A	B	A	C
Kraft 361	A	A	A	A
Semiquimico 127	A	A	A	A
Britetop 205	A	B	A	B
Semiquimico 130	B	A	A	A
Kraft 170	B	A	A	A
Whitetop 115	B	C	C	C
Britetop 275	B	A	A	A
Kraft 140	C	A	B	B
Semiquimico 195	C	A	B	B
Cartonpardo 420	C	A	B	B
Onda 100	C	B	C	C
Semiquimico 175	C	A	B	A
Semiquimico 155	C	C	C	C
Corrugado 146	C	B	C	C
Jadewhite 135	C	B	C	C
Jadewhite 120	C	C	C	C

Fuente: Elaboración propia

5.2.3.3. Clasificación de productos ABC multicriterio, cliente Gamma

Tabla 22, se muestran los resultados obtenidos por la clasificación de productos ABC multicriterio del cliente Gamma, bajo los diferentes métodos (ABC – Demanda de productos, ABC Estadía promedio, Matriz de Flores y Modelo Wan Lung).

El detalle de la obtención de dichos resultados, se encuentran en Anexo J.

Tabla 22: Resultados clasificación de productos multicriterio – cliente Gamma

Productos	ABC - Criterio Dda de productos	ABC - Criterio Estadía promedio	Matriz de dos criterios de Flores	Modelo de Wan Lung
Molibdeno	A	A	A	A
Cemento de cobre	C	B	C	C

Fuente: Elaboración propia

5.2.3.4. Clasificación de productos ABC multicriterio, cliente Delta

Como el cliente Delta, sólo almacena un producto que son cátodos de cobre, no será necesario clasificar sus productos con los métodos de clasificación de productos por multicriterio.

5.2.3.5. Clasificación de productos ABC multicriterio, cliente Épsilon

Tabla 23, se muestran los resultados obtenidos por la clasificación de productos ABC multicriterio del cliente Épsilon, bajo los diferentes métodos (ABC – Demanda de productos, ABC Estadía promedio, Matriz de Flores y Modelo Wan Lung).

El detalle de la obtención de dichos resultados, se encuentran en Anexo K.

Tabla 23: Resultados clasificación de productos multicriterio – cliente Épsilon

Formato Productos	ABC - Criterio Dda de productos	ABC - Criterio Estadía promedio	Matriz de dos criterios de Flores	Modelo de Wan Lung
Maxisaco	A	A	A	A
IBC	B	C	C	C
Pallet	C	A	B	A

Fuente: Elaboración propia

5.2.3.6. Clasificación de productos ABC, totalidad de productos

Tabla 24, se muestran los resultados obtenidos por la clasificación de productos ABC multicriterio a la totalidad de los productos que fueron almacenados en las bodegas de Ulog, bajo los diferentes métodos (ABC – Demanda de productos, ABC Estadía promedio, Matriz de Flores y Modelo Wan Lung).

Para diferenciar los productos por tipo de cliente, se adicionó una letra inicial en el nombre del producto, donde cada letra inicial corresponde a los siguientes clientes:

- C: productos del cliente Alfa.
- I: productos del cliente Beta.
- P: productos del cliente Gamma.
- T: productos del cliente Delta,
- S: productos del cliente Épsilon.

El detalle de los resultados obtenidos en la tabla 24, se encuentran en Anexo L.

Tabla 24: Resultados clasificación de productos multicriterio – Totalidad de productos

Formato Productos	ABC - Criterio Dda de productos	ABC - Criterio Estadía promedio	Matriz de dos criterios de Flores	Modelo de Wan Lung
I-Kraft 125	A	A	A	A
P-Molibdeno	A	C	B	A
I-Kraft 273	A	A	A	A
C-Kraft 273	A	B	A	A
C-Onda 160	A	B	A	A
S-Maxisaco	A	A	A	A
T-Catodos de cobre	A	A	A	A
I-Kraft 200	A	B	A	A
I-Kraft 361	A	A	A	A
I-Semiquimico 127	A	A	A	A
C-Kraft 205	A	A	A	A
C-Kraft 171	A	A	A	A
I-Britetop 205	A	A	A	A
I-Semiquimico 130	A	A	A	A
C-Kraft 135	A	B	A	B
I-Kraft 170	B	A	A	A
C-Kraft 127	B	B	B	B
I-Whitetop 115	B	C	C	B
C-Kraft 200	B	A	A	A
C-Semiquimico 160	B	A	A	B
I-Britetop 275	B	A	A	A
I-Kraft 140	B	A	A	A
I-Semiquimico 195	B	A	A	A
C-Kraft 220	C	A	B	A
C-Kraft 229	C	A	B	A
C-Kraft 400	C	A	B	A
C-Kraft 125	C	A	B	A
S-IBC	C	C	C	C
S-Pallet	C	A	B	A
P-Cemento de cobre	C	A	B	A
C-Kraft 175	C	A	B	B
C-Whitetop 205	C	C	C	C
C-Kraft 230	C	A	B	A
C-Whitetop 175	C	A	B	B
C-Onda 125	C	C	C	C
C-Kraft 151	C	A	B	B
C-Kraft 160	C	C	C	C
C-Kraft 170	C	B	C	B
C-Kraft 132	C	B	C	B
C-Kraft 271	C	A	B	B
C-Whitetop 230	C	C	C	C
I-Cartonpardo 420	C	A	B	B
I-Onda 100	C	B	C	B
C-Kraft 145	C	A	B	A
C-Kraft 130	C	C	C	C
I-Semiquimico 175	C	A	B	A
I-Semiquimico 155	C	C	C	C
C-Onda 150	C	B	C	B
C-Kraft 440	C	B	C	B
C-Kraft 110	C	B	C	C
I-Corregado 146	C	B	C	C
C-Kraft 90	C	A	B	A
I-Jadewhite 135	C	B	C	C
C-Kraft 80	C	C	C	C
I-Jadewhite 120	C	B	C	C
C-Semiquimico 155	C	C	C	C
C-Estucado 185	C	C	C	C

Fuente: Elaboración propia

5.2.4. Resultados clasificación de productos

En base a los resultados de las tablas anteriormente mostradas, obtenidas por la clasificación de productos multicriterio, bajo los cuatro diferentes métodos (ABC – Demanda de productos, ABC Estadía promedio, Matriz de Flores y Modelo Wan Lung), se ha decidido utilizar el resultado obtenido mediante la matriz de dos criterios de Flores, por ser resultado que integra y se complementa de mejor manera con el criterio de “Demanda de productos”, siendo el criterio primordial para la jefatura de la empresa, posicionándose por sobre el criterio de “Estadía promedio”.

6. Elaboración de propuestas de mejoras a sus actuales procesos

En este capítulo se abordan las propuestas de mejoras según lo detectado en la fase de identificación del problema (2.2.) y utilizando los resultados obtenidos en el capítulo de Análisis de datos y Clasificación de productos (5). Dichas propuestas serán aplicadas en base a los actuales procesos de la empresa, con la finalidad de establecer un modelo de administración de bodegas efectivo, enfocándose principalmente en:

- Reasignación a la distribución física de los productos en las bodegas.
- Método efectivo para la ubicación de productos.
- Indicadores de desempeño logísticos.

6.1. Reasignación a la distribución física de productos en bodegas

Esta primera propuesta de mejora tiene como objetivo reasignar la actual distribución física de productos al interior de bodegas, para ello se calcularán todas las variables que intervienen en la planificación de la distribución interna de un almacén, con la finalidad de asegurar un uso adecuado del espacio, permitir el acceso a los productos almacenados, garantizar la ubicación de productos y facilitar el control de las existencias almacenadas.

El reasignar la distribución física actual de los productos en bodegas de la empresa, tiene como finalidad solucionar las causales de “Ausencia de un Lay Out que indique la mejor distribución en bodegas” y “Se desconoce la capacidad de almacenamiento por bodega”, causales que se presentan en el actual problema de administración de bodegas; también contribuir en mejorar los efectos indeseados “Exceso de tiempo en búsqueda de productos”, “No se conoce la ubicación física de los productos” y “Productos se acopian de acuerdo al criterio del personal” (Árbol de problemas 2.2.2.).

Dado ello, para realizar y proponer una efectiva distribución y diseño de Lay Outs, se utilizará como referencia la metodología de (Baker & Canessa, 2007) en la elaboración estratégica del diseño de un almacén (Marco teórico 4.8.). Esta metodología fue seleccionada por ser una fusión de métodos propuestos por diferentes autores del rubro logístico, logrando así que, a través de sus 11 pasos, esta metodología sea detallada, completa y clara.

A continuación, se desarrollan los pasos propuestos por (Baker Canessa, 2007), y dado que los 3 primeros pasos “Definición de los requerimientos del sistema”, “Definición y obtención de los datos” y “Análisis de datos” ya fueron abordados en los capítulos anteriores, estos no serán mencionados en esta sección. Dado lo anterior, se empieza a desarrollar desde el cuarto paso “Establecimiento de cargas de datos unitarias a utilizar”.

6.1.1. Establecimiento de cargas de datos unitarias a utilizar

Luego de haber desarrollado el capítulo 5. “Análisis de datos y clasificación de productos”, los datos a utilizar y considerar para la reasignación en la distribución física de productos al interior de bodegas son los resultados obtenidos por:

- Estacionalidad (5.1.4).
- Cantidades de productos demandados (5.1.4.).
- Estadía promedios de productos (5.1.4.).
- Clasificación ABC Multicriterio, bajo la metodología de la Matriz de Flores (5.2).

6.1.2. Definición de procedimientos operativos y métodos de trabajo

6.1.2.1. Modalidad del manejo del inventario

La modalidad del manejo del inventario es definida por el sistema FIFO (Primero en Entrar, Primero en Salir), lo anterior se encuentra determinado por instrucción de los clientes a la empresa (acuerdo contractual). Dado ello, para la reasignación a la distribución física de productos al interior de los almacenes debe ser considerada dicha modalidad, variable que es abordada de la siguiente forma:

- Los productos ingresados el mismo día y que tengan la misma nomenclatura (mismo tipo de producto, ejemplo: Kraft 273), serán almacenados en una misma fila hasta su capacidad total de apilamiento.
- Los productos almacenados en una fila que posean la misma fecha de ingreso y que tengan la misma nomenclatura, no se deben sobreponer otros tipos de productos para su almacenamiento, es decir, las filas serán exclusivas de un solo tipo de producto, para una misma fecha de ingreso.
- Las etiquetas de los productos (etiqueta del fabricante) siempre deberán quedar a la vista del personal.

6.1.2.2. Apilamiento de productos

El método de apilamiento presenta la ventaja de no necesitar de elementos auxiliares (como estanterías) para realizar el almacenamiento, permitiendo un mayor aprovechamiento de la superficie. Por el contrario, para realizar este tipo de almacenamiento se necesita considerar la altura máxima de apilado, convirtiéndose en un factor crítico al momento de almacenar, ya que se pueden presentar riesgos de accidente por caída en altura de los productos y/o deformación de estos (resistencia del material).

A continuación, se detallarán los criterios de apilamiento para los formatos de productos existentes, criterios que serán considerados próximamente para la distribución de productos al interior de bodegas.

- **Bobina de papel:** Las bobinas de papel se apilarán verticalmente en todos los casos. El apilamiento vertical será del tipo “isla” (dado que se debe dejar una separación entre las pilas para que las tenazas de las grúas roll clamp no dañen las bobinas que se encuentren en los lados, separación que deberá ser considerada en los pasillos), se deberán tomar desde el centro para su traslado, sin que las pinzas o mordazas toquen los bordes, y estas deben ser manipuladas de una en una. La altura del apilado de las bobinas de papel, estarán en función del diámetro y del ancho de la bobina, con el fin de que tengan estabilidad y no se produzcan desplazamientos de estas, es decir, a mayor diámetro de bobina, mayor altura, a menor ancho, menor altura, nunca sobrepasado una altura máxima de 7,50 metros. Dado ello, cuando se apilen distintos tipos de bobinas, siempre se colocarán las de menor diámetro sobre las de mayor diámetro (ASPAPPEL, 2014). Acorde a lo anteriormente señalado, junto a las dimensiones que se presentan para el formato de bobina de papel y considerando la dimensión estándar a utilizar para dicho formato, se ha determinado apilar los productos a un máximo de 3 bobinas de alto, de modo vertical.
- **IBC:** Este formato de producto se caracteriza por ser fabricado con un polietileno de alta densidad y alto peso molecular, junto a una armadura de acero galvanizado que lo rodea, convirtiéndose en un recipiente de buena estabilidad y perfectamente acoplable uno sobre otro, favoreciendo el apilamiento vertical. Acorde a lo anteriormente señalado y según las especificaciones técnicas de los fabricantes y especialistas en seguridad, este formato de producto será apilado a 2 IBC en altura, de modo vertical (ASPAPPEL, 2014).
- **Maxisacos:** Como este formato de productos se caracteriza por ser un contenedor flexible, debido a que su material de construcción es de tela tejida de polietileno, los maxisacos serán apilados a 2 de altura, de modo vertical (ACHS, 2010).
- **Pallet:** Dado que este formato de producto permite mayor estabilidad que el maxisaco, los formatos de productos que se encuentren paletizados serán almacenados a 3 pallet de alto, de modo vertical respectivamente (ACHS, 2010).
- **Cátodos:** Los cátodos de cobre no poseen un formato de producto que lo contenga, dado ello su apilamiento continuará en función de las actuales prácticas de la empresa, apilando con un máximo de 4 lotes de cátodos de cobre en altura, separados por tabloncillos de 4,5 pulgadas, facilitando el acceso y la maniobrabilidad de las grúas horquillas.

6.1.3. Consideración de tecnologías existentes

El centro logístico posee un software que facilita el registro de información para la entrada y salida de productos, stock de productos, consultas e historial de inventarios. Sin embargo, para cargar información al sistema, el detalle de los productos debe ser subido a través de una hoja de cálculo (según los campos definidos y preestablecidos por la empresa, ejemplo fecha, motonave, cantidad, etiqueta, peso, nombre, etc.), y para los despachos de productos, éstos deben ser descontados manualmente del sistema, indicando la fecha de despacho y completando el campo de “Observaciones” (estado del producto) en caso de ser necesario. El personal de operaciones tanto para el registro de entrada y salida de productos, se apoyan en las tarjas de operaciones (Anexos B y C) para la validación de la información.

6.1.4. Cálculo de capacidades y cantidades de los elementos seleccionados para el diseño de un almacén

6.1.4.1. Dimensiones estándares

Para este parámetro se considera una dimensión estándar a los formatos de productos, considerando valores promedios a las variables de altura, ancho/radio y largo, respectivamente. A continuación, se presenta la tabla 25 con las dimensiones estándar a los formatos de productos, dimensiones que serán utilizadas como referencia en la obtención de la capacidad de productos (Q) por almacenar en bodegas.

Tabla 25: Medidas estándar a formatos de productos

Producto	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Volumen rectangular (m3)
Bobina	2,00	1,40	-	3,92
Cátodo	1,00	1,00	0,40	0,40
Maxisaco	1,00	1,00	1,00	1,00
Pallet	1,20	1,00	1,20	1,44
IBC	1,20	1,00	1,20	1,44

Fuente: Elaboración propia

6.1.4.2. Planos, capacidades y descripciones físicas de las bodegas

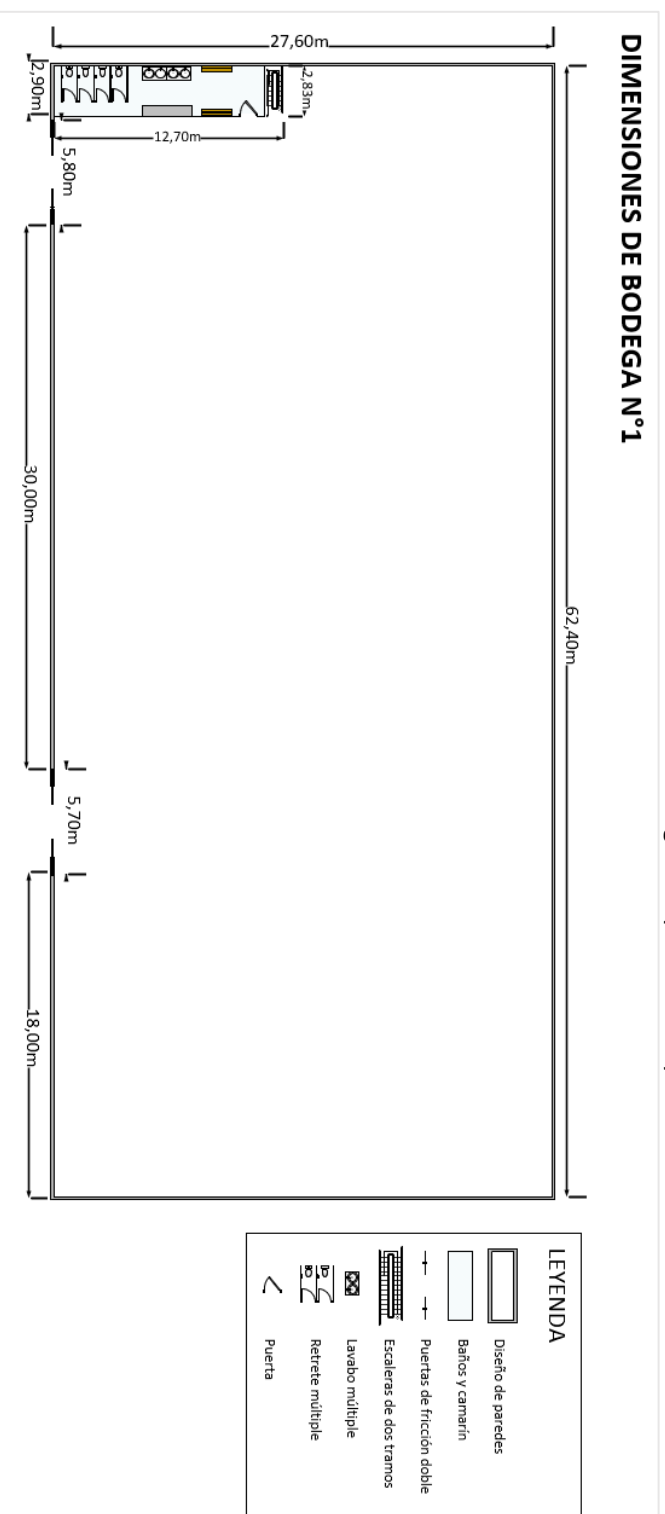
Los planos que posee la empresa de las bodegas del CLU, son ilustraciones que carecen de longitudes de paredes, ancho de puertas, inexistencias de pilares, no se indican las alturas de las hombreras y cumbreras de los almacenes, entre otras variables, factores que contribuyen al efecto indeseado “Se desconoce la capacidad de almacenaje por bodega”. Las ilustraciones de los planos originales proporcionados por la empresa son adjuntadas en el Anexo M.

Dado ello, se procedió a medir in situ cada una de las bodegas por medio de un medidor laser por ultrasonido (aparato ideal para la medición de larga distancias, con un margen de error de 0,1%), con la finalidad de corroborar los datos proporcionados por la empresa, complementar las mediciones faltantes, calcular las capacidades de las bodegas y mejorar los planos de estas.

A continuación, en las siguientes ilustraciones se presentan los planos actualizados de las bodegas de la empresa, acorde a las mediciones obtenidas mediante el medidor laser de ultrasonido, además de ser complementadas con una breve descripción correspondiente a las características físicas de cada una de ellas, junto a sus capacidades.

6.1.4.2.1. Bodega 1

Ilustración 41: Plano de bodega N°1 (actualizado)



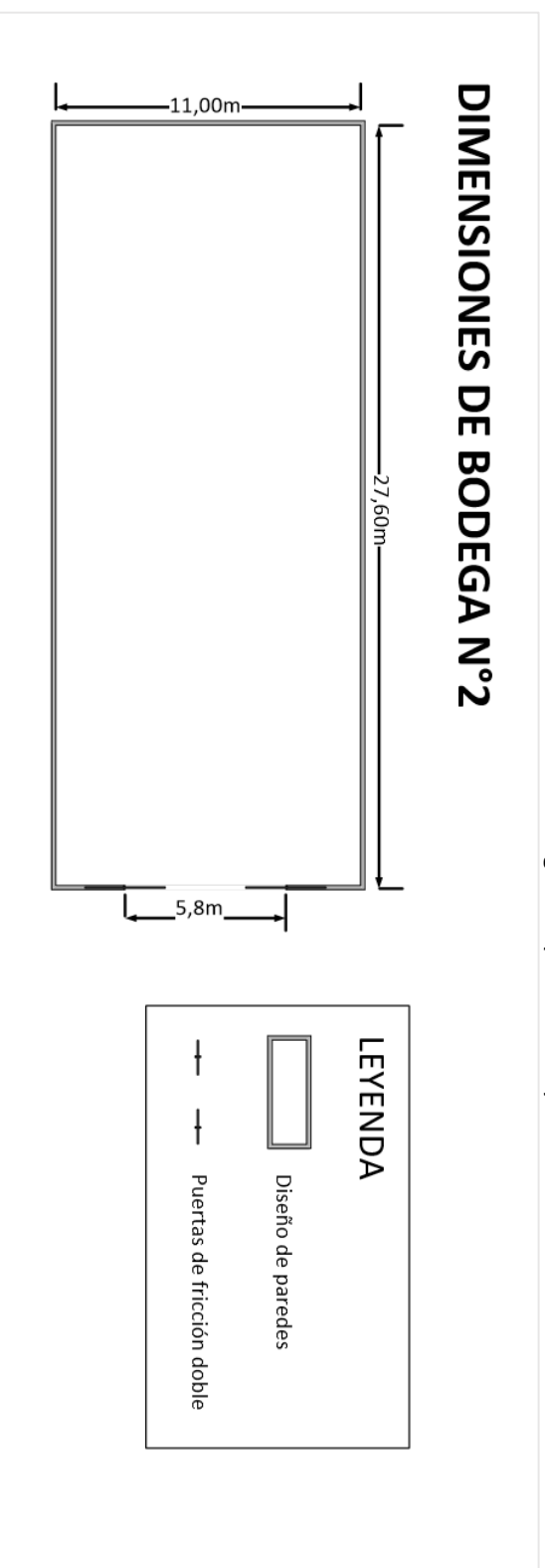
Fuente: Elaboración propia

La bodega N°1 posee un área de 1.722 m², donde 35,94 m² de la superficie están destinados a baños y camarines para el personal externo de Ulog. Su techumbre posee 5 metros de altura y 7,30 metros por cumbre, generando un total de 10.590 m³ de capacidad volumétrica.

La bodega N°1 se caracteriza por no poseer pilares en medio del área, posee un suelo nivelado de cemento sin delimitaciones, y cuenta con dos puertas de fricción doble, donde ambas puertas son utilizadas para el tránsito de maquinaria y personal (entrada y salida). Inicialmente esta bodega es utilizada para el almacenamiento de bobinas de papel, para todo cliente.

6.1.4.2.2. Bodega N°2

Ilustración 42: Plano de bodega N°2 (actualizado)

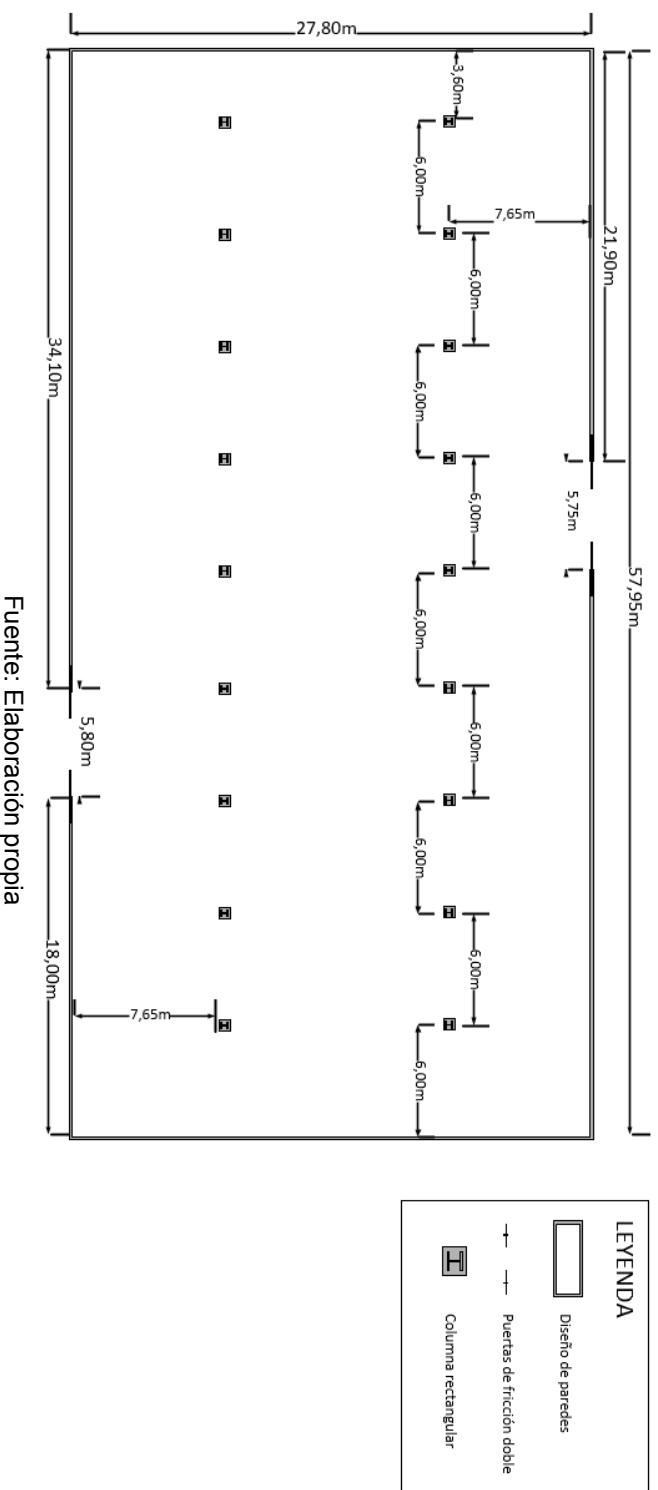


Fuente: Elaboración propia

La Bodega N°2 posee un área de 302,5 m² de superficie, su techumbre posee 5 metros de hombrera y 7,30 metros por cumbrera, generando un total de 1.870 m³ de capacidad volumétrica. La Bodega N°2 se caracteriza por no poseer pilares en medio de la superficie, posee un suelo nivelado de cemento sin delimitaciones, y cuenta con una puerta de fricción doble, donde esta es utilizada para el tránsito de maquinaria y personal (entrada y salida). Inicialmente esta bodega es utilizada para el almacenamiento de Maxisacos, para todo cliente.

6.1.4.2.3. Bodega N°3

DIMENSIONES DE BODEGA N°3
 Ilustración 43: Plano de bodega N°3 (actualizado)

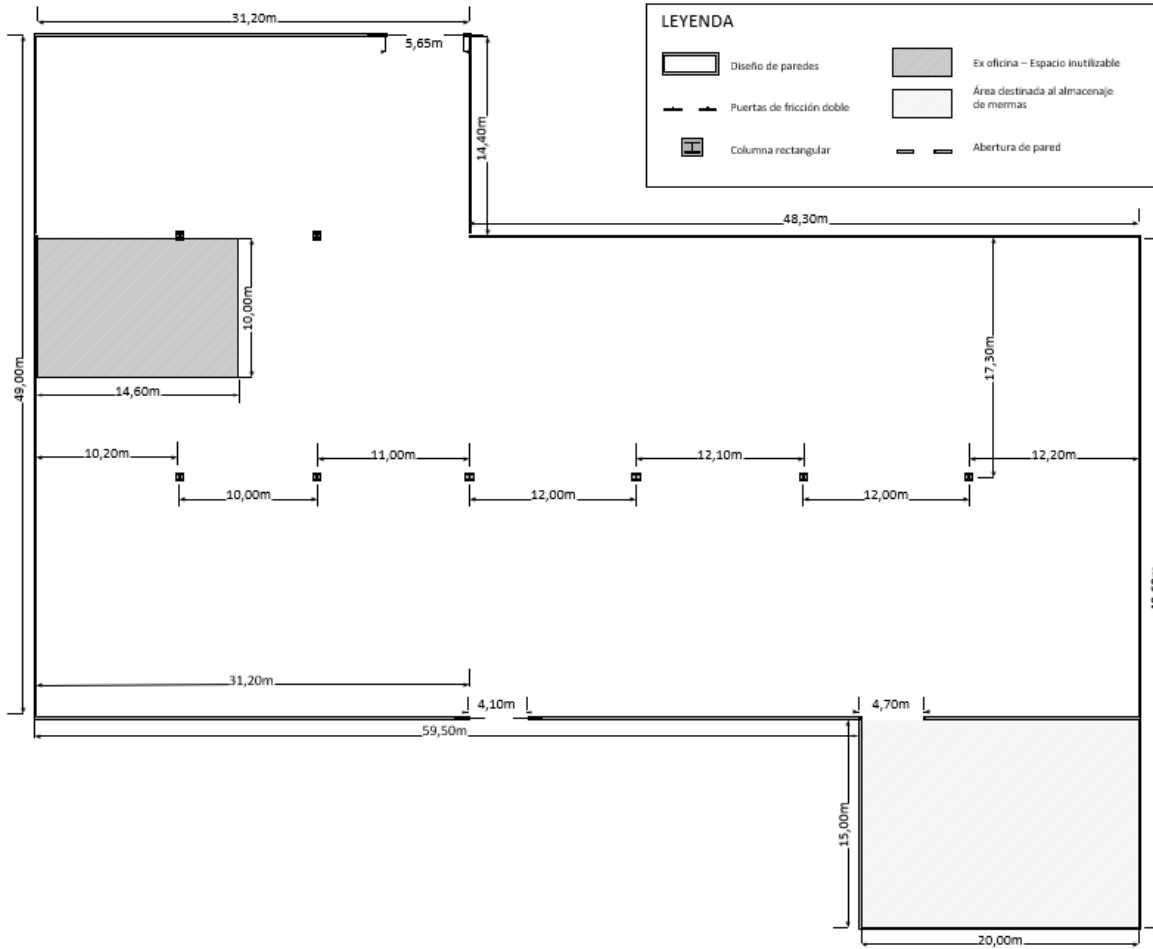


La Bodega N°3 posee un área de 1.611 m² de superficie, su techumbre posee 5 metros de hombrera y 7,30 metros por cumbrera, generando un total de 9.905 m³ de capacidad volumétrica. La Bodega N°3 se caracteriza por poseer 18 pilares en medio de la superficie, posee un suelo nivelado de cemento sin delimitaciones, cuenta con dos puertas de fricción doble que se encuentran en paralelo, donde ambas puertas son utilizadas para el tránsito de maquinaria y personal (entrada y salida). Esta bodega es denominada como la bodega “pulmón” en el CLU, por ser una bodega que conecta el patio 1 con el patio 2, dado ello, es utilizada como una bodega de almacenaje provisional de productos, para una posterior reubicación (debido a su fácil acceso). En ella se encuentran todas las diversidades de formato de productos por almacenar.

6.1.4.2.4. Bodega Tripesca

Ilustración 44: Plano de bodega Sopesa (actualizado)

DIMENSIONES DE BODEGA TRIPESCA



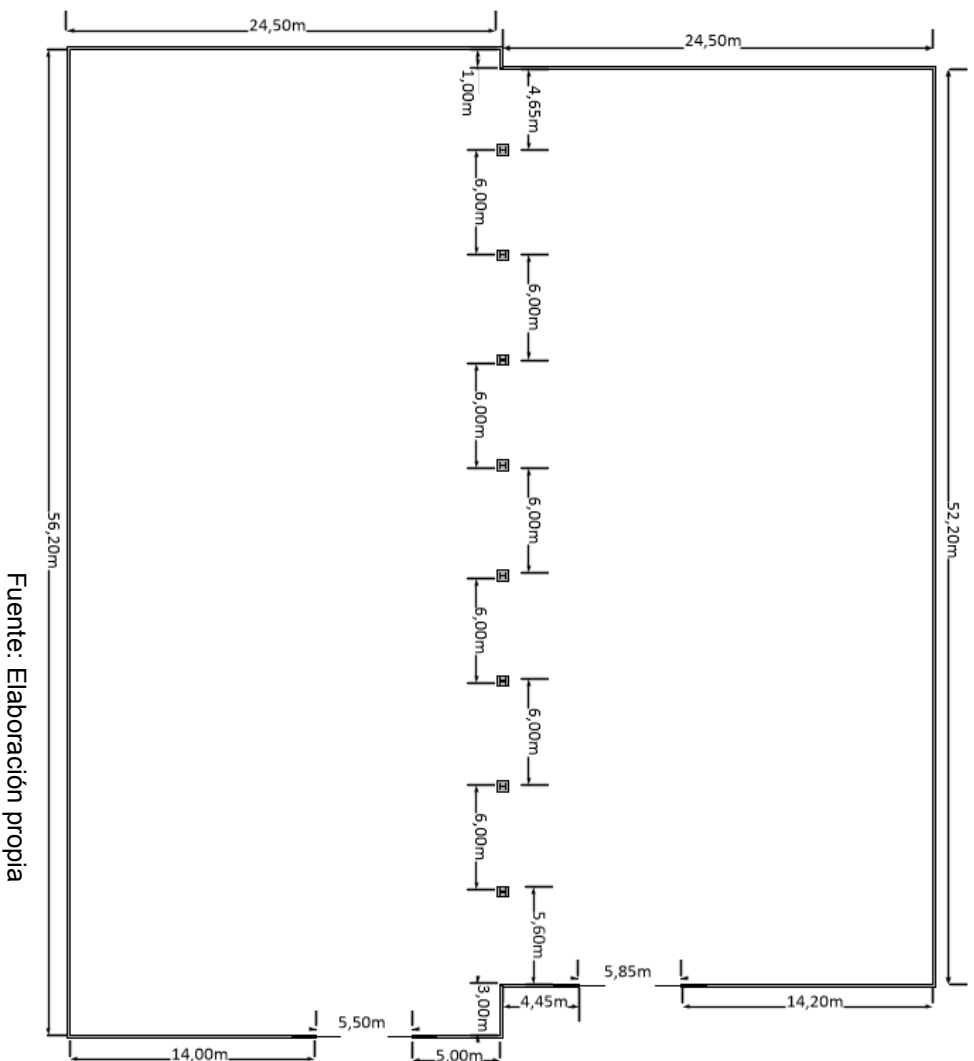
Fuente: Elaboración propia

La bodega Tripesca posee un área de 3.572 m² de superficie, donde 146 m² es un espacio inutilizable por encontrarse una ex oficina en estado de derrumbe y 300 m² destinada al almacenaje de productos considerados como merma (es decir, productos sin etiqueta, productos dañados por la empresa, entre otros), donde dicho espacio es un sector húmedo, posee un suelo de arena blanda y desnivelado, no recomendado para el almacenaje de productos en óptimas condiciones. Su techumbre posee 9 metros de hombrera y 11 metros de cumbrera, generando un total de 33.000 m³ de capacidad volumétrica.

La Bodega Tripesca es la bodega con mayor capacidad de almacenaje, se caracteriza por poseer 8 pilares en medio de la superficie con distancias desiguales entre ellos, posee un suelo de cemento sin delimitaciones y deteriorado levemente en su nivelación, cuenta con dos puertas de fricción doble donde ambas puertas son utilizadas para el paso de maquinaria y personal (entrada y salida), donde el pasillo principal posee un ancho suficiente para el tránsito de un camión, la bodega está sometida a una alta frecuencia de palomas en su interior, plaga que afectan el estado de los productos. La bodega Tripesca se encuentra posterior a una calle del patio de desconsolidación y, es por ello que, para almacenar productos en su interior, estos deben ser trasladados por medio de un camión ya que, desde el patio de desconsolidación a dicha bodega, hay 300 metros aproximadamente (para mayor detalle revisar las secciones 1.4.6). El equipo de operaciones utiliza inicialmente esta bodega para el almacenaje de bobinas de papel, para todo cliente.




6.1.4.2.5. Bodega Sopesa

Ilustración 45: Plano de bodega Sopesa (actualizado)
DIMENSIONES DE BODEGA SOPESA



Fuente: Elaboración propia

LEYENDA

-  Diseño de paredes
-  Puertas de fricción doble
-  Columna rectangular

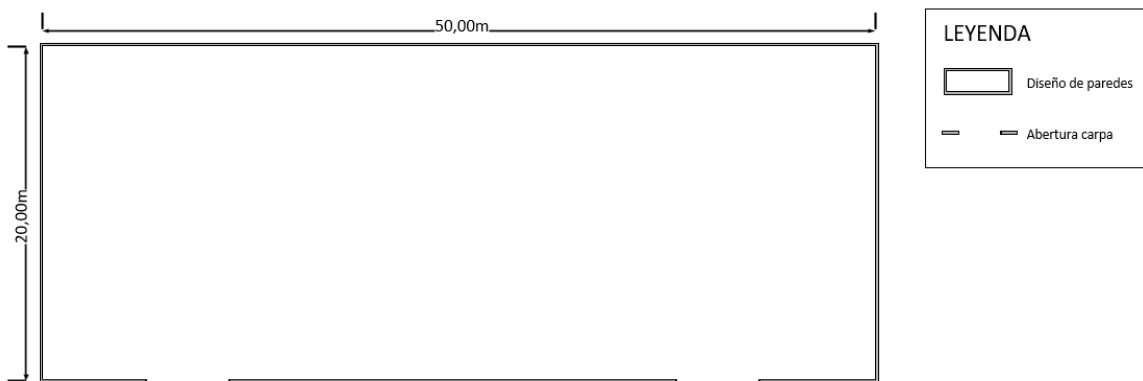
La bodega Sopesa posee un área de 2.664 m² de superficie, su techumbre posee 5 metros de hombrera y 7,30 metros por cumbre, generando un total de 16.330 m³ de capacidad volumétrica. La bodega Sopesa se caracteriza por poseer 8 pilares en medio de la superficie, posee un suelo de cemento sin delimitaciones y deteriorado levemente en su nivelación, cuenta con dos puertas de fricción doble donde ambas puertas son utilizadas para la circulación de maquinaria y personal, la bodega está sometida a una alta frecuencia de palomas en su interior, plaga que afectan el estado de los productos.

La bodega Sopesa se encuentra posterior a la bodega Tripesca, es por ello que, para almacenar productos en su interior, también estos deben ser trasladados por medio de un camión ya que desde el patio de desconsolidación hay 400 metros aproximadamente (para mayor detalle revisar las secciones 1.4.6). El equipo de operaciones utiliza inicialmente esta bodega para el almacenaje de bobinas de papel, para todo cliente.

6.1.4.2.6. Bodega Carpa

Ilustración 46: Plano de bodega Sopesa (actualizado)

DIMENSIONES DE BODEGAS CARPAS



Fuente: Elaboración propia

Las bodegas carpas proporcionan 1.000 m² de superficie, su techumbre posee 5 metros de hombrera y 8 metros por cumbre, generando un total de 6.500 m³ de capacidad volumétrica. Las bodegas carpas son utilizadas como bodegas de apoyo en épocas de alta demanda, estas son situadas en el patio 2, sobre un suelo de adoquines nivelado, las puertas de las bodegas carpas son telones que pueden ser modificados acorde a la distribución que más acomode al personal, ya que su habilitación es de fácil armado. Al estar las bodegas carpas ubicadas en el patio 2, son las bodegas más cercanas del área de desconsolidación.

Inicialmente el equipo de operaciones utiliza estas bodegas carpas para el almacenaje de bobinas de papel, para todo cliente.

6.1.4.3. Medidas de pasillos

Para determinar el ancho adecuado de pasillos, se debe tomar en consideración las operaciones realizadas dentro del centro logísticos, como también los equipos y maquinarias utilizadas al interior de las bodegas.

Para la confección de los Lay Outs de las bodegas, se considerarán tres tipos de pasillos: pasillos bordes, pasillos internos y pasillos maquinarias. A continuación, se detallarán cada uno de ellos.

6.1.4.3.1. Pasillos bordes

Se considerarán como “pasillos bordes” a los contornos de las paredes de las bodegas, considerando una distancia de 0,5 metros de ancho, donde dicha distancia no será utilizada y se considerará para resguardar los productos por daños por roces con paredes que se puedan generar, humedad en caso de lluvias y por sistemas de anti-plagas que puedan estar instaladas al interior de bodegas.

6.1.4.3.2. Pasillos control de productos

Los “pasillos control de productos” consistirán en asignar una separación entre dos pilas de productos almacenados (dos columnas - pasillo). Para estos pasillos se considerará una distancia de 0,5 metros de ancho, donde dicha distancia será asignada para facilitar el acceso visual a los productos almacenados, favorecer la búsqueda que productos, simplificar la actualización de los inventarios físicos y evitar ocasionar daños a los productos, especialmente a los productos en formato de bobina de papel, ya que debe existir una distancia suficiente para que las mordazas de las grúas roll clamp no ocasione daños a las bobinas laterales, al momento de tomar o posicionar una bobinas en particular (efecto indeseado, revisar sección 2.1).

6.1.4.3.3. Pasillos de maquinaria y personal

Para realizar el cálculo adecuado de pasillos para maquinaria y personal, a continuación, se detallarán las especificaciones técnicas de las maquinarias utilizadas en el interior de bodegas.

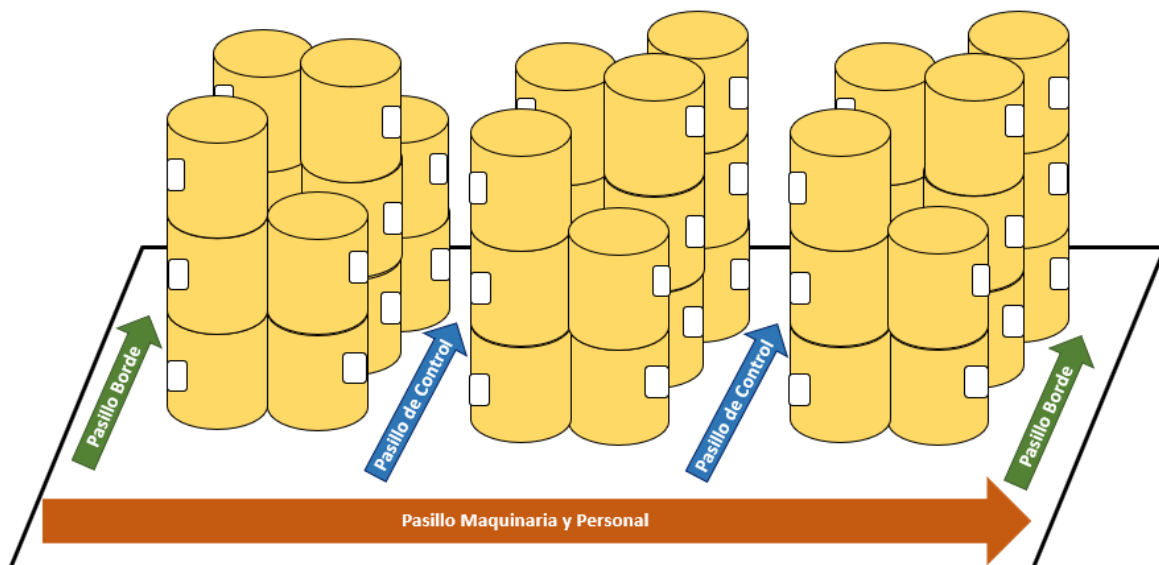
- Maquinaria Janssen modelo TCM-70: Posee una altura de levante de 6 metros, un ancho de 1,8 metros, una longitud de 3 metros, un radio de giro exterior de 2,8 metros y una capacidad de carga de 3.000 kilogramos.

- Maquinaria Hyster modelo H-60 / Hyundai modelo 30L-7: Posee una altura de levante de 4 metros, un ancho de 1,3 metros, una longitud de 2,4 metros, un radio de giro de 2,2 metros y una capacidad de carga de 2.300 kilogramos.

Luego de analizar las características técnicas de las maquinarias, se determina que el tamaño del pasillo tendrá un ancho estándar de 4,5 metros, distancia que considera espacio para girar la maquinaria en el mismo sentido, como también, un espacio adicional para el tránsito de un operario (tarjador, movilizador, jefe de operaciones, etc.) junto a la maquinaria por el mismo pasillo, de tal modo no obstaculizar el trabajo de cada una de las partes. Actualmente la empresa considera pasillos desde 5 hasta 8 metros de ancho (Anexo M) al interior de bodegas.

A continuación, se muestra una imagen referencial (ilustración 47), donde se grafican los tres tipos de pasillos anteriormente señalados.

Ilustración 47: Gráfica ejemplo de tipos de pasillos



Fuente: Elaboración propia

6.1.4.4. Capacidades y cantidades de almacenaje

Considerando las dimensiones estándares de los formatos de productos, los criterios de apilamiento vertical, las capacidades volumétricas de las bodegas, el alcance en altura de las maquinarias y los pasillos al interior de los almacenes; variables previamente definidas, de las cuales permite calcular los volúmenes para almacenaje (capacidad volumétrica menos pasillos y alcance en altura para el apilamiento) y las cantidades máximas de almacenaje para cada formato de producto, para cada bodega.

Para obtener las cantidades máximas por almacenar (según el tipo de formato de producto) para cada una de las bodegas, se realizó lo siguiente:

- 1) Se definieron las áreas de almacenaje, determinando largo y ancho a cada área de almacenamiento, para cada bodega. A dichas áreas de almacenaje se le descuentan los metros correspondientes por concepto de “pasillos bordes” y “pasillos de maquinarias”.
- 2) En base a las dimensiones estándares de los formatos de productos, se calcula la cantidad de productos por almacenar en cada área, determinando la cantidad de filas y columnas por apilar (acorde a los criterios de apilamiento, alturas de bodegas y de maquinarias), considerando los “pasillos de control de productos” en dicho cálculo.

A continuación, se presenta la tabla 26 con los resultados obtenidos acorde a lo anteriormente señalado, donde dicha tabla contribuye a la causa raíz “Se desconoce la capacidad de almacenamiento por bodega” identificado en el capítulo de “Identificación del problema” (2.).

Tabla 26: Capacidades y cantidades de almacenaje

Nombre Bodega	Capacidad total (m3)	Capacidad operativa para almacenaje (m3)	Cantidad de formatos de productos				
			Bobinas	Cátados	IBC	Maxisacos	Pallets
Bodega 1	10.590	6.175	1.088	3.784	1.672	1.892	2.508
Bodega 2	1.870	1.230	234	704	264	352	396
Bodega 3	9.905	5.920	1.020	3.520	1.496	1.760	2.244
Sopesa	16.330	10.210	2.004	6.144	2.656	3.072	3.984
Tripesca	33.000	10.752	2.988	7.520	3.188	3.760	4.782
Carpa 1	6.500	3.780	572	1.960	840	980	1.260
Carpa 2	6.500	3.780	572	1.960	840	980	1.260
Total	84.695	41.847	8.478	25.592	10.956	12.796	16.434

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que la tabla 26 presenta la cantidad por formatos de productos máxima para cada bodega, es decir, para el almacenaje de una sola variedad de formato (bobina o cátodos o IBC, etc.). Para mayor detalle del cálculo, revisar Anexo O.

6.1.4.5. Escenarios para la definición de capacidad por ingresos de productos

En esta sección se definirán tres escenarios que representarán el ingreso mensual de productos a bodegas, permitiendo estimar el espacio y cantidades a necesitar para cada producto, clasificación de productos y para cada cliente. Dichos escenarios se definirán bajo un escenario optimista, escenario normal y un escenario pesimista (Marco teórico 4.10). A continuación, se detalla cada uno de ellos.

- Escenario optimista: para el escenario optimista se considerará el mayor valor de productos ingresados en el mes (ejemplo para el mes de enero, se considerará el mayor valor total ingresado entre los meses enero 2015, enero 2016 o enero 2017), para cada producto, de cada cliente.
- Escenario probable: para el escenario probable se considerará un valor promedio de los productos ingresados en el mes (ejemplo, para el mes de enero, valor promedio entre el total de productos ingresados en enero 2015, enero 2017 y enero 2017), para cada producto, de cada cliente.
- Escenario pesimista: para el escenario pesimista se considerará el menor valor total de los productos ingresados en el mes (ejemplo para el mes de enero, se considerará el menor valor total ingresado en los meses enero 2015, enero 2016 o enero 2017), para cada producto, de cada cliente.

A continuación, se presentan la tabla 27 que muestra los resultados obtenidos en la estimación de productos a ingresar mensualmente a bodegas, bajo los tres tipos de escenarios, para cada cliente, formato de producto y clasificación de productos (obtenidos por la Matriz de Flores). El detalle por productos se revisará en el apartado “Asignación de bodegas y áreas de almacenaje” (6.1.6.2.)

Tabla 27: Escenarios ingreso mensual de productos a bodegas

Cliente	Formato producto	Clasificación multicriterio	Escenario	Ene (q)	Feb (q)	Mar (q)	Abr (q)	May (q)	Jun (q)	Jul (q)	Ago (q)	Sep (q)	Oct (q)	Nov (q)	Dic (q)	
Alfa	Bobina	A	Optimista	1.605	1.521	2.077	1.423	1.136	842	1.050	785	738	821	1.088	994	
			Probable	868	879	1.186	972	756	614	794	568	486	486	624	680	724
			Pesimista	283	286	437	577	319	424	538	351	234	234	426	271	453
Alfa	Bobina	B	Optimista	230	173	76	104	86	42	41	30	11	67	30	14	
			Probable	93	59	32	46	35	14	29	15	6	34	15	7	
			Pesimista	8	-	-	10	-	-	16	-	-	-	-	-	-
Alfa	Bobina	C	Optimista	43	61	176	95	113	38	25	-	-	18	-	12	
			Probable	14	13	59	32	38	15	9	-	-	9	-	6	
			Pesimista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beta	Bobina	A	Optimista	2.224	2.244	1.948	1.688	1.397	1.622	1.452	1.256	1.163	1.449	1.608	2.279	
			Probable	1.159	1.347	1.133	1.032	896	1.011	875	967	810	810	1.035	1.039	1.520
			Pesimista	287	498	367	480	520	405	285	668	456	456	621	435	656
Beta	Bobina	B	Optimista	293	411	420	286	207	172	100	188	39	173	113	292	
			Probable	98	138	141	99	70	59	50	94	20	20	87	57	146
			Pesimista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Beta	Bobina	C	Optimista	158	25	111	171	138	98	93	67	74	128	37	45	
			Probable	74	10	59	73	60	53	52	44	69	84	19	23	
			Pesimista	-	-	16	-	-	10	21	64	40	-	-	-	
Gamma	Maxisaco	A	Optimista	532	602	678	756	1.008	718	700	1.064	862	699	1.084	1.134	
			Probable	432	505	511	577	896	605	571	909	793	662	756	856	
			Pesimista	330	420	378	462	784	492	441	754	724	604	427	578	
Gamma	Maxisaco	C	Optimista	-	226	-	-	256	-	-	192	-	-	-	-	
			Probable	-	75	-	-	136	-	96	-	-	-	-	-	
			Pesimista	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	
Gamma	Cátodos	A	Optimista	80	242	161	156	161	160	160	174	137	162	159	192	
			Probable	52	171	139	133	119	130	160	167	113	161	159	155	
			Pesimista	-	115	102	100	78	99	160	160	88	160	159	117	
Épsilon	Maxisaco	A	Optimista	771	578	538	717	672	639	400	414	530	535	354	502	
			Probable	539	441	422	487	565	462	363	368	481	487	333	456	
			Pesimista	281	260	359	247	473	325	325	322	432	432	312	312	410
Épsilon	Pallet	B	Optimista	130	117	154	183	161	165	-	-	41	41	100	89	
			Probable	43	39	51	61	54	55	-	-	21	21	50	45	
			Pesimista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Épsilon	IBC	C	Optimista	29	94	75	78	144	185	-	-	86	96	32	35	
			Probable	10	31	25	26	48	62	-	-	43	48	16	18	
			Pesimista	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Fuente: Elaboración propia

Definido los escenarios y dado que la demanda ha incrementado entre los años 2015, 2016 y al primero semestre del 2017, se ha decidido utilizar el escenario optimista para determinar la redistribución de productos en bodegas. Al utilizar dicho escenario, permitirá que la redistribución de bodegas de clientes y la asignación de espacios para el almacenaje de productos sea planificada con holgura y resguardo, frente a un incremento de demanda no previsto.

Por otro lado, considerando que hay clientes que la tendencia en la rotación de sus productos es mayor a 30 días, se deberá contemplar el espacio suficiente para satisfacer tanto la cantidad ingresada mensualmente, como también, la cantidad de productos que seguirá almacenada en bodegas. Para ello, se calculó la cantidad de productos proporcional al aumento en una estadía superior a 30 días, y dicha cantidad se adicionó a la cantidad de productos del mes siguiente. A continuación, se presenta una tabla resumen general con lo anteriormente descrito, por cliente (el detalle es adjuntado en Anexo N).

Tabla 28: Escenario optimista, ingreso mensual general de productos

Cliente	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Alfa	1.894	2.016	2.525	1.708	1.453	1.019	1.164	861	783	918	1.194	1.054
Beta	3.398	3.386	3.207	2.785	2.287	2.339	2.155	1.960	1.678	2.104	2.216	3.113
Gamma	532	828	904	982	1.264	974	956	1.256	1.054	891	1.084	1.134
Delta	80	242	161	156	161	160	160	174	137	162	159	192
Épsilon	1.559	1.750	1.504	1.703	1.924	1.868	1.246	854	1.112	1.291	1.110	1.102

Fuente: Elaboración propia

6.1.5. Definición de servicios y operaciones secundarias

Debido a que la redistribución de planta se enfoca netamente al servicio de almacenaje, este paso de la metodología por Baker & Canessa, no será abordado por no estar considerando servicios ni operaciones secundarias a realizar dentro del actual servicio de almacenaje.

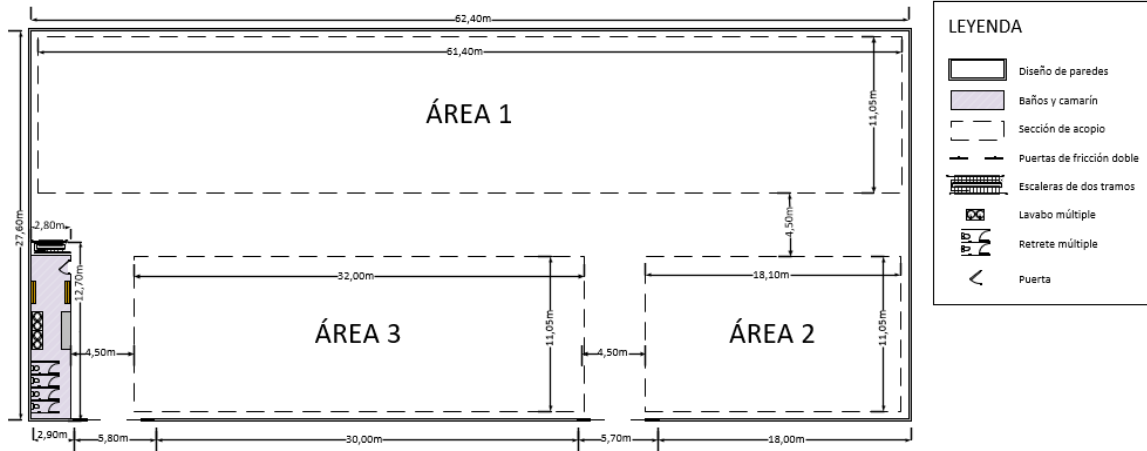
6.1.6. Planteamiento de posibles diseños de planta

6.1.6.1. Disposición interna de Lay Outs

Acorde a lo indicado en los apartados Planos, capacidades y descripciones físicas de las bodegas (6.1.4.2.) y en Medidas de pasillos (6.1.4.3.), a continuación, se presentan la disposición interna de cada una de las bodegas.

6.1.6.1.1. Disposición interna Bodega N°1

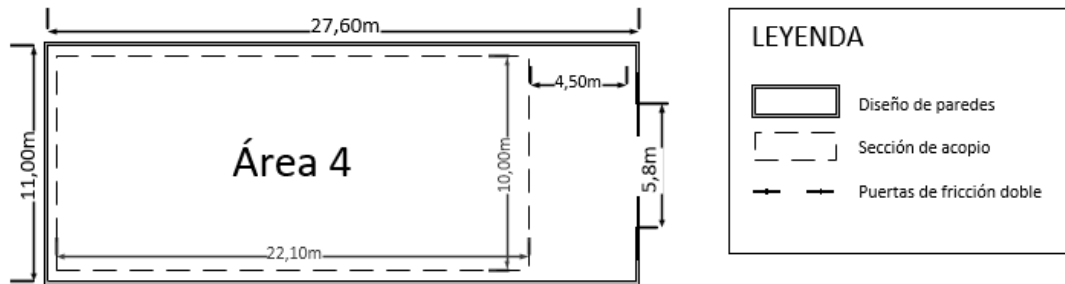
Ilustración 48: Distribución interna Bodega 1



Fuente: Elaboración propia

6.1.6.1.2. Disposición interna Bodega N°2

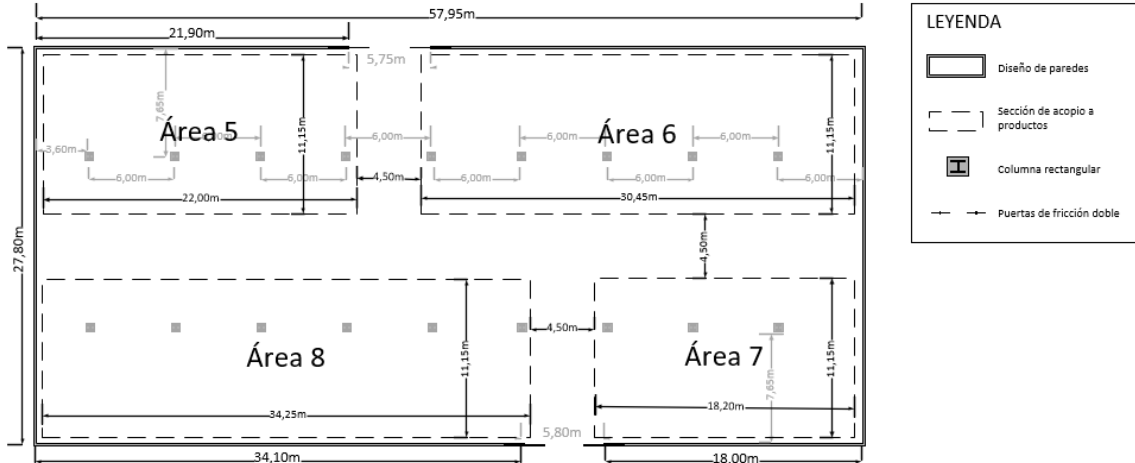
Ilustración 49: Distribución interna Bodega 2



Fuente: Elaboración propia

6.1.6.1.3. Disposición interna Bodega N°3

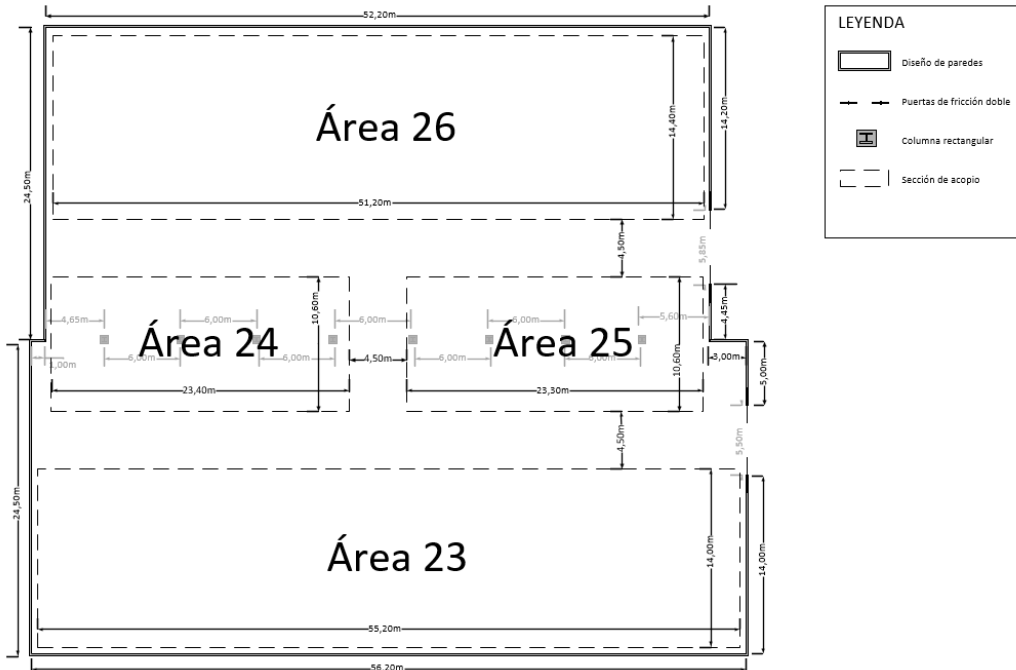
Ilustración 50: Distribución interna Bodega 3



Fuente: Elaboración propia

6.1.6.1.4. Disposición interna Bodega Sopesa

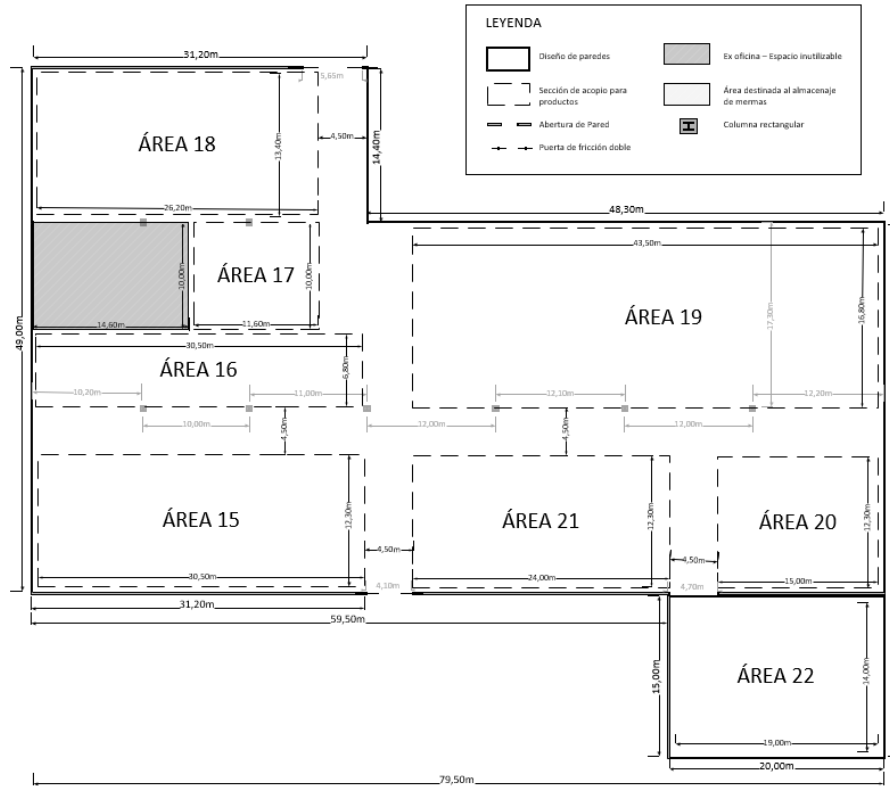
Ilustración 51: Distribución interna Bodega Sopesa



Fuente: Elaboración propia

6.1.6.1.5. Disposición interna Bodega Tripesca

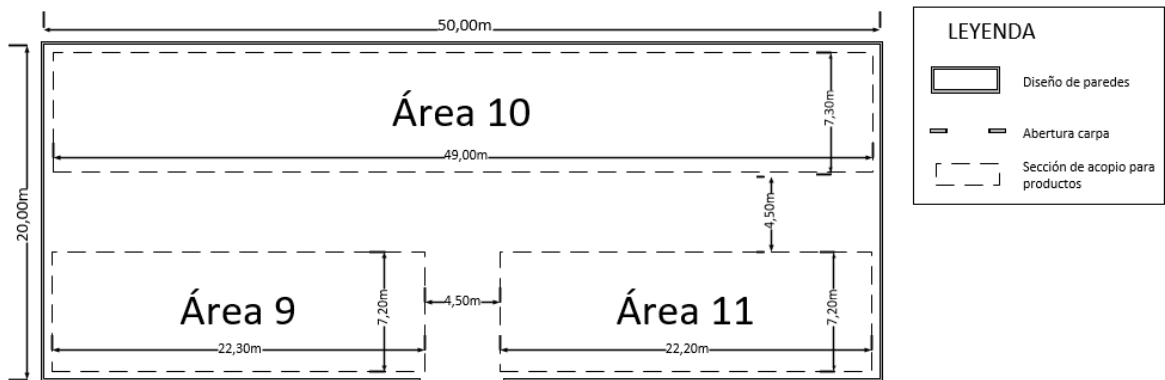
Ilustración 52: Distribución interna Bodega Tripesca



Fuente: Elaboración propia

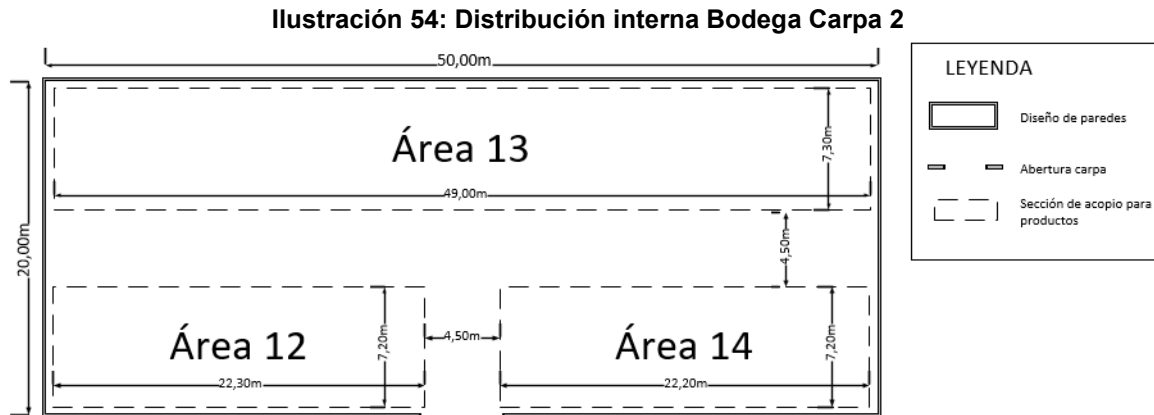
6.1.6.1.6. Disposición interna Bodega Carpa 1

Ilustración 53: Distribución interna Bodega Carpa 1



Fuente: Elaboración propia

6.1.6.1.7. Disposición interna Bodega Carpa 2



6.1.6.2. Asignación de bodegas y áreas de almacenaje

Actualmente la empresa organiza los productos al interior de bodegas según el modelo de gestión por sistema de posición caótico, también conocido como sistema de posición aleatorio, es decir, los productos no poseen ubicaciones preasignadas en bodegas, y estos son almacenados según la disponibilidad del espacio y/o criterio del personal (jefaturas).

En estas propuestas de mejoras se asignarán las bodegas para cada cliente y se definirán las áreas de almacenamiento para cada tipo de producto (variedad), acorde a su clasificación ABC. Dado lo anterior, la asignación de bodegas y áreas de almacenamiento se determinaron según los resultados obtenidos por cantidad de productos ingresados mensualmente por cliente (tabla 27), la capacidad de productos por almacenar en bodegas (tabla 26), capacidad de las áreas de almacenamiento (según distribución interna de Lay Out, sección 6.1.6.1.), resultado clasificación ABC por multicriterio (5.2.3.) y por los siguientes criterios de asignación, según su enumeración de prioridad:

1. Cada bodega será asignada a un cliente. En caso de ser necesario, será asignada para un máximo de dos clientes.
2. Las bodegas con mayor capacidad de almacenaje serán asignadas a los clientes con formatos de productos de mayor dimensión física.
3. Las bodegas con mayor capacidad de almacenaje serán asignadas a los clientes con mayor demanda de productos.
4. Los productos de tipo A serán ubicados próximos a puertas de tránsito (entrada y salidas) y/o a patios de desconsolidación.
5. Se asignarán las áreas de almacenamiento para cada tipo de producto según la estimación de ingreso mensual de productos (bajo un escenario optimista), la capacidad de almacenaje del área y contemplando su estadía promedio.

Acorde a lo anteriormente señalado, a continuación, se detallan los resultados obtenidos en las asignaciones, para cada cliente:

6.1.6.2.1. Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento, cliente Alfa

Se ha destinado la Bodega Sopesa y Bodega 3 al cliente Alfa para el almacenaje de sus productos bobinas de papel. La Bodega Sopesa será para el almacenaje de productos de tipo A, B y C, donde dicha asignación se debe por ser la segunda bodega con mayor capacidad de almacenamiento, por almacenar productos de gran dimensión física y por ser el cliente Alfa, el segundo cliente con mayor demanda de productos. Por otro lado, la Bodega 3 es destinada para el almacenaje de productos de tipo A, esta es asignada por ser una bodega de fácil acceso, ya que se encuentra entre ambos patios de desconsolidación.

A continuación, la tabla 29 presenta las distribuciones para cada variedad de productos del cliente Alfa, acorde a su estimación de ingreso mensual y capacidad de almacenaje por área.

Tabla 29: Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento – Cliente Alfa

Bodega	N° Área	Q de almacenaje por área	Productos	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Clase	Dda total (a)
				(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)	(a)		
Bodega 3	Área 6	306	KRAFT 273	235	238	402	277	265	169	197	191	155	114	322	239	A	5.755
	Área 8	340	ONDA 160	375	322	317	392	304	228	191	189	87	97	221	311	A	5.144
	Área 7	170	KRAFT 205	89	100	212	118	102	114	72	123	91	55	142	43	A	2.213
	Área 5	204	KRAFT 171	53	101	113	120	75	70	111	63	125	191	91	98	A	2.124
	Área 5		KRAFT 135	46	80	63	105	125	64	87	92	58	165	41	36	A	1.662
	Área 23		SEMIQUIMICO 160	395	277	534	80	9	-	43	41	24	-	-	38	A	1.592
	Área 23	832	KRAFT 200	66	181	153	118	83	38	76	7	40	41	79	73	A	1.552
	Área 23		KRAFT 127	164	76	120	60	51	53	100	25	122	138	112	125	A	1.494
	Área 25		KRAFT 220	70	64	60	30	40	38	101	11	10	20	15	31	A	904
	Área 25	196	KRAFT 229	86	53	74	78	65	25	54	43	20	-	21	-	A	751
Área 25		KRAFT 400	26	29	29	45	17	43	18	-	6	-	44	-	A	381	
Área 26		KRAFT 125	57	30	33	44	17	25	24	18	11	35	24	14	B	426	
Área 26		KRAFT 175	24	42	22	18	46	8	-	11	-	-	-	-	B	189	
Área 26		KRAFT 230	9	48	-	31	23	-	-	1	-	-	-	-	B	122	
Área 26		KRAFT 151	107	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	110	
Área 26	780	WHITETOP 175	-	35	18	-	-	-	9	13	-	-	6	-	B	98	
Área 26		KRAFT 271	33	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	51	
Área 26		KRAFT 145	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	26	-	B	37	
Área 26		KRAFT 90	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	6	-	B	10	
Bodega Sopesa	Área 24		WHITETOP 205	-	-	57	63	30	-	-	-	-	-	-	C	150	
	Área 24		ONDA 125	10	31	-	-	19	19	-	-	-	18	-	C	96	
	Área 24		KRAFT 160	-	-	-	-	78	-	-	-	-	-	-	C	78	
	Área 24		KRAFT 132	33	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	63	
	Área 24		KRAFT 170	-	-	23	32	5	-	-	-	-	-	-	C	61	
	Área 24	196	WHITETOP 230	-	-	44	-	-	-	-	-	-	-	-	C	44	
	Área 24		KRAFT 130	-	-	34	-	-	-	-	-	-	-	-	C	34	
	Área 24		ONDA 150	-	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	C	19	
	Área 24		KRAFT 110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	18	
	Área 24		KRAFT 440	-	-	18	-	-	-	-	-	-	-	-	C	18	
	Área 24		KRAFT 80	-	-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	C	10	
	Área 24		SEMIQUIMICO 155	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	C	8	
	Área 24		ESTUCADO 185	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	C	4	

Fuente: Elaboración propia

6.1.6.2.2. Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento, cliente Beta

Se ha destinado la Bodega Tripesca y Bodega 1 al cliente Beta para el almacenaje de sus productos bobinas de papel. La Bodega Tripesca será para el almacenaje de productos de tipo A, B y C, donde dicha asignación se debe por ser la bodega con mayor capacidad de almacenamiento de bobinas y por no poseer restricción en altura (favoreciendo un aplamiento de 3 productos en altura), por almacenar productos de gran dimensión física y por ser el cliente Beta, el cliente con mayor demanda de productos. Por otro lado, la Bodega 1 es destinada para el almacenaje de productos de tipo A, esta es asignada por ser una bodega de fácil acceso, ya que se encuentra situada en el patio 1, patio de desconsolidación de contenedores.

A continuación, la tabla 30 presenta las distribuciones para cada variedad de productos del cliente Beta, acorde a su estimación de ingreso mensual y capacidad de almacenaje por área.

Tabla 30: Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento – Cliente Beta

Bodega	Nº Área	Q de almacenaje por área	Productos	Ene (Q)	Feb (Q)	Mar (Q)	Abr (Q)	May (Q)	Jun (Q)	Jul (Q)	Ago (Q)	Sept (Q)	Oct (Q)	Nov (Q)	Dic (Q)	Clas	Data total (Q)	
Bodega 1	Área 1	612	KRAFT 125	323	374	576	346	370	526	560	445	344	518	335	517	A	10,164	
		476	KRAFT 273	805	496	296	276	232	235	307	270	206	154	398	394	A	7,167	
		432	KRAFT 361	374	406	288	217	37	74	5	7	32	56	88	346	A	3,082	
	Área 2 - 3	216	KRAFT 200	212	309	171	211	209	131	205	111	118	67	243	208	A	2,884	
		432	SEMOQUIMICO 127	119	77	245	216	167	239	175	165	152	387	387	334	A	2,374	
		144	SEMOQUIMICO 130	106	120	94	135	160	144	144	33	83	153	127	184	163	A	2,027
	Área 17	144	KRAFT 170	41	177	105	128	144	188	188	86	128	126	99	167	101	A	1,679
			336	BRITETOP 205	168	116	112	80	46	46	46	62	29	29	25	133	116	A
		Área 21	336	BRITETOP 275	76	169	61	79	32	39	19	18	3	16	60	100	A	1,217
	Bodega Tripesca	Área 19	936	KRAFT 140	-	144	201	169	65	70	93	188	39	118	108	115	B	1,333
SEMOQUIMICO 195				293	172	219	57	19	40	7	-	55	-	55	177	B	1,049	
Área 19		936	CARTONPARDO 420	-	70	-	60	122	62	-	-	-	-	-	-	B	314	
			SEMOQUIMICO 175	-	25	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	B	26
Área 20		192	WHITEOP 115	147	25	94	104	125	98	93	67	74	128	35	45	C	1,456	
Área 20	192	ONDA 100	-	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-	-	C	52		
Área 20	192	SEMOQUIMICO 155	-	-	-	15	13	-	-	-	-	-	2	-	C	30		
Área 20	192	CORRUGADO 146	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	11		
Área 20	192	JADEWHITE 120	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	9		
Área 20	192	JADEWHITE 135	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	8		

Fuente: Elaboración propia

6.1.6.2.3. Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento, cliente Gamma

Se ha destinado la Bodega Carpa 1 para almacenar la totalidad de los productos del cliente Gamma. A continuación, la tabla 31 presenta las distribuciones para cada variedad de productos del cliente Gamma, acorde a su estimación de ingreso mensual y capacidad de almacenaje por área.

Tabla 31: Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento – Cliente Gamma

Bodega	N° Área	Q de almacenaje por área	Productos												Dda total (Q)	
			Ene (Q)	Feb (Q)	Mar (Q)	Abr (Q)	May (Q)	Jun (Q)	Jul (Q)	Ago (Q)	Sept (Q)	Oct (Q)	Nov (Q)	Dic (Q)		Clas
Carpa 1	Área 11	336	532	602	678	756	1.008	718	700	1.064	862	699	1.064	1.134	A	18.145
	Área 9	336	-	226	-	-	256	-	-	-	192	-	-	-	C	690

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 31 se puede observar que las área 11 y 9 suman una capacidad de 980 unidades de maxisacos por almacenar, si bien se encuentra por debajo de la estimación de ingreso mensual de productos bajo un escenario optimista, sin embargo, se debe considerar que los productos del cliente Gamma poseen una permanencia promedio de 10 días, por ende, su alta rotación no debería generar atochamientos de productos en bodega, permitiendo utilizar parte de la Carpa 1 (área 10) para el almacenaje de productos de otro cliente.

6.1.6.2.4. Asignación de bodega y área de almacenamiento, cliente Delta

Se ha destinado la Bodega 2 para almacenar la totalidad de los productos del cliente Delta. Esta bodega fue asignada por ser la bodega con menor capacidad volumétrica, considerando que el único producto del cliente Delta es el Cátodo de Cobre, producto con menor dimensión y con mayor capacidad de apliamento.

A continuación, la tabla 32 presenta la distribución para el producto del cliente Delta, acorde a su estimación de ingreso mensual y capacidad de almacenaje del área.

Tabla 32: Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento – Cliente Delta

Bodega	N° Área	Q de almacenaje por área	Productos												Dda total (Q)	
			Ene (Q)	Feb (Q)	Mar (Q)	Abr (Q)	May (Q)	Jun (Q)	Jul (Q)	Ago (Q)	Sept (Q)	Oct (Q)	Nov (Q)	Dic (Q)		Clas
Bodega 2	Área 4	704	80	242	161	156	161	160	160	174	137	162	159	192	A	3.932

Fuente: Elaboración propia

6.1.6.2.5. Asignación de bodegas y área de almacenamiento, cliente Épsilon

Se ha destinado la Bodega Carpa 2 y área 10 de la Bodega Carpa 1 al cliente Épsilon, para el almacenaje de sus productos. La Bodega Carpa 2 será para el almacenaje de productos de tipo A, B y C; y la Carpa 1 (área 10), es destinada para el almacenaje de formato de maxisacos, bodega que será compartida con cliente Gamma.

A continuación, la tabla 33 presenta las distribuciones para cada variedad de productos del cliente Épsilon, acorde a su estimación de ingreso mensual y capacidad de almacenaje por área.

Tabla 33: Asignación de bodegas y áreas de almacenamiento – Cliente Épsilon

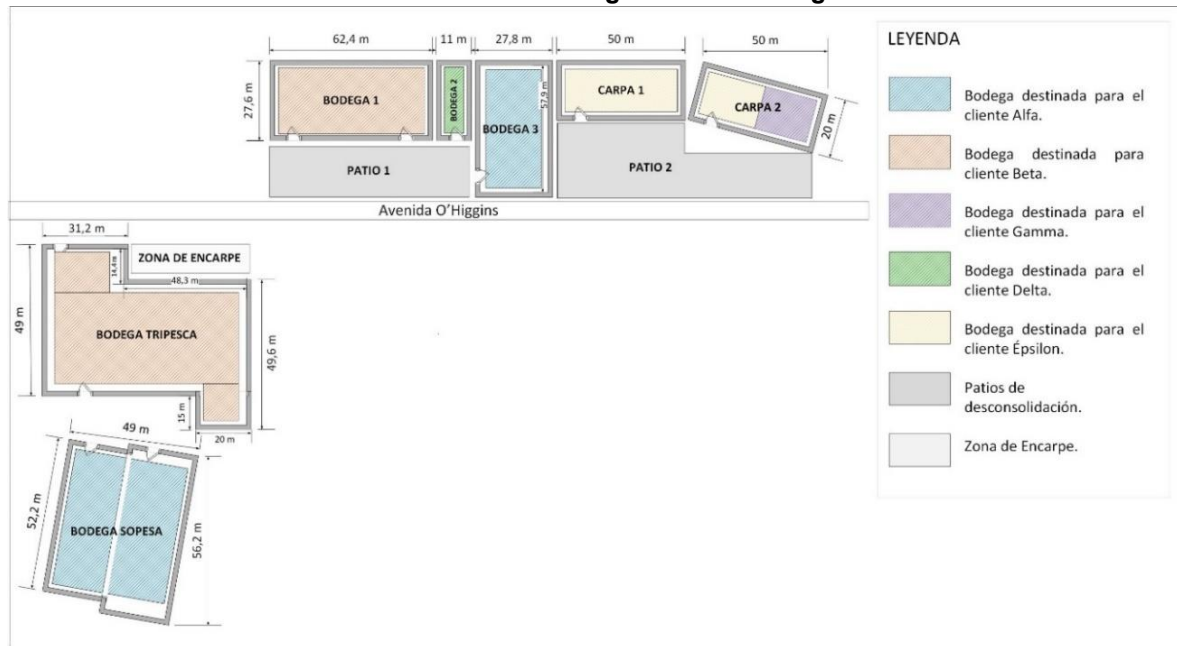
Bodega	Nº Área	Q de almacenaje por área	Productos	Ene (Q)	Feb (Q)	Mar (Q)	Abr (Q)	May (Q)	Jun (Q)	Jul (Q)	Ago (Q)	Sept (Q)	Oct (Q)	Nov (Q)	Dic (Q)	Clas	Dda total (Q)
Carpa 2	Área 10 - 13	1596	Maxisaco	771	578	538	717	672	639	400	414	530	535	354	502	A	13.722
	Área 12	294	Pallet	130	117	154	183	161	165	-	-	41	41	100	89	B	1.181
	Área 14	196	IBC	29	94	75	78	144	185	-	-	86	96	32	35	C	854

Fuente: Elaboración propia

6.1.6.2.6. Distribución de bodegas en CLU

A continuación, se presenta la ilustración 55 con la distribución de bodegas para cada cliente según lo señalado, incluyendo las dimensiones validadas para cada bodega, dimensiones que serán detalladas en los Lay Out's, contenidos en los próximos apartados.

Ilustración 55: Asignación de bodegas



Fuente: Elaboración propia

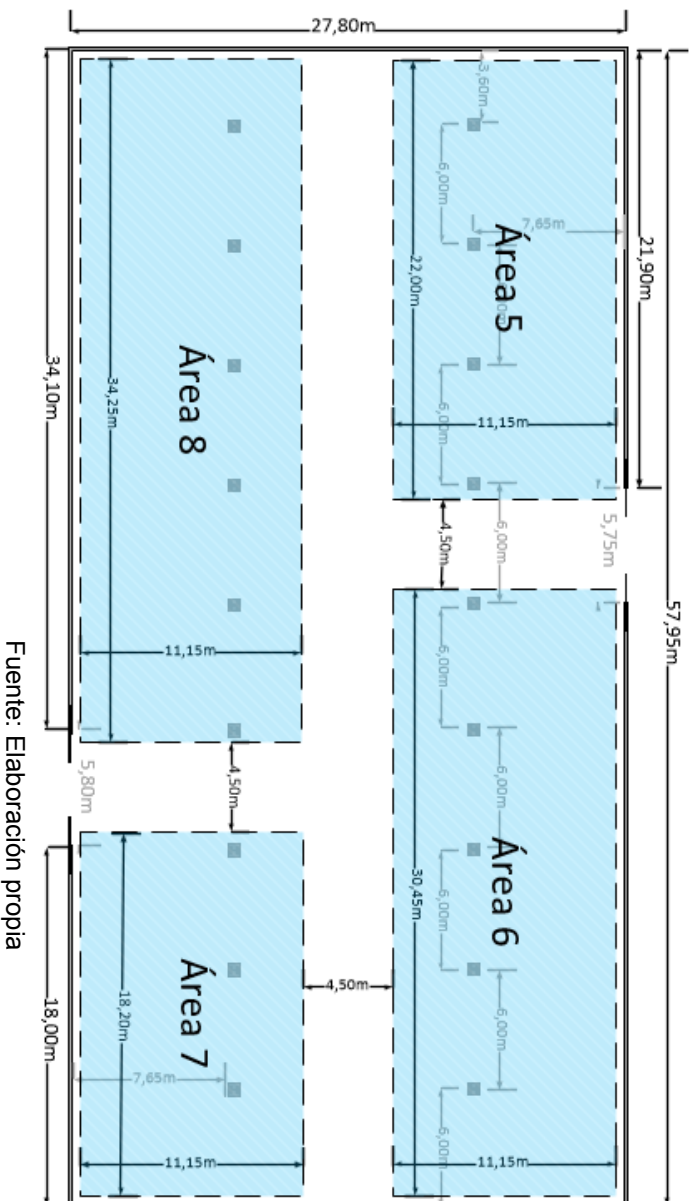
6.1.6.3. Lay Out's de Bodegas

En esta sección se presentarán los Lay Out's de cada una de las bodegas y para cada cliente, según lo expuesto en la sección anterior.

Cabe mencionar que lo propuesto en la presente sección, es una aplicación a los resultados obtenidos durante el periodo en estudio. Eventualmente los Lay Out's propuestos podrán ser actualizados en un mediano o largo plazo, ya sea por motivos de incorporación de nuevos formatos de productos, nuevos clientes, rebajas en las demandas de productos (sobre todo aquellos productos bajo una clasificación de tipo A), variaciones en la tendencia o comportamiento en la rotación de productos, entre otros; dado lo anterior, la empresa deberá actualizar la data de variables "Demanda de productos" y "Estadía promedio" (criterios considerados en la clasificación ABC por multicriterio) y volver a aplicar la clasificación de productos según la metodología expuesta en el capítulo 5.2.3. para una eventual redistribución de productos al interior de bodegas.

6.1.6.3.1. Lay Out de Bodega N°3 para cliente Alfa

Ilustración 56: Lay Out de Bodega N°3

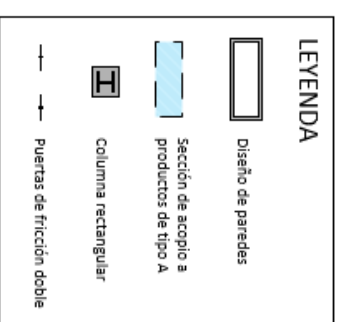


Fuente: Elaboración propia

Almacenaje de los productos del cliente Alfa:

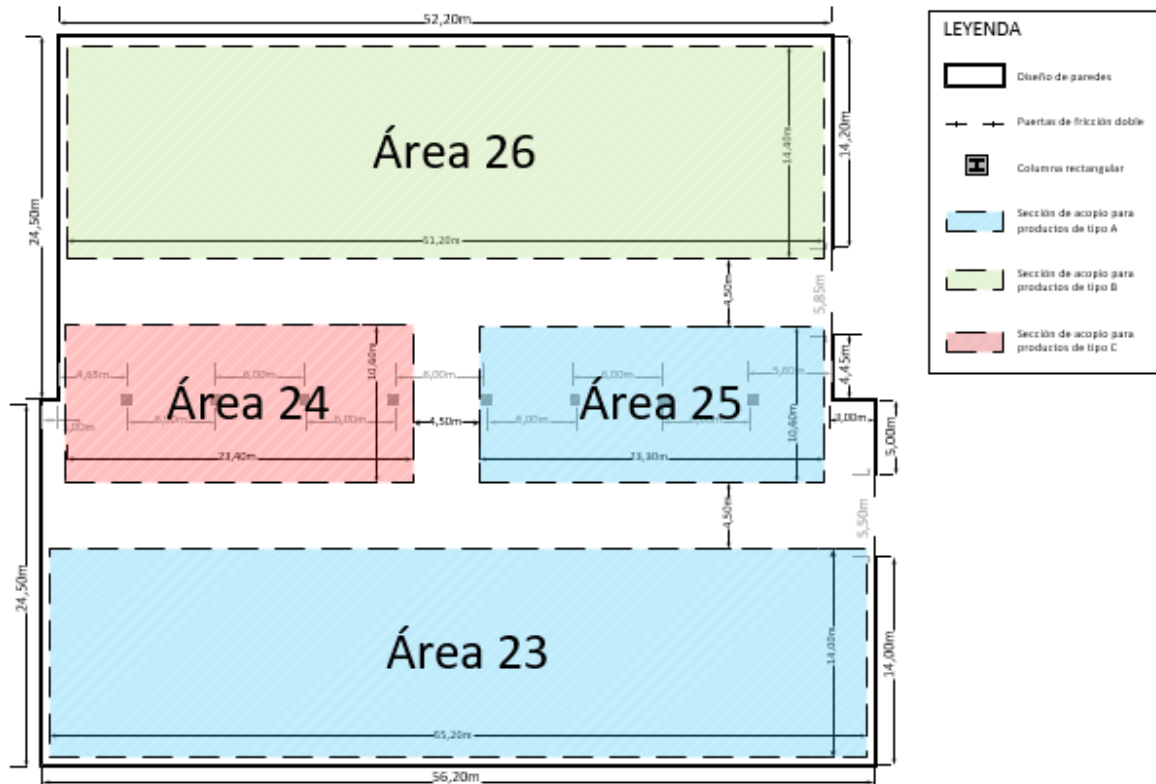
Productos de tipo A:

- Área 5: Kraft 135, Kraft 171.
- Área 6: Kraft 273.
- Área 7: Kraft 205.
- Área 8: Onda 160.



6.1.6.3.2. Lay Out de Bodega Sopesa para cliente Alfa

Ilustración 57: Lay Out de Bodega Sopesa



Fuente: Elaboración propia

Almacenaje de los productos del cliente Alfa:

Productos de tipo A:

- Área 23: Semiquímico 160, Kraft 127, Kraft 200.
- Área 25: Kraft 220, Kraft 229, Kraft 400.

Productos de tipo B:

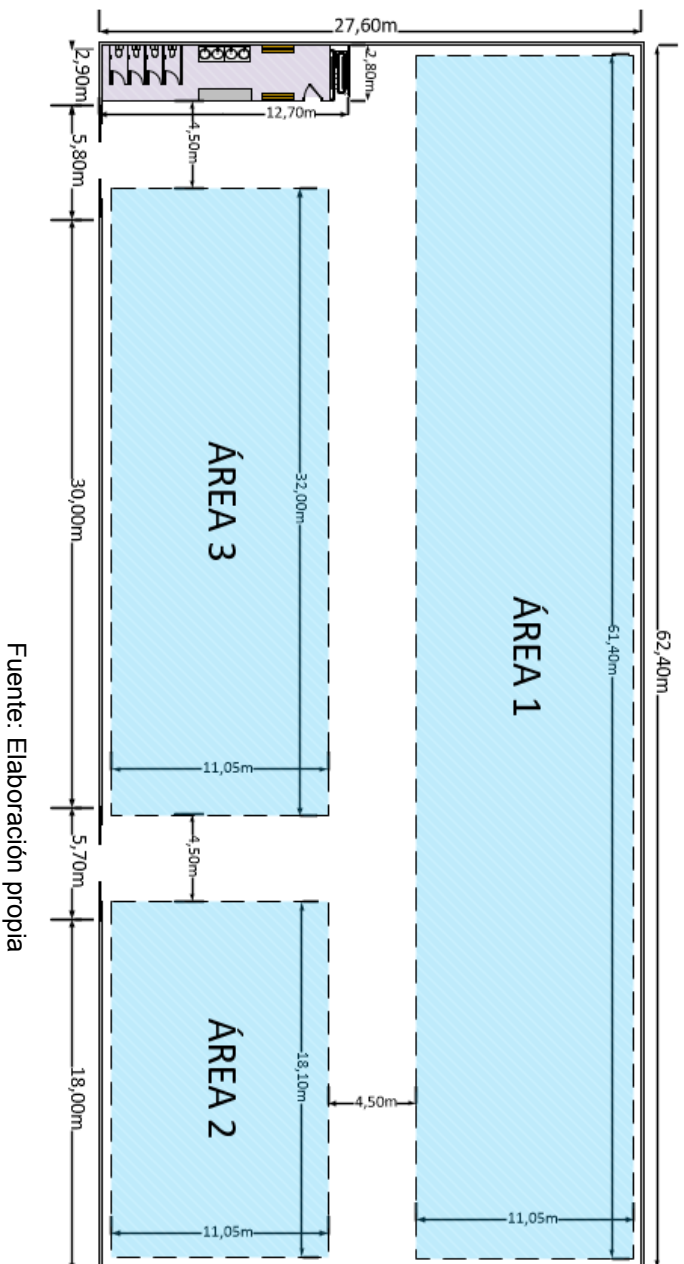
- Área 26: Kraft 90, Kraft 125, Kraft 145, Kraft 151, Kraft 175, Kraft 230, Kraft 271, Whitetop 175.

Productos de tipo C:

- Área 24: Kraft 80, Kraft 110, Kraft 130, Kraft 132, Kraft 160, Kraft 170, Kraft 440, Whitetop 205, Whitetop 230, Onda 125, Onda 150, Semiquímico 155, Estucado 185.

6.1.6.3.3. Lay Out de Bodega N°1 para cliente Beta

Ilustración 58: Lay Out de Bodega N°1



Fuente: Elaboración propia

Almacenaje de los productos del cliente Beta:

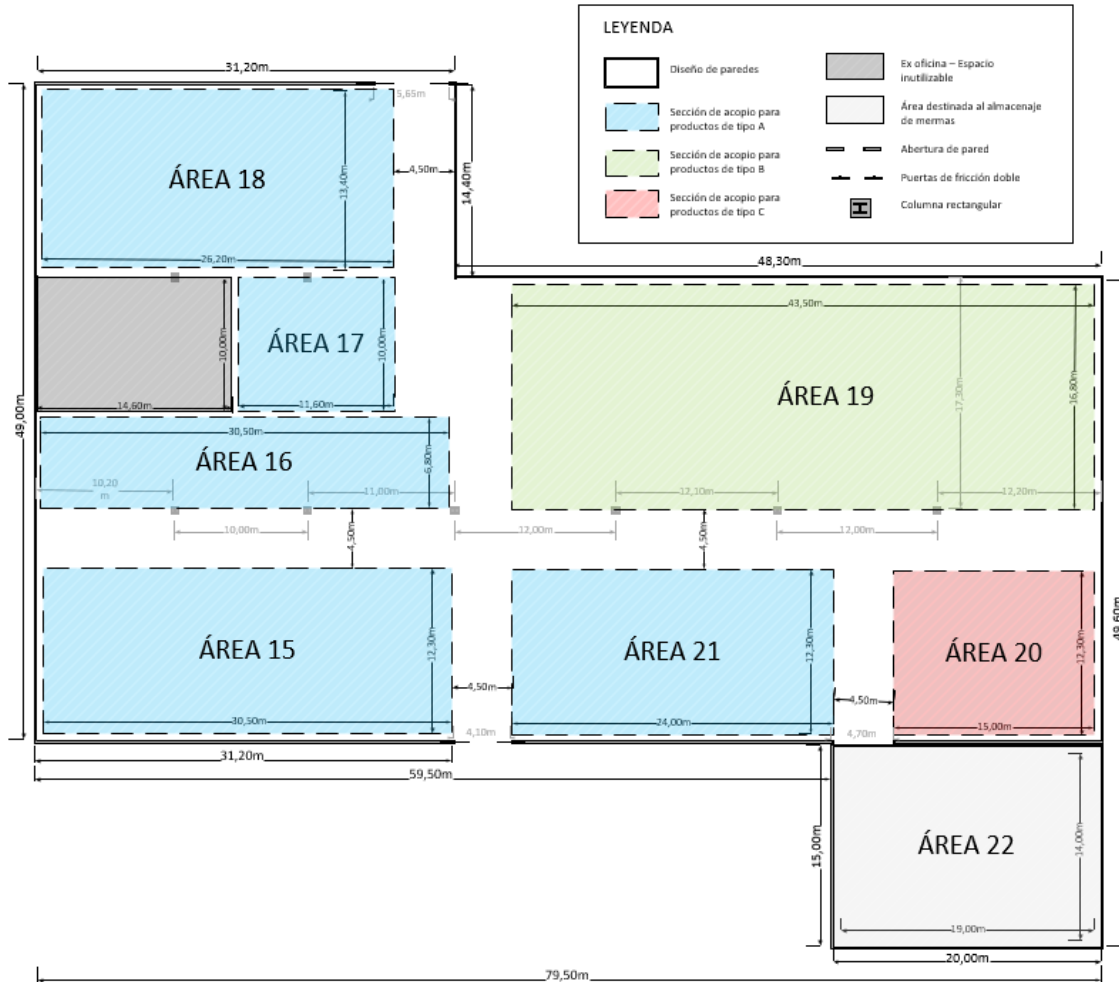
Productos de tipo A:

- Área 1: Kraft 125.
- Área 2: Kraft 273.
- Área 3: Kraft 273.

LEYENDA	
	Diseño de paredes
	Baños y camarín
	Sección de acopio a productos de tipo A
	Puertas de fricción doble
	Escaleras de dos tramos
	Lavabo múltiple
	Retrete múltiple
	Puerta

6.1.6.3.4. Lay Out de Bodega Tripesca para cliente Beta

Ilustración 59: Lay Out de Bodega Tripesca



Fuente: Elaboración propia

Almacenaje de los productos del cliente Beta:

Productos del tipo A:

- Área 15: Kraft 361.
- Área 16: Kraft 200.
- Área 17: Kraft Semiquímico 130, Kraft 170.
- Área 18: Semiquímico 127.
- Área 21: Britetop 205, Britetop 275.

Productos del tipo B:

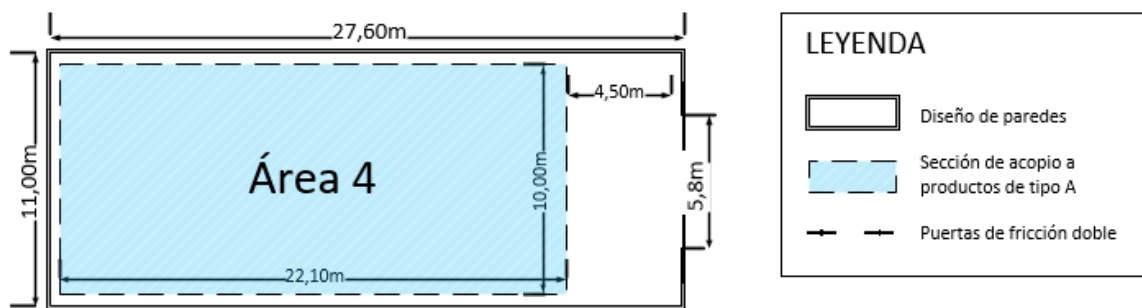
- Área 19: Kraft 140, Semiquímico 175, Semiquímico 195, Cartonpardo 420.

Productos del tipo C:

- Área 20: Jadewhite 120, Jadewhite 135, Semiquímico 155, Onda 100, Corrugado 146, Whitetop 115.

6.1.6.3.5. Lay Out de Bodega N°2 para cliente Delta

Ilustración 60: Lay Out de Bodega 2



Fuente: Elaboración propia

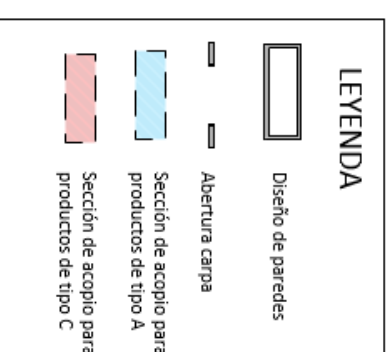
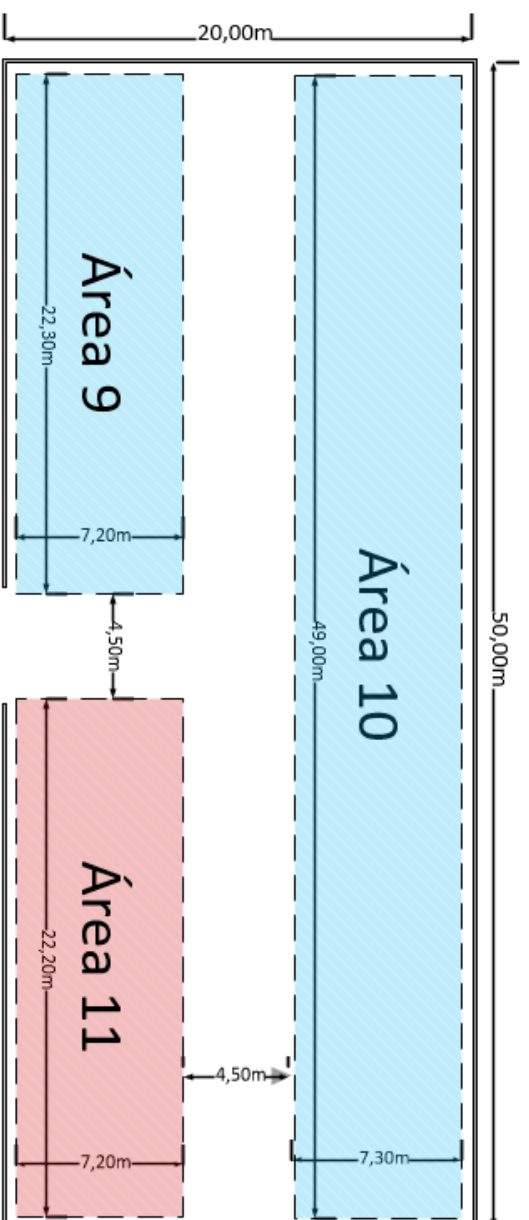
Almacenaje de los productos del cliente Delta:

Productos de tipo A:

- Área 4: Cátodos de Cobre.

6.1.6.3.6. Lay Out de Carpa N°1 para cliente Gamma y Épsilon

Ilustración 61: Lay Out de Carpa N°1



Fuente: Elaboración propia

Almacenaje de los productos del cliente Gamma:

Productos de tipo A:

- Área 9: Maxisacos con Cemento de Cobre.

Productos de tipo C:

- Área 11: Maxisacos con Molibdeno.

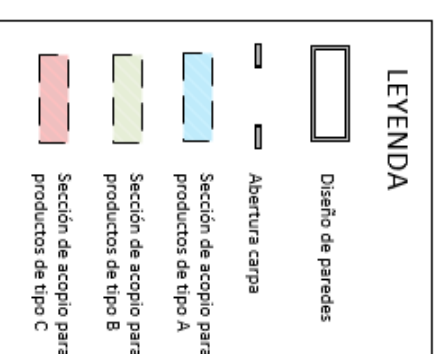
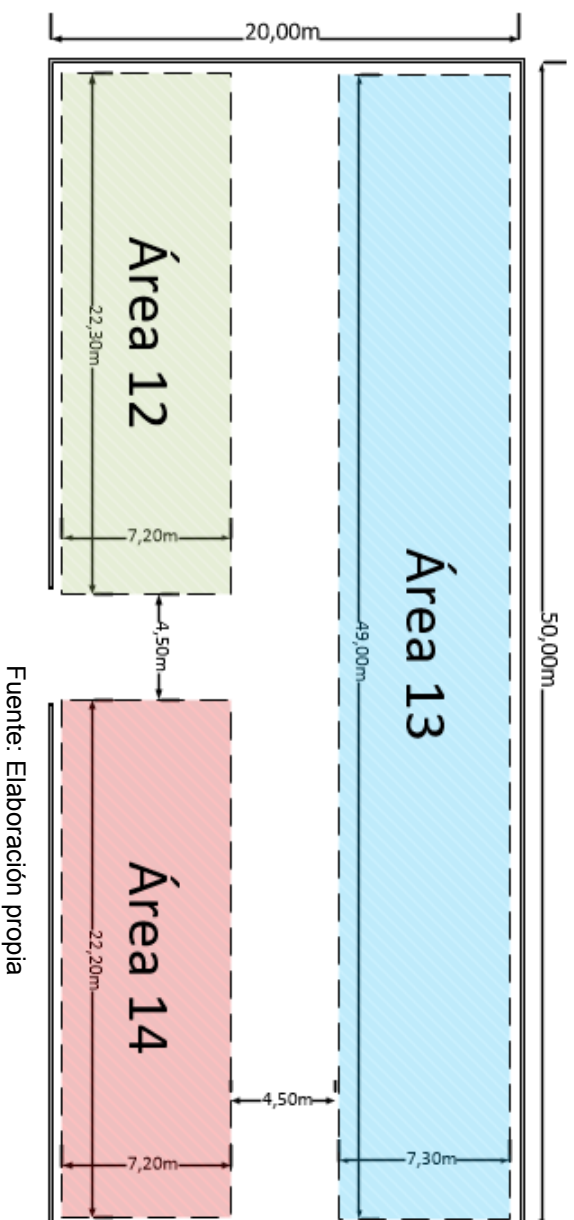
Almacenaje de los productos del cliente Épsilon:

Productos de tipo A

- Área 10: Formato de producto Maxisaco.

6.1.6.3.7. Lay Out de Carpa N°2 para cliente Épsilon

Ilustración 62: Lay Out de Bodega Carpa N°2



Almacenaje de los productos del cliente Épsilon:

Productos de tipo A:

- Área 13: Formato de producto Maxisaco.

Productos de tipo B:

- Área 12: Formato de producto Pallets.

Productos de tipo C:

- Área 14: Formato de producto IBC.

Fuente: Elaboración propia

6.1.7. Validación

Para la validar que las asignaciones de bodegas y áreas de almacenamientos satisfagan la estimación del ingreso mensual de productos bajo un escenario optimista, a continuación, se observa una tabla resumen (tabla 34) con la cantidades máximas y mínimas estimadas por ingresar mensualmente a bodega (reflejado en la tabla 28), junto a la capacidad de almacenaje de formatos de productos (tabla 26).

Tabla 34: Validación por asignación de bodegas propuestas

Cliente	Formato de producto	Estimación Ingreso mensual de productos (Es.c. Opt.)	Capacidad de almacenaje, según formato de producto (un.)										Total capacidad de almacenaje asignado	Satisface / No Satisface
			Bodega N°1	Bodega N°2	Bodega N°3	Bodega Tripasca	Bodega Sopesa	Bodega Carpa N°1	Bodega Carpa N°2					
Alfa	Bobinas de papel	Mín. 783 un. Máx. 2.525 un.			1.020		2.004						3.024	↑
Beta	Bobinas de papel	Mín. 1.678 un. Máx. 3.398 un.	1.088			2.988							4.076	↑
Gamma	Máx sacos	Mín. 532 un. Máx. 1.264 un.						Área 9 224	Área 11 224				448	↓
Delta	Cátodo de Cobre	Mín. 80 un. Máx. 242 un.		704									704	↑
Épsilon	Máx sacos	Mín. 400 un. Máx. 771 un.						Área 10 532	Área 13 532				1.064	↑
	Pallet	Mín. 41 un. Máx. 183 un.						Área 12 294					294	↑
	IBC	Mín. 29 un. Máx. 185 un.						Área 14 196					196	↑

** ↑ Satisface la demanda ; ↓ Satisface medianamente la demanda ; ↓ No satisface la demanda.

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se observa que las bodegas y áreas asignadas para cada cliente y formato de productos cumple con la estimación de ingreso mensual, a excepción del cliente Gamma que se observa por debajo de la estimación, ello se justifica porque los productos del cliente Gamma poseen una estadía promedio de 10 días, por ende, la capacidad otorgada de 448 unidades cumpliría con un ingreso promedio de 421 unidades.

Por otra parte, también se puede determinar que el actual espacio que posee la empresa para el almacenamiento de productos es suficiente para la cantidad de productos que ingresan mensualmente a la bodega (tabla 28), por lo cual no será necesario solicitar arrendos de bodegas a externas (competencia).

6.1.8. Identificación de solución a implementar

La identificación de solución a implementar no será abordada en esta oportunidad, ya que este proyecto de título sólo propondrá mejoras al actual sistema de administración de bodegas, no así a una implementación en la empresa. Sin embargo, en el capítulo 7 se definirá cuál es la propuesta final para sugerir a la organización, según su evaluación costo beneficio.

6.2. Métodos para la ubicación de productos

Como se ha comentado anteriormente, la empresa utiliza el sistema de posicionamiento caótico para la colocación de productos al interior de los almacenes, y a la vez, estos no poseen un sistema que les facilite y/o entregue la ubicación física (exacta) de los productos en bodegas. Si bien, la clasificación de productos por multicriterio (capítulo 5.2) y la reasignación a la distribución en planta (capítulo 6.1) reduce la dificultad de localización de productos en bodegas (ya que cada bodega fue asignada a un tipo de cliente y cada área de almacenamiento a un lote de productos, según los resultados obtenidos por medio de la clasificación Multicriterio ABC por la matriz de Flores), sin embargo, dicha propuesta no entregará una exactitud en el posicionamiento de los productos dentro del área de almacenaje, ya que el actual software de la empresa no proporciona información por la ubicación de productos, la carga de información y el descuento de existencias del inventario es de modo manual y los operarios deben apoyarse a la información entregada a través de las Tarjas de Operaciones (Anexo B y C), situación que se puede prestar para errores de tipeo por parte del personal y generar inconsistencia entre la información real (inventarios físicos) versus la información digital (datos del sistema). Por otro lado, el sistema actualmente se encuentra obsoleto, es decir, ya no se pueden agregar más campos a las bases de datos, ni solicitar nuevas modificaciones y/o generación de nuevos aplicativos (ejemplos, generación automática de Guías de Despachos).

Dado lo anterior, en esta sección se propondrán métodos, herramientas y tecnologías que se complementen con la reasignación a la distribución en planta de productos propuesto, para asegurar la localización efectiva de productos al interior de bodegas, que se ajuste a sus necesidades y que permita optimizar la operatividad logística en el servicio de almacenaje.

6.2.1. Nomenclatura para registrar la ubicación de productos

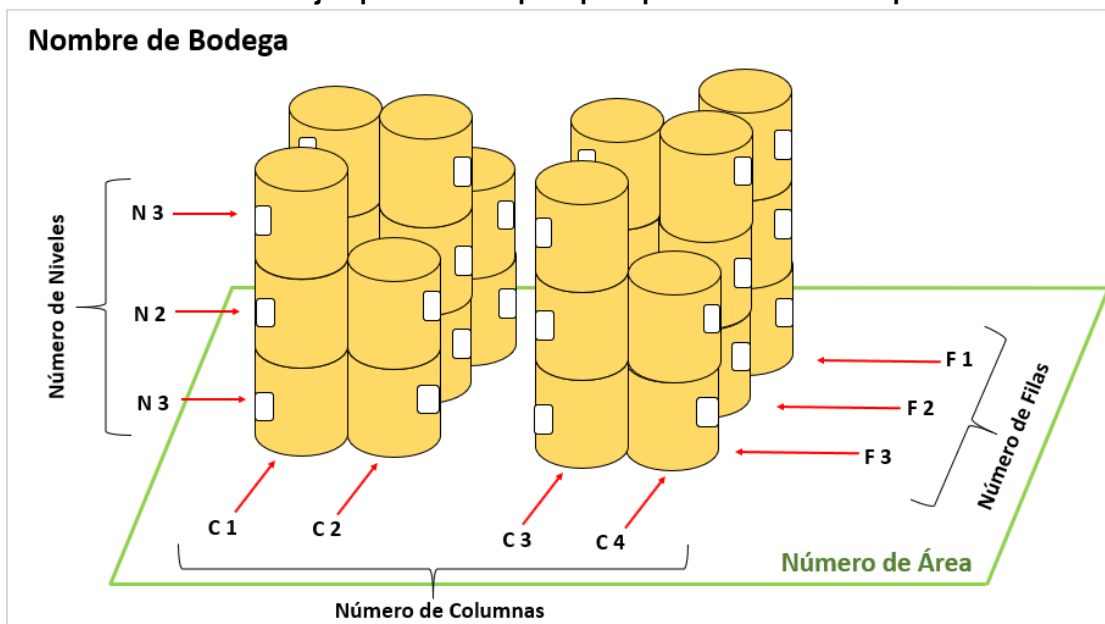
Como se ha mencionado anteriormente, uno de los efectos o consecuencias indeseadas que se presentan en el actual problema de administración de bodegas es “No se conoce la ubicación física de los productos”; de lo anterior, una vez asignado los espacios de almacenamiento en las bodegas del centro logístico, los productos serán almacenados en bodegas bajo tres criterios, esto serán: columna, fila y nivel. Con el objetivo de uniformar las terminologías, a continuación, se describe cada uno de los términos.

- Columna: Dirección vertical ocupada por productos unitarios, perpendicular al plano del terreno.
- Fila: Dirección horizontal ocupada por productos unitarios, perpendicular a la dirección de colocación de las cargas.
- Nivel: Posición utilizada del producto unitario en altura, en sentido con la columna.

El especificar a través de una nomenclatura la ubicación física del producto en bodega, simplificará el tiempo de búsqueda de los productos, nomenclatura que debe ser insertada en los registros, tarjetas de operaciones y/o bases de datos que posea o implemente la empresa.

A continuación, se reflejan dos ilustraciones a modo de ejemplo, la ilustración 63 representa los conceptos de columna, fila y nivel, y la ilustración 64 representa la nomenclatura a utilizar, donde dicha nomenclatura considerará el nombre de la bodega, número de área de almacenamiento, número de columna, número de fila y número de nivel, en el cual fue situado o posicionado el producto.

Ilustración 63: Ejemplo de conceptos para posicionamiento de producto



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 64: Ejemplo nomenclatura de posicionamiento de producto

Fuente: Elaboración propia

Al igual que el punto 6.1.6.4.b., se recomendará adicionar carteles con los números correspondiente a las filas y columnas, al interior de cada zona de almacenaje, para cada bodega.

6.2.2. Tecnologías y herramientas complementarias

6.2.2.1. Sistema de administración de almacenes

En esta sección se propondrá cambiar su actual sistema de stock de almacén CIS a un nuevo software de Warehouse Management System (WMS). El implementar un nuevo sistema de administración de almacenes en el Centro Logístico de Ultramar permitirá mantener actualizadas las cantidades de artículos en bodegas, conocer las posiciones físicas de los productos al interior del almacén, gestionar el ingreso y control de etiquetas internas para productos que no poseen (ejemplo, cátodo de cobre), evitar la carga manual de datos, conocer todos los movimientos realizados de los productos (ya que dicha herramienta informática actualiza el sistema e información a tiempo real de las operaciones, logrando ser consultadas en todo momento), generación de reportes, entre otros. Para ello el sistema WMS debe ser configurado acorde a los recursos, necesidades y a la actual operatividad logística de la empresa (movimientos, flujos de información, etc.).

En Chile existen diversos proveedores que ofrecen el servicio de consultoría, desarrollo, capacitación y soporte de WMS, entendiéndose como instalación y configuración de

hardware, software (licencia), desarrollo de aplicativos complementarios, capacitaciones para operarios y funcionarios administrativos para la operatividad y correcto funcionamiento del WMS, entre otros servicios. Según el sitio web *Andlogistics*, la inversión de un WMS correspondería a unos 76.000 USD por el software de almacenes, softwares satelitales y por cableados (AndLogistics, 2014).

Por otro lado, es necesario mencionar que la selección del proveedor tendrá que ser evaluado por el Departamento de Compras y Adquisiciones del corporativo de Ultramar, departamento encargado de efectuar licitaciones, evaluar a proveedores, financiamientos, años de inversión, etc.

6.2.2.2. Adquisición de nuevos equipos

Para asegurar un adecuado funcionamiento, un WMS debe ir acompañado de servidores para alojar el software, redes inalámbricas, etiquetas, impresoras, capturadores y terminales de radiofrecuencia para lectura de códigos de barras. A continuación, se detallarán los equipos necesarios que debería adquirir la empresa junto a sus valores (costo), para una posterior evaluación costo beneficio y/o una eventual puesta en marcha al WMS, si se deseara.

6.2.2.2.1. Extensión de redes inalámbricas

Actualmente la red inalámbrica más conocida y utilizada como es el WIFI, está operativa en las oficinas del CLU, no así en los patios y bodegas de estos. Es por ello que se debe extender dichas redes a cada una de las bodegas y patios de desconsolidación, asegurando conectividad en cada área y rincón de los almacenes. Su factibilidad debe ser evaluada por la actual empresa de telecomunicaciones que opera en la comuna de San Antonio, habilitando estratégicamente al menos 8 Routers de largo alcance e instalación de antenas de extensión de señal, en caso de ser necesario.

6.2.2.2.2. Capturadores de datos

Los capturadores de datos permitirán automatizar el ingreso y descuento de productos en el sistema, logrando desplazar las tarjetas físicas de operaciones y la digitalización manual por parte de los Controles Carga, lectura inmediata de stock de productos, alerta de inconsistencia de información (ejemplo, códigos o etiquetas duplicadas), entre otros beneficios.

En esta oportunidad, se sugerirán capturadores de datos inalámbricos, con conectividad WIFI, pantalla táctil, teclado alfanumérico y lector de código de barras 1D / 2D de largo alcance. Se considerarán mínimo 5 capturadores de datos, para cubrir las operaciones simultaneas que se puedan generar en las faenas por desconsolidado, almacenamiento y

despacho en el CLU. Estos capturadores serán ZEBRA (Motorola) MC9290 o MC9200 (ilustración 65), los cuales tienen un valor de \$500.000 cada uno.

Ilustración 65: Capturador de datos Motorola



Fuente: Logismarket (2018)

6.2.2.2.3. Impresora de etiquetas

Este hardware permitirá generar etiquetas internas para aquellos productos que no proviene con etiquetas desde origen, de tal modo, al adicionar un etiquetado y codificación interna permitirá poseer el registro real de todos los productos al interior del Centro Logístico, proporcionado una trazabilidad efectiva para cada uno de ellos, en cada una de las etapas operativas.

Acorde a lo anterior, se requerirá una impresora de etiquetas autoadhesivas. Para la adquisición de este activo, no se requieren de mayores características y/o especificaciones técnicas, por lo que, siguiendo con la misma línea de los capturadores de datos, se propondrán la impresora de etiquetas industrial ZEBRA ZT220 o ZT230 (ilustración 66), que posee un valor de mercado de \$1.100.000.

Ilustración 66: Impresora de etiquetas Zebra ZT220

Fuente: Logismarket (2018)

6.2.3. Aplicación de WMS al proceso de almacenamiento

6.2.3.1. Ingreso de productos

En esta sección se detalla el eventual proceso de desconsolidación e ingreso de productos que se realizaría al aplicar o implementar el sistema WMS, que a diferencia del al diagrama de procesos reflejado por la ilustración 15 (que refleja la situación actual de la empresa), se considera eliminar las tarjetas operacionales, la posición aleatoria de productos, la carga manual de datos y simplificar la operatividad de las faenas. A continuación, se describe dicho proceso de ingreso de producto, aplicando el sistema WMS.

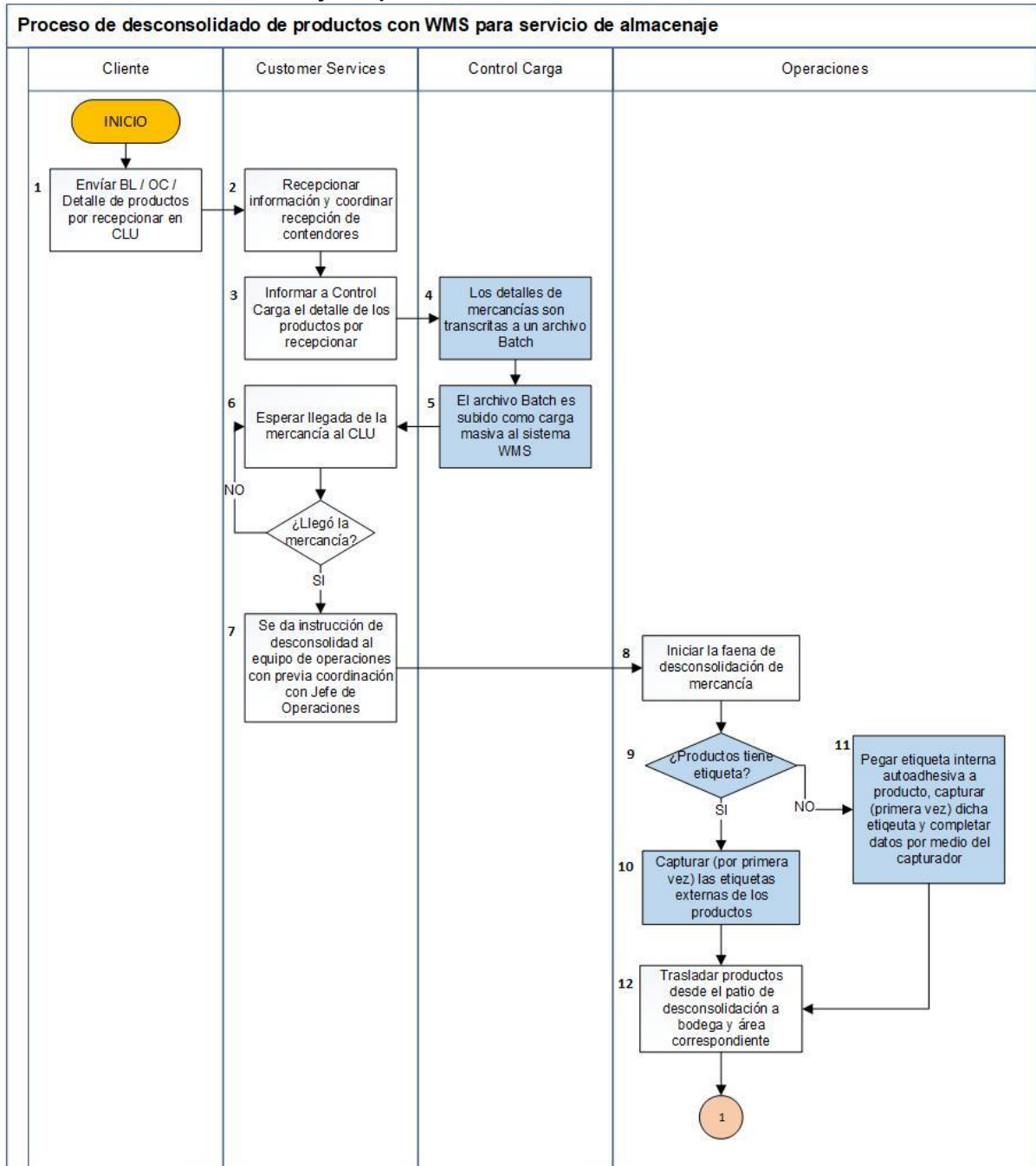
1. Cliente debe enviar Orden de Compra (OC), Bill of Lading BL y/o detalle de productos al Customer Service de Ulog.
El envío de dicha documentación acredita y confirma el detalle de los productos que son enviados por el cliente y que deben ser recepcionados por el equipo de Ulog, indicando cantidades, tipo de productos, numero de etiquetas, peso, motonave de embarque, día de llegada, etc.
2. Una vez recepcionada la documentación e información del cliente, Customer service (CS) gestiona con proveedores la recepción de productos y/o contenedores (programación de faenas). En dicha gestión se solicitan y se coordina con los proveedores de transporte la cantidad de camiones, horarios y documentación (permisos portuarios) pertinente para recepción de contenedores en puertos, si corresponde.
3. Paralelamente a la coordinación, CS informa a Control Carga (CC) el detalle de productos por recepcionar en bodegas.
4. Control Carga transcribe o transforma el detalle de la mercancía por recepcionar en un formato de tipo Batch (.bat) o de Texto(.txt), según la modalidad en la configuración de los campos definidos en el sistema WMS.

5. Una vez terminado el formato, éste es subido al sistema WMS como información “pre ingresada”, para una posterior confirmación al recepcionar los productos físicamente.
6. Se debe esperar la llegada de la mercancía al CLU.
7. Llegada la mercancía al CLU, se debe coordinar con el Jefe de Operaciones para dar inicio a la faena de desconsolido. Una vez coordinado con el Jefe de Operación (encargado de gestionar los recursos de maquinaria y personal), se da instrucción al equipo de operaciones para la desconsolidación de mercancía.
8. Operaciones da inicio al proceso de desconsolidación que consiste en abrir el contenedor y desvalijar este, utilizando la maquinaria correspondiente, según el tipo y formato de producto (grúa roll clamp o horquilla).
9. Al desvalijar la mercancía, se debe revisar que los productos posean etiquetas.
10. Si los productos poseen etiquetas, se debe capturar el código de la etiqueta (etiqueta proveniente del proveedor, etiqueta ya ingresada al sistema WMS).
11. De lo contrario, al producto se le deberá adherir una etiqueta interna autoadhesiva, dicha etiqueta interna tendrá que ser capturada e ingresar manualmente los campos genéricos por medio del capturador (teclado alfanumérico).
12. Posteriormente se deben trasladar los productos desde el patio de desconsolidación a las bodegas y áreas de almacenamiento correspondiente (según la reasignación a la distribución de productos en bodega 6.1.6.3.).
13. Posicionado el producto en bodega y área de almacenamiento correspondiente (según cliente y tipo de producto), se debe realizar una segunda captura de etiqueta donde el software desplegará la opción de ingresar ubicación del producto y observaciones si aplica (daños).
14. Se debe ingresar la nomenclatura por ubicación de producto, referenciando al nombre de bodega, área de almacenamiento, numero de fila, columna y nivel, ejemplo: **B1A2C8F3N2** (revisar sección 6.2.1.).
15. Vez terminado lo anteriormente descrito, el encargado de operaciones deberá informar al Control Carga el termino de faena.
16. Control Carga a través del sistema WMS, generará un reporte de ingreso de productos (según fecha) y validará la información realizando un cruce de datos entre el listado de productos por ingresar (información de PL/BL/OC) versus productos ingresados físicamente (WMS).
17. Al no existir diferencias, el flujo de proceso finaliza.
18. De lo contrario, si existieran diferencias, Control Carga debe realizar las gestiones pertinentes para cuadrar la información de productos ingresados.
19. Se notifica a Customer Service dichas diferencias, como ingreso de productos no especificados en BL/PL/OC, productos no correspondientes, daños de productos, etc.
20. Finalmente, Customer Service informa diferencia a cliente y gestiona en caso de ser necesario.

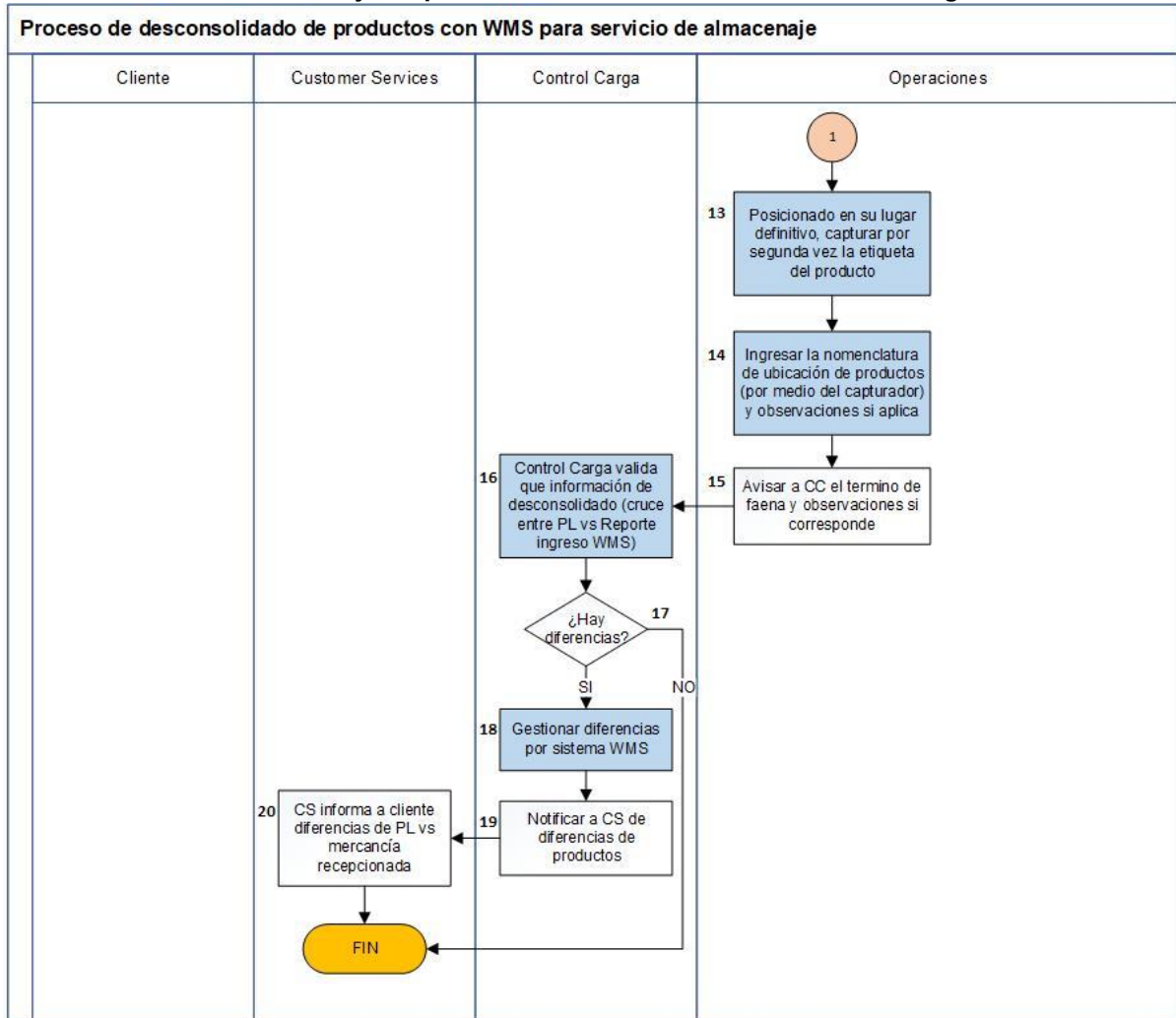
A continuación, mediante las ilustraciones 67 y 68, se representa la esquematización al flujo del proceso de desconsolidado de productos con WMS según lo anteriormente señalado. Las acciones propuestas bajo una eventual implementación de un WMS, serán indicadas

mediante los recuadros de color azul, a modo de poder diferenciar lo propuesto versus el escenario actual.

Ilustración 67: Flujo de proceso de desconsolidado con WMS – Primera Parte



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 68: Flujo de proceso de desconsolidado con WMS – Segunda Parte

Fuente: Elaboración propia

6.2.3.1.1. Consideraciones para el proceso de ingreso de productos con WMS

1. La primera captura de etiqueta hace referencia a la confirmación de llegada de producto a CLU.
2. La segunda captura de etiqueta hace referencia a la asignación de nomenclatura por ubicación de producto (6.2.1.).
3. Las codificaciones de las etiquetas son únicas.
4. Todos los productos deben tener una etiqueta, sea esta interna o externa.
Entiéndase como etiqueta interna a la etiqueta proporcionada por la empresa y etiqueta externa como etiqueta traída de origen (proveedor de producto).

5. A todos los productos se les deberá indicar su nomenclatura por ubicación de productos.
6. Se deberá señalar el daño de los productos ingresados (dañado de origen) por medio del teclado alfanumérico del capturador, para ello se deberá configurar siglas para facilitar un rápido registro, donde:
 - T: Daño Total.
 - P: Daño Parcial.
 - H: Producto húmedo.
7. Todas las diferencias y/o anomalías que se puedan presentar en errores de captura de etiquetas, asignación de nomenclatura, etc., deberá ser informado inmediatamente a Control Carga para que por medio del sistema WMS pueda modificar los campos erróneos. Estas modificaciones podrán ser realizadas por medio de un emulador de capturador, manualmente en sistema WMS (interfase) o por medio de carga o descarga masiva en formato Batch (.bat) o de Texto (.txt).
8. Las etiquetas de productos deberán ser siempre ubicadas en un lugar visible del producto.
9. Los productos deberán ser siempre almacenados en base a la reasignación en la distribución de productos en planta.
10. Al ingresar la información de los productos al sistema, se deberá solicitar la mayor cantidad de datos tanto cuantitativos y cualitativos, ya que, al poseer una base de datos de calidad, facilitará la toma de decisiones respecto a su almacenamiento y facturación. Algunos de los campos esenciales son: fecha de ingreso/despacho, código de etiqueta, cantidad, tipo de producto, formato de producto, altura, peso, gramaje, daños, nomenclatura de posicionamiento y nombre de la motonave.

6.2.3.2. Despacho de productos

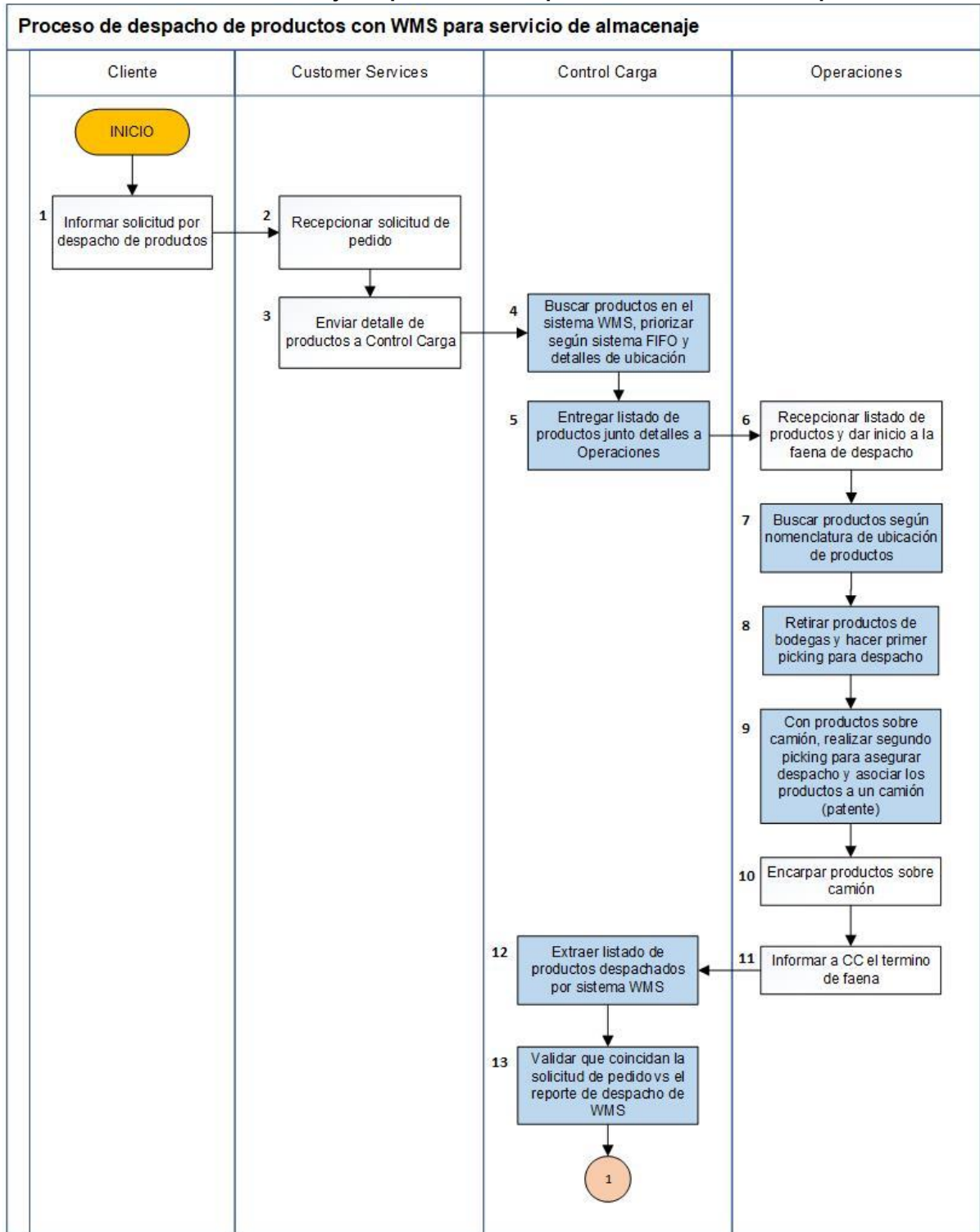
En esta sección se detalla el eventual proceso de despacho de productos que se realizaría al aplicar o implementar el sistema WMS, que al igual que en el apartado anterior, considera la eliminación de las tarjetas operaciones, simplificar la búsqueda de productos, la carga manual de datos (reportes y documentación) y la simplificación en la operatividad de las faenas. A continuación, se describe dicho proceso de despacho de producto, aplicando el sistema WMS.

1. El cliente solicita despacho de productos (pedido lote de productos) vía mail.
En la solicitud se especifica la cantidad de productos a despachar, las especificaciones técnicas como tipo de producto y gramaje.
2. Customer Service solicitud de pedido.
3. Customer Service envía detalle de productos por despachar a Control Carga.
4. Control Carga busca productos en el sistema WMS, por cliente, tipo de producto, gramaje (si aplicara) y prioriza la búsqueda según método FIFO. Una vez obtenido el listado, detalla los campos de etiqueta y ubicación física de productos en bodega.
5. Control Carga entrega listado de productos a despachar al equipo de Operaciones.

6. El equipo de Operaciones con listado de productos da inicio a la faena de despacho.
7. Busca productos en bodegas, según nombre de cliente, tipo de producto (área de almacenamiento) y referenciando su posición en base a la nomenclatura de ubicación de producto (6.2.1.).
8. Una vez localizado los productos, estos son retirados de bodegas por medio de maquinarias roll clam o horquilla (según corresponda). Al retirar los productos de su posición inicial, se deberá realizar una primera captura a la etiqueta de los productos.
9. Los productos retirados de bodegas deberán ser situados sobre camión destinado para despacho. Situado los productos sobre camión, se les deberá realizar una segunda captura de etiqueta al producto. Al capturar la etiqueta por segunda vez, el sistema permitirá ingresar la patente del camión y agregar las observaciones por daños si aplicara (estado del producto).
10. Con todos los productos sobre camión y no superando las 28.000 toneladas, el camión se dirige a la Zona de Encarpe.
11. Operaciones informa a Control Carga el termino de faena por despacho de productos.
12. Control Carga extrae listado de productos despachados por sistema WMS.
13. Valida que el listado de productos indicados como despachados por sistema (Reporte de despacho) coincida con listado por solicitud de pedido del cliente.
14. Una vez confirmado, extrae reportes por las patentes de los camiones y emite documentación correspondiente para cada camionero (proveedores externos). Dicha documentación corresponde a una tarjeta electrónica y guía de despacho, con toda la información correspondiente, para ser entregada en planta de cliente.
15. Control Carga entrega documentación a camioneros, según corresponda.
16. Camioneros trasladan los productos desde CLU a planta de cliente.
17. Llegado los camiones a planta de cliente, cliente descarga productos del camión (previo desencarpe).
18. Cliente revisa carga, validando estado de productos, cantidad, tipo de productos, etc.
19. Si productos no presentar observaciones, se finaliza el flujo del proceso.
20. De lo contrario, si se presentan diferencias y/o anomalías (como daños a productos), se le informa a Customer Service.
21. Finalmente, Customer Service gestiona según corresponda y previa instrucción con cliente (ejemplo, enviar diferencias de productos, activar póliza de seguro si correspondiera a dalos, entre otros).

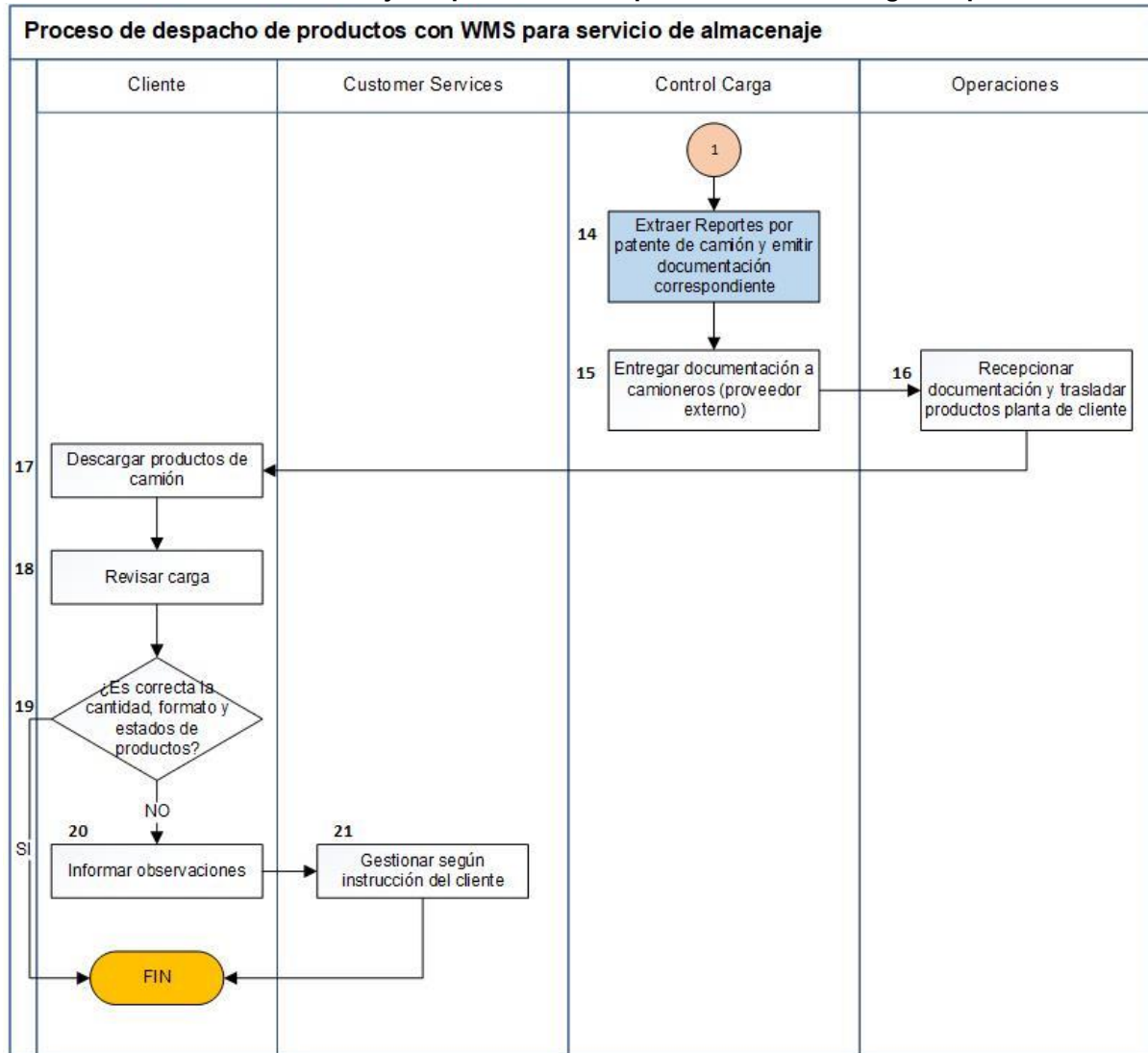
A continuación, mediante las ilustraciones 69 y 70, se representa la esquematización al eventual flujo para el proceso de despacho de productos, aplicando el sistema WMS en el servicio de almacenaje. Las acciones propuestas bajo una eventual implementación de un WMS, serán indicadas mediante los recuadros de color azul, a modo de poder diferenciar lo propuesto versus el escenario actual.

Ilustración 69: Flujo de proceso de despacho con WMS – Primera parte



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 70: Flujo de proceso de despacho con WMS – Segunda parte



Fuente: Elaboración propia

6.2.3.2.1. Consideraciones para el proceso de despacho de productos con WMS

1. La primera captura de etiqueta hace referencia a la confirmación de la salida del producto del CLU.
2. La segunda captura de etiqueta hace referencia a la asignación del producto a un camión.
3. Se deberá señalar el daño de los productos despachados (dañado de origen y/o daño provocado) por medio del teclado alfanumérico del capturador, igual que para el caso de ingreso de productos, se utilizarán iniciales para facilitar un rápido registro, donde:

- T: Daño Total.
 - P: Daño Parcial.
 - H: Producto húmedo.
4. Los productos deberán siempre ser enviados bajo el método FIFO.
 5. Todas las diferencias y/o anomalías que se puedan presentar en errores de captura de etiquetas, asignación de productos a camión, etc., deberá ser informado inmediatamente a Control Carga para que por medio del sistema WMS pueda modificar los campos erróneos. Estas modificaciones podrán ser realizadas por medio de un emulador de capturador, manualmente en sistema WMS (interfase) o por medio de carga o descarga masiva en formato Batch (.bat) o de Texto (.txt).
 6. Las etiquetas de productos deberán siempre quedar a la vista desde camión (etiqueta hacia exterior).
 7. Los productos deberán ser siempre buscados en base a la reasignación en la distribución en productos en planta.
 8. Los camioneros se deberán dirigir a planta de cliente con documentación completa por parte de la empresa (tarja de operaciones, guía de despacho, entre otros.).
 9. Si por alguna eventualidad se debió remanejar productos, teniendo que cambiar su ubicación inicial, dicho cambio debe ser notificado a Control Carga.

6.2.4. Indicadores de desempeño

En esta sección se propondrán indicadores claves de desempeños, también conocidos como KPI, que permitan apoyar, evaluar y monitorear los resultados obtenidos tanto de sus actuales procesos y/o actividades, como también a una eventual puesta en marcha a las propuestas de mejorar planteadas como, por ejemplo, la redistribución física de productos en bodega (lay out) y WMS. Estos serán indicadores de carácter logístico, enfocado en los procesos de distribución y almacenamiento respectivamente, que, a través de cálculos simples, se obtengan resultados claros y significativos para la organización, orientados en mejorar y controlar el uso de los recursos asignados, aumentar la productividad y su eficiencia operativa.

A continuación, se presentan los nombres de los indicadores junto a una breve descripción para cada uno de ellos. Y posteriormente se presenta la tabla 35 con los indicadores de desempeño propuestos, su métrica, parámetros de evaluación, método, frecuencia de control y nivel de importancia de los indicadores. Por otro lado, cabe mencionar que los parámetros de los indicadores fueron realizados mediante una adaptación de la Escala de Likert (Murillo, 2006), y las métricas junto al nivel de importancia de los indicadores, fueron definidas en conjunto con las jefaturas acorde a los límites de aceptabilidad por el equipo de operaciones (ya que cada organización posee sus propios desafíos, realidades y/o complejidades).

1. Porcentaje de utilización del espacio en el Centro Logístico: Este indicador señalará el porcentaje de espacio utilizado en el Centro Logístico, pudiendo también ser aplicado de modo individual a cada una de las bodegas, logrando indicar si es necesario

renunciar a bodegas, capturar nuevos clientes que necesiten el servicio de almacenaje (bajo porcentaje de utilización) y/o tener que subarrendar bodegas externas (alto porcentaje de utilización o sobre su capacidad). Todo ello, enfocado en los objetivos y directrices de la compañía. Por otro lado, también reflejará y validará la efectividad de la redistribución productos en bodega, comparando la cantidad de productos almacenados (real), la capacidad de productos por almacenar (Q ideal) y la capacidad de almacenaje (m³) por bodega.

2. Exactitud en el registro del inventario: Permitirá tener visibilidad y control del inventario tanto físico como digital, gestionando los procesos operativos para alcanzar exactitud en los registros y/o en la minimización de errores. Sin duda, una diferencia entre inventarios genera un costo adicional para la empresa, dificultad en la toma de decisiones y claramente inexactitudes en la calidad de la información.
3. Daños a productos: Este indicador, al igual que el anterior, permitirá tener visibilidad y control de esta variable, gestiones que se debe trabajar en conjunto entre jefaturas y operarios para lograr una minimización en los daños ocasionados en el Centro Logístico. Dicho indicador considerará todo tipo de daño, siendo estos daños parciales y/o totales.
4. Cantidad de unidades procesadas en picking por periodo: Este indicador está enfocado en aumentar la competitividad del negocio, mejorando el rendimiento en el proceso de desconsolidado y de despacho de productos, apoyados por el sistema propuesto de WMS, donde se espera la minimización en los tiempos de posicionamiento y búsqueda de productos.
5. Despachos de pedidos realizados correctamente: Este indicador es de validación y de apoyo al proceso de despacho de productos, que por medio de una hoja de chequeo o cruces con el sistema WMS (propuesto) se busca medir la efectividad de los productos despachados a clientes (minimizar errores).
6. Precisión en la ubicación de productos: KPI planteado para apoyar, medir y controlar la iniciativa propuesta a la redistribución de productos en bodegas, las nomenclaturas de posicionamiento de productos y los métodos propuestos para asegurar la ubicación exacta de productos en bodegas.

Tabla 35: Métrica de los indicadores de desempeño

N°	Indicadores de Desempeño	Formula	Métrica	Parámetro	Método de control	Frecuencia de control	Nivel de importancia
1	Porcentaje de utilización del espacio en el Centro Logístico	$\left(\frac{\text{Cantidad utilizada}}{\text{Cantidad disponible}} \right) * 100$	100% ≥ x > 85% = 5 85% ≥ x > 70% = 3 x ≤ 70% = 1	5 = Excelente 3 = Regular 1 = Deficiente	Sistema WMS (Control Carga)	Mensual	25%
2	Exactitud en el registro de inventario	$\left(1 - \frac{ Inv. real - Inv. virtual }{Inv. real} \right) * 100$	100% ≥ x > 98% = 5 98% ≥ x > 95% = 3 x ≤ 95% = 1	5 = Excelente 3 = Regular 1 = Deficiente	Sistema WMS (Control Carga), Inventario Físico (Jefe Op.)	Mensual	20%
3	Daños a productos (ocasionados en bodegas)	$\left(\frac{\text{Cantidad de productos dañados}}{\text{Inventario total}} \right) * 100$	0% ≤ x < 5% = 5 5% ≤ x < 10% = 3 x ≥ 10% = 1	5 = Excelente 3 = Regular 1 = Deficiente	Sistema WMS (Control Carga)	Mensual	10%
4	Cantidad de unidades procesadas en picking	$\frac{\text{Número de unidades recogidas en picking}}{\text{Número de horas trabajadas}}$	30 ≤ x > 25 = 5 25 ≤ x > 20 = 3 x ≤ 20 = 1	5 = Excelente 3 = Regular 1 = Deficiente	Hoja de Chequeo Presencial (Supervisor de Op.)	Semanal (una medición aleatoria)	10%
5	Despachos de pedidos realizado correctamente	$\left(\frac{\text{N° despachos correctos}}{\text{Total de despachos}} \right) * 100$	100% ≥ x > 98% = 5 98% ≥ x > 95% = 3 x ≤ 95% = 1	5 = Excelente 3 = Regular 1 = Deficiente	Hoja de Chequeo, Sistema WMS (Control Carga)	Mensual	10%
6	Precisión en la ubicación de productos	$\left(\frac{\text{N° de búsquedas con exactitud en la ubicación de productos}}{\text{Total de búsquedas}} \right) * 100$	100% ≥ x > 95% = 5 95% ≥ x > 90% = 3 x ≤ 90% = 1	5 = Excelente 3 = Regular 1 = Deficiente	Hoja de Chequeo, Sistema WMS (Control Carga)	Semanal	25%

Fuente: Elaboración propia

Definidos los indicadores de desempeño propuestos, se evaluaron cada uno de ellos con la situación actual de la empresa, considerando un mes promedio del año 2016, con la finalidad de determinar una meta adecuada para cada uno de ellos.

A continuación, se presenta la tabla 36 con los resultados de los indicadores de desempeños propuestos, bajo el escenario actual de la empresa, y las metas asignadas para cada uno de ellos.

Tabla 36: Situación actual y metas de los indicadores de desempeño

N°	Indicadores de Desempeño	Fórmula	Situación actual	Meta	Diferencia
1	Porcentaje de utilización del espacio en el Centro Logístico	$\left(\frac{5.773}{9.806}\right) * 100$	58,87%	85%	-26,13%
2	Exactitud en el registro de inventario	$\left(1 - \frac{ 5.773 - 5.759 }{5.773}\right) * 100$	99,76%	100,00%	-0,24%
3	Daños a productos (ocasionados en bodegas)	$\left(\frac{33}{5.773}\right) * 100$	0,57%	1,00%	0,43%
4	Cantidad de unidades procesadas en picking	$\frac{47}{2,1}$	22,38	28	-5,62
5	Despachos de pedidos realizado correctamente	$\left(\frac{257}{267}\right) * 100$	96,25%	98,00%	1,75%
6	Precisión en la ubicación de productos	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se recomienda medir la evolución de la demanda tanto mensual como acumulada, donde busca facilitar la toma de decisiones en saber si será necesario renunciar a bodegas, capturar nuevos clientes y/o tener que subarrendar bodegas externas. Dicha sugerencia de indicadores de gestión será de carácter comparativos entre meses de distintos años y entre periodos de acumulados, para visualizar tendencias (incremento o disminución) en la demanda por el servicio de almacenaje de productos. Al igual que las tablas anteriores y aplicando el mismo método, a continuación se muestra la tabla 37 con la formula, métrica y métodos de control de los indicadores de gestión, y la tabla 38 se presenta la aplicación de fórmulas con la situación actual, utilizando un mes promedio de los años 2015 y 2016.

Tabla 37: Métrica de los indicadores de gestión

N°	Indicadores de Gestión	Fórmula	Métrica	Parámetro	Método de control	Frecuencia de control
7	Evolución de productos almacenados mensual (mes 2015 vs 2016)	$\left(\frac{Q \text{ productos almacenados mes X 2016}}{Q \text{ productos almacenados mes X 2015}} \right) * 100$	X > 100% = 5 100% ≥ X ≥ 85% = 3 X < 85% = 1	5 = Excelente 3 = Regular 1 = Deficiente	Sistema WMS (Jefaturas)	Mensual
8	Evolución de productos almacenados acumulado (acu. 2015 vs acu 2016, Ago)	$\left(\frac{Q \text{ productos almacenados acumulado al mes X 2016}}{Q \text{ productos almacenados acumulado al mes X 2015}} \right) * 100$	X > 100% = 5 100% ≥ X ≥ 85% = 3 X < 85% = 1	5 = Excelente 3 = Regular 1 = Deficiente	Sistema WMS (Jefaturas)	Mensual

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38: Situación actual y metas de los indicadores de desempeño

N°	Indicadores de Gestión	Fórmula	Situación actual	Meta	Diferencia
7	Evolución de productos almacenados mensual (mes 2015 vs 2016)	$\left(\frac{2.874}{2.542} \right) * 100$	113,06%	< 100%	13,06%
8	Evolución de productos almacenados acumulado (acu. 2015 vs acu 2016, Ago)	$\left(\frac{43.756}{38.562} \right) * 100$	113,47%	< 100%	13,47%

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, tanto los indicadores como sus metas podrán ir ajustándose y mutando con el paso del tiempo acorde a la realidad operativa del centro logístico, sus objetivos y por los desafíos internos que se propongan en los equipos de trabajo, en la sucursal y/o a nivel organizacional.

7. Evaluación de las propuestas

7.1. Validación de propuestas

7.1.1. Reasignación a la distribución física de productos

La reasignación a la distribución física de productos en bodegas se realizó con el objetivo de facilitar la ubicación de los productos (posicionamiento de estos), minimizar los tiempos de búsquedas de productos para el proceso de despacho, estandarizar su distribución y métodos de acopio por bodegas, acorde a las características físicas de los almacenes, comportamientos de clientes, tipos de formatos de productos, maquinarias y las actividades operativas que se realizan en el centro logístico.

Como se ha mencionado anteriormente la empresa utiliza el sistema de posicionamiento caótico para la ubicación de productos en los almacenes, dado ello, la reasignación y elaboración de Lay Outs fue construido utilizando un sistema de posicionamiento organizado, acorde a los resultados obtenidos de la clasificación de productos ABC por multicriterio. Según (Petersen, 2004) en el rendimiento para la preparación manual de pedidos *“El uso de un almacenamiento basado en clases proporciona un ahorro de 12% a 26% en comparación con un almacén que utiliza almacenamiento aleatorio”*, por lo tanto, al implementar la redistribución propuesta, el tiempo de operación por búsqueda de productos se reducirá entre 29 a 35 minutos aproximadamente por pedido; lo anterior también se reflejará proporcionalmente en la carga laboral del personal del centro logístico (operarios, movilizadores y tarjadores), pudiéndose interpretar monetariamente tanto como un beneficio, como también, en un costo evitado.

Por otro lado, con la redistribución de Lay out propuesto se estiman 41.847 m³ de capacidad operativa para el almacenaje de productos, por otro lado, al calcular la capacidad operativa del escenario actual de la empresa se obtienen 35.920 m³ para almacenaje; por ende, al implementar la redistribución propuesto la capacidad operativa de almacenaje aumentará en un 16,50%, equivalente a 1.768 formatos de productos más por almacenar, significando un aumento de \$9.097.236 pesos en ingresos mensuales por el servicio de almacenaje (asumiendo bodegas con almacenaje completo, mayor detalle en Anexo Q).

Por otra parte, el asignar a cada bodega un cliente en particular, simplifica la búsqueda y aumenta la probabilidad de hallar el producto al interior de esta. Por ejemplo, para buscar un producto de un cliente en particular, con el actual sistema de posicionamiento caótico la probabilidad de encontrar dicho producto al interior de una bodega es de un 14,28%; bajo el escenario propuesto, la probabilidad aumenta a un 50% o 100%, dependiendo si el cliente tiene asignado una o dos bodegas para el almacenaje de sus productos. Bajo la misma analogía sucederá con las áreas de almacenamiento por bodega, ya que dicho formato de producto poseerá un espacio previamente asignado en la reasignación, donde la probabilidad de hallar el formato de producto en la bodega se dividirá por la cantidad de áreas de almacenamiento que esta posea, según su distribución y clasificación de producto (productos de tipo A, de tipo B y de tipo C).

Finalmente, según las antecedentes proporcionadas por la empresa, el 95% de los extra-costos por “daños a productos” son ocasionado por concepto de remanejos de estos; por otro lado, el 93% de los extra-costos por “traslados de productos” son originados por motivos para acceder a ellos y/o para su reorganización al interior de bodegas. Dado lo anterior, al implementar la redistribución física de productos, los extra-costos por dichas causales no se deberán incurrir, representando un ahorro para la compañía.

7.1.2. Métodos para la ubicación de productos

Al proponer una creación de una nomenclatura por posicionamiento de productos, se podría asegurar en un 100% la ubicación exacta de estos en bodegas (en teoría), ya que la nomenclatura estará elaborada en base al nombre de la bodega, el área de almacenamiento que será situado el producto y por 3 términos adicionales que entregaran la localización del producto bajo un plano tridimensional (columna, fila y nivel). Sin embargo, el error humano y la falta de un software actualizado que respalde el registro de datos puede dificultar la puesta en marcha y confiabilidad de la información.

Dado lo anterior, con la utilización del Warehouse Management System se espera apoyar la propuesta de reasignación a la distribución física de productos y a la ubicación físicas de estos en bodegas (registros de nomenclaturas), generación de nuevos aplicativos que simplifiquen y/o automaticen los procesos de ingreso y despacho de productos (disminuyendo la carga manual de datos), permitir la visibilidad de todos los productos y movimientos realizados en el centro logístico a tiempo real de las operaciones, como también, la generación de diversos reportes.

La aplicación del WMS incrementará la exactitud en el registro de información de un 78,4% a un 99%, mientras que la exactitud en el envío de productos a clientes incrementará de 96,25% a un 99,8%, según la revista (Logistec, n.d.). Por otro lado, el mismo asegura que el sistema reduce un 99% de los errores en la identificación de productos (aún no factible su medición) y en un 98% los problemas de diferencias de inventarios, pudiendo elevar nuestra situación actual a un 99,98% de efectividad, clasificando a nuestro indicador en un parámetro “Excelente”.

7.1.3. Indicadores de desempeño

Los indicadores de desempeño permitirán determinar los niveles en que se encuentran las mediciones, categorizándolas dentro de un parámetro de aceptabilidad para la empresa, de modo que, si no cumplen con lo esperado y/o propuesto a nivel organizacional, el equipo de trabajo puede tomar medidas y acciones correctivas para llevar el indicador a un nivel deseable o aceptable. Por ejemplo, el indicador cantidad de unidades procesadas en picking alcanza unas 22,38 unidades, lo cual según la métrica de indicadores de desempeño se encuentra dentro de un parámetro “regular”, por lo tanto, se espera que, con la

implementación de las propuestas de mejoras, éste alcance el parámetro “Excelente”, situándose en la máxima categorización.

Al implementar correctamente las propuestas de mejoras, y con el transcurso del tiempo, se espera que las operaciones se puedan volver cada vez más competitivas y eficientes, por lo que, tanto los indicadores como sus metas podrán ir ajustándose y/o mutando con el paso del tiempo acorde a la realidad operativa en la que se presente la empresa. También pudiéndose realizar bajo un efecto contrario.

7.2. Análisis y evaluación de resultados

En esta oportunidad se presentarán combinaciones de propuestas de mejoras (según lo planteado en el capítulo 6, otorgando diferentes alternativas viables, con la finalidad de seleccionar la opción que más se acerque a los resultados y/o objetivos que se desean obtener en este proyecto.

Las alternativas de mejoras serán agrupadas de las siguientes maneras:

- **Redistribución de layout y clasificación de productos por multicriterio:** Con esta alternativa se busca utilizar los espacios en bodega de modo efectivo y obtener una organización estratégica de productos al interior de los almacenes.
- **Redistribución de layout, clasificación de productos por multicriterio y nomenclatura de posicionamiento de productos:** Esta alternativa al igual que la anterior busca maximizar los espacios en bodegas y poseer una distribución estratégica de productos por cliente, pero también, adicionar el método de posicionamiento de productos que facilitará la ubicación física de productos al interior de bodegas y en las áreas de almacenamiento.
- **Redistribución de layout, clasificación de productos por multicriterio, nomenclatura de posicionamiento de productos y sistema Warehouse Managment System:** Esta es la alternativa más completa de las presentadas anteriormente, ya que considera maximizar los espacios en bodegas, contar con una distribución estratégica de productos para su almacenamiento, aplicar el método de posicionamiento de productos para facilitar la búsqueda de estos e implementar un nuevo software que sostendrá las propuestas anteriores y adicionando una gran gama de beneficios adicionales, como automatización y confiabilidad en el registro de información, control de mercancías, diversidad de reportes, entre otros.
- **Nomenclatura de posicionamiento de productos y sistema Warehouse Managment System:** Esta alternativa busca evaluar la opción de mantener el método de posicionamiento caótico de la empresa (actual), pero a dicho escenario actual implementar el método de posicionamiento de productos a través de la

nomenclatura propuesta y la implementación del nuevo software de WMS que como se ha mencionado anteriormente, adiciona una gran gama de beneficios operacionales.

7.2.1. Análisis cualitativo

En esta sección se presentará una matriz de evaluación en donde se considerarán los costos necesarios para una eventual implementación de las alternativas propuestas y los beneficios que estas proporcionarían para la empresa.

Los beneficios que se evaluarán serán los siguientes:

- Reducción en los tiempos de búsqueda.
- Organización estratégica de los productos al interior de bodegas.
- Exactitud del posicionamiento de los productos.
- Reducción del extra-costo por "Remanejos".
- Reducción del extra-costo por "Daños".
- Eficiencia en la operatividad por faenas.
- Costos de implementación.

Por otro lado, dichos beneficios serán evaluados mediante la siguiente escala, en donde:

- 1, no satisfactorio.
- 3, medianamente satisfactorio.
- 5, satisfactorio.

A continuación, se presenta la tabla 39 con el detalle de costos y puntuación cualitativa de los beneficios, para cada una de las alternativas planteadas. Para mayor detalle en la asignación de la puntuación cualitativa, revisar la matriz de impacto de beneficios vs propuesta que se encuentra adjunta en Anexo R.

Tabla 39: Evaluación de la inversión y los beneficios cualitativos de las propuestas

N°	Alternativas	Costos		Beneficios	
1	Redistribución de layout y clasificación de productos por multicriterio.	Delimitación a zonas de almacenaje.	\$ 300.000	Reducción en los tiempos de búsqueda.	3
		Movimientos de productos en turnos nocturnos/días no hábiles (reorganización)	\$ 8.900.000	Organización estratégica de los productos al interior de bodegas.	5
				Exactitud en el posicionamiento de los productos.	1
				Aumentar el uso de espacios en bodega.	5
				Reducción del extracosto "Remanejo".	5
				Reducción del extracosto "Daños".	5
				Eficiencia en la operatividad por faenas.	1
				Costo de implementación.	3
	Total	\$ 9.200.000	Total	28	

2	Redistribución de layout, clasificación de productos por multicriterio y nomenclatura de posicionamiento de productos.	Delimitación a zonas de almacenaje.	\$ 300.000	Reducción en los tiempos de búsqueda.	3
		Movimientos de productos en turnos nocturnos/días no hábiles (reorganización)	\$ 8.900.000	Organización estratégica de los productos al interior de bodegas.	5
		Carteles (ubicación)	\$ 390.000	Exactitud en el posicionamiento de los productos.	3
				Aumentar el uso de espacios en bodega.	5
Total		\$ 9.590.000	Total	30	
3	Redistribución de layout, clasificación de productos por multicriterio, nomenclatura de posicionamiento de productos y sistema WMS.	Delimitación a zonas de almacenaje.	\$ 300.000	Reducción en los tiempos de búsqueda.	5
		Movimientos de productos en turnos nocturnos/días no hábiles (reorganización)	\$ 8.900.000	Organización estratégica de los productos al interior de bodegas.	5
		Carteles (ubicación)	\$ 390.000	Exactitud en el posicionamiento de los productos.	5
		Extensión inalámbrica.	\$ 500.000	Aumentar el uso de espacios en bodega.	5
		Capturadores.	\$ 2.500.000	Reducción del extracosto "Remanejo".	5
		Impresoras.	\$ 1.100.000	Reducción del extracosto "Daños".	5
		Sistema WMS.	\$ 49.400.000	Eficiencia en la operatividad por faenas.	5
				Costo de implementación.	1
Total		\$ 63.090.000	Total	36	
4	Nomenclatura de posicionamiento de productos y sistema WMS.	Carteles (ubicación)	\$ 390.000	Reducción en los tiempos de búsqueda.	5
		Extensión inalámbrica.	\$ 500.000	Organización estratégica de los productos al interior de bodegas.	1
		Capturadores.	\$ 2.500.000	Exactitud en el posicionamiento de los productos.	5
		Impresoras.	\$ 1.100.000	Aumentar el uso de espacios en bodega.	1
		Sistema WMS.	\$ 49.400.000	Reducción del extracosto "Remanejo".	1
				Reducción del extracosto "Daños".	1
Total		\$ 53.890.000	Total	20	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 39 se observa que la opción N°3 que propone una “Redistribución de layout, clasificación de productos por multicriterio, nomenclatura de posicionamiento de productos y sistema WMS”, es la alternativa que entrega mayores beneficios a la empresa, representada por 36 puntos según su ponderación cualitativa, donde dicha alternativa abordaría la problemática detectada, junto a todas sus causales y efectos indeseados que se presentan actualmente en el centro logístico. Luego sigue la alternativa 2 con 30 puntos, posteriormente la alternativa 1 con 28 puntos y finalmente, la alternativa 4 con 20 puntos.

7.2.2. Análisis cuantitativo

Luego de determinar los costos y realizar un análisis cualitativo a los beneficios otorgados para cada alternativa de propuestas de mejoras, a continuación, se transformarán dichos beneficios a valores en dinero que representarán los ahorros, ganancias y/o costos evitados para la compañía, para posteriormente evaluar cada alternativa, determinado su rentabilidad acorde a la herramienta de análisis de costo – beneficio (marco teórico 4.11.).

A continuación, se presenta la tabla 40 con los valores de los beneficios que puede obtener la empresa al implementar las alternativas propuestas.

Tabla 40: Beneficios valorizados en CLP

N°	Alternativas	Costos	Beneficios expresados en \$
1	Redistribución de layout y clasificación de productos por multicriterio.	Delimitación a zonas de almacenaje.	\$ 300.000
		Movimientos de productos en turnos nocturnos/días no hábiles (reorganización)	\$ 8.900.000
		Reducción en los tiempos de búsqueda.	\$ 15.552.000
		Aumentar el uso de espacios en bodega.	\$ 109.166.832
		Reducción del extracosto "Remanejo".	\$ 11.980.511
		Reducción del extracosto "Daños".	\$ 10.035.535
	Total	\$ 9.200.000	Total \$ 146.734.878
2	Redistribución de layout, clasificación de productos por multicriterio y nomenclatura de posicionamiento de	Delimitación a zonas de almacenaje.	\$ 300.000
		Movimientos de productos en turnos nocturnos/días no hábiles (reorganización)	\$ 8.900.000
		Reducción en los tiempos de búsqueda.	\$ 15.552.000
		Aumentar el uso de espacios en bodega.	\$ 109.166.832
		Reducción del extracosto "Remanejo".	\$ 11.980.511
		Reducción del extracosto "Daños".	\$ 10.035.535
	Total	\$ 9.590.000	Total \$ 146.734.878
3	Redistribución de layout, clasificación de productos por multicriterio, nomenclatura de posicionamiento de productos y sistema WMS.	Delimitación a zonas de almacenaje.	\$ 300.000
		Movimientos de productos en turnos nocturnos/días no hábiles (reorganización)	\$ 8.900.000
		Reducción en los tiempos de búsqueda.	\$ 33.696.000
		Aumentar el uso de espacios en bodega.	\$ 109.166.832
		Reducción del extracosto "Remanejo".	\$ 11.980.511
		Reducción del extracosto "Daños".	\$ 10.035.535
		Carteles (ubicación)	\$ 390.000
		Extensión inalambrica.	\$ 500.000
		Eficiencia en la operatividad por faenas.	\$ 6.000.000
		Capturadores.	\$ 2.500.000
		Impresoras.	\$ 1.100.000
		Sistema WMS.	\$ 49.400.000
	Total	\$ 63.090.000	Total \$ 170.878.878
4	Nomenclatura de posicionamiento de productos y sistema WMS.	Carteles (ubicación)	\$ 390.000
		Extensión inalambrica.	\$ 500.000
		Reducción en los tiempos de búsqueda.	\$ 33.696.000
		Eficiencia en la operatividad por faenas.	\$ 6.000.000
		Capturadores.	\$ 2.500.000
		Impresoras.	\$ 1.100.000
		Sistema WMS.	\$ 49.400.000
	Total	\$ 53.890.000	Total \$ 39.696.000

Fuente: Elaboración propia

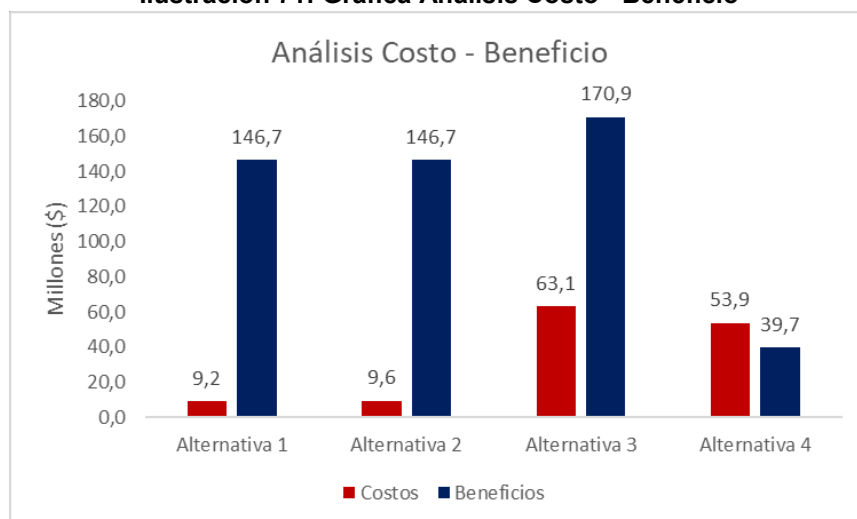
Según (Crece Negocios, 2012), luego de hallar los costos y beneficios, y convertir a estos últimos a un valor actual de dinero, se debe hallar la relación costo – beneficio, es decir, dividir el valor actual de los beneficios entre el valor actual de los costos del proyecto. Dado la anterior, a continuación, se presenta la tabla 41 con el cálculo a la relación costo – beneficio a las alternativas propuestas, y la ilustración 71 con su representación gráfica.

Tabla 41: Análisis Costo - Beneficio

Alternativas	Costos (\$)	Beneficios (\$)	Beneficios (q)	Relación B/C
Alternativa 1	\$ 9.200.000	\$ 146.734.878	28	15,95
Alternativa 2	\$ 9.590.000	\$ 146.734.878	30	15,30
Alternativa 3	\$ 63.090.000	\$ 170.878.878	36	2,71
Alternativa 4	\$ 53.890.000	\$ 39.696.000	20	0,74

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 71: Gráfica Análisis Costo - Beneficio



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 41, las tres primeras alternativas propuestas poseen una relación costo – beneficio mayor a 1, indicando que las tres alternativas son rentables para la compañía. Lo contrario sucede con la alternativa N°4, ya que esta obtiene un valor de 0,74 representando que dicha propuesta no es rentable para la empresa.

Una vez realizado el análisis cualitativo y cuantitativo, tanto para costos y beneficios, se deben comparar las alternativas propuestas entre sí, con la finalidad de seleccionar la alternativa que posea mayor relación de costo – beneficio. Dado lo anterior, la alternativa 1 es aquella que obtiene mayor relación, representado por un cociente de 15,95, luego la sigue la alternativa 2 con 15,30 y finalmente la alternativa 3 con 2,71 en su relación B/C.

8. Conclusiones y recomendaciones

Luego de haber analizado cada una de las alternativas anteriormente desarrolladas, es posible concluir lo siguiente:

1. **Redistribución de layout y clasificación de productos por multicriterio:** esta alternativa maximiza la utilización de espacios para almacenaje en bodegas, aumentando en un 16,50% su capacidad de almacenamiento; por otro lado, al posicionar los productos según la clasificación de productos por multicriterio, se generará una organización estratégica de estos al interior de bodegas, logrando disminuir los tiempos de búsqueda de productos entre un 12 a un 26%, reducir los extra costos por remanejos y daños a productos, además de aminorar los trayectos de estos desde patios de desconsolidación a bodegas, debido a que los productos con mayor demanda fueron situados en las bodegas y en las áreas de almacenamientos más próximos a los patios de desconsolidación.
Acorde a lo mencionado anteriormente, esta alternativa soluciona el problema de “Ausencia de un Lay Out que indique la mejor distribución en de productos en bodegas”, junto a sus efectos indeseadas de “Desorganización de productos al interior de bodegas” y “Productos se acopian acorde al criterio del personal”, reduciendo también las consecuencias indeseadas por “Remanejos de productos” y “Daños a productos”.
2. **Redistribución de layout, clasificación de productos por multicriterio y nomenclatura de posicionamiento de productos:** Esta alternativa soluciona las causas y efectos indeseados mencionados en el punto 1, adicionando la causal “No se conoce la ubicación física de los productos” y “Exceso de tiempo en búsqueda de productos”, ya que al aplicar una nomenclatura por posicionamiento de productos facilitará la ubicación física de estos, tanto en bodegas como también en su respectiva área de almacenamiento, pero no así su exactitud, ya que una eventual error en la digitación y una falta de un software que respalde el registro de datos, puede dificultar la puesta en marcha y la confiabilidad de la información.
3. **Redistribución de layout, clasificación de productos por multicriterio, nomenclatura de posicionamiento de productos y sistema Warehouse Management System:** Esta alternativa soluciona las causas y efectos indeseados mencionados en el punto 1 y 2, pero a diferencia del punto anterior, al implementar el sistema WMS también se estará solucionando la causal “Carencia de un sistema que facilite y/o entregue la ubicación de productos”, apoyando y respaldando los efectos “No se conoce la ubicación física de productos” y “Exceso de tiempo en búsqueda de productos”.
Adicional a ello, el implementar un WMS conllevará a múltiples beneficios adicionales que no se han desarrollado completamente en este modelo de gestión de bodegas, beneficios no cuantificados como automatización en los procesos de ingreso y descuentos de cargas por sistema (evaluado a una posible reducción del personal

control carga), eliminación de las tarjetas operacionales, aumento en la confiabilidad de la información, facilidad en la extracción de reportes, gestión a etiquetado de productos, entre otros múltiples beneficios, ventajas que sin duda lograrán hacer más eficiente sus procesos operacionales y aumentar la competitividad de la compañía en el mercado.

4. **Nomenclatura de posicionamiento de productos y sistema Warehouse Managment System:** Esta alternativa fue planteada para evaluar la opción de mantener su actual diseño de distribución junto a su sistema posicionamiento caótico, pero mejorando las problemáticas de “Carencia de un sistema que facilite y/o entregue la ubicación de productos” y sus efectos de “No se conoce la ubicación física de los productos” y “Exceso de tiempo en la búsqueda de productos”. Si bien, al implementar un método para el registro de las ubicaciones de los productos junto a un sistema y/o software que apoye la operatividad, dichos beneficios no logran superar los costos para una eventual implementación, ya que de su relación Beneficio/Costo se obtiene un 0,74, significando un resultado no rentable para la compañía.

Según lo anteriormente mencionado y comparando el análisis cualitativo, cuantitativo y los resultados obtenidos de la relación costo beneficio, se determina que la mejor alternativa para la solución del problema expuesto en este proyecto de título es la alternativa N°3, es decir, la redistribución de layout, clasificación de productos por multicriterio, nomenclatura de posicionamiento de productos y sistema Warehouse Managment System. Dicha selección se justifica por ser la alternativa más completa, solucionando la totalidad de los efectos y consecuencias indeseadas para la empresa, cuenta con un alto puntaje cualitativo y una relación B/C de 2,71 representando ser una opción viable y rentable para la empresa. Si bien un sistema WMS posee un alto costo de implementación, pero se debe considerar que inversiones de este tipo son financiados en un mediano plazo, periodo de tiempo suficiente para recuperar la inversión a través de los múltiples beneficios que generan, según lo estudiado y desarrollado. Por otro lado, si se deseara sólo evaluar la relación beneficios y costos, la mejor alternativa sería la implementación de la alternativa N°1, es decir, la redistribución de layout y clasificación de productos por multicriterio.

Por otro lado, cabe mencionar que, para una eventual implementación de las alternativas expuestas, se recomienda:

- a) **Demarcar las zonas de almacenaje:** La demarcación a las zonas consistirá en pintar una franja de 10 cm con pintura de color amarillo, diferenciando las áreas e islas de almacenamiento de productos, pasillos para maquinaria y pasillos para peatón/personal.
La demarcación de una bodega permitirá guiar a los operarios donde se debe apilar los productos, sectores donde se pueden transitar los peatones y desplazar las maquinarias, respectivamente.

- b) **Instalación de carteles:** Se deberá adicionar a las áreas de almacenaje un cartel en altura con el número de área (según Lay Out's), visible para el personal y de un tamaño mínimo de 40 cm.

La ubicación de carteles en bodegas con el número de área de almacenaje facilitará la distinción entre áreas, orientación al operario al momento de apilar los productos en bodega, como también, en su retiro.

Adicionalmente a lo señalado, este proyecto permitió diagnosticar estacionalidades y comportamiento en la demanda de los clientes, determinar la capacidad de almacenaje de productos, precisar las dimensiones de las bodegas, estandarizar y clasificar productos acordes criterios relevantes para las jefaturas de la empresa, según sus lineamientos corporativos.

Finalmente, este modelo de administración de bodegas señala la metodología y pasos a seguir para una gestión eficiente, desarrollando propuesta de mejoras viables y rentable para la compañía.

Bibliografía

ACHS, (2010). *Prevención de riesgos: Almacenamiento seguro de sustancias peligrosas y no peligrosas, en bodegas*. Chile: Asociación Chilena de Seguridad.

AndLogistics, (2014). *Inversión en un sistema WMS*. Retrieved from &andlogistics: <http://andlogistics.com/index.php/es/interes/articulos/wms-articulos/item/sistema-wms>

ASPAPPEL, (2014). *Manual de Seguridad en el manejo y almacenamiento de materias primas y producto acabado en la industria papelera*. España: Asociación de fabricantes de Pasta, Papel y Cartón.

Baker, P., Cannessa, M. (2007). *Warehouse design: A structured approach*. European Journal of Operational Research, 425-446.

Ballou, R. H. (2004). *Logística, Administración de la cadena de suministros*. (5ta edición). México: Pearson Educación.

Bedoya, E. (2013). *Logística y cadena de abastecimiento*. Colombia: Visión empresario.

Bembibre, C. (2010). *Definición de Indicadores*. Retrieved from Definicion ABC: <https://www.definicionabc.com/general/indicadores.php>

Castro, C. Vélez, M., & Castro, J. (2011). *Clasificación ABC multicriterio: tipos de criterios y efectos en la asignación de pesos*. Colombia: Iteckne, Vol. 8.

CreceNegocios (2012). *El análisis costo-beneficio*. Retrieved from Crece Negocios: <https://www.crecenegocios.com/el-analisis-costo-beneficio/>

Flores, B.E., Olson, D.L., & Dorai, V.K. (1992). Management of multicriteria inventory classification. *Mathematical and Computer Modeling*.

Garavito, E. A. (n.d.). *Sistemas de almacenamiento*. Colombia: Universidad Industrial de Santander.

García, A. (1984). *Almacenes: Planeación, organización y control*. (1era edición). México: Trillas.

Govindaraj, T., Blanco, E., Bodner, D., Goetschalckx, L., McGinnis, L., Sharp, P. (2000). *Design of warehousing and distribution systems: an object model of facilities, functions and information*. USA: Proceedings of the 2000, 1099-1104.

Gu, J. X., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. (2007). *Research on warehouse operation: A comprehensive review*. European Journal of Operational Research, 1-21.

Hyndman, R. (1995). *The Sturges rule for constructing histograms*. Australia: Paper Monash University.

Isowin, (2018). *Los indicadores en la norma ISO 9001:2015*. Retrived from ISOwin: <https://isowin.org/blog/indicadores-ISO-9001/>

ISO 9001:2015, (2015). *ISO 9001:2015. Sistemas de Gestión de la Calidad – Requisitos*. Retrieved from: http://www.cucsur.udg.mx/sites/default/files/iso_9001_2015_esp_rev.pdf

Logistec, (n.d.). *Revista Logistec: Supply Chain Management y más*. Retrieved from Revista Logistec: <http://www.revistalogistec.com/index.php/equipamiento-y-tecnologia/gestion-de-almacenes>

Logismarket, (2018). Logismarket, el directorio industrial: logística, almacenaje y embalaje. Retrieved from Logismarket: <https://Logismarket.cl/>

Murillo, F. (2006). *Cuestionarios y escalas de actitudes*. Madrid: Universidad autónoma de Madrid.

Oracle (n.d.). *Oracle Logistics Solutions; Reinventing Logistics Excellence*. Retrieved Agosto, 2018, from Oracle Logistics Solutins: <http://www.oracle.com/OracleLogistics>

Pérez, A. (2016). *Gestión de almacenes*. Colombia: Colección empresa.

Petersen, C. (2004). *Improving order-picking performance through the implementatio of class-bases storage*. Int. J. Physical Distribution and Logistics Management, Vol. 34, 534 – 544.

Rowley, J. (2000). *The principles of warehouse design*. England: The Institute of Logistics & Transort.

Rushton, A., Croucher, P., Baker, P. (2006). *The Handbook of Logistics and Distribution Management*. England: Kogan Page.

Saéz, C. (2009). *Administración de bodegas y control de inventarios*.

Salazar, B. (2016). *Gestión de almacenes*. Retrieved from Ingeniero Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/>

Salazar, B. (2016). *Diseño y layout de almacenes y centros de distribución* Retrieved from Ingeniero Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>

Tismo, C. (2012). *Análisis técnico tipo de tendencias*. Retrieved from Enlaces Financieros: <http://www.enlacesfinancieros.com/analisistecnico/tiposdetendencia.htm>

Ultramar (n.d.). *Ultramar Chile*. Retrieved Marzo, 2016, from Ultramar: <http://www.ultramar.cl/>

Ulog (n.d.). *Ulog Internacional*. Retrieved Marzo, 2016, from Ulog: <http://www.u-log.com/>

Wan Lung, Ng. (2007). *A simple classifier for multiple criteria ABC analysis*. European Journal of Operational Research.

WifiBit, (n.d.). *Wifibit, Web sobre Tecnología y seguridad informática*. Retrieved from Wifibit: <https://wifibit.com/>


Yeatrade, (2015). *Plataforma de Negocios Chile*. Retrieved from: <https://www.yeatrade.cl/>

Yori, L., Hernandez, J. & Chumaceiro, A. (2011). *Planificación de escenarios: una herramienta estratégica para el análisis del entorno*. Venezuela: Revista Venezolana de Gerencia, Universidad del Zulia, 274 – 290.

Anexos

Anexo A

Ilustración 72: Encuesta realizada al personal



ENCUESTA

Estimado/a, en sus manos se encuentra un instrumento recolector de datos, que en el marco de la encuesta, se ha creado para solicitar su opinión para determinar las principales causas que afectan los actuales procesos logísticos.

Esta actividad se encuentra desarrollada por Hellen Quiroz, estudiante de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad de Valparaíso.

Instrucciones: Según su criterio, enumere el grado de importancia de 1 a 9, donde 1 es poco relevante y 9 muy importante, sin repetir numeración.

Si surge alguna pregunta, no dude en realizarla a quien aplica este instrumento.

	CAUSALES	IMPORTANCIA
a.	Carencia de lay out	
b.	Sistema de posición aleatoria (los productos se almacenan en cualquier espacio disponible)	
c.	Falta de información para el acopio de bobinas	
d.	Dificultad en localizar productos	
e.	Se desconoce la capacidad de almacenaje por bodega	
f.	Cuidado de productos contra daños (humedad, heces de aves, imperfecciones, entre otros)	
g.	Distancia entre bodegas	
h.	Condiciones en infraestructura de bodegas	
i.	Desperfectos de maquinaria (fallas mecánicas)	

A su juicio, si considera otra causal que interviene en el proceso, favor comente.

Fuente: Elaboración propia

Anexo B

Ilustración 73: Tarja de Operaciones – Proceso de Recepción/Desconsolidado

CODIGO - MARCA		# BULTOS	TIPO DE BULTOS	MEDIDA	PESO	ETIQUETA ULTRAMAR	DANOS
1	2161080062		B	233 x 235	3166		1 CH B ASE
2	2161080134		0	" 245	3250		
3	2161080066		B	" 235	3189		
4	2161080146		0	" 245	3259		4 CH B ASE
5	2161070571		P	" 235	3143		
6	2161070535		D	" "	3134		1 CH B ASE
7	2161080141		P	" 245	3257		3 CH B ASE
8			E				
9			L				
10							

TOTAL TARIA		TOTAL TARIA		TOTAL TARIA		TOTAL TARIA	
TOTAL ACUMULADO		TOTAL ACUMULADO		TOTAL ACUMULADO		TOTAL ACUMULADO	
07		07		07		07	
22.398		22.398		22.398		22.398	

REV. CONTROL CARGA	REV. CONTROL CARGA
HORA	HORA
FINA	FINA

TRANSPORTE	TRANSPORTE
4	4

PATENTE	PATENTE
TRANSPORTE	TRANSPORTE
CONDUCTOR	CONDUCTOR
RUT	RUT
FONO	FONO

FECHA	31-5-16	CLIENTE	CAPICOR	HR INICIO	1300	MAQUINA 1	P. Camp	1	CANTD
TURNO	2do	BUQUE	ATAVAI	HR TERMINO		MAQUINA 2			
N° CONTENEDOR	FEU 848855-0	VIAJE		CANTIDAD TARIADORES	1	BODEGA	N° 3		
N° SELLO	637478	OPERACION	DESE.	CANTIDAD MOVILIZADORES	1	OPERADOR	O. ALVARADO		

TARJA DE OPERACIONES - U. RAMAR	TARJA C.J.	FOLIO:
---------------------------------	------------	--------

Anexo C

Ilustración 74: Tarja de Operaciones – Proceso de Despacho

ULTRAMAR										TARJA DE OPERACIONES ULTRAMAR				TARJA CIS: 32263		FOLIO:	
FECHA	02-06-16	CLIENTE	Int. Pajar	HR INICIO		MÁQUINA 1		MÁQUINA 2									
TIRNO	730	BRUJE		HR TERMINO													
N° CONTENEDOR		VIAJE	Despacho	CANTIDAD TARJADORES		EXTI	ULTRAPORT	BODEGA		OPERADOR	H. Larios						
N° SELLO		OPERACION		CANTIDAD MONTAJADORES		EXTI	ULTRAPORT										
CODIGO - MARCA	# BULTOS	TIPO DE BULTOS	MEDIDA	PESO	ETIQUETA ULTRAMAR	DANOS											
09536000081	01	06b	775x2158	2281		d. levu											
0A60870560				3084													
0A60870548	02	06b	773x236	3080		chequeo fajas											
060870544	01	1		3084													
		03	06b.	2.258													
0A60870665	02	06b	773x247	3201		fajas fajas											
0A60870664				3205													
				6.406													
0861080583				3323													
0861040574	02	06b	125x236	3270		Pase fajas											
0861040586	01	1		3328													
				8.822													
				28367													

TOTAL TARJA	03	06b		8.822			
TOTAL ACUMULADO							
PESO TOTAL CARGA							
TAMA CONTENEDOR							
PESO BRUTO CONTENEDOR							
TOTAL ACUMULADO							

REV. CONTROL CARGA	08	06b					
HORA							
FIRMA							

PATENTE	TA 2386-JF AS
TRANSPORTE	FORA
CONDUCTOR	MANRIQUEZ, ALV
RIT	11530.802
PONO	83201846

Fuente: Ulog

Anexo D: Aplicación Ley de Sturges a estadías de productos del cliente Beta

A continuación, en la tabla 42 se muestra la distribución de frecuencia (1) del cliente Beta, aplicando la Ley de Sturges.

Tabla 42: Distribución de frecuencias (1) – Estadía cliente Beta

N	Limite inferior	Limite superior	Intervalos (días)	Frecuencia absoluta (ton)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia relativa acumulada (%)
1	1	33	Entre 1 - 33	70.207	67,05%	67,05%
2	34	66	Entre 34 - 66	19.882	18,99%	86,04%
3	67	99	Entre 67 - 99	5.863	5,60%	91,64%
4	100	132	Entre 100 - 132	2.745	2,62%	94,26%
5	133	165	Entre 133 - 165	2.133	2,04%	96,30%
6	166	198	Entre 166 - 198	1.723	1,65%	97,95%
7	199	231	Entre 199 - 231	1.008	0,96%	98,91%
8	232	264	Entre 232 - 264	712	0,68%	99,59%
9	265	297	Entre 265 - 297	237	0,23%	99,81%
10	298	330	Entre 298 - 330	57	0,05%	99,87%
11	331	363	Entre 331 - 363	95	0,09%	99,96%
12	364	396	Entre 364 - 396	27	0,03%	99,99%
13	397	429	Entre 397 - 429	15	0,01%	100,00%
14	430	462	Entre 430 - 462	-	0,00%	100,00%
15	463	495	Entre 463 - 495	-	0,00%	100,00%
16	496	528	Entre 496 - 528	-	0,00%	100,00%
17	529	561	Entre 529 - 561	-	0,00%	100,00%
18	562	594	Entre 562 - 594	-	0,00%	100,00%
Total				104.704	100,00%	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 42, se obtiene que la permanencia de toneladas en bodegas del cliente Beta fluctúa entre un rango de 1 a 429 días; también, el 67,05% de las toneladas (equivalente a 70.207 toneladas), fueron almacenadas entre 1 a 33 días y que el 18,99% de las toneladas (equivalente a 19.882 toneladas), fueron almacenados entre 34 a 66 días. Al aplicar el principio de Pareto a la tabla de distribución de frecuencias, obtenemos que la concentración del esfuerzo está en los rangos de 1 a 66 días, obteniendo una frecuencia relativa acumulada de 86,04%. Y el 13,96% de las toneladas restantes, equivalentes a 14.615 toneladas, estuvo almacenada entre un rango de 67 a 429 días, en bodegas.

Como los intervalos N1 y N2 poseen la mayor concentración de productos almacenados, a continuación, se muestra la tabla 43 donde se depurarán ambos intervalos del cliente Beta, aplicando el mismo criterio. Esta segunda tabla de distribución de frecuencia nos permitirá conocer en mayor detalle la rotación de toneladas del cliente, en bodegas.

Tabla 43: Distribución de frecuencias (2) – Estadía cliente Beta

N	Limite inferior	Limite superior	Intervalos (días)	Frecuencia absoluta (ton)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia relativa acumulada (%)
1	1	4	Entre 1 - 4	8.936	9,92%	9,92%
2	5	8	Entre 5 - 8	13.175	14,62%	24,54%
3	9	12	Entre 9 - 12	13.033	14,47%	39,01%
4	13	16	Entre 13 - 16	12.504	13,88%	52,89%
5	17	20	Entre 17 - 20	8.283	9,19%	62,08%
6	21	24	Entre 21 - 24	6.862	7,62%	69,70%
7	25	28	Entre 25 - 28	4.631	5,14%	74,84%
8	29	32	Entre 29 - 32	2.225	2,47%	77,31%
9	33	36	Entre 33 - 36	3.053	3,39%	80,70%
10	37	40	Entre 37 - 40	7.924	8,80%	89,50%
11	41	44	Entre 41 - 44	2.339	2,60%	92,09%
12	45	48	Entre 45 - 48	1.491	1,66%	93,75%
13	49	52	Entre 49 - 52	1.553	1,72%	95,47%
14	53	56	Entre 53 - 56	1.204	1,34%	96,81%
15	57	60	Entre 57 - 60	1.328	1,47%	98,28%
16	61	64	Entre 61 - 64	1.119	1,24%	99,53%
17	65	68	Entre 65 - 68	428	0,47%	100,00%
Total				90.089	100,00%	

Fuente: Elaboración propia

Para la tabla 43, se consideró la sumatoria de toneladas comprendidas entre los rangos de 1 a 66 días, de la tabla 40. Al reducir la amplitud de los intervalos a 4 días, se puede apreciar en detalle que la concentración de estadías está entre los intervalos N1 al N9, acorde al Principio de Pareto. Es decir, el 80,70% de las toneladas almacenadas en bodegas, equivalentes a 72.703 toneladas, estuvo entre un rango de 1 a **36 días**. El 19,30%, equivalente a 17.386 toneladas, estuvo entre 37 a 66 días, en bodegas.

Anexo E: Aplicación Ley de Sturges a estadías de productos del cliente Gamma

A continuación, en la tabla 44 se muestra la distribución de frecuencia (1) del cliente Gamma, aplicando la Ley de Sturges.

Tabla 44: Distribución de frecuencias (1) – Estadía cliente Gamma

N	Limite inferior	Limite superior	Intervalos (días)	Frecuencia absoluta (Q)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia relativa acumulada (%)
1	1	33	Entre 1 - 33	18.313	97,23%	97,23%
2	34	66	Entre 34 - 66	170	0,90%	98,13%
3	67	99	Entre 67 - 99	80	0,42%	98,56%
4	100	132	Entre 100 - 132	32	0,17%	98,73%
5	133	165	Entre 133 - 165	32	0,17%	98,90%
6	166	198	Entre 166 - 198	80	0,42%	99,32%
7	199	231	Entre 199 - 231	64	0,34%	99,66%
8	232	264	Entre 232 - 264	48	0,25%	99,92%
9	265	297	Entre 265 - 297	16	0,08%	100,00%
10	298	330	Entre 298 - 330	-	0,00%	100,00%
11	331	363	Entre 331 - 363	-	0,00%	100,00%
12	364	396	Entre 364 - 396	-	0,00%	100,00%
13	397	429	Entre 397 - 429	-	0,00%	100,00%
14	430	462	Entre 430 - 462	-	0,00%	100,00%
15	463	495	Entre 463 - 495	-	0,00%	100,00%
16	496	528	Entre 496 - 528	-	0,00%	100,00%
17	529	561	Entre 529 - 561	-	0,00%	100,00%
18	562	594	Entre 562 - 594	-	0,00%	100,00%
Total				18.835	100,00%	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 44, se obtiene que 97,23%, equivalente a 18.313 cantidades de formato de productos, fueron almacenados entre un rango de 1 a 33 días, y el 2,77% de formato de productos restantes, equivalente 522 cantidades de formato de productos, estuvo almacenado entre un rango de 34 a 297 días, en bodegas.

Ya que el intervalo N1 posee la mayor concentración de productos almacenados (frecuencia relativa acumulada), a continuación, se muestra la tabla 45 donde se depurará el intervalo, aplicando por segunda vez la Ley de Sturges. Para dicha tabla, se consideró 18.313 datos, correspondiente a las cantidades de formatos de productos comprendidas entre el rango de 1 a 33 días de la tabla 44, donde se obtuvo 17 intervalos con una amplitud de 2 días, con un límite máximo de 33 días de permanencia.

Esta segunda tabla de distribución de frecuencias nos permitirá conocer en mayor detalle la tendencia en la estadía y en la rotación de productos en bodegas, para el cliente Gamma.

Tabla 45: Distribución de frecuencias (2) – Estadía cliente Gamma

N	Limite inferior	Limite superior	Intervalos (días)	Frecuencia absoluta (Q)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia relativa acumulada (%)
1	1	2	Entre 1 - 2	4.924	26,89%	26,89%
2	3	4	Entre 3 - 4	3.352	18,30%	45,19%
3	5	6	Entre 5 - 6	2.588	14,13%	59,32%
4	7	8	Entre 7 - 8	2.096	11,45%	70,77%
5	9	10	Entre 9 - 10	2.391	13,06%	83,83%
6	11	12	Entre 11 - 12	616	3,36%	87,19%
7	13	14	Entre 13 - 14	430	2,35%	89,54%
8	15	16	Entre 15 - 16	360	1,97%	91,50%
9	17	18	Entre 17 - 18	210	1,15%	92,65%
10	19	20	Entre 19 - 20	264	1,44%	94,09%
11	21	22	Entre 21 - 22	444	2,42%	96,52%
12	23	24	Entre 23 - 24	278	1,52%	98,03%
13	25	26	Entre 25 - 26	88	0,48%	98,51%
14	27	28	Entre 27 - 28	220	1,20%	99,72%
15	29	30	Entre 29 - 30	52	0,28%	100,00%
16	31	33	Entre 31 - 33	-	0,00%	100,00%
17	33	34	Entre 33 - 34	-	0,00%	100,00%
Total				18.313	100,00%	

Fuente: Elaboración propia

Al reducir la amplitud de los intervalos a 2 días, se puede apreciar en detalle que la concentración de estadías está entre los intervalos N1 al N5 acorde al Principio de Pareto. Es decir, el 83,83% de los productos almacenados en bodegas, estuvo entre un rango de estadía menor o igual a **10 días**. Y el 16,17% restante, equivalente a 2.962 formatos de productos, estuvo almacenado entre 11 a 30 días en bodegas.

Acorde a lo anteriormente señalado, y considerando que el 92,49% de los productos despachados solicitaron el servicio de almacenaje, el cliente Gamma posee una alta rotación de productos en bodegas.

Anexo F: Aplicación Ley de Sturges a estadías de productos del cliente Épsilon

A continuación, en la tabla 46 se muestra la distribución de frecuencia (1) del cliente Épsilon, aplicando la Ley de Sturges.

Tabla 46: Distribución de frecuencias (1) – Estadía cliente Épsilon

N	Limite inferior	Limite superior	Intervalos (días)	Frecuencia absoluta (Q)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia relativa acumulada (%)
1	1	33	Entre 1 - 33	7.497	47,58%	47,58%
2	34	66	Entre 34 - 66	4.378	27,78%	75,36%
3	67	99	Entre 67 - 99	1.957	12,42%	87,78%
4	100	132	Entre 100 - 132	958	6,08%	93,86%
5	133	165	Entre 133 - 165	341	2,16%	96,03%
6	166	198	Entre 166 - 198	155	0,98%	97,01%
7	199	231	Entre 199 - 231	116	0,74%	97,75%
8	232	264	Entre 232 - 264	81	0,51%	98,26%
9	265	297	Entre 265 - 297	40	0,25%	98,51%
10	298	330	Entre 298 - 330	73	0,46%	98,98%
11	331	363	Entre 331 - 363	78	0,50%	99,47%
12	364	396	Entre 364 - 396	12	0,08%	99,55%
13	397	429	Entre 397 - 429	52	0,33%	99,88%
14	430	462	Entre 430 - 462	2	0,01%	99,89%
15	463	495	Entre 463 - 495	5	0,03%	99,92%
16	496	528	Entre 496 - 528	5	0,03%	99,96%
17	529	561	Entre 529 - 561	-	0,00%	99,96%
18	562	594	Entre 562 - 594	7	0,04%	100,00%
Total				15.757	100,00%	

Fuente: Elaboración propia

La tabla 46 consideró una muestra de 15.757 datos, correspondiente a las cantidades de formatos de productos, obteniendo que el 47,58% de los productos estuvo entre un rango de 1 a 33 días, equivalente a 7.497 formatos de productos, el 27,78% de los formatos de productos estuvo entre 34 a 66 días en bodegas, y el 12,42%, equivalente a 1.957 formatos de productos, estuvo entre 67 a 99 días almacenados. Es decir, el 87,78% de los formatos de productos almacenados (frecuencia relativa acumulada), se encuentra comprendido entre un rango de 1 a 99 días, en bodega.

En comparación con los otros clientes mencionados en esta sección, el cliente Épsilon es el único que posee una concentración de productos entre los intervalos N1 a N3, dado ello, se depurarán los intervalos N1, N2 y N3, aplicando por segunda vez la Ley de Sturges.

Para depurar los intervalos N1, N2 y N3, se consideró 13.832 datos, correspondiente a las cantidades de formatos de productos comprendidas entre los rangos de estadía de 1 a 99 días de la tabla 46, obteniendo 17 intervalos con una amplitud de 6 días, con un límite máximo de 99 días de permanencia.

Esta segunda tabla de distribución de frecuencias (tabla 47) permitirá conocer en mayor detalle la tendencia en la estadía y en la rotación de formatos de productos en bodegas, para el cliente Épsilon.

Tabla 47: Distribución de frecuencias (2) – Estadía cliente Épsilon

N	Límite inferior	Límite superior	Intervalos (días)	Frecuencia absoluta (Q)	Frecuencia relativa (%)	Frecuencia relativa acumulada (%)
1	1	6	Entre 1 - 6	3.665	26,50%	26,50%
2	7	12	Entre 7 - 12	1.032	7,46%	33,96%
3	13	18	Entre 13 - 18	1.069	7,73%	41,69%
4	19	24	Entre 19 - 24	713	5,15%	46,84%
5	25	30	Entre 25 - 30	740	5,35%	52,19%
6	31	36	Entre 31 - 36	767	5,55%	57,74%
7	37	42	Entre 37 - 42	712	5,15%	62,88%
8	43	48	Entre 43 - 48	518	3,74%	66,63%
9	49	54	Entre 49 - 54	1.475	10,66%	77,29%
10	55	60	Entre 55 - 60	609	4,40%	81,69%
11	61	66	Entre 61 - 66	575	4,16%	85,85%
12	67	72	Entre 67 - 72	466	3,37%	89,22%
13	73	78	Entre 73 - 78	495	3,58%	92,80%
14	79	84	Entre 79 - 84	235	1,70%	94,50%
15	85	90	Entre 85 - 90	323	2,34%	96,83%
16	91	96	Entre 91 - 96	319	2,31%	99,14%
17	97	102	Entre 97 - 102	119	0,86%	100,00%
Total				13.832	100,00%	

Fuente: Elaboración propia

Al reducir la amplitud de los intervalos a 6 días, se puede apreciar en detalle que la concentración de estadías está entre los intervalos N1 al N10, acorde al Principio de Pareto. Es decir, el 81,69% de los formatos de productos almacenadas en bodegas, equivalente a 11.300 unidades, estuvo entre un rango de 1 a 60 días, es decir, aproximadamente dentro de **dos** meses. Y el 18,31% restante, estuvo entre un rango 61 a 99 días en bodegas.

Anexo G

Tabla 48: Stock promedio de productos, cliente Épsilon

Meses	Entrada	Salida	Stock
ene-15	132		
feb-15	110	242	-
mar-15	161	161	-
abr-15	177	100	77
may-15	84	161	-
jun-15	99	99	-
jul-15	193	160	33
ago-15	127	160	-
sept-15	88	88	-
oct-15	160	160	-
nov-15	159	159	-
dic-15	193	192	1
ene-16	128	80	49
feb-16	116	157	8
mar-16	177	155	30
abr-16	134	156	8
may-16	78	78	8
jun-16	160	160	8
jul-16	204	160	52
ago-16	130	174	8
sept-16	186	137	57
oct-16	161	162	56
nov-16	144	159	41
dic-16	84	117	8
ene-17	110	77	41
feb-17	104	115	30
mar-17	102	102	30
abr-17	121	143	8
may-17	118	118	8
jun-17	189		197
Total	4.129	3.932	758
Promedio stock			27

Fuente: Elaboración propia

Anexo H: Clasificación de productos – cliente Alfa

Tabla 49: Análisis ABC tradicional, criterio Demanda de productos – cliente Alfa

Clasificación ABC - Criterio "Demanda de productos"				
Productos	Demanda (ton)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación
Kraft 273	16.066	23,80%	23,80%	A
Onda 160	12.126	17,97%	41,77%	A
Kraft 205	5.974	8,85%	50,62%	A
Kraft 171	5.777	8,56%	59,18%	A
Kraft 135	4.931	7,31%	66,49%	A
Kraft 127	4.439	6,58%	73,06%	A
Kraft 200	4.288	6,35%	79,42%	A
Semiquimico 160	3.721	5,51%	84,93%	B
Kraft 220	2.715	4,02%	88,95%	B
Kraft 229	2.101	3,11%	92,07%	B
Kraft 400	1.137	1,68%	93,75%	B
Kraft 125	1.120	1,66%	95,41%	C
Kraft 175	529	0,78%	96,19%	C
Whitetop 205	433	0,64%	96,83%	C
Kraft 230	282	0,42%	97,25%	C
Whitetop 175	272	0,40%	97,65%	C
Onda 125	244	0,36%	98,02%	C
Kraft 151	190	0,28%	98,30%	C
Kraft 160	172	0,25%	98,55%	C
Kraft 170	168	0,25%	98,80%	C
Kraft 132	148	0,22%	99,02%	C
Kraft 271	146	0,22%	99,24%	C
Whitetop 230	122	0,18%	99,42%	C
Kraft 145	92	0,14%	99,55%	C
Kraft 130	76	0,11%	99,67%	C
Onda 150	50	0,07%	99,74%	C
Kraft 440	48	0,07%	99,81%	C
Kraft 110	45	0,07%	99,88%	C
Kraft 90	24	0,04%	99,91%	C
Kraft 80	23	0,03%	99,95%	C
Semiquimico 155	23	0,03%	99,98%	C
Estucado 185	12	0,02%	100,00%	C
Total	67.493	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Análisis ABC tradicional, criterio Estadía promedio – cliente Alfa

Clasificación ABC - Criterio "Estadía promedio"				
Productos	Estadía (promedio)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación
Kraft 125	106	11,47%	11,47%	A
Kraft 400	88	9,52%	21,00%	A
Kraft 145	68	7,36%	28,35%	A
Kraft 90	63	6,82%	35,17%	A
Kraft 230	51	5,52%	40,69%	A
Kraft 220	38	4,11%	44,81%	A
Kraft 271	38	4,11%	48,92%	A
Kraft 200	34	3,68%	52,60%	A
Kraft 229	33	3,57%	56,17%	A
Kraft 171	29	3,14%	59,31%	A
Whitetop 175	29	3,14%	62,45%	A
Kraft 151	28	3,03%	65,48%	A
Semiquimico 160	27	2,92%	68,40%	A
Kraft 205	26	2,81%	71,21%	A
Kraft 175	26	2,81%	74,03%	A
Kraft 273	25	2,71%	76,73%	A
Onda 160	24	2,60%	79,33%	A
Kraft 170	23	2,49%	81,82%	B
Kraft 440	22	2,38%	84,20%	B
Onda 150	21	2,27%	86,47%	B
Kraft 135	20	2,16%	88,64%	B
Kraft 132	20	2,16%	90,80%	B
Kraft 127	18	1,95%	92,75%	B
Kraft 110	15	1,62%	94,37%	B
Onda 125	15	1,62%	96,00%	C
Kraft 80	13	1,41%	97,40%	C
Whitetop 205	10	1,08%	98,48%	C
Kraft 130	9	0,97%	99,46%	C
Whitetop 230	2	0,22%	99,68%	C
Estucado 185	1	0,11%	99,78%	C
Semiquimico 155	1	0,11%	99,89%	C
Kraft 160	1	0,11%	100,00%	C
Total	924	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Resultados por matriz de dos criterios de Flores – Cliente Alfa

Productos	Resultado de Matriz de Flores	Reclasificación a resultado matriz de Flores
Kraft 273	AA	A
Onda 160	AA	A
Kraft 205	AA	A
Kraft 171	AA	A
Kraft 200	AA	A
Kraft 135	AB	A
Kraft 127	AB	A
Semiquimico 160	BA	A
Kraft 220	BA	A
Kraft 229	BA	A
Kraft 400	BA	A
Kraft 125	CA	B
Kraft 175	CA	B
Kraft 230	CA	B
Whitetop 175	CA	B
Kraft 151	CA	B
Kraft 271	CA	B
Kraft 145	CA	B
Kraft 90	CA	B
Kraft 170	CB	C
Kraft 132	CB	C
Onda 150	CB	C
Kraft 440	CB	C
Kraft 110	CB	C
Whitetop 205	CC	C
Kraft 160	CC	C
Whitetop 230	CC	C
Kraft 130	CC	C
Kraft 80	CC	C
Semiquimico 155	CC	C
Estucado 185	CC	C
Onda 125	CC	C

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53: Clasificación ABC Modelo de Wan Lung – cliente Alfa

Productos	Ponderación Demanda	Ponderación Estadia	Puntaje total	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clasificación
Kraft 273	1,000	0,236	0,618	9,57%	9,57%	A
Kraft 125	0,069	1,000	0,535	8,28%	17,85%	A
Onda 160	0,755	0,226	0,491	7,60%	25,44%	A
Kraft 400	0,070	0,830	0,450	6,97%	32,42%	A
Kraft 145	0,005	0,642	0,324	5,01%	37,43%	A
Kraft 171	0,359	0,274	0,317	4,90%	42,33%	A
Kraft 205	0,371	0,245	0,309	4,78%	47,11%	A
Kraft 90	0,001	0,594	0,298	4,61%	51,72%	A
Kraft 200	0,266	0,321	0,294	4,55%	56,27%	A
Kraft 220	0,168	0,358	0,264	4,08%	60,35%	A
Kraft 230	0,017	0,481	0,249	3,86%	64,21%	A
Kraft 135	0,306	0,189	0,248	3,84%	68,05%	A
Semiquimico 160	0,231	0,255	0,243	3,76%	71,81%	A
Kraft 127	0,276	0,170	0,223	3,45%	75,27%	A
Kraft 229	0,130	0,311	0,221	3,42%	78,69%	A
Kraft 271	0,008	0,358	0,184	2,85%	81,53%	B
Whitetop 175	0,016	0,274	0,145	2,25%	83,78%	B
Kraft 175	0,032	0,245	0,139	2,15%	85,94%	B
Kraft 151	0,011	0,264	0,138	2,14%	88,07%	B
Kraft 170	0,010	0,217	0,114	1,76%	89,83%	B
Kraft 440	0,002	0,208	0,105	1,63%	91,46%	B
Onda 150	0,002	0,198	0,101	1,56%	93,02%	B
Kraft 132	0,009	0,189	0,099	1,53%	94,55%	B
Onda 125	0,014	0,142	0,078	1,21%	95,77%	C
Kraft 110	0,002	0,142	0,072	1,12%	96,88%	C
Kraft 80	0,001	0,123	0,062	0,96%	97,84%	C
Whitetop 205	0,026	0,094	0,061	0,94%	98,78%	C
Kraft 130	0,004	0,085	0,045	0,69%	99,48%	C
Whitetop 230	0,007	0,019	0,013	0,20%	99,68%	C
Kraft 160	0,010	0,009	0,010	0,16%	99,84%	C
Semiquimico 155	0,001	0,009	0,005	0,08%	99,92%	C
Estucado 185	0,000	0,009	0,005	0,08%	100,00%	C
TOTAL			6,459	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Anexo I: Clasificación de productos – cliente Beta

Tabla 54: Análisis ABC tradicional, criterio Demanda de productos – cliente Beta

Clasificación ABC - Criterio "Demanda de productos"				
Productos	Demanda (ton)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación
Kraft 125	31.614	30,19%	30,19%	A
Kraft 273	19.266	18,40%	48,59%	A
Kraft 200	8.497	8,12%	56,71%	A
Kraft 361	7.925	7,57%	64,28%	A
Semiquimico 127	7.449	7,11%	71,39%	A
Britetop 205	5.337	5,10%	76,49%	A
Semiquimico 130	5.235	5,00%	81,49%	B
Kraft 170	4.905	4,68%	86,17%	B
Whitetop 115	4.311	4,12%	90,29%	B
Britetop 275	3.614	3,45%	93,74%	B
Kraft 140	3.233	3,09%	96,83%	C
Semiquimico 195	2.914	2,78%	99,61%	C
Cartonpardo 420	102	0,10%	99,71%	C
Onda 100	101	0,10%	99,81%	C
Semiquimico 175	72	0,07%	99,88%	C
Semiquimico 155	57	0,05%	99,93%	C
Corrugado 146	25	0,02%	99,96%	C
Jadewhite 135	24	0,02%	99,98%	C
Jadewhite 120	23	0,02%	100,00%	C
Total	104.704	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55: Análisis ABC tradicional, criterio Estadía promedio – cliente Beta

Clasificación ABC - Criterio "Estadía promedio"				
Productos	Estadía (promedio)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación
Semiquimico 130	71	11,43%	11,43%	A
Semiquimico 175	58	9,34%	20,77%	A
Kraft 361	47	7,57%	28,34%	A
Kraft 273	47	7,57%	35,91%	A
Kraft 170	46	7,41%	43,32%	A
Cartonpardo 420	39	6,28%	49,60%	A
Britetop 275	37	5,96%	55,56%	A
Kraft 125	34	5,48%	61,03%	A
Semiquimico 195	34	5,48%	66,51%	A
Semiquimico 127	34	5,48%	71,98%	A
Kraft 140	32	5,15%	77,13%	A
Britetop 205	27	4,35%	81,48%	B
Onda 100	19	3,06%	84,54%	B
Corrugado 146	17	2,74%	87,28%	B
Kraft 200	17	2,74%	90,02%	B
Jadewhite 135	16	2,58%	92,59%	B
Jadewhite 120	16	2,58%	95,17%	C
Semiquimico 155	15	2,42%	97,58%	C
Whitetop 115	15	2,42%	100,00%	C
Total	621	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56: Matriz de dos criterios de Flores – Cliente Beta

		Clasificación ABC - Criterio "Estadía promedio"																			
		Kraft 125	Kraft 273	Kraft 200	Kraft 361	Semiquimico 127	Britetop 205	Semiquimico 130	Kraft 170	Whitetop 115	Britetop 275	Kraft 140	Semiquimico 195	Cartonpardo 420	Onda 100	Semiquimico 175	Semiquimico 155	Corrugado 146	Jadewhite 135	Jadewhite 120	
		A	A	B	A	A	B	A	A	C	A	A	A	A	B	A	C	B	B	C	
Clasificación ABC - Criterio "Demanda de productos"	Kraft 125	A	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AA	AA	AC	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AC	AB	AB	AC
	Kraft 273	A	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AA	AA	AC	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AC	AB	AB	AC
	Kraft 200	A	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AA	AA	AC	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AC	AB	AB	AC
	Kraft 361	A	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AA	AA	AC	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AC	AB	AB	AC
	Semiquimico 127	A	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AA	AA	AC	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AC	AB	AB	AC
	Britetop 205	A	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AA	AA	AC	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AC	AB	AB	AC
	Semiquimico 130	B	BA	BA	BB	BA	BA	BB	BA	BA	BC	BA	BA	BA	BA	BB	BA	BC	BB	BB	BC
	Kraft 170	B	BA	BA	BB	BA	BA	BB	BA	BA	BC	BA	BA	BA	BA	BB	BA	BC	BB	BB	BC
	Whitetop 115	B	BA	BA	BB	BA	BA	BB	BA	BA	BC	BA	BA	BA	BA	BB	BA	BC	BB	BB	BC
	Britetop 275	B	BA	BA	BB	BA	BA	BB	BA	BA	BC	BA	BA	BA	BA	BB	BA	BC	BB	BB	BC
	Kraft 140	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
	Semiquimico 195	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
	Cartonpardo 420	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
	Onda 100	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
	Semiquimico 175	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
	Semiquimico 155	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC
Corrugado 146	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC	
Jadewhite 135	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC	
Jadewhite 120	C	CA	CA	CB	CA	CA	CB	CA	CA	CC	CA	CA	CA	CA	CB	CA	CC	CB	CB	CC	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Resultados por matriz de dos criterios de Flores – cliente Beta

Productos	Resultado de Matriz de Flores	Reclasificación a resultado matriz de Flores
Kraft 125	AA	A
Kraft 273	AA	A
Kraft 361	AA	A
Semiquimico 127	AA	A
Kraft 200	AB	A
Britetop 205	AB	A
Semiquimico 130	BA	A
Kraft 170	BA	A
Britetop 275	BA	A
Kraft 140	CA	B
Semiquimico 195	CA	B
Cartonpardo 420	CA	B
Semiquimico 175	CA	B
Whitetop 115	BC	C
Onda 100	CB	C
Corrugado 146	CB	C
Jadewhite 135	CB	C
Semiquimico 155	CC	C
Jadewhite 120	CC	C

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58: Clasificación ABC Modelo de Wan Lung – cliente Beta

Productos	Ponderación Demanda	Ponderación Estadía	Puntaje total	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clasificación
Kraft 125	1,000	0,339	0,670	14,40%	14,40%	A
Kraft 273	0,609	0,571	0,590	12,69%	27,09%	A
Semiquimico 130	0,165	1,000	0,582	12,53%	39,62%	A
Kraft 361	0,250	0,571	0,411	8,83%	48,45%	A
Semiquimico 175	0,002	0,768	0,385	8,27%	56,73%	A
Kraft 170	0,155	0,554	0,354	7,61%	64,34%	A
Semiquimico 127	0,235	0,339	0,287	6,18%	70,51%	A
Britetop 275	0,114	0,393	0,253	5,45%	75,96%	A
Cartonpardo 420	0,003	0,429	0,216	4,63%	80,60%	B
Semiquimico 195	0,092	0,339	0,215	4,63%	85,23%	B
Kraft 140	0,102	0,304	0,203	4,36%	89,58%	B
Britetop 205	0,168	0,214	0,191	4,11%	93,70%	B
Kraft 200	0,268	0,036	0,152	3,27%	96,96%	C
Whitetop 115	0,136	0,000	0,068	1,46%	98,42%	C
Onda 100	0,002	0,071	0,037	0,79%	99,22%	C
Corrugado 146	0,000	0,036	0,018	0,38%	99,60%	C
Jadewhite 135	0,000	0,018	0,009	0,19%	99,80%	C
Jadewhite 120	0,000	0,018	0,009	0,19%	99,99%	C
Semiquimico 155	0,001	0,000	0,001	0,01%	100,00%	C
Total			4,650	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Anexo J: Clasificación de productos – cliente Gamma

Tabla 59: Análisis ABC tradicional, criterio Demanda de productos – cliente Gamma

Clasificación ABC - Criterio "Demanda de productos"				
Productos	Demanda (ton)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación
Molibdeno	22.737	97,41%	97,41%	A
Cemento de cobre	606	2,59%	100,00%	C
Total	23.343	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Análisis ABC tradicional, criterio Estadía promedio – cliente Gamma

Clasificación ABC - Criterio "Estadía promedio"				
Productos	Estadía (promedio)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación
Cemento de cobre	94	93,07%	93,07%	A
Molibdeno	7	6,93%	100,00%	B
Total	101	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61: Matriz de dos criterios de Flores – cliente Gamma

		Criterio "Estadía promedio"	
		Molibdeno	Cemento de cobre
	Criterio "Demanda de productos"		A B
Molibdeno	A	AA	AB
Cemento de cobre	C	CA	CB

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62: Resultados por matriz de dos criterios de Flores – cliente Gamma

Productos	Resultado de Matriz de Flores	Reclasificación a resultado matriz de Flores
Molibdeno	AA	A
Cemento de cobre	CB	C

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Clasificación ABC Modelo de Wan Lung – cliente Gamma

Productos	Ponderación Demanda	Ponderación Estadía	Puntaje total	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clasificación
Molibdeno	1,000	1,000	1,000	100,00%	100,00%	A
Cemento de cobre	0,000	0,000	0,000	0,00%	0,00%	C
Total			1,000	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Anexo K: Clasificación de productos – cliente Épsilon**Tabla 64: Análisis ABC tradicional, criterio Demanda de productos – cliente Épsilon**

Clasificación ABC - Criterio "Demanda de productos"				
Formato de productos	Demanda (ton)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación
Maxisaco	10.678	85,15%	85,15%	A
IBC	969	7,73%	92,88%	B
Pallet	893	7,12%	100,00%	C
Total	12.540	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 65: Análisis ABC tradicional, criterio Estadía promedio – cliente Épsilon

Clasificación ABC - Criterio "Estadía promedio"				
Formato de productos	Estadía (promedio)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación
Maxisaco	63	48,09%	48,09%	A
Pallet	56	42,75%	90,84%	A
IBC	12	9,16%	100,00%	C
Total	131	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66: Matriz de dos criterios de Flores – cliente Épsilon

		Criterio "Estadía promedio"			
		Maxisacos	IBC	Pallet	
Criterio "Demanda de producto"	Maxisacos	A	AA	AC	AA
	IBC	B	BA	BC	BA
	Pallet	C	CA	CC	CA

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67: Resultados por matriz de dos criterios de Flores – cliente Épsilon

Formato de productos	Resultado Matriz dos criterios de Flores	Clasificación multicriterio final
Maxisacos	AA	A
IBC	BC	C
Pallet	CA	B

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68: Clasificación ABC Modelo de Wan Lung – Épsilon

Productos	Ponderación Demanda	Ponderación Estadía	Puntaje total	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clasificación
Maxisacos	1,000	1,000	1,000	69,67%	69,67%	A
Pallet	-	0,863	0,431	30,06%	99,73%	A
IBC	0,008	-	0,004	0,27%	100,00%	C
Total			1,435	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Anexo L: Clasificación de productos – totalidad de productos

Tabla 69: Análisis ABC tradicional, criterio Demanda de productos – totalidad de productos

Formato de productos	Demanda (ton)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación
I-Kraft 125	31.614	14,50%	14,50%	A
P-Molibdeno	22.737	10,43%	24,94%	A
I-Kraft 273	19.266	8,84%	33,78%	A
C-Kraft 273	16.066	7,37%	41,15%	A
C-Onda 160	12.126	5,56%	46,71%	A
S-Maxisaco	10.678	4,90%	51,61%	A
T-Catodos de cobre	9.874	4,53%	56,14%	A
I-Kraft 200	8.497	3,90%	60,04%	A
I-Kraft 361	7.925	3,64%	63,68%	A
I-Semiquimico 127	7.449	3,42%	67,09%	A
C-Kraft 205	5.974	2,74%	69,83%	A
C-Kraft 171	5.777	2,65%	72,48%	A
I-Britetop 205	5.337	2,45%	74,93%	A
I-Semiquimico 130	5.235	2,40%	77,34%	A
C-Kraft 135	4.931	2,26%	79,60%	A
I-Kraft 170	4.905	2,25%	81,85%	B
C-Kraft 127	4.439	2,04%	83,88%	B
I-Whitetop 115	4.311	1,98%	85,86%	B
C-Kraft 200	4.288	1,97%	87,83%	B
C-Semiquimico 160	3.721	1,71%	89,54%	B
I-Britetop 275	3.614	1,66%	91,20%	B
I-Kraft 140	3.233	1,48%	92,68%	B
I-Semiquimico 195	2.914	1,34%	94,02%	B
C-Kraft 220	2.715	1,25%	95,26%	C
C-Kraft 229	2.101	0,96%	96,23%	C
C-Kraft 400	1.137	0,52%	96,75%	C
C-Kraft 125	1.120	0,51%	97,26%	C
S-IBC	969	0,44%	97,71%	C
S-Pallet	893	0,41%	98,12%	C
P-Cemento de cobre	606	0,28%	98,39%	C
C-Kraft 175	529	0,24%	98,64%	C
C-Whitetop 205	433	0,20%	98,83%	C
C-Kraft 230	282	0,13%	98,96%	C
C-Whitetop 175	272	0,12%	99,09%	C
C-Onda 125	244	0,11%	99,20%	C
C-Kraft 151	190	0,09%	99,29%	C
C-Kraft 160	172	0,08%	99,37%	C
C-Kraft 170	168	0,08%	99,44%	C
C-Kraft 132	148	0,07%	99,51%	C
C-Kraft 271	146	0,07%	99,58%	C
C-Whitetop 230	122	0,06%	99,63%	C
I-Cartonpardo 420	102	0,05%	99,68%	C
I-Onda 100	101	0,05%	99,73%	C
C-Kraft 145	92	0,04%	99,77%	C
C-Kraft 130	76	0,03%	99,80%	C
I-Semiquimico 175	72	0,03%	99,84%	C
I-Semiquimico 155	57	0,03%	99,86%	C
C-Onda 150	50	0,02%	99,89%	C
C-Kraft 440	48	0,02%	99,91%	C
C-Kraft 110	45	0,02%	99,93%	C
I-Corrugado 146	25	0,01%	99,94%	C
C-Kraft 90	24	0,01%	99,95%	C
I-Jadewhite 135	24	0,01%	99,96%	C
C-Kraft 80	23	0,01%	99,97%	C
I-Jadewhite 120	23	0,01%	99,98%	C
C-Semiquimico 155	23	0,01%	99,99%	C
C-Estucado 185	12	0,01%	100,00%	C
Total	217.954	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70: Análisis ABC tradicional, criterio Estadía promedio – totalidad de productos

Productos	Estadía (promedio)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)	Clasificación
C-Kraft 125	106	5,87%	5,87%	A
P-Cemento de cobre	94	5,20%	11,07%	A
C-Kraft 400	88	4,87%	15,94%	A
I-Semiquimico 130	71	3,93%	19,87%	A
C-Kraft 145	68	3,76%	23,63%	A
C-Kraft 90	63	3,49%	27,12%	A
S-Maxisaco	63	3,49%	30,60%	A
I-Semiquimico 175	58	3,21%	33,81%	A
S-Pallet	56	3,10%	36,91%	A
C-Kraft 230	51	2,82%	39,73%	A
I-Kraft 361	47	2,60%	42,34%	A
I-Kraft 273	47	2,60%	44,94%	A
I-Kraft 170	46	2,55%	47,48%	A
I-Cartonpardo 420	39	2,16%	49,64%	A
C-Kraft 220	38	2,10%	51,74%	A
C-Kraft 271	38	2,10%	53,85%	A
I-Britetop 275	37	2,05%	55,89%	A
C-Kraft 200	34	1,88%	57,78%	A
I-Kraft 125	34	1,88%	59,66%	A
I-Semiquimico 195	34	1,88%	61,54%	A
I-Semiquimico 127	34	1,88%	63,42%	A
C-Kraft 229	33	1,83%	65,25%	A
I-Kraft 140	32	1,77%	67,02%	A
T-Catodos de cobre	30	1,66%	68,68%	A
C-Kraft 171	29	1,60%	70,28%	A
C-Whitetop 175	29	1,60%	71,89%	A
C-Kraft 151	28	1,55%	73,44%	A
C-Semiquimico 160	27	1,49%	74,93%	A
I-Britetop 205	27	1,49%	76,43%	A
C-Kraft 205	26	1,44%	77,86%	A
C-Kraft 175	26	1,44%	79,30%	A
C-Kraft 273	25	1,38%	80,69%	B
C-Onda 160	24	1,33%	82,01%	B
C-Kraft 170	23	1,27%	83,29%	B
C-Kraft 440	22	1,22%	84,50%	B
C-Onda 150	21	1,16%	85,67%	B
C-Kraft 135	20	1,11%	86,77%	B
C-Kraft 132	20	1,11%	87,88%	B
I-Onda 100	19	1,05%	88,93%	B
C-Kraft 127	18	1,00%	89,93%	B
I-Corrugado 146	17	0,94%	90,87%	B
I-Kraft 200	17	0,94%	91,81%	B
I-Jadewhite 135	16	0,89%	92,70%	B
I-Jadewhite 120	16	0,89%	93,58%	B
C-Kraft 110	15	0,83%	94,41%	B
C-Onda 125	15	0,83%	95,24%	C
I-Semiquimico 155	15	0,83%	96,07%	C
I-Whitetop 115	15	0,83%	96,90%	C
C-Kraft 80	13	0,72%	97,62%	C
S-IBC	12	0,66%	98,28%	C
C-Whitetop 205	10	0,55%	98,84%	C
C-Kraft 130	9	0,50%	99,34%	C
P-Molibdeno	7	0,39%	99,72%	C
C-Whitetop 230	2	0,11%	99,83%	C
C-Estucado 185	1	0,06%	99,89%	C
C-Semiquimico 155	1	0,06%	99,94%	C
C-Kraft 160	1	0,06%	100,00%	C
Total	1.807	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71: Resultados por matriz de dos criterios de Flores – totalidad de productos

Formato de productos	Resultado Matriz dos criterios de Flores	Clasificación multicriterio final
I-Kraft 125	AA	A
I-Kraft 273	AA	A
S-Maxisaco	AA	A
T-Catodos de cobre	AA	A
I-Kraft 361	AA	A
I-Semiquimico 127	AA	A
C-Kraft 205	AA	A
C-Kraft 171	AA	A
I-Britetop 205	AA	A
I-Semiquimico 130	AA	A
C-Kraft 273	AB	A
C-Onda 160	AB	A
I-Kraft 200	AB	A
C-Kraft 135	AB	A
I-Kraft 170	BA	A
C-Kraft 200	BA	A
C-Semiquimico 160	BA	A
I-Britetop 275	BA	A
I-Kraft 140	BA	A
I-Semiquimico 195	BA	A
P-Molibdeno	AC	B
C-Kraft 127	BB	B
C-Kraft 220	CA	B
C-Kraft 229	CA	B
C-Kraft 400	CA	B
C-Kraft 125	CA	B
P-Cemento de cobre	CA	B
C-Kraft 175	CA	B
C-Kraft 230	CA	B
C-Whitetop 175	CA	B
C-Kraft 151	CA	B
C-Kraft 271	CA	B
I-Cartonpardo 420	CA	B
C-Kraft 145	CA	B
I-Semiquimico 175	CA	B
C-Kraft 90	CA	B
S-Pallet	CA	B
S-IBC	CC	C
I-Whitetop 115	BC	C
C-Kraft 170	CB	C
C-Kraft 132	CB	C
I-Onda 100	CB	C
C-Onda 150	CB	C
C-Kraft 440	CB	C
C-Kraft 110	CB	C
I-Corrugado 146	CB	C
I-Jadewhite 135	CB	C
I-Jadewhite 120	CB	C
C-Whitetop 205	CC	C
C-Onda 125	CC	C
C-Kraft 160	CC	C
C-Whitetop 230	CC	C
C-Kraft 130	CC	C
I-Semiquimico 155	CC	C
C-Kraft 80	CC	C
C-Semiquimico 155	CC	C
C-Estucado 185	CC	C

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72: Clasificación ABC Modelo de Wan Lung – totalidad de productos

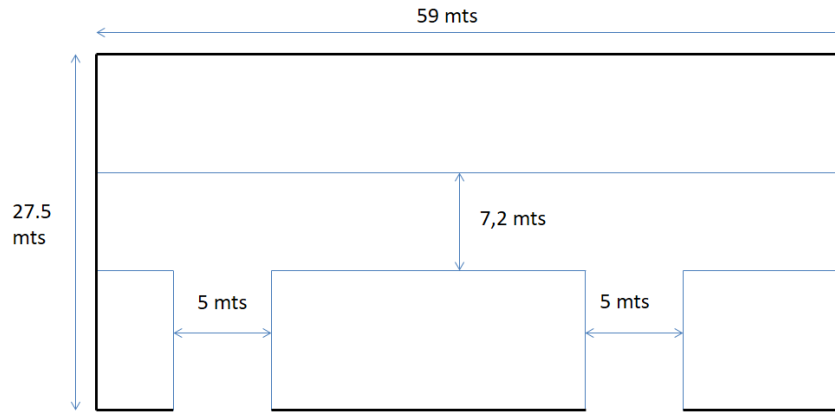
Productos	Ponderación Demanda	Ponderación Estadía	Puntaje total	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clasificación
I-Kraft 125	1,000	0,314	0,657	5,58%	5,58%	A
I-Kraft 273	0,609	0,438	0,524	4,45%	10,03%	A
C-Kraft 125	0,035	1,000	0,518	4,40%	14,43%	A
S-Maxisaco	0,338	0,590	0,464	3,94%	18,37%	A
P-Cemento de cobre	0,019	0,886	0,452	3,84%	22,21%	A
C-Kraft 400	0,036	0,829	0,432	3,67%	25,88%	A
I-Semiquimico 130	0,165	0,667	0,416	3,53%	29,42%	A
P-Molibdeno	0,719	0,057	0,388	3,30%	32,71%	A
C-Kraft 273	0,508	0,229	0,368	3,13%	35,84%	A
I-Kraft 361	0,250	0,438	0,344	2,92%	38,77%	A
C-Kraft 145	0,003	0,638	0,320	2,72%	41,49%	A
C-Onda 160	0,383	0,219	0,301	2,56%	44,05%	A
C-Kraft 90	0,000	0,590	0,295	2,51%	46,56%	A
T-Catodos de cobre	0,312	0,276	0,294	2,50%	49,06%	A
I-Kraft 170	0,155	0,429	0,292	2,48%	51,53%	A
S-Pallet	0,028	0,524	0,276	2,34%	53,88%	A
I-Semiquimico 127	0,235	0,314	0,275	2,33%	56,21%	A
I-Semiquimico 175	0,002	0,543	0,272	2,31%	58,53%	A
C-Kraft 230	0,009	0,476	0,242	2,06%	60,58%	A
I-Britetop 275	0,114	0,343	0,228	1,94%	62,53%	A
C-Kraft 200	0,135	0,314	0,225	1,91%	64,44%	A
C-Kraft 171	0,182	0,267	0,225	1,91%	66,34%	A
C-Kraft 220	0,086	0,352	0,219	1,86%	68,20%	A
C-Kraft 205	0,189	0,238	0,213	1,81%	70,02%	A
I-Kraft 200	0,269	0,152	0,210	1,79%	71,80%	A
I-Britetop 205	0,169	0,248	0,208	1,77%	73,57%	A
I-Semiquimico 195	0,092	0,314	0,203	1,73%	75,30%	A
I-Kraft 140	0,102	0,295	0,199	1,69%	76,98%	A
C-Kraft 229	0,066	0,305	0,185	1,58%	78,56%	A
C-Semiquimico 160	0,117	0,248	0,183	1,55%	80,11%	B
I-Cartonpardo 420	0,003	0,362	0,182	1,55%	81,66%	B
C-Kraft 271	0,004	0,352	0,178	1,51%	83,17%	B
C-Kraft 135	0,156	0,181	0,168	1,43%	84,60%	B
C-Kraft 127	0,140	0,162	0,151	1,28%	85,89%	B
C-Whitetop 175	0,008	0,267	0,137	1,17%	87,05%	B
I-Whitetop 115	0,136	0,133	0,135	1,14%	88,20%	B
C-Kraft 151	0,006	0,257	0,131	1,12%	89,31%	B
C-Kraft 175	0,016	0,238	0,127	1,08%	90,39%	B
C-Kraft 170	0,005	0,210	0,107	0,91%	91,31%	B
C-Kraft 440	0,001	0,200	0,101	0,85%	92,16%	B
C-Onda 150	0,001	0,190	0,096	0,81%	92,97%	B
C-Kraft 132	0,004	0,181	0,093	0,79%	93,76%	B
I-Onda 100	0,003	0,171	0,087	0,74%	94,50%	B
I-Corrugado 146	0,000	0,152	0,076	0,65%	95,15%	C
I-Jadewhite 135	0,000	0,143	0,072	0,61%	95,76%	C
I-Jadewhite 120	0,000	0,143	0,072	0,61%	96,37%	C
C-Onda 125	0,007	0,133	0,070	0,60%	96,96%	C
S-IBC	0,030	0,105	0,068	0,57%	97,54%	C
I-Semiquimico 155	0,001	0,133	0,067	0,57%	98,11%	C
C-Kraft 110	0,001	0,133	0,067	0,57%	98,68%	C
C-Kraft 80	0,000	0,114	0,057	0,49%	99,17%	C
C-Whitetop 205	0,013	0,086	0,050	0,42%	99,59%	C
C-Kraft 130	0,002	0,076	0,039	0,33%	99,92%	C
C-Whitetop 230	0,003	0,010	0,007	0,06%	99,98%	C
C-Kraft 160	0,005	-	0,003	0,02%	100,00%	C
C-Semiquimico 155	0,000	-	0,000	0,00%	100,00%	C
C-Estucado 185	-	-	-	0,00%	100,00%	C
Total			11,771	100,00%		

Fuente: Elaboración propia

Anexo M: Planos proporcionados por la empresa

Bodega N°1

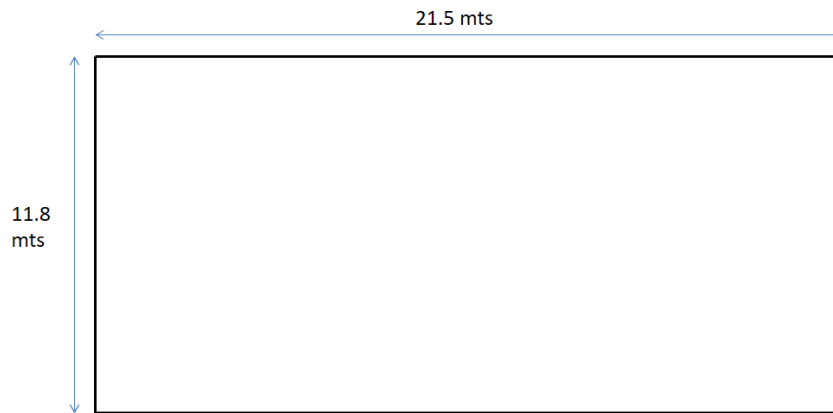
Ilustración 75: Dimensiones de Bodega N°1



Fuente: Ulog

Bodega N°2

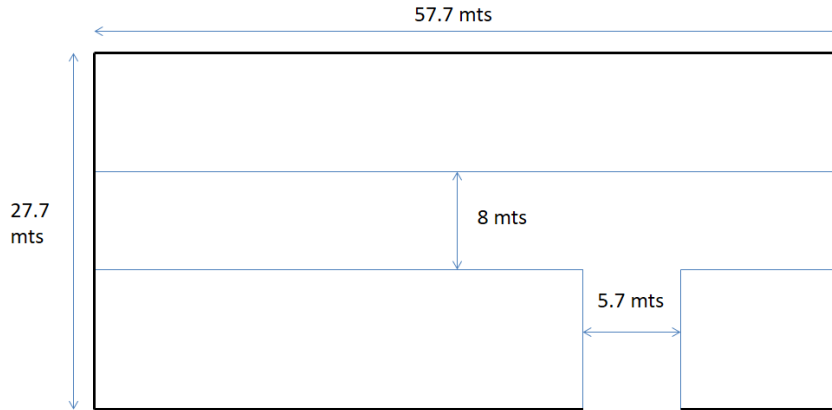
Ilustración 76: Dimensiones de Bodega N°2



Fuente: Ulog

Bodega N°3

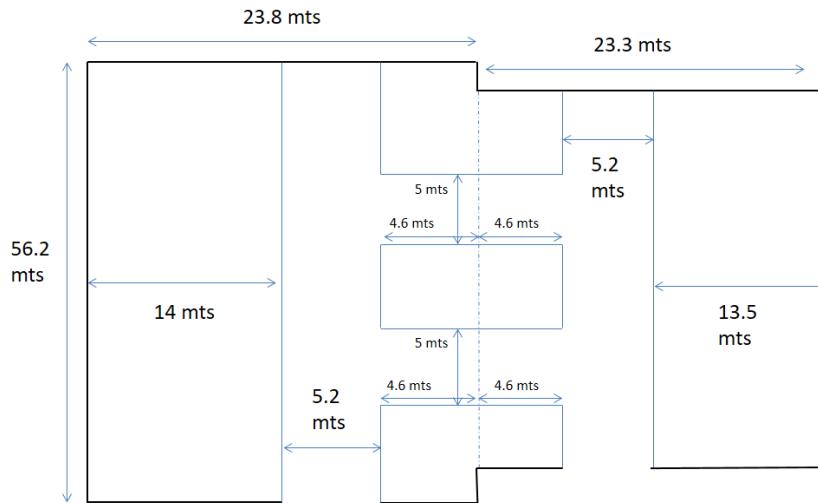
Ilustración 77: Dimensiones de Bodega N°3



Fuente: Ulog

Bodega Sopesa

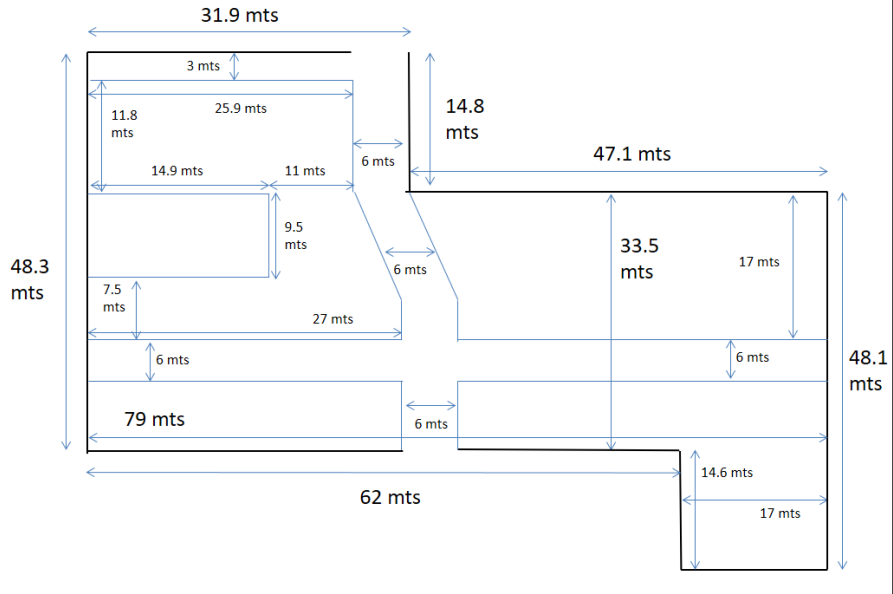
Ilustración 78: Dimensiones de Bodega Sopesa



Fuente: Ulog

Bodega Tripesca

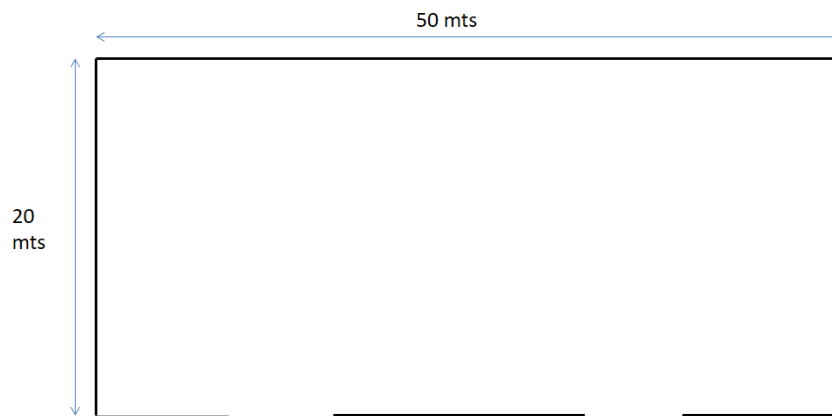
Ilustración 79: Dimensiones de Bodega Tripesca



Fuente: Ulog

Bodega Carpa

Ilustración 90: Dimensiones de Bodega Carpa



Fuente: Ulog

Anexo N

Tabla 73: Escenario optimista, ingreso mensual de productos

Cliente	Escenario/Clasificación de producto	Ene (Q)	Feb (Q)	Mar (Q)	Abr (Q)	May (Q)	Jun (Q)	Jul (Q)	Ago (Q)	Sept (Q)	Oct (Q)	Nov (Q)	Dic (Q)	Estadía (días)
Alfa	Optimista A	1.605	1.521	2.077	1.423	1.136	842	1.050	785	738	821	1.088	994	27
	Optimista B	230	173	76	104	86	42	41	30	11	67	30	14	64
	Optimista C	43	61	176	95	113	38	25	-	-	-	-	12	12
	Sub Total	1.878	1.755	2.329	1.622	1.335	922	1.116	815	749	906	1.118	1.020	
	Total	1.894	2.016	2.525	1.708	1.453	1.019	1.164	861	783	918	1.194	1.054	
Beta	Optimista A	2.224	2.244	1.948	1.688	1.397	1.622	1.452	1.256	1.163	1.449	1.608	2.279	39
	Optimista B	293	411	420	286	207	172	100	188	39	173	113	292	34
	Optimista C	158	25	111	171	138	98	93	67	74	128	37	45	15
	Sub Total	2.675	2.680	2.479	2.145	1.742	1.892	1.645	1.511	1.276	1.750	1.758	2.616	
	Total	3.398	3.386	3.207	2.785	2.287	2.339	2.155	1.960	1.678	2.104	2.216	3.113	
Gamma	Optimista A	532	602	678	756	1.008	718	700	1.064	862	699	1.084	1.134	7
	Optimista C	-	226	-	-	256	-	-	192	-	-	-	-	94
	Sub Total	532	828	678	756	1.264	718	700	1.256	862	699	1.084	1.134	
	Total	532	828	904	982	1.264	974	956	1.256	1.054	891	1.084	1.134	
Delta	Optimista A	80	242	161	156	161	160	160	174	137	162	159	192	30
	Total	80	242	161	156	161	160	160	174	137	162	159	192	
	Optimista A	771	578	538	717	672	639	400	414	530	535	354	502	63
	Optimista B	130	117	154	183	161	165	-	-	41	41	100	89	56
Epsilon	Optimista C	29	94	75	78	144	185	-	-	86	96	32	35	12
	Sub Total	930	789	767	978	977	989	400	414	657	672	486	626	
	Total	1.559	1.750	1.504	1.703	1.924	1.868	1.246	854	1.112	1.291	1.110	1.102	

Fuente: Elaboración propia

Anexo O: Cálculo de cantidades de productos por almacenar en bodegas

Bodega N°1

Tabla 74: Cálculo a la cantidad de productos por almacenar en Bodega N°1

Áreas Bod. N°1	Largo área	Ancho área	Q Bobinas largo área	Q Bobinas ancho área	Q Bobinas x1	Q Bobinas x2	Q Bobinas x3
Área 1	61,40	11,05	36	7	252	504	612
Área 2	18,01	11,05	10	7	70	140	170
Área 3	32,00	11,05	18	7	126	252	306
Total					448	896	1.088

Áreas Bod. N°1	Largo área	Ancho área	Q Cátodo largo área	Q Cátodos ancho área	Q Cátodo x1	Q Cátodo x4
Área 1	61,40	11,05	48	11	528	2.112
Área 2	18,01	11,05	14	11	154	616
Área 3	32,00	11,05	24	11	264	1.056
Total					946	3.784

Áreas Bod. N°1	Largo área	Ancho área	Q Maxisaco largo área	Q Maxisaco ancho área	Q Maxisaco x1	Q Maxisaco x2	Q Maxisaco x3
Área 1	61,40	11,05	48	11	528	1.056	1.584
Área 2	18,01	11,05	14	11	154	308	462
Área 3	32,00	11,05	24	11	264	528	792
Total					946	1.892	2.838

Áreas Bod. N°1	Largo área	Ancho área	Q IBC largo área	Q IBC ancho área	Q IBC x1	Q IBC x 2
Área 1	61,40	11,05	42	11	462	924
Área 2	18,01	11,05	12	11	132	264
Área 3	32,00	11,05	22	11	242	484
Total					836	1.672

Áreas Bod. N°1	Largo área	Ancho área	Q Pallet largo área	Q Pallet ancho área	Q Pallet x1	Q Pallet x 2	Q Pallet x 3
Área 1	61,40	11,05	42	11	462	924	1.386
Área 2	18,01	11,05	12	11	132	264	396
Área 3	32,00	11,05	22	11	242	484	726
Total					836	1.672	2.508

*x1: Un producto en altura - **x2: Dos productos en altura - ***x3: Tres productos en altura - ****x4: Cuatro productos en altura (factor de apilamiento).

Fuente: Elaboración propia

Bodega N°2

Tabla 75: Cálculo a la cantidad de productos por almacenar en Bodega N°2

Áreas Bod. N°2	Largo área	Ancho área	Q Bobinas largo área	Q Bobinas ancho área	Q Bobinas x1	Q Bobinas x2	Q Bobinas x3
Área 1	22,10	10,00	15	6	90	180	234
Total					90	180	234

Áreas Bod. N°2	Largo área	Ancho área	Q Maxisaco largo área	Q Maxisaco ancho área	Q Maxisaco x1	Q Maxisaco x2	Q Maxisaco x3
Área 1	22,10	10,00	22	8	176	352	528
Total					176	352	528

Áreas Bod. N°2	Largo área	Ancho área	Q Cátodo largo área	Q Cátodos ancho área	Q Cátodo x1	Q Cátodo x4
Área 1	22,10	10,00	22	8	176	704
Total					17	704

Áreas Bod. N°3	Largo área	Ancho área	Q IBC largo área	Q IBC ancho área	Q IBC x1	Q IBC x 2
Área 1	22,10	10,00	22	6	132	264
Total					132	264

Áreas Bod. N°2	Largo área	Ancho área	Q Pallet largo área	Q Pallet ancho área	Q Pallet x1	Q Pallet x 2	Q Pallet x 3
Área 1	22,10	10,00	22	6	132	264	792
Total					132	264	792

*x1: Un producto en altura - **x2: Dos productos en altura - ***x3: Tres productos en altura - ****x4: Cuatro productos en altura (factor de apilamiento).

Fuente: Elaboración propia

Bodega N°3

Tabla 76: Cálculo a la cantidad de productos por almacenar en Bodega N°3

Áreas Bod. N°3	Largo área	Ancho área	Q Bobinas largo área	Q Bobinas ancho área	Q Bobinas x1	Q Bobinas x2	Q Bobinas x3
Área 1	22,00	11,15	12	7	84	168	204
Área 2	30,45	11,15	18	7	126	252	306
Área 3	18,20	11,15	10	7	70	140	170
Área 4	34,25	11,15	20	7	140	280	340
Total					420	840	1.020

Áreas Bod. N°3	Largo área	Ancho área	Q Cátodo largo área	Q Cátodos ancho área	Q Cátodo x1	Q Cátodo x4
Área 1	22,00	11,15	16	11	176	704
Área 2	30,45	11,15	24	11	264	1.056
Área 3	18,2	11,15	14	11	154	616
Área 4	34,25	11,15	26	11	286	1.144
Total					880	3.520

Áreas Bod. N°3	Largo área	Ancho área	Q Maxisaco largo área	Q Maxisaco ancho área	Q Maxisaco x1	Q Maxisaco x2	Q Maxisaco x3
Área 1	22,00	11,15	16	11	176	352	528
Área 2	30,45	11,15	24	11	264	528	792
Área 3	18,20	11,15	14	11	154	308	462
Área 4	34,25	11,15	26	11	286	572	858
Total					880	1.760	2.640

Áreas Bod. N°3	Largo área	Ancho área	Q IBC largo área	Q IBC ancho área	Q IBC x1	Q IBC x 2
Área 1	22,00	11,15	14	11	154	308
Área 2	30,45	11,15	20	11	220	440
Área 3	18,2	11,15	12	11	132	264
Área 4	34,25	11,15	22	11	242	484
Total					748	1.496

Áreas Bod. N°3	Largo área	Ancho área	Q Pallet largo área	Q Pallet ancho área	Q Pallet x1	Q Pallet x 2	Q Pallet x 3
Área 1	22,00	11,15	14	11	154	308	462
Área 2	30,45	11,15	20	11	220	440	660
Área 3	18,2	11,15	12	11	132	264	396
Área 4	34,25	11,15	22	11	242	484	726
Total					748	1.496	2.244

*x1: Un producto en altura - **x2: Dos productos en altura - ***x3: Tres productos en altura - ****x4: Cuatro productos en altura (factor de apilamiento).

Fuente: Elaboración propia

Bodega Tripesca

Tabla 77: Cálculo a la cantidad de productos por almacenar en Bodega Tripesca

Áreas Bod. Tripesca	Largo área	Ancho área	Q Bobinas largo área	Q Bobinas ancho área	Q Bobinas x1	Q Bobinas x2	Q Bobinas x3
Área 1	30,50	12,30	18	8	144	288	432
Área 2	30,50	6,80	18	4	72	144	216
Área 3	11,60	10,00	8	6	48	96	144
Área 4	26,20	13,40	18	8	144	288	432
Área 5	43,50	16,80	26	12	312	624	936
Área 6	15,00	12,30	8	8	64	128	192
Área 7	24,00	12,30	14	8	112	224	336
Área 8	19,00	14,00	10	10	100	200	300
Total					996	1.992	2.988

Áreas Bod. Tripesca	Largo área	Ancho área	Q Cátodo largo área	Q Cátodos ancho área	Q Cátodo x1	Q Cátodo x4
Área 1	30,50	12,30	24	12	288	1.152
Área 2	30,50	6,80	24	6	144	576
Área 3	11,60	10,00	11	8	88	352
Área 4	26,20	13,40	26	10	260	1.040
Área 5	43,50	16,80	34	16	544	2.176
Área 6	15,00	12,30	12	12	144	576
Área 7	24,00	12,30	18	12	216	864
Área 8	19,00	14,00	14	14	196	784
Total					1.880	7.520

Áreas Bod. Tripesca	Largo área	Ancho área	Q Maxisaco largo área	Q Maxisaco ancho área	Q Maxisaco x1	Q Maxisaco x2	Q Maxisaco x3
Área 1	30,50	12,30	24	12	288	576	864
Área 2	30,50	6,80	24	6	144	288	432
Área 3	11,60	10,00	11	8	88	176	264
Área 4	26,20	13,40	26	10	260	520	780
Área 5	43,50	16,80	34	16	544	1.088	1.632
Área 6	15,00	12,30	12	12	144	288	432
Área 7	24,00	12,30	18	12	216	432	648
Área 8	19,00	14,00	14	14	196	392	588
Total					1.880	3.760	5.640

Áreas Bod. Tripesca	Largo área	Ancho área	Q IBC largo área	Q IBC ancho área	Q IBC x1	Q IBC x2
Área 1	30,50	12,30	20	12	240	480
Área 2	30,50	6,80	20	6	120	240
Área 3	11,60	10,00	11	6	66	132
Área 4	26,20	13,40	26	8	208	416
Área 5	43,50	16,80	30	16	480	960
Área 6	15,00	12,30	10	12	120	240
Área 7	24,00	12,30	16	12	192	384
Área 8	19,00	14,00	12	14	168	336
Total					1.594	3.188

Áreas Bod. Tripesca	Largo área	Ancho área	Q Pallet largo área	Q Pallet ancho área	Q Pallet x1	Q Pallet x2	Q Pallet x3
Área 1	30,50	12,30	20	12	240	480	720
Área 2	30,50	6,80	20	6	120	240	360
Área 3	11,60	10,00	11	6	66	132	198
Área 4	26,20	13,40	26	8	208	416	624
Área 5	43,50	16,80	30	16	480	960	1.440
Área 6	15,00	12,30	10	12	120	240	360
Área 7	24,00	12,30	16	12	192	384	576
Área 8	19,00	14,00	12	14	168	336	504
Total					1.594	3.188	4.782

*x1: Un producto en altura - **x2: Dos productos en altura - ***x3: Tres productos en altura - ****x4: Cuatro productos en altura (factor de aplamiento).

Fuente: Elaboración propia

Bodega Sopesa

Tabla 78: Cálculo a la cantidad de productos por almacenar en Bodega Sopesa

Areas Bod. Sopesa	Largo área	Ancho área	Q Bobinas largo área	Q Bobinas ancho área	Q Bobinas x1	Q Bobinas x2	Q Bobinas x3
Área 1	55,20	14,00	32	10	320	640	832
Área 2	23,40	10,60	14	7	98	196	196
Área 3	51,20	14,40	30	10	300	600	780
Área 4	23,40	10,60	14	7	98	196	196
Total					816	1.632	2.004

Areas Bod. Sopesa	Largo área	Ancho área	Q Cátodo largo área	Q Cátodos ancho área	Q Cátodo x1	Q Cátodo x4
Área 1	55,20	14,00	44	14	616	2.464
Área 2	23,40	10,60	18	10	180	720
Área 3	51,20	14,40	40	14	560	2.240
Área 4	23,40	10,60	18	10	180	720
Total					1.536	6.144

Areas Bod. Sopesa	Largo área	Ancho área	Q Maxisaco largo área	Q Maxisaco ancho área	Q Maxisaco x1	Q Maxisaco x2	Q Maxisaco x3
Área 1	55,20	14,00	44	14	616	1.232	1.848
Área 2	23,40	10,60	18	10	180	360	540
Área 3	51,20	14,40	40	14	560	1.120	1.680
Área 4	23,40	10,60	18	10	180	360	540
Total					1.536	3.072	4.608

Areas Bod. Sopesa	Largo área	Ancho área	Q IBC largo área	Q IBC ancho área	Q IBC x1	Q IBC x 2
Área 1	55,20	14,00	38	14	532	1.064
Área 2	23,40	10,60	16	10	160	320
Área 3	51,20	14,40	34	14	476	952
Área 4	23,40	10,60	16	10	160	320
Total					1.328	2.656

Areas Bod. Sopesa	Largo área	Ancho área	Q Pallet largo área	Q Pallet ancho área	Q Pallet x1	Q Pallet x 2	Q Pallet x 3
Área 1	55,20	14,00	38	14	532	1.064	1.596
Área 2	23,40	10,60	16	10	160	320	480
Área 3	51,20	14,40	34	14	476	952	1.428
Área 4	23,40	10,60	16	10	160	320	480
Total					1.328	2.656	3.984

*x1: Un producto en altura - **x2: Dos productos en altura - ***x3: Tres productos en altura - ****x4: Cuatro productos en altura (factor de aplastamiento).

Fuente: Elaboración propia

Bodegas Carpas

Tabla 79: Cálculo a la cantidad de productos por almacenar en Bodegas Carpas

Áreas Bod. Carpa	Largo área	Ancho área	Q Bobinas largo área	Q Bobinas ancho área	Q Bobinas x1	Q Bobinas x2	Q Bobinas x3
Área 1	22,20	7,20	12	5	60	120	132
Área 2	49,00	7,30	28	5	140	280	308
Área 3	22,20	7,20	12	5	60	120	132
Total					260	520	572

Áreas Bod. Carpa	Largo área	Ancho área	Q Cátodo largo área	Q Cátodos ancho área	Q Cátodo x1	Q Cátodo x4
Área 1	22,20	7,20	16	7	112	448
Área 2	49,00	7,30	38	7	266	1.064
Área 3	22,20	7,20	16	7	112	448
Total					490	1.960

Áreas Bod. Carpa	Largo área	Ancho área	Q Maxisaco largo área	Q Maxisaco ancho área	Q Maxisaco x1	Q Maxisaco x2	Q Maxisaco x3
Área 1	22,20	7,20	16	7	112	224	336
Área 2	49,00	7,30	38	7	266	532	798
Área 3	22,20	7,20	16	7	112	224	336
Total					490	980	1.470

Áreas Bod. Carpa	Largo área	Ancho área	Q IBC largo área	Q IBC ancho área	Q IBC x1	Q IBC x2
Área 1	22,20	7,20	14	7	98	196
Área 2	49,00	7,30	32	7	224	448
Área 3	22,20	7,20	14	7	98	196
Total					420	840

Áreas Bod. Carpa	Largo área	Ancho área	Q Pallet largo área	Q Pallet ancho área	Q Pallet x1	Q Pallet x2	Q Pallet x3
Área 1	22,20	7,20	14	7	98	196	294
Área 2	49,00	7,30	32	7	224	448	672
Área 3	22,20	7,20	14	7	98	196	294
Total					420	840	1.260

*x1: Un producto en altura - **x2: Dos productos en altura - ***x3: Tres productos en altura - ****x4: Cuatro productos en altura (factor de aplamiento).

Fuente: Elaboración propia

Anexo P

Tabla 80: Resumen asignación de bodegas y productos, por cliente

Cliente	Nombre Bodega	N° de área	Clasificación	Tipo de producto
Beta	Bodega 1	1	A	Kraft 125.
		2	A	Kraft 273.
		3	A	Kraft 273.
Delta	Bodega 2	4	A	Cátodos de cobre
Alfa	Bodega 3	5	A	Kraft 135, Kraft 171.
		6	A	Kraft 273.
		7	A	Kraft 205.
		8	A	Onda 160.
Gamma Épsilon Gamma	Carpa 1	9	A	Cemento de Cobre
		10	A	Maxisaco
		11	C	Molibdeno
Épsilon	Carpa 2	12	B	Pallets
		13	A	Maxisaco
		14	C	IBC
Beta	Bodega Tripesca	15	A	Kraft 361.
		16	A	Kraft 200.
		17	A	Semiquímico 130, Kraft 130.
		18	A	Semiquímico 127.
		19	B	Kraft 140, Semiquímico 175, Semiquímico 195, Cartonpardo 420.
		20	C	Jadewhite 120, Jadewhite 135, Semiquímico 155, Onda 100, Corrugado 146, Whitetop 115.
		21	A	Britetop 205, Britetop 275.
		22	-	Mermas.
Alfa	Bodega Sopesa	23	A	Semiquímico 160, Kraft 200, Kraft 127.
		24	C	Kraft 80, Kraft 110, Kraft 130, Kraft 132, Kraft 160, Kraft 170, Kraft 440, Whitetop 205, Whitetop 230, Onda 125, Onda 150, Semiquímico 155, Estucado 185.
		25	A	Kraft 220, Kraft 229, Kraft 400.
		26	B	Kraft 90, Kraft 125, Kraft 145, Kraft 151, Kraft 175, Kraft 230, Kraft 271, Whitetop 175.

Fuente: Elaboración propia

Anexo Q: Aumento en la capacidad de almacenaje, al implementar la nueva redistribución de productos

Tabla 81: Aumento en la capacidad de almacenaje con la redistribución propuesta

Nombre Bodega	Capacidad total (m ³)	Capacidad operativa para almacenaje (m ³) - Esc.		Diferencia (%)	Aumento en formatos de productos por almacenar bajo esc. Propuesto						Total unidades - Escenario propuesto	
		actual	propuesto		Bobinas	Cátados	IBC	Maxisacos	Pallets	Valor día (\$)		
Bodega 1	10.590	5.410	6.175	14,14%	154	535	236	268	355	154	\$ 900.013	
Bodega 2	1.870	980	1.230	25,51%	60	180	67	90	101	180	\$ 538.776	
Bodega 3	9.905	5.130	5.920	15,40%	157	542	230	271	346	157	\$ 918.895	
Sopesa	16.330	9.240	10.210	10,50%	210	645	279	322	418	210	\$ 1.230.703	
Tripesca	33.000	8.460	10.752	27,09%	809	2.037	864	1.019	1.295	809	\$ 4.735.476	
Carpa 1	6.500	3.350	3.780	12,84%	73	252	108	126	162	126	\$ 377.373	
Carpa 2	6.500	3.350	3.780	12,84%	73	252	108	126	162	132	\$ 396.000	
Total	84.695	35.920	41.847	16,50%	1.537	4.442	1.892	2.221	2.838	1.768	\$ 9.097.236	

Fuente: Elaboración propia

Anexo R

Tabla 82: Matriz de impacto beneficios vs propuesta (puntuación análisis cualitativo)

		Propuestas			
		Rediseño de Lay Out	Clasificación de productos por multicriterio	Nomenclatura de posicionamiento de productos	Sistema WMS
Beneficios	Reducción en los tiempos de búsqueda.	1	3	3	5
	Organización estratégica de los productos al interior de bodegas.	1	5	1	1
	Exactitud en el posicionamiento de los productos.	1	1	3	5
	Aumentar el uso de espacios en bodega.	5	1	1	1
	Reducción del extracosto "Remanejo".	5	1	1	1
	Reducción del extracosto "Daños".	5	1	1	1
	Eficiencia en la operatividad por faenas.	1	1	1	5
	Costo de implementación.	1	1	1	1
** 1: No Satisfactorio ; 3: Medianamente satisfactorio ; 5: Satisfactorio					

Fuente: Elaboración propia