



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS
BASADO EN LA METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN MRP,
EMPRESA AQUAFIT S.A., CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

SANTANA ZAMBRANO AUGUSTO FABRICIO

TUTOR:

ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS, MSc., MEng., PhD(c).

La Libertad, Ecuador

2024

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
INVENTARIOS BASADO EN LA METODOLOGÍA DEMAND
DRIVEN MRP, EMPRESA AQUAFIT S.A., CANTÓN SANTA
ELENA, ECUADOR”**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTOR:

SANTANA ZAMBRANO AUGUSTO FABRICIO

TUTOR:

**ING. MUYULEMA ALLAICA JUAN CARLOS, MSc.,
MEng., PhD(c).**

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

UPSE

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Santana Zambrano Augusto Fabricio**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Industrial**.

TUTOR

f. 

Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos, MSc., MEng., PhD(c).

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. 

Ing. Moreno Alcívar Lucrecia Cristina PhD.

La Libertad, a los días 4 del mes de Julio del año 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos, MSc., MEng., PhD(c).

TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Universidad Estatal Península de Santa Elena.

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación “PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS BASADO EN LA METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN MRP, EMPRESA AQUAFIT S.A., CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR”, elaborado por el Sr. SANTANA ZAMBRANO AUGUSTO FABRICIO, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

f. 

Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos, MSc., MEng., PhD(c).

La Libertad, a los días 4 del mes de Julio del año 2024

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Santana Zambrano Augusto Fabricio**


DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, “**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS BASADO EN LA METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN MRP, EMPRESA AQUAFIT S.A., CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR**” previo a la obtención del título de **Ingeniero Industrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los días 4 del mes de Julio del año 2024

EL AUTOR

f. 
Santana Zambrano Augusto Fabricio


AUTORIZACIÓN

Yo, **Santana Zambrano Augusto Fabricio**

Autorizo a la Universidad Península de Santa Elena la **publicación** en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación, “**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS BASADO EN LA METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN MRP, EMPRESA AQUAFIT S.A., CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los días 4 del mes de Julio del año 2024

EL AUTOR:

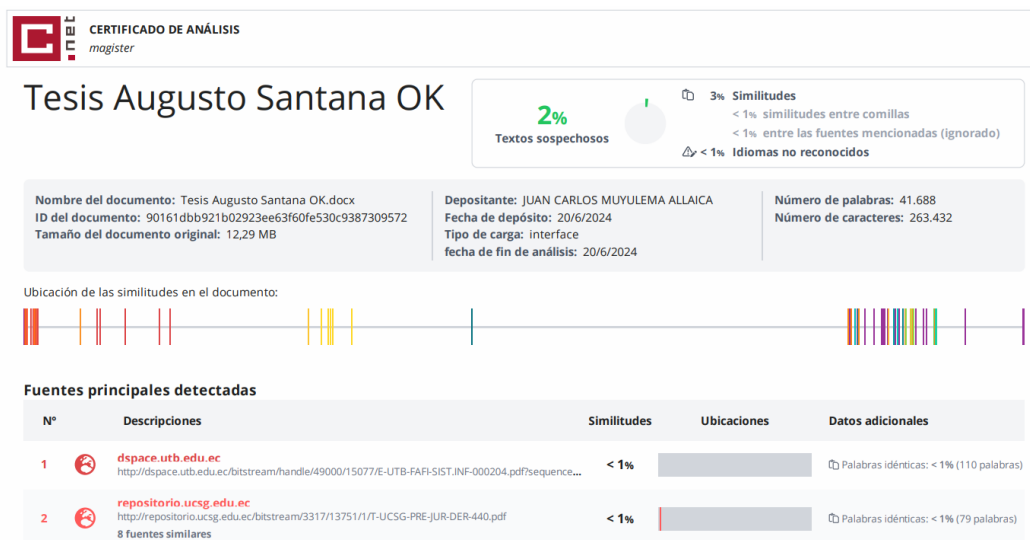
f. 

Santana Zambrano Augusto Fabricio

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema **“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS BASADO EN LA METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN MRP, EMPRESA AQUAFIT S.A., CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR”** elaborado por el Sr. **SANTANA ZAMBRANO AUGUSTO FABRICIO**, egresado de la carrera de Ingeniería de Industrial, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio Compilatio Magister, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 2% de la valoración permitida por consiguiente se procede a emitir el presente informe.

Adjunto reporte de similitud.



Atentamente,

FIRMA DEL TUTOR

f. 
Ing. Muyulema Allaica Juan Carlos, MSc., MEng., PhD(c).
C.C.: 0603932450

Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.

Celular: 0962183538

Correo: bettyruthgomez@educacion.gob.ec

CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

Yo, **BETTY RTUH GÓMEZ SUÁREZ**, en mi calidad de **LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS**, por medio de la presente tengo a bien indicar que he leído y corregido el Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, denominado **“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS BASADO EN LA METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN MRP, EMPRESA AQUAFIT S.A., CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR”**, del estudiante: **SANTANA ZAMBRANO AUGUSTO FABRICIO**.

Certifico que está redactado con el correcto manejo del lenguaje, claridad en las expresiones, coherencia en los conceptos e interpretaciones, adecuado empleo en la sinonimia. Además de haber sido escrito de acuerdo a las normas de ortografía y sintaxis vigentes.

En cuanto puedo decir en honor a la verdad y autorizo al interesado hacer uso del presente como estime conveniente.

Santa Elena, 21 de Junio del 2024



Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.

CI. 0915036529

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS

Nº DE REGISTRO DE SENECYT 1050-2014-86052892

AGRADECIMIENTOS

Con profundo agradecimiento, quiero expresar mi gratitud a mis padres quienes han sido el pilar fundamental a lo largo de mis días y por haberme brindado los recursos necesarios para alcanzar una de las metas importantes en mi vida, además de inculcarme valores que definen quien soy hoy. En particular, quiero agradecer a mi padre por el incansable esfuerzo que realiza diariamente para cuidar de nuestra familia.

A mis hermanos, les doy las gracias por su constante apoyo a lo largo de todo este tiempo. Cada palabra de aliento, cada gesto de apoyo y cada momento compartido ha sido invaluable para mí.

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi pareja por su inquebrantable fe en mí y su apoyo incondicional en los momentos más difíciles.

Agradezco profundamente a las personas que, con el paso del tiempo, se han convertido en mis amigos. En especial, quiero agradecer a mi mejor amiga, quien, a pesar de la distancia, siempre ha estado presente y me ha dado su apoyo incondicional.

Finalmente quiero agradecer a mi tutor quien con sus conocimientos y apoyo fue una guía para el desarrollo de este trabajo.

Augusto Fabricio Santana Zambrano

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi hermano, que ahora descansa en el cielo, aunque ya no esté aquí físicamente, su presencia sigue viva en cada paso que doy y su recuerdo vive eternamente en mi corazón. Este trabajo de investigación es un pequeño tributo a su memoria, con amor y gratitud por ser un faro de luz en el transcurso de mi vida.

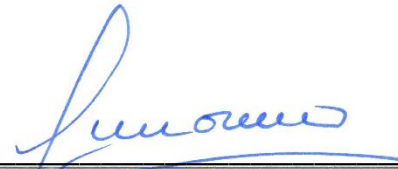
A mis padres, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración, gracias por su esfuerzo, amor y paciencia. Este logro es tanto mío como de ellos, y agradezco profundamente el que hayan confiado en mí.

A mi pareja, cuyo amor incondicional ha sido un pilar esencial para afrontar y superar los desafíos presentados a lo largo de este camino, gracias por estar a mi lado creyendo en mí y motivándome a mejorar cada día.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mi mejor amiga, quien ha sido una fuente constante de ánimo, gracias por tu apoyo inquebrantable.

Augusto Fabricio Santana Zambrano

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 

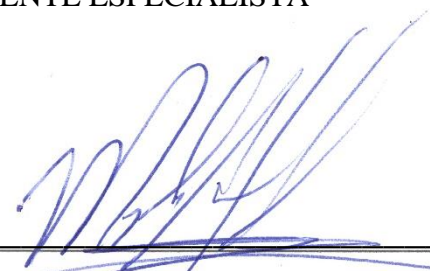
ING. LUCRECIA CRISTINA MORENO ALCÍVAR, PhD.

DIRECTORA DE CARRERA

f. 

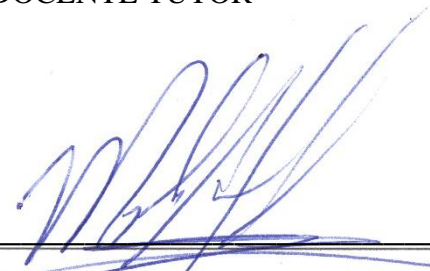
ING. DARWIN GUSTAVO JAQUE PUCA, MSc.

DOCENTE ESPECIALISTA

f. 

ING. JUAN CARLOS MUYULEMA ALLAICA, MSc., MEng., PhD(c).

DOCENTE TUTOR

f. 

ING. JUAN CARLOS MUYULEMA ALLAICA, MSc., MEng., PhD(c).

DOCENTE DE LA UIC

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN	III
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	IV
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	V
AUTORIZACIÓN	VI
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO.....	VII
CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA	VIII
AGRADECIMIENTOS	IX
DEDICATORIA	X
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	XI
ÍNDICE GENERAL.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS	XVI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIX
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XXI
LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS	XXII
RESUMEN.....	XXV
ABSTRACT.....	XXVI
INTRODUCCIÓN	27
Planteamiento del Problema.....	30
Formulación del problema de investigación	32
Alcance de la Investigación	32
Justificación de la investigación	33
Objetivos	34
Objetivos General.....	34
Objetivos Específicos.....	34
CAPÍTULO I.....	35

MARCO TEÓRICO.....	35
1.1 Antecedentes investigativos	35
1.2 Estado del arte	38
1.2.1 Definición de las preguntas de investigación.....	39
1.2.2 Realización de la búsqueda.....	40
1.2.3 Selección de los artículos.....	42
1.2.4 Extracción de los datos.....	42
1.2.5 Análisis y clasificación de los artículos	43
1.2.6 Resultados del mapeo sistemático.....	43
1.3 Proceso de jerarquía analítica difusa (FAHP).....	48
1.4 Discusiones del Mapeo Sistemático de la Literatura (MSL)	51
1.5 Discusiones de las herramientas.....	51
CAPÍTULO II	54
MARCO METODOLÓGICO	54
2.1 Enfoque de investigación	54
2.2 Diseño de investigación	54
2.3 Procedimiento metodológico	54
2.4 Población y muestra	56
2.3.1 Población.....	56
2.4.2 Muestra.....	56
2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos	57
2.5.1 Métodos de recolección de datos	57
2.5.2 Técnicas de recolección de datos	59
2.5.3 Instrumentos de recolección de datos	60
2.6 Variables del estudio	61
2.7 Operacionalización de las variables	61
2.8 Procedimiento para la recolección de datos	62

2.9 Plan de análisis e interpretación de los datos	63
CAPÍTULO III	65
MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
3.1 Ciclo PHVA	66
3.2 Descripción de la empresa	68
3.2.1 Generalidades	68
3.2.2 Misión y Visión.....	69
3.2.3 Organigrama de la empresa.....	70
3.2.4 Mapa de procesos de la empresa.....	71
3.2.5 Árbol de problemas	73
3.2.6 Árbol de objetivos	74
3.3 Marco de resultados	74
3.3.1 Análisis de los resultados de la entrevista.....	75
3.3.2 Validación del instrumento de recolección de datos.....	77
3.3.3 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación	82
3.4 Propuesta de mejora	84
3.4.1 Clasificación ABC de productos.....	84
3.4.2 Lista de materiales (BOM).....	85
3.4.3 Modelado de la situación actual.....	86
3.4.4 Definición de los parámetros de simulación	90
3.4.5 Simulación de eventos discretos de la propuesta	133
3.4.6 Análisis de los resultados	135
3.4.7 Instrucciones de la propuesta	136
3.4.8 Presupuesto	136
3.5 Marco de discusión	139
CONCLUSIONES	140

RECOMENDACIONES	141
REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)	142
ANEXOS	155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Preguntas de Investigación.....	40
Tabla 2: Palabras claves.....	41
Tabla 3: Criterios de Inclusión y Exclusión.....	42
Tabla 4: Formulario para la extracción de datos.....	42
Tabla 5: Resultados de la búsqueda inicial	43
Tabla 6: Matriz referencial de artículos	45
Tabla 7: Matriz de pesos difusos.....	50
Tabla 8: Población de la investigación.....	56
Tabla 9: Muestra de la investigación.....	57
Tabla 10: Etapas para el procesamiento de datos.....	62
Tabla 11: Plan de análisis e interpretación de datos.....	64
Tabla 12: Datos generales de la empresa.....	68
Tabla 13: Misión y Visión de la empresa.....	69
Tabla 14: Productos de la empresa y su precio de venta	76
Tabla 15: Datos de la Botella PET 625 CC.....	76
Tabla 16: Componentes de la Botella PET 625 CC y tiempos de espera	77
Tabla 17: Validación por expertos del cuestionario.....	78
Tabla 18: Criterios de los coeficientes.....	79
Tabla 19: Coeficientes Alfa de Cronbach y Omega de McDonald.....	79
Tabla 20: Validez de constructo Prueba de KMO y Bartlett	80
Tabla 21: Validez de concordancia Kendall.....	81
Tabla 22: Resultados de los ítems de 5 opciones	81
Tabla 23: Resultados de los ítems de 2 opciones	82
Tabla 24: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk.....	83
Tabla 25: Coeficiente de correlación Rho de Spearman	84
Tabla 26: Productos de la empresa Aquafit S.A y sus precios de ventas	84
Tabla 27: Clasificación ABC de los productos.....	85
Tabla 28: Codificación de los componentes	86
Tabla 29: Registro de ventas diaria (Semana 1).....	86
Tabla 30: Registro de ventas semanal (Mes 1).....	86
Tabla 31: Registro de ventas anual (Primer semestre).....	87
Tabla 32: Registro de ventas anual (Segundo semestre)	87

Tabla 33: <i>Datos utilizados para la SED situacional</i>	89
Tabla 34: <i>Comparación de los datos reales con el modelado</i>	90
Tabla 35: <i>LTF y VF según el tiempo de espera</i>	92
Tabla 36: <i>Zona de buffer del Día 1</i>	93
Tabla 37: <i>Zona de buffer de la Semana 1</i>	94
Tabla 38: <i>Zona de buffer del Mes 1</i>	95
Tabla 39: <i>Ajuste diario - Botella PET - C1</i>	97
Tabla 40: <i>Ajuste diario - Faja - C2</i>	97
Tabla 41: <i>Ajuste diario - Tapa - C3</i>	97
Tabla 42: <i>Ajuste diario - Agua - C4</i>	98
Tabla 43: <i>Ajuste semanal - Botella PET - C1</i>	98
Tabla 44: <i>Ajuste semanal - Faja - C2</i>	99
Tabla 45: <i>Ajuste semanal - Tapa - C3</i>	99
Tabla 46: <i>Ajuste semanal - Agua - C4</i>	100
Tabla 47: <i>Ajuste mensual - Botella PET - C1</i>	100
Tabla 48: <i>Ajuste mensual - Faja - C2</i>	101
Tabla 49: <i>Ajuste mensual - Tapa - C3</i>	101
Tabla 50: <i>Ajuste mensual - Agua - C4</i>	102
Tabla 51: <i>Tope de buffer diario - Botella PET - C1</i>	102
Tabla 52: <i>Tope de buffer diario - Faja - C2</i>	103
Tabla 53: <i>Tope de buffer diario - Tapa - C3</i>	103
Tabla 54: <i>Tope de buffer diario - Agua - C4</i>	104
Tabla 55: <i>Tope de buffer semanal - Botella PET - C1</i>	104
Tabla 56: <i>Tope de buffer semanal - Faja - C2</i>	104
Tabla 57: <i>Tope de buffer semanal - Tapa - C3</i>	105
Tabla 58: <i>Tope de buffer mensual - Agua - C4</i>	105
Tabla 59: <i>Tope de buffer mensual - Botella PET - C1</i>	106
Tabla 60: <i>Tope de buffer mensual - Faja - C2</i>	106
Tabla 61: <i>Tope de buffer mensual - Tapa - C3</i>	107
Tabla 62: <i>Tope de buffer mensual - Agua - C4</i>	107
Tabla 63: <i>NFE diario - Botella PET - C1</i>	115
Tabla 64: <i>NFE diario - Faja - C2</i>	116
Tabla 65: <i>NFE diario - Tapa - C3</i>	116
Tabla 66: <i>NFE diario - Agua - C4</i>	117

Tabla 67: <i>NFE semanal - Botella PET - C1</i>	117
Tabla 68: <i>NFE semanal - Faja - C2</i>	118
Tabla 69: <i>NFE semanal - Tapa - C3</i>	118
Tabla 70: <i>NFE semanal - Agua - C4</i>	118
Tabla 71: <i>NFE mensual - Botella PET - C1</i>	119
Tabla 72: <i>NFE mensual - Faja - C2</i>	119
Tabla 73: <i>NFE mensual - Tapa - C3</i>	120
Tabla 74: <i>NFE mensual - Agua - C4</i>	121
Tabla 75: <i>Zona buffer y NFE diario - Botella PET - C1</i>	121
Tabla 76: <i>Zona buffer y NFE diario - Faja - C2</i>	122
Tabla 77: <i>Zona buffer y NFE diario - Tapa - C3</i>	122
Tabla 78: <i>Zona buffer y NFE diario - Agua - C4</i>	122
Tabla 79: <i>Zona buffer y NFE semanal - Botella PET - C1</i>	123
Tabla 80: <i>Zona buffer y NFE semanal - Faja - C2</i>	123
Tabla 81: <i>Zona buffer y NFE semanal - Tapa - C3</i>	124
Tabla 82: <i>Zona buffer y NFE semanal - Agua - C4</i>	124
Tabla 83: <i>Zona buffer y NFE mensual - Botella PET - C1</i>	124
Tabla 84: <i>Zona buffer y NFE mensual - Faja - C2</i>	125
Tabla 85: <i>Zona buffer y NFE mensual - Tapa - C3</i>	125
Tabla 86: <i>Zona buffer y NFE mensual - Agua - C4</i>	126
Tabla 87: <i>Resultados de la simulacion de eventos discretos de la propuesta</i>	134
Tabla 88: <i>Comparación de los resultados de ambos escenarios</i>	135
Tabla 89: <i>Presupuesto del proyecto</i>	137
Tabla 90: <i>Cálculos del Flujo de Fondo</i>	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>Flujograma de la problemática investigativa</i>	29
Figura 2: <i>Proceso para el MSL</i>	38
Figura 3: <i>Proceso de selección</i>	44
Figura 4: <i>Porcentajes de contribuciones.</i>	47
Figura 5: <i>Herramientas para implementar una IM basada en DDMRP</i>	49
Figura 6: <i>Certificado de aprobación del artículo</i>	53
Figura 7: <i>Diseño del proceso metodológico</i>	55
Figura 8: <i>Plan de recolección de datos</i>	58
Figura 9: <i>Proceso para la validación del instrumento</i>	59
Figura 10: <i>Ciclo PHVA</i>	66
Figura 11: <i>Logo de la empresa</i>	68
Figura 12: <i>Organigrama de la empresa</i>	70
Figura 13: <i>Mapa de procesos de la empresa</i>	71
Figura 14: <i>Árbol de problema</i>	73
Figura 15: <i>Árbol de objetivos</i>	74
Figura 16: <i>Lista de materiales (BOM)</i>	85
Figura 17: <i>Gestión de inventarios de la Empresa Aquafit S.A.</i>	88
Figura 18: <i>Parámetros de la simulación</i>	89
Figura 19: <i>Posicionamiento estratégico del inventario</i>	91
Figura 20: <i>Posicionamiento estratégico del inventario simplificado</i>	91
Figura 21: <i>Nivel de buffer del Día 1</i>	94
Figura 22: <i>Nivel de buffer de la Semana 1</i>	95
Figura 23: <i>Nivel de buffer del Mes 1</i>	96
Figura 24: <i>Buffer diario - Botella PET - C1</i>	108
Figura 25: <i>Buffer diario - Faja - C2</i>	109
Figura 26: <i>Buffer diario - Tapa - C3</i>	109
Figura 27: <i>Buffer diario - Agua - C4</i>	110
Figura 28: <i>Buffer semanal - Botella PET - C1</i>	110
Figura 29: <i>Buffer semanal - Faja - C2</i>	111
Figura 30: <i>Buffer semanal - Tapa - C3</i>	111
Figura 31: <i>Buffer semanal - Agua - C4</i>	112
Figura 32: <i>Buffer mensual - Botella PET - C1</i>	112

Figura 33: <i>Buffer mensual - Faja - C2</i>	113
Figura 34: <i>Buffer mensual - Tapa - C3</i>	113
Figura 35: <i>Buffer mensual - Agua - C4</i>	114
Figura 36: <i>Flujo neto diario - Botella PET - C1</i>	127
Figura 37: <i>Flujo neto diario - Faja - C2</i>	127
Figura 38: <i>Flujo neto diario - Tapa - C3</i>	128
Figura 39: <i>Flujo neto diario - Agua - C4</i>	128
Figura 40: <i>Flujo neto semanal - Botella PET - C1</i>	129
Figura 41: <i>Flujo neto semanal - Faja - C2</i>	129
Figura 42: <i>Flujo neto semanal - Tapa - C3</i>	130
Figura 43: <i>Flujo neto semanal - Agua - C4</i>	130
Figura 44: <i>Flujo neto mensual - Botella PET - C1</i>	131
Figura 45: <i>Flujo neto mensual - Faja - C2</i>	131
Figura 46: <i>Flujo neto mensual - Tapa - C3</i>	132
Figura 47: <i>Flujo neto mensual - Agua - C4</i>	132
Figura 48: <i>Simulación de eventos discretos de la propuesta</i>	133
Figura 49: <i>Nivel del Inventario Actual</i>	134
Figura 50: <i>Nivel del Inventario Propuesto</i>	135

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Tabla de frecuencia de las herramientas utilizadas.....	155
Anexo B: Matriz de comparación de criterios.....	155
Anexo C: Matriz de medias geométricas.....	156
Anexo D: Matriz de ponderación	156
Anexo E: Operacionalización de las variables	157
Anexo F: Entrevista para la recolección de datos.....	158
Anexo G: Cuestionario para la recolección de datos.....	159
Anexo H: Formato para la validación del instrumento	161
Anexo I: Evaluación de la Misión y Visión de la empresa	174
Anexo J: Licencia de acceso libre del Software Jasp.....	176
Anexo K: Evaluación de confiabilidad Jasp.....	176
Anexo L: Licencia del software SPSS Statistics	176
Anexo M: Tabulación de ítems IBM SPSS Statistics	177
Anexo N: Tabulación de datos IBM SPSS STATISTICS.....	177
Anexo O: Resultados de Prueba de KMO y Bartlett.....	178
Anexo P: Resultados de estadísticos de prueba.....	178
Anexo Q: Resultados de prueba de normalidad y Rho de Spearman.....	178
Anexo R: Licencia del software Arena	179
Anexo S: Resultados de la simulación de eventos discretos de la situación actual.	179
Anexo T: Resultados de la simulación de eventos discretos de la propuesta.....	179
Anexo U: Carta de aceptación de la empresa	180
Anexo V: Evidencia de la recolección de datos en la empresa Aquafit S.A.	181

LISTA DE ABREVIATURAS Y TABLA DE SÍMBOLOS

ADU:	Promedio de la Demanda Diaria
AHP:	Proceso de Jerarquía Analítica
ALG:	Algoritmos
BOM:	Lista de Materiales
CI:	Índice de Consistencia
CR:	Proporción de Consistencia
DDMRP:	Demand Driven Materials Requirement Planning
DLT:	Tiempo de Entrega Desacoplado
DOC:	Desired Order Cycle
EHM:	Enfoque Híbrido Metaheurístico
EID :	Enfoque Integral de Diagnóstico
FAHP:	Proceso de Jerarquía Analítica Difusa
FF:	Flujo de Fondo
FFA:	Flujo de Fondo Acumulado
FNE:	Flujo Neto del Efectivo
GWO:	Grey Wolf Optimizar
IM:	Gestión de Inventarios
KMO:	Kaiser-Meyer-Olkin
LMG:	Lean Management
LT:	Tiempo de Espera

LTF:	Factor del Tiempo de Espera
MCDM:	Metodología de la Toma de Decisiones Multicriterio
MILP:	Programación Lineal de Enteros Mixtos
MINLP:	Modelo no Lineal de Enteros Mixtos
MM:	Modelado Matemático
MOQ:	Cantidad Mínima de Ordenar
MR:	Milk Run
MRP:	Planificación de los Requerimientos de Material
MSL:	Mapeo Sistemático de la Literatura
NFE:	Ecuación de Flujo Neto
OSMC:	Gestión de Operaciones y Cadena de Suministro
OTD:	Entrega a Tiempo
PI:	Preguntas de Investigación
PICO:	Población, Intervención, Comparación y Resultados
PRI:	Periodo de Recuperación de la Inversión
RBC:	Razón Beneficio Costo
RCI:	Índice de Consistencia Aleatoria
REEM:	Registro Estadístico de Empresas
SC:	Cadena de Suministros
SE:	Simulación de Escenarios
SED:	Simulación de Eventos Discretos

SPSS:	Statistical Package for Social Sciences
TIR:	Tasa Interna de Retorno
TMAR:	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento
TNF:	Números Difusos Triangulares
VAN:	Valor Actual Neto
VF:	Factor de Variabilidad
VNA:	Valor Neto Actual
VSM:	Value Stream Mapping

“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS BASADO EN LA METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN MRP, EMPRESA AQUAFIT S.A., CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR”

Autor: Santana Zambrano Augusto Fabricio

Tutor: Muyulema Allaica Juan Carlos

RESUMEN

Globalmente las empresas se posicionan en entornos variantes, por lo cual deben implementar enfoques innovadores en la gestión de inventarios que aseguren la disponibilidad del stock, debido a esta necesidad, la metodología Demand Driven MRP surge como una herramienta de planificación de los recursos que permite reducir significativamente el efecto látigo causado por las fluctuaciones de la demanda mediante el posicionamiento estratégico y dimensionamiento dinámico de esta metodología. Esta investigación tiene como objetivo elaborar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP para la empresa Aquafit S.A., mediante el mapeo sistemático de la literatura y el proceso de jerarquía difusa se identificó la herramienta que permite consolidar el sustento de la propuesta. Para el desarrollo del estudio se determinó un enfoque cuantitativo con un diseño metodológico descriptivo-correlacional. El instrumento de recolección de datos fue validado por medio de la tabulación de datos y el cálculo de los coeficientes en los softwares Jasp y SPSS, los datos obtenidos del mismo posibilitaron la clasificación ABC del inventario para identificar el objeto de estudio y el desarrollo de la simulación de eventos discretos del estado actual y el estado propuesto, mediante la comparación de ambos escenarios se determinó que la propuesta planteada eleva el nivel de las ventas en un 50,92% y el nivel de servicio aumenta hasta el 93,41%. El periodo de recuperación de la inversión es de 4 meses y 7 días por lo que se demostró la viabilidad de la investigación.

Palabras claves: *Disponibilidad del Stock, Gestión de Inventarios, Efecto Látigo, Fluctuaciones de la Demanda, Demand Driven MRP, Simulación de Eventos Discretos.*

“PROPOSAL FOR AN INVENTORY MANAGEMENT SYSTEM
BASED ON THE DEMAND DRIVEN MRP METHODOLOGY,
AQUAFIT S.A. COMPANY, SANTA ELENA CANTON, ECUADOR”

Author: Santana Zambrano Augusto Fabricio

Tutor: Muyulema Allaica Juan Carlos

ABSTRACT

Globally companies are positioned in changing environments, so they must implement innovative approaches in inventory management to ensure the availability of stock, due to this need, the Demand Driven MRP methodology emerges as a resource planning tool that significantly reduces the whip effect caused by fluctuations in demand through strategic positioning and dynamic sizing of this methodology. The objective of this research is to elaborate a proposal for an inventory management system based on the Demand Driven MRP methodology for the company Aquafit S.A., through the systematic mapping of the literature and the fuzzy hierarchy process, the tool that allows consolidating the support of the proposal was identified. For the development of the study, a quantitative approach with a descriptive-correlational methodological design was determined. The data collection instrument was validated by means of data tabulation and calculation of coefficients in Jasp and SPSS software, the data obtained from the same made possible the ABC classification of the inventory to identify the object of study and the development of the simulation of discrete events of the current state and the proposed state, by comparing both scenarios it was determined that the proposed proposal raises the level of sales by 50.92% and the level of service increases to 93.41%. The payback period for the investment is 4 months and 7 days, thus demonstrating the feasibility of the research.

Keywords: *Stock Availability, Inventory Management, Whiplash Effect, Demand Fluctuations, Demand Driven MRP, Discrete Event Simulation.*

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las empresas a nivel mundial muestran un entorno variante, en donde las Cadenas de Suministros (SC) son forzadas a ajustarse rápidamente a los requerimientos de los clientes (Gómez-Ruiz, 2021). Wang et al. (2024) mencionaron la importancia de definir la cantidad óptima del inventario por medio de la toma de decisiones al momento de investigar y planificar la producción, con la finalidad de minimizar los costos de la SC y mantener de forma constante el equilibrio entre la oferta y la demanda (Stranieri et al., 2024), eludiendo los costos relacionados a la sobreproducción y a la escasez de inventario (Paredes-Rodriguez et al., 2022).

En América del Sur, factores como el incremento impredecible de la demanda y el entorno competitivo que existe en el mercado obligan a las empresas a implementar enfoques innovadores que permitan asegurar la disponibilidad de los productos en niveles rentables para cubrir la demanda del mercado (Kaynov et al., 2024). Lahrichi et al. (2023) mencionaron que la reposición del stock debe contar con un método de planificación de la producción que sea capaz de evitar las rupturas del stock, del mismo modo debe minimizar los niveles de stock, en base a esto Bayard et al. (2021) afirmaron que la implementación del Demand Driven Materials Requirement Planning (DDMRP), permite determinar los niveles de los buffers de stock a través del desacoplamiento de la Lista de Materiales (BOM), lo que conlleva a la reducción de los costos de inventario. Ptak & Smith (2016) recomiendan que los buffers sean designados de forma estratégica y exclusiva a los procesos críticos en términos de tiempo de entrega.

En el Ecuador, las SC se enfrentan continuamente al reto de adoptar nuevas herramientas de planificación y diversificación de los riesgos de disrupción de la SC, debido a esto, es necesario el uso de técnicas de análisis cuantitativo, como la optimización y la simulación (Reyes et al., 2024), para equilibrar la oferta y la demanda de tal manera que se vuelva sostenible y permita facilitar la gestión de los recursos (Lorente-Leyva et al., 2024). Rojas et al. (2022) afirmaron que, la optimización de la Gestión de Inventarios (IM) mediante el uso de tecnologías puede minimizar los costos totales de inventario entre un 7% y un 11%. Sin embargo, mediante la revisión de diversos estudios ecuatorianos tales como Flores-Siguenza et al. (2023), Mañay et al. (2022), Salazar et al. (2023), Zavala-Alcívar et al. (2023) y

Zhai et al. (2023) se evidenció la ausencia total de artículos científicos y datos estadísticos en relación a las variables de investigación que serán profundizadas posteriormente en la Sección 2.6.

Según el Registro Estadístico de Empresas (REEM) (2022), en la provincia de Santa Elena hay un total de 15.239,00 empresas, de las cuales el 50% llevan un control de inventarios (Ortega-Naranjo et al., 2023). Bajo esta premisa, se determinó como punto de exploración a la empresa Aquafit S.A., ya que ha estado activa en un mercado muy competitivo durante un periodo prolongado. Esta compañía ha presentado un crecimiento continuo, pasando de facturar \$100.000,00 en el 2011 a \$2,8 millones en el 2020 y el en 2021 alcanzó los \$3,2 millones (Rosales-Andrade, 2022), sin embargo, ha presentado inconvenientes para mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda debido a que esta última, al ser tan variable por la incertidumbre del mercado genera cálculos imprecisos en los pronósticos.

Bajo este contexto, surge la necesidad de desarrollar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología DDMRP que permita reducir el riesgo de generar sobreproducción o escasez de los productos, mantener niveles de inventario óptimo para satisfacer la demanda y la reducción de costos de inventario (Kaynov et al., 2024; Paredes-Rodriguez et al., 2022; Ptak & Smith, 2016).

En base al marco de investigación, se identificaron 3 capítulos los cuales consisten en:

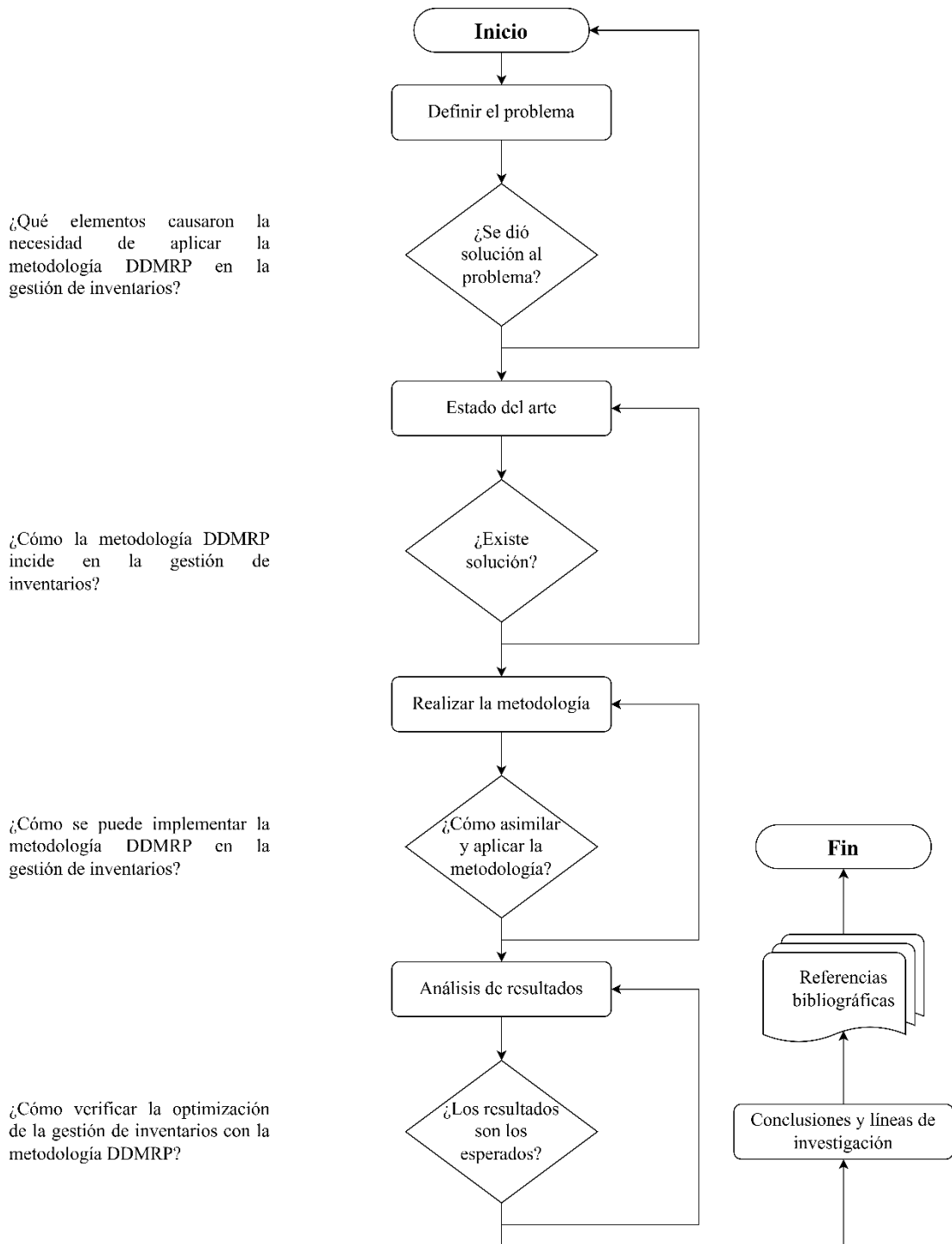
Capítulo I: Se presentan los antecedentes de la investigación, además abarca un Mapeo Sistemático de la Literatura que permite la recopilación de datos provenientes de artículos científicos para identificar mediante un Proceso de Jerarquía Analítica Difusa (FAHP), la herramienta que permite la sostenibilidad del DDMRP.

Capítulo II: Engloba la determinación de la metodología empleada para llevar a cabo la presente investigación, lo que incluye una exposición detallada de los métodos, técnicas e instrumentos utilizados para la recopilación de datos. Esto con la finalidad de garantizar un óptimo procesamiento y análisis de los datos.

Capítulo III: Se presentan los resultados obtenidos mediante la fase de levantamiento de información, del mismo modo, se realizó el análisis de los mismos para la realización de una propuesta que dé cumplimiento a los objetivos de la investigación que serán presentados posteriormente en el apartado (Objetivos).

Para proporcionar una contribución clara y concisa se desarrolló el flujograma para expresar la respuesta de la problemática de la investigación.

Figura 1: *Flujograma de la problemática investigativa*



Nota: Elaborado por Autor.

Planteamiento del Problema

En un contexto globalizado, Obot et al. (2019) señalaron que el método de predicción de la demanda a base de datos históricos anteriores, ha sido el causante de diversos inconvenientes, esto se da por la inexactitud de los promedios pronosticados para los próximos años, añadido a esto, afirmaron que esta práctica ha sido responsable de la escasez de stock, misma que al tratar de corregir genera una sobreproducción en el sistema provocando la incapacidad de satisfacer la demanda del mercado y el incremento de costos asociados. Dentro de este marco, Prajaksuwithee & Chutima (2019) consideran que el exceso de almacenamiento y ordenamiento en comparación con las solicitudes de los clientes producen el incremento innecesario del costo unitario, costo de almacenamiento, entre otros. Para planificar el volumen de producción óptimo, las empresas deben adoptar una metodología para el reabastecimiento del inventario, en la mayor parte de los casos optan por métodos que requieren la determinación del stock de seguridad basado en la teoría de probabilidad lo que es un gran atractor de consecuencias severas en la producción (Chan-Ju & Suk-Chul, 2019).

Los productos susceptibles a la descomposición engloban consigo costos relacionados al inventario, tales como, almacenamiento, escasez y deterioro. A consecuencia de la poca precisión de los pronósticos, en las empresas se pueden presentar productos deteriorados o un volumen de producción más bajo que la demanda, en ambos casos conlleva el costo de deterioro y escasez respectivamente (Bardeji et al., 2020). En su estudio Namir et al. (2021) mencionaron que cuando los suministros son de escasa relevancia existe la posibilidad de que la empresa se quede sin suministros, provocando la detención parcial o completa del proceso de producción, a consecuencia de esta interrupción surge un aumento inesperado en los costos, sumado a esto se dañaría la imagen de la empresa. En cambio, si los suministros poseen una relevancia muy elevada pasan a formar parte de los activos fijos que elevan los costos y desestabiliza significativamente el equilibrio del flujo del efectivo.

Cuando nos referimos a la volatilidad y continuidad Tian et al. (2021) clasifican a la demanda en cuatro patrones diferentes: intermitente, irregular, uniforme y errática. La demanda intermitente destaca por la proporción de valores en cero, lo que en un entorno real se considera como un fenómeno común.

En América del Sur, según Kenneth & Lizbeth (2022) el inventario es el factor más importante para lograr en nivel de satisfacción del cliente, debido a que incentiva a la empresa a mantener el stock requerido en todo momento. No obstante, cuando el nivel de inventario determinado por la toma de decisiones es inadecuado, los costos se inflan lo que fomentan la escasez de la satisfacción del cliente y niveles bajos de servicios. García-Chávez et al. (2022) indican que en la actualidad las empresas deben prepararse lo mejor posible, teniendo como fin el cumplimiento de los requerimientos del mercado debido al desarrollo de las industrias y a la creciente demanda, siendo la rotación del inventario un factor esencial para equilibrar la oferta y la demanda. En la Industria 4.0, los métodos empleados para la adecuada toma de decisiones establecen conexiones directas con la Gestión de Operaciones y Cadena de Suministro (OSCM), acaparando la gestión de inventarios y los costos asociados como lo señalaron De-Paula-Vidal et al. (2022). Para Ternerero et al. (2023) el factor del pronóstico de la demanda representa un reto significativo reto cuando se requiere realizar predicciones a largo plazo, por lo que aconsejan que para realizar una toma de decisiones óptima se requieren de pronósticos precisos. Además, mencionaron que la mala práctica de este método eleva los costos asociados a la cadena de suministro de la empresa.

En Ecuador, el desarrollo de un sistema de inventarios óptimo para productos susceptibles a la descomposición ha evolucionado a tal punto de considerarse un área de investigación compleja y desafiante. Por este motivo, la variabilidad aleatoria de la demanda representa un reto complejo y continuo para las empresas, provocando la generación continua de valores con un nivel de dificultad elevado para pronosticar sin la ayuda de un modelo matemático (Ramírez-Velíz et al., 2023). En el estudio realizado por Cárdenas-García et al. (2023) se mencionó que, debido a la pandemia del COVID-19 las empresas se vieron obligadas a realizar cambios radicales en sus cadenas de suministros para adaptarse al comportamiento de los clientes post pandemia, bajo esta perspectiva emerge la necesidad de adoptar metodologías que den como resultados una planificación eficiente, óptima y capaz de adaptarse de forma rápida a las necesidades de los clientes.

Aquafit S.A. es una empresa emplazada en el Cantón de Santa Elena de la Provincia de Santa Elena, kilómetro 1,5 de la Vía Ancón, actualmente se dedica a la producción y distribución de agua purificada y envasada. La empresa no cuenta con una metodología de gestión de inventarios eficiente para contrarrestar la incertidumbre de

la demanda, lo que los fuerza a planificar de forma empírica, generando inconvenientes al momento de manejar las existencias de inventario, causando por consecuencia que el nivel de servicio disminuya drásticamente. Sumado a esto el incremento de la demanda de agua purificada que se ha presentado en los últimos meses representan un riesgo inminente que impide mantener un equilibrio ideal entre la oferta y la demanda, teniendo como causa principal la escasez de producción, lo que genera la pérdida de pedidos y por consecuencia la pérdida de los clientes, bajo esta premisa surge la necesidad del desarrollo de esta investigación, del mismo modo la importancia se fundamenta en la necesidad de optimizar los costos de inventario.

Formulación del problema de investigación

¿Cómo el sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP incide en el aumento del nivel de servicio de la empresa Aquafit S.A.?

Alcance de la Investigación

Esta investigación se desarrolla en la empresa de producción y distribución de agua purificada Aquafit S.A., cuya planta de producción está emplazada en el Cantón Santa Elena de la Provincia Santa Elena, abarcando el proceso logístico de la nave industrial debido a que este cumple un papel fundamental en la gestión de los materiales e información dentro de la organización (Ballou, 2004; Olivos et al, 2015; como se citó en Benjumea et al., 2020). Además, para la elaboración de esta propuesta se incluyen información asociada a la gestión del inventario de la empresa.

La presente investigación se centra en la adaptación de la metodología DDMRP en el sistema de gestión de inventarios de la presentación de 625 CC de la empresa Aquafit S.A., para minimizar las fluctuaciones que se generan en la oferta y la demanda del proceso interno de la empresa como lo asegura Xu et al. (2023). En la investigación realizada por Martin et al. (2023), afirmaron que los buffers empleados en la metodología DDMRP se clasifican en tres tipos: físicos, de tiempo y de capacidad. No obstante, solo se tomará en consideración los buffers físicos para el desacoplamiento que como lo indica Bayard et al. (2021), por motivo de que amortiguan los efectos causados por la variabilidad. Para el desarrollo de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología DDMRP, es indispensable cumplir el orden lógico secuencial de 5 pasos, los cuales son: 1. Posicionamiento estratégico del inventario, 2. Niveles y perfiles de buffers, 3. Ajustes dinámicos, 4. Planeación impulsada por la

demanda, 5. Ejecución visible y colaborativa (Ptak & Smith; como se citó en Azzamouri et al., 2021).

Esta investigación no incluye las áreas de la organización que no se asocien al producto considerado objeto de estudio, de la misma forma se excluyen datos como los costos causados por la sobreproducción u otras variables que no hayan sido mencionada como relevantes el contexto de la investigación. Además, este estudio abarca el intervalo de periodo comprendido entre el 18 de marzo del 2024 hasta el 26 de julio del 2024.

Justificación de la investigación

La IM es un aspecto esencial en el funcionamiento de cualquier empresa, debido a que afecta directamente a su capacidad para satisfacer la demanda del mercado, minimizar costos y maximizar beneficios (Paredes-Rodriguez et al., 2022). En el caso específico de la empresa Aquafit S.A., la importancia de la presente investigación radica en la necesidad de adoptar una IM que tenga la capacidad de adaptarse a la variabilidad del mercado permitiendo mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda, del mismo modo que permita dar solución a los niveles elevados en los costos de inventario.

La trascendencia de esta investigación se fundamenta en la capacidad de generar impactos significativos en la empresa, sus empleados y los clientes en general. Una IM basado en la metodología DDMRP no solo optimiza los recursos de la empresa, sino que también tiene un impacto significativo y positivo en toda la cadena de suministros.

El principal beneficiario del presente estudio es la empresa Aquafit S.A., ya que obtendrá directamente los conocimientos para la adopción de un sistema de gestión de inventarios basado en el DDMRP, permitiéndoles optimizar la gestión de los recursos. Además, los beneficiarios indirectos serán los clientes de la empresa, debido a que una IM optimizada por medio del DDMRP provocara una mayor disponibilidad de los productos y tiempos de entrega más cortos.

Objetivos

Objetivos General

Proponer un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.

Objetivos Específicos

1. Realizar un mapeo sistemático de la literatura en conjunto con FAHP para identificar la bibliografía existente sobre las variables de investigación.
2. Estructurar una metodología mediante una secuencia lógica para la identificación de la situación actual.
3. Elaborar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

En el estudio realizado por Kortabarria et al. (2019) se desarrolló un sistema de gestión del inventario aplicando la metodología Demand Driven MRP en una empresa internacional dedicada a la producción de componentes para electrodomésticos, mediante la implementación real de su propuesta se obtuvieron como resultados la reducción considerable del efecto látigo y la solicitud de pedidos urgentes. Del mismo modo se demostró de manera general la reducción de los niveles de inventario físico en un 24,34% mientras que el tiempo de almacenamiento de los productos en el almacén se redujeron en 33,47%. Por otro lado, el stock físico de los productos con un tiempo de espera corto se minimizó al 22,97%.

Miclo et al. (2019) desarrollaron un estudio comparativo entre la metodología Demand Driven MRP y otros dos enfoques dominantes en la planificación y control de los recursos: MRP II y Kanban. Por medio de simulaciones computarizadas se implementaron estos enfoques con la finalidad de evaluar la efectividad relativa de los mismos, como resultados de las 240 simulaciones realizadas se obtuvieron que el Demand Driven MRP demuestra dominar ante los otros métodos mencionado independientemente del nivel de variabilidad de la demanda debido a que en la mayoría de escenarios es el menos influenciado por las fluctuaciones del mercado.

El artículo publicado por Chan-Ju & Suk-Chul (2019) se presentó una fórmula que permite establecer el stock de seguridad ideal para la reposición de un sistema de inventario basado en la metodología Demand Driven MRP, la misma que fue definida matemáticamente para generar consistencia en sus cálculos. Con el objetivo de examinar el rendimiento de la fórmula se realizó una simulación de eventos discretos del nuevo modelo de reposición de inventarios en donde se obtuvo que el modelo propuesto es significativamente más práctico y simple que otros modelos ya existentes, sin embargo, se demostró que supera a las diversas metodologías en términos de nivel de inventario promedio.

En la investigación realizado por Achergui et al. (2021) se presentó un modelo optimizado para el posicionamiento de los buffers que facilita la toma de decisiones sobre que estrategia de producción se debe implementar. Para el desarrollo de las simulaciones, plantearon escenarios en los cuales los tiempos de servicio dado son inferiores a los tiempos de entrega de la lista de materiales con la finalidad de evitar incoherencias en los resultados, de esta manera se obtuvo que la linealización del modelo tiene un impacto significativo que permite alcanzar soluciones optimas en tiempos computacionales inferiores en comparación a los escenarios no lineales.

Paredes-Rodriguez et al. (2022) en su estudio, realizaron una simulación de la implementación de una política de inventarios con un enfoque basado en la metodología Demand Driven MRP en una pequeña empresa dedicada a la comercialización de artículos de ferretería, además, realizaron 52 simulaciones de las redes Petri para analizar, modelar y estudiar el impacto que genera la implementación del DDMRP en la políticas de inventario, en base a esto se demostró el incremento del 25% en los niveles de servicio, del mismo modo se alcanzaron estándares entre el 98% y 100% lo que hace que esta metodología sea una estrategia de control de inventarios beneficiosa para las organizaciones.

En el artículo realizado por Lahrichi et al. (2023) se investigó la eficiencia del enfoque de aprendizaje por refuerzo para la parametrización automática de la metodología Demand Driven MRP, debido a que este método ha demostrado cierto grado de superioridad cuando se trata de prevenir los desabastecimientos y reducir al mínimo el inventario disponible. Para el desarrollo de esta investigación se aplicó un algoritmo SARSA, previo a esta aplicación se generó un conjunto de datos que representan los valores de la demanda durante un periodo de planificación de un año, dando como resultado que el agente en primer instancia brinde una solución de 6.634,00 elementos en el inventario y posteriormente los reduce a un valor de 4.336,00 en base a la experiencia, demostrando que los resultados son prometedores, sin embargo, mencionaron la necesidad de profundizar en el método propuesto.

En el trabajo realizado por el autor Xu et al. (2023), se investigó la combinación metaheurística entre la metodología Demand Driven MRP y el algoritmo Grey Wolf Optimizar (GWO), con la finalidad de proponer el algoritmo DDMRP-GWO que permite la resolución del problema sobre la optimización de la planificación de la

producción bajo restricciones. Como hallazgos experimentales de la investigación se descubrió que el algoritmo propuesto está más capacitado para optimizar el plan de producción en entornos con una demanda fluctuante.

Martin et al. (2023) con la finalidad de maximizar el rendimiento de un taller en específico desarrolló un diseño experimental con el cual se puede comparar diversas combinaciones de aspectos tales como las restricciones de cuello de botella, entre otros, los resultados que obtuvieron por medio de la simulación de eventos discretos fueron que en varios escenarios simulados únicamente fue necesario controlar los tamaños de los buffers mediante el parámetro ADU, además que solo el 36% de los casos se alcanzó un control estable, por lo que sugiere la realización de nuevas investigaciones empleando diversas combinaciones de las métricas ya sea de ponderación o de programación de objetivos.

Cuartas y Aguilar (2023) en su investigación proponen un sistema de gestión de inventario empleando un algoritmo híbrido basado en la combinación del aprendizaje por refuerzo y la metodología Demand Driven MRP, que la finalidad de que pueda emplearse para determinar el mejor momento de reabastecimiento y la cantidad óptima que se debe realizar, además, desarrollaron una ecuación alternativa para determinar el nivel de inventario óptimo y mediante la comparación del desempeño de diversas situaciones complejas tales como la demanda discontinua y no estacional, entre otros. Los hallazgos de este estudio indican la reducción de los desabastecimientos, lo que en términos generales conlleva a un incremento en la eficiencia de las ordenes de compras.

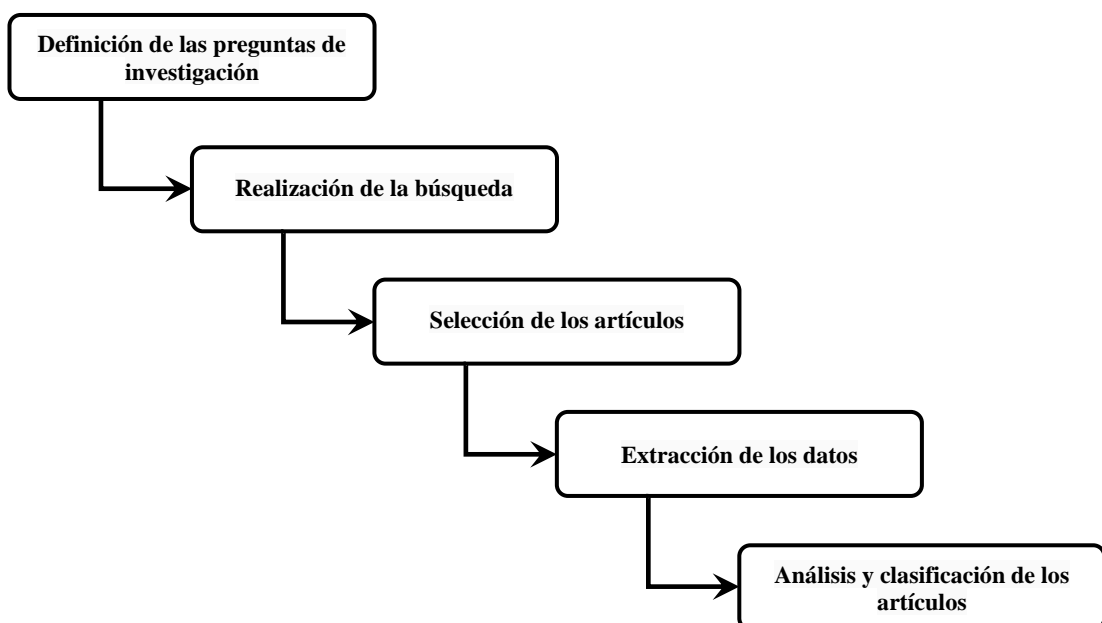
En el estudio realizado por Dessevre et al. (2023) se desarrolla una evaluación de la gestión de la capacidad empleando graficas visuales elaboradas a través de simulaciones, estas graficas tienen la capacidad de correlacionar la tasa de carga del cuello de botella con una tasa de servicio, teniendo en consideración uno de los parámetros del Demand Driven MRP, siendo este el Tiempo de Entrega Desacoplado (DLT). Para esto se realizaron simulaciones de talleres con un sistema de gestión basado en el DDMRP, sumado a esto se realizó un caso industrial, debido a esto determinaron que los gráficos propuestos facilitan la toma de decisiones en función a los factores mencionados. Además, afirmaron que al implementar el DDMRP se logra minimizar el riesgo de la variabilidad, reduciendo los niveles de stock en el inventario.

En base a las investigaciones previamente mencionadas, se evidencio que el DDMRP es un enfoque de planificación y control de inventarios que ha demostrado ser superior en comparación a él MRP II y Kanban, por este motivo actualmente existe la tendencia de implementar esta metodología en las IM de las organizaciones, para llevar a cabo esto se han empleado diversas herramientas como la Simulación de Eventos Discretos, Algoritmo SARSA y Algoritmo DDMRP-GWO. Mediante el análisis de estas investigaciones se determinó que estas mismas poseen un objetivo general en común el cual es la optimización de la IM y los resultados obtenidos cumplen este fin mejorando diversos aspectos como los costos de almacenamiento, tiempos de espera y niveles de stocks.

1.2 Estado del arte

Con la finalidad de identificar la información sobre la metodología DDMRP en la Gestión de Inventarios (IM) para el estado del arte del presente trabajo de titulación se llevó a cabo un Mapeo Sistemático de la Literatura (MSL) basado en el proceso descrito por Eramo et al. (2024) debido a que esta metodología proporciona una visión estructurada de la información mediante el análisis de los artículos seleccionados. El proceso propuesto para el MSL se muestra en la Figura 2.

Figura 2: *Proceso para el MSL*



Nota: Adaptado de Eramo et al. (2024)

Definición de las preguntas de investigación: Como primer paso, se definieron las preguntas de investigación que sirvieron para identificar las contribuciones realizadas por la comunidad científica sobre la metodología DDMRP en la IM.

Realización de la búsqueda: En esta etapa se realizó una búsqueda en donde se identificó la cadena de búsqueda utilizada para indagar en las bases de datos de Dimensions, Scopus y ScienceDirect.

Selección de los artículos: Para la realización de esta etapa se definieron los criterios de inclusión y exclusión que permitieron la selección de los estudios mediante el proceso descrito en la Figura 3.

Extracción de los datos: En esta etapa se elaboró la plantilla detallada en la Tabla 4 en donde se extrajeron datos relevantes para la investigación que cumplieron con los campos en relación a las PI.

Análisis y clasificación de los artículos: Para el desarrollo del análisis, la información extraída fue tabulada en la Sección 1.2.6, en donde se identificó las diferentes herramientas empleadas para la implementación de una IM basada en la metodología DDMRP, además en esta fase se identificaron los objetivos y los resultados de cada estudio para hallar el factor común de las investigaciones.

1.2.1 Definición de las preguntas de investigación

Con la finalidad de identificar los conocimientos actuales de la comunidad científica sobre las variables de investigación se establecieron los siguientes Objetivos (OB) de búsqueda que dan pie a la formulación de las Preguntas de Investigación (PI) mostradas en la Tabla 1.

- **OB1:** Clasificar temporalmente los artículos para evaluar el interés de la comunidad científica sobre las variables de investigación.
- **OB2:** Recopilar datos relacionados a las propuestas, metodología, procesos y resultados para determinar el nivel de desarrollo de las iniciativas.

Tabla 1: Preguntas de Investigación

Preguntas de investigación	OB
PI1: ¿Cuándo se publicaron los artículos?	
<i>Motivación:</i> Determinar la tendencia de la comunidad científica en un periodo temporal específico.	OB1
PI2: ¿Qué objetivo tienen las propuestas realizadas?	
<i>Motivación:</i> Identificarla finalidad con la que se realizaron las investigaciones	
PI3: ¿Qué herramientas se han empleado en las propuestas realizadas?	
<i>Motivación:</i> Identificar las herramientas, métodos, procesos, metodologías.	OB2
PI4: ¿Qué resultados se han obtenido?	
<i>Motivación:</i> Identificar el impacto de las propuestas en la gestión de inventarios.	

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 1 se presentaron las preguntas de investigación y la motivación del desarrollo de las mismas, además se las clasificó en función al OB que cumplieron, en este caso la PI1 cumple con el OB1 mientras que las preguntas PI2, PI3 y PI4 se relacionan al OB2, estas últimas sentaron las bases para la tabulación presentada en la Tabla 6.

1.2.2 Realización de la búsqueda

1.2.2.1 Palabras claves

El proceso de búsqueda abarcó inicialmente la identificación de las palabras claves que posteriormente se utilizaron para la formulación de la cadena de búsqueda. Para determinar las palabras claves se empleó el método Población, Intervención, Comparación y Resultados (PICO) propuesto por Stewart & Dewan (2022) el cual tiene un enfoque más especializado en la Población y la Intervención.

- **Población (P):** En el contexto de esta investigación, la población de interés en la Gestión de Inventarios (Variable dependiente) debido a que es en donde se aplicará el DDMRP.
- **Intervención (I):** La intervención es la metodología Demand Driven MRP, debido a que es el enfoque que se utilizara para optimizar la Gestión de

Inventarios, en lo que respecta al presente estudio, es la variable independiente

Las palabras claves identificadas para la búsqueda son: Gestión de Inventarios y Demand Driven MRP, las cuales se refinaron y agruparon en conjunto considerando sinónimos y palabras relacionadas para garantizar la recolección de aportes significativos en relación a la combinación de las palabras claves. Además, se consideran que las bases de datos en su mayoría manejan únicamente el idioma inglés por lo cual se designaron términos en inglés para el MSL.

En la Tabla 2, se presentan los términos en inglés que representan la población y la intervención elegidos para configurar la cadena de búsqueda empleada durante la realización del MSL. Estos términos sirvieron como medio para la identificación y recopilación exhaustiva de los estudios relevantes en el ámbito de interés.

Tabla 2: *Palabras claves*

POBLACIÓN	TÉRMINOS P
Gestión de Inventario	Inventory Management, Inventory Control.
INTERVENCIÓN	TÉRMINOS I
Demand Driven MRP	Demand Driven MRP, Demand Driven Material Requeriments Planning, DDMRP.

Nota: Elaborado por Autor.

Los términos presentados en la Tabla 2 fueron considerados eslabones de la cadena de búsqueda diseñada y presentada en la Sección 1.2.2.2, misma que relaciona ambas variables mediante un conector denominado AND para la búsqueda en las distintas bases de datos.

1.2.2.2 Base de datos y Cadena de búsqueda

Para la búsqueda de fuentes bibliográficas se seleccionó las siguientes bases de datos: Dimensions, Scopus y ScienceDirect. En base a las palabras claves y a sus conjuntos correspondientes se formuló la siguiente cadena de búsqueda, la cual fue empleada en todas las bases de datos mencionadas:

("Inventory Management" OR "Inventory Control") AND ("Demand Driven MRP" OR "Demand Driven Material Requeriments Planning" OR DDMRP)

1.2.3 Selección de los artículos

Para la selección de las investigaciones, se establecieron criterios tanto de inclusión como de exclusión, estos criterios se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3: *Criterios de Inclusión y Exclusión*

Criterios	Criterio de evaluación
Inclusión	Artículos y revisiones científicas.
	Documentos pertenecientes al campo de Ingeniería.
	Artículos publicados desde enero del 2021 hasta marzo del 2024.
Exclusión	Artículos duplicados (solo se considera la versión más reciente).
	Documentos no accesibles en texto completo.
	Libros y Literatura gris
	Documentos que no sean artículos, revistas

Nota: Elaborado por Autor.

Los criterios presentados en la fueron esenciales para la selección de los artículos, por motivo a que mediante su aplicación se redujo la población inicial de 200,00 artículos manteniendo la información pertinente a la búsqueda, este proceso se detalla en la Sección 1.2.6 (Tabla 3).

1.2.4 Extracción de los datos

Para realizar la extracción de datos y garantizar la uniformidad de la información relevante de los estudios se estructuró una ficha con los elementos necesarios para aplicar el correcto análisis de los artículos, misma que se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4: *Formulario para la extracción de datos*

Elemento de datos	Descripción	PI
Título del artículo	Nombre del artículo	
Nombre del autor	Conjunto de nombres de los autores	
Año de publicación	Año natural	PI1
Objetivo del estudio	¿Cuál es el objetivo de la investigación?	PI2
Herramienta empleada	¿Qué herramienta o metodología utilizaron?	PI3

Elemento de datos	Descripción	PI
Resultados obtenidos	¿Cuáles son los resultados alcanzados en las investigaciones?	PI4

Nota: Adaptado de Stewart & Dewan (2022)

El formulario presentado en la Tabla 4 presenta diversos elementos de datos que se analizaron para realizar el proceso de extracción adecuado garantizando información relevante para la tabulación de la Sección 1.2.6.

1.2.5 Análisis y clasificación de los artículos

Para obtener datos de calidad se llevó a cabo un proceso de clasificación por medio de palabras claves denominado KeyWording, el cual permite clasificar los estudios por medio de un esquema capaz de ajustarse a los estudios seleccionados, según Eramo et al. (2024), para cumplir con este proceso se deben seguir los siguientes pasos:

- Identificar las palabras claves: Para esto se seleccionan las palabras claves mencionadas con mayor frecuencia en los resúmenes de los artículos como lo establece la técnica PLN.
- Refinar las palabras claves: Esto se hace con el objetivo de ampliar el conjunto de categorías que corresponden a las preguntas de investigación.

No obstante, para la PI1 se tomó en consideración el año de publicación y las revistas que publicaron los artículos científicos.

1.2.6 Resultados del mapeo sistemático

Los resultados referentes a la cantidad de artículos encontrados en cada base de datos utilizada, a través de la cadena de búsqueda estructurada en la sección (1.2.2.2) se detalladamente en la Tabla 5.

Tabla 5: *Resultados de la búsqueda inicial*

Base de datos	Resultados de la búsqueda	Porcentaje
Dimensions	181,00	86,60 %
Scopus	18,00	8,61 %
ScienceDirect	10,00	4,79 %
Total	209,00	100,00 %

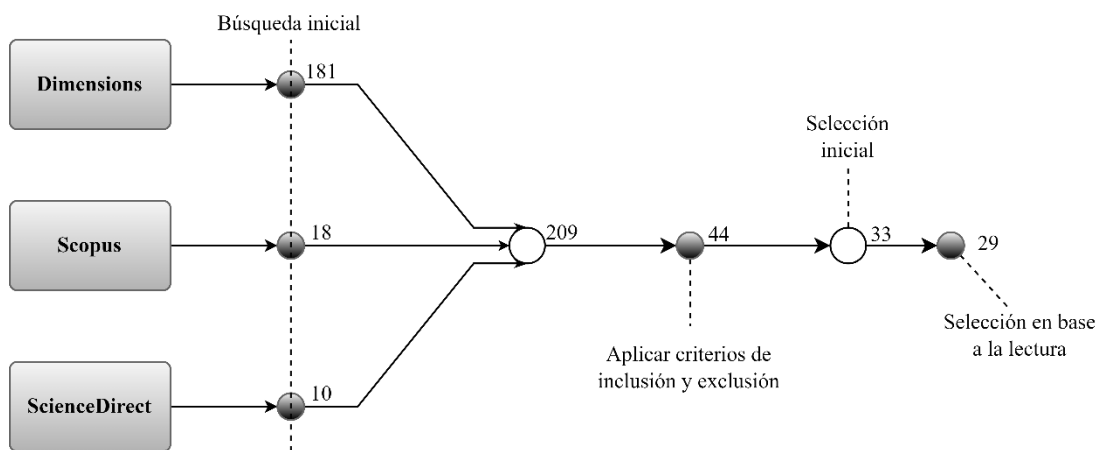
Nota: Elaborado por Autor.

Este estudio se realizó el 22 de marzo del 2024, abarcando toda la información disponible hasta el momento en donde se determinó que el 86,60 % de las publicaciones se encuentran en la base de datos de Dimensions mientras que en Scopus y ScienceDirect se concentran el 8,61 % y el 4,79 % respectivamente, además por la magnitud de documentos resultantes, se utilizó un software para la gestión de referencias, Mendeley Reference Manager, el mismo fue usado para la eliminación de documentos duplicados (Tabla 5).

1.2.6.1 Proceso de selección de artículos

Una vez culminado el proceso de búsqueda, el siguiente paso es seleccionar los artículos, para esto se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión, dando como resultado lo mostrado en la Figura 3.

Figura 3: Proceso de selección



Nota: Adaptado de Eramo et al. (2024)

En la Figura 3 se observa los resultados de la búsqueda inicial en cada base de datos mismos que se explicaron en la Sección 1.2.2, posterior a esta búsqueda se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión mediante los filtros de las bases de datos lo cual redujo la cantidad de estudios a un total de 44 artículos, mediante un análisis rápido se seleccionaron 33 artículos los cuales fueron analizados por medio de la lectura dando como resultado final un total de 29 artículos en relación a las variables de estudio

A continuación, en la Tabla 6 se detallan los estudios seleccionados con el objetivo de identificar las diversas metodologías, herramientas o métodos que se utilizan al implementar en enfoque Demand Driven MRP en la IM. En donde se estableció la metodología DDMRP como factor común y se determinó en primera instancia que la

Simulación de Eventos Discretos es la herramienta más utilizada para la aplicación, validación y simulación del DDMRP en la IM de las mayorías de empresas, sin embargo, en la Sección 1.3 se profundiza este tema.

Tabla 6: *Matriz referencial de artículos*

Artículo	Autor	Objetivo	Herramientas	Resultados
A1	(Bayard et al., 2021)	Analizar su impacto en el rendimiento industrial.	Simulación de eventos discretos.	Mejora el OTD hasta el 99,5%.
A2	(Hasbullah & Santoso, 2021)	Analizar el control de inventario.	Simulación de escenarios.	Reduce la sobre producción.
A3	(Achergui et al., 2021)	Optimizar posicionamiento de los Buffers.	Programación Lineal de Enteros Mixtos.	Mejora los tiempos computacionales.
A4	(Land et al., 2021)	Diagnosticar el flujo y acumulación del inventario.	Enfoque integral de diagnóstico.	Mejora la eficiencia operativa.
A5	(Gallego-García et al., 2021)	Optimizar la gestión de inventarios.	Simulación de escenarios.	Mejora las relaciones con los proveedores.
A6	(Bortolini et al., 2021)	Minimizar el tiempo y espacio empleados.	Modelado matemático.	Reduce los costos del inventario.
A7	(Achergui et al., 2022)	Integrar el posicionamiento de Buffers.	Modelo no Lineal de Enteros Mixtos.	Soluciones factibles en menor tiempo.
A8	(Paredes-Rodríguez et al., 2022)	Minimizar ventas perdidas e inventario.	Simulación de eventos discretos.	Optimiza costos de mantener y nivel de servicio.
A9	(Lahrichi et al., 2022)	Desarrollar la parametrización del DDMRP.	Programación Lineal de Enteros Mixtos.	Reducción de niveles de inventario.
A10	(Landeghem & Cottyn, 2022)	Optimizar el control de inventario.	Value Stream Mapping	Mejora en la eficiencia del manejo de recursos.
A11	(Erraoui & Charkaoui, 2022)	Evaluar la eficiencia del inventario.	Simulación de eventos discretos.	Alta respuesta a la variabilidad de la demanda.
A12	(Haji Mohammad et al., 2022)	Optimizar posicionamiento de los Buffers.	Modelo no Lineal de Enteros Mixtos.	Reduce costos de inventario.
A13	(Pekarcikova et al., 2022)	Diagnosticar el flujo y acumulación del inventario.	Milk Run	Mejora los tiempos de espera.
A14	(Malindzakova et al., 2022)	Optimizar el control de inventario.	Lean Management	Mayor productividad y menos costos.

Artículo	Autor	Objetivo	Herramientas	Resultados
A15	(Thürer et al., 2022)	Evaluar el rendimiento.	Simulación de eventos discretos.	Controla flujo de materiales.
A16	(Silva et al., 2022)	Optimizar costos de mantener y nivel de servicio.	Modelado matemático.	Reducción de la frecuencia de entrega.
A17	(Grobler-Dębska et al., 2022)	Implementar y evaluar módulos de pronóstico.	Simulación de escenarios.	Optimiza la planificación y el control.
A18	(Lorenzo-Espejo et al., 2022)	Optimizar la reposición del inventario.	Enfoque híbrido metaheurístico.	Mejora en los tiempos de ejecución.
A19	(Damand et al., 2022)	Investigar la parametrización del DDMRP.	Algoritmo.	Reduce el tiempo de respuesta de la variabilidad.
A20	(Cuartas & Aguilar, 2023)	Aumentar la eficiencia del proceso de pedidos.	Simulación de eventos discretos.	Minimiza el riesgo de escases de inventario.
A21	(Martin et al., 2023)	Maximizar el rendimiento y la toma de decisiones.	Simulación de eventos discretos.	Controla el tamaño de los Buffers con ADU.
A22	(Xu et al., 2023)	Optimizar el rendimiento de los materiales.	Modelado matemático.	Ajuste dinámico de la demanda de materiales.
A23	(Dessevre, Baptiste, et al., 2023)	Optimizar la planificación de materiales.	Algoritmo	Mejora diversos aspectos del inventario.
A24	(Salah et al., 2023)	Evaluar el impacto del rendimiento empresarial.	Modelado matemático.	Mejora el rendimiento general de la empresa.
A25	(Pekarcikova et al., 2023)	Destacar el potencial del DDMRP en la SP.	Simulación de escenarios.	Aumenta la eficiencia de la IM.
A26	(Dessevre, Lamothe, et al., 2023)	Evaluar la gestión de la capacidad.	Simulación de eventos discretos.	Mejora el control de los tiempos de flujo.
A27	(Lahrichi et al., 2023)	Parametrizar la PP y la IM.	Algoritmo	Contribuye a una planificación más eficiente.
A28	(Ferretti & Marchi, 2024)	Optimizar la gestión del inventario.	Algoritmo	Reduce costos de inventario y mejora su rendimiento.
A29	(Xanthopoulos & Kostavelis, 2024)	Optimizar la gestión del inventario.	Simulación de eventos discretos.	Optimiza la política de inventario.

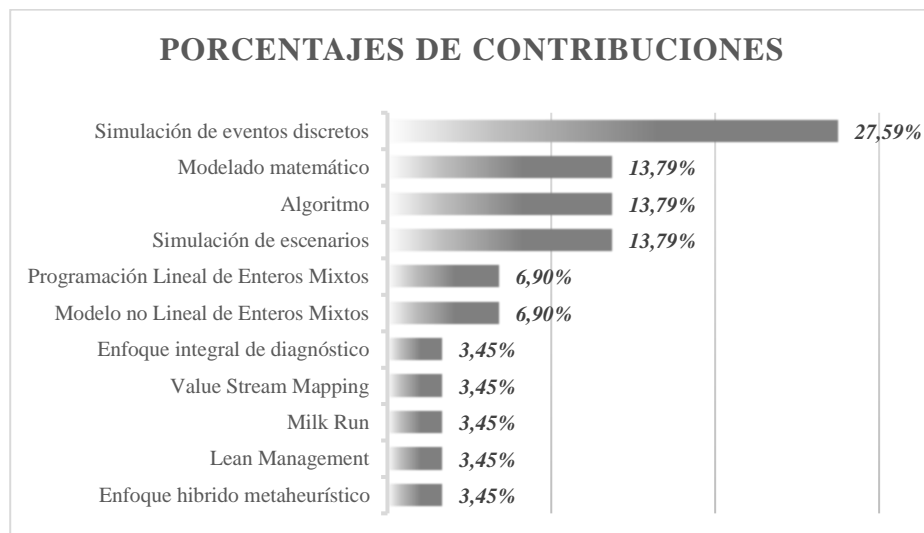
Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados del estado del arte mediante el MSL presentados en la Tabla 6, demuestran la existencia de 29 artículos en los cuales se aplicaron diversas

herramientas para el desarrollo de una IM basada en la metodología DDMRP. Entre estas herramientas se encuentran la Simulación de Eventos Discretos (SED), Modelado Matemático (MM), Algoritmos (ALG), entre otras, siendo la SED la herramienta más utilizada para la comparación y el análisis de la implementación del DDMRP en las IM de las organizaciones. En artículos como A6, A8, A12, A14 y A18 se obtuvieron como resultados la reducción de los costos de inventario, sumado a esto los estudios en donde se emplearon la SED alcanzaron diversos resultados como la mejora de la Entrega a Tiempo (OTD) hasta en un 99,5% (A1), aumento en la respuesta a la variabilidad de la demanda (A11) y optimización de la política de inventario (A29). La totalidad de los artículos extraídos por medio del MSL tienen objetivos diferentes, para dar cumplimiento de dichos objetivos emplearon diversas herramientas y de esta forma obtuvieron resultados diferentes entre sí, sin embargo, se demostró la existencia de un factor en común entre los estudios, el cual es la optimización de la IM por medio de la aplicación de los Buffers del DDMRP.

Bajo este contexto en la Figura 4 se detallan las diversas herramientas empleadas para la optimización de la IM por medio del DDMRP.

Figura 4: Porcentajes de contribuciones.



Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados presentados en la Figura 4 indican que la cantidad de estudios en la que se utilizó la SED representa el 27,59% del total, siendo esta herramienta la que conlleva el mayor nivel de contribuciones científicas, seguidas por el MM, ALG y la SE, con un porcentaje del 13,79%.

1.3 Proceso de jerarquía analítica difusa (FAHP)

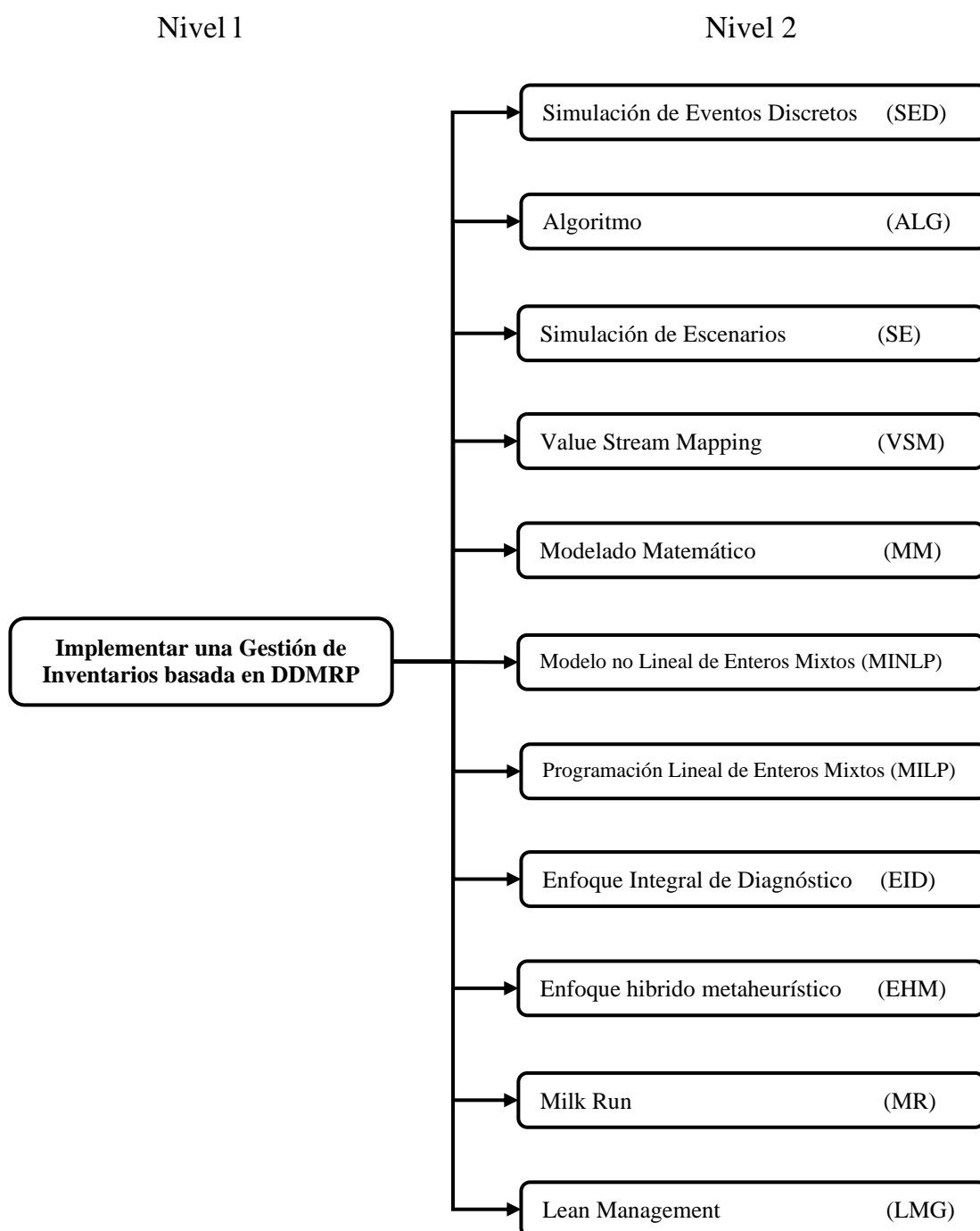
Mendoza et al. (2019) en su estudio determinaron que, el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) es una herramienta empleada para la toma de decisiones que tiene la capacidad de generar juicios subjetivos a la vez de minimizar considerablemente la incertidumbre creada por los juicios personales, además afirmaron que la importancia de esta técnica se encuentra en la habilidad de definir pesos relativos que permitan calificar las alternativas. De la misma forma Izar-Landeta et al. (2023) afirma que al utilizar este método se logra establecer una relación jerárquica sin que los elementos del sistema tengan interdependencia o realimentación entre ellos.

Para Romero-Martínez et al. (2022) el AHP es una herramienta de ayuda para la toma de decisiones debido a que permite analizar datos de propiedades cuantificables y no cuantificables, otra propiedad que tiene este proceso es la facilidad con la que se puede identificar y evaluar diversos factores. Sáenz-Royo et al. (2024) argumentaron que para emplear esta técnica se necesita determinar la intensidad de preferencia correspondiente para cada uno de los juicios emparejados. Además Hamidah et al. (2022) en su estudio afirmaron que al emplear este método las inconsistencias en los factores generalmente son esperadas y toleradas, dando como referencia un valor de 0,10 en la Relación de Consistencia (CR), lo que indica que si el CR calculado es inferior a este valor el juicio es aceptable, en cambio el CR calculado es mayor se debe a la inconsistencia del juicio.

Teniendo en consideración lo mencionado, el FAHP es una herramienta desarrollada para la toma de decisiones mediante la integración matemática difusa y el AHP, con la finalidad de abordar problemas complejos de decisión multicriterio (L. Wang et al., 2024). En FAHP se realiza el cálculo de los pesos de las matrices de comparación por medio de pares de la escala de números difusos triangulares (TNF), convirtiendo la escala AHP en una escala de Fuzzificación (Abdullah et al., 2023)

En esta investigación se emplea el FAHP para el cálculo de los pesos de las herramientas empleadas para la elaboración de una IM con buffers del DDMRP. Bajo esta premisa en la Figura 5 se presentan cada una de las herramientas identificadas, las cuales pasaron por el FAHP para su debida jerarquización.

Figura 5: Herramientas para implementar una IM basada en DDMRP



Nota: Elaborado por Autor.

Los pesos difusos se presentaron en la Tabla 7, posteriormente se realizó la matriz normalizada. Para comprobar la coherencia matricial Muyulema-Allaica & Ruiz-Puente (2022) afirmaron que, se debe calcular inicialmente λ_{max} , el índice de consistencia (CI) y el índice de consistencia aleatoria (RCI), luego se calculó la proporción de consistencia (CR).

Tabla 7: Matriz de pesos difusos

Criterio	Peso difuso			Media	Normalizado
SED	0,1588	0,2548	0,3929	0,2688	0,2528
SE	0,0846	0,1345	0,2125	0,1439	0,1353
VSM	0,0403	0,0586	0,0870	0,0620	0,0583
ALG	0,0901	0,1419	0,2181	0,1500	0,1411
MM	0,1022	0,1557	0,2348	0,1642	0,1544
MINLP	0,0397	0,0582	0,0893	0,0624	0,0587
MILP	0,0325	0,0480	0,0739	0,0515	0,0484
EID	0,0235	0,0358	0,0574	0,0389	0,0366
EHM	0,0276	0,0414	0,0652	0,0447	0,0421
MR	0,0244	0,0356	0,0560	0,0386	0,0363
LM	0,0253	0,0356	0,0539	0,0383	0,0360
Total				1,0633	1

Nota: $\lambda_{max} = 12,4864$; $CI = 0,1486$; $RI = 1,62$.

En la Tabla 7, se presentaron los resultados obtenidos por medio de la aplicación de la herramienta híbrida de toma de decisiones FAPH, en donde se identificó la importancia de la SED debido a su peso de 0,2528 lo que la mantiene en el primer nivel de la jerarquía difusa, seguido de las herramientas MM, ALG y SE las cuales poseen un peso de 0,1544, 0,1411 y 0,1353 respectivamente, sumado a esto el CR tiene un valor de 0,0918 indicando validez de la evaluación debido a que es considerado un juicio aceptable.

1.4 Discusiones del Mapeo Sistemático de la Literatura (MSL)

En este Capítulo se realizó un MSL mediante el procedimiento propuesto por Eramo et al. (2024), lo que permitió segmentar sistemáticamente los diversos artículos que se relacionen con las variables dependiente (Gestión de Inventarios) e independiente (Demand Driven MRP) establecidas para la presente investigación. Dando como resultados un total de 29 artículos en los que se utilizaron diversas herramientas para la optimización de la IM mediante la implementación de buffers del DDMRP.

En la Tabla 6 se presentaron los estudios que fueron seleccionados, las herramientas que utilizaron y los resultados que alcanzaron, de este modo, se identificaron un total de 11 herramientas, las cuales se detallaron en la Figura 4, misma que indicó un porcentaje de utilización del 27,59% para la Simulación de Eventos Discretos (SED), sin embargo, se utilizó el Proceso de Jerarquía Analítica Difusa (FAHP) para la evaluación de las herramientas en función a importancia que tienen las herramientas sobre las variables de estudio, en la Tabla 7 se detallaron los resultados obtenidos, indicando que la SED cuenta con el 25,28% del peso total de las herramientas, seguido el MM y ALG con un peso del 15,44% y 14,11% respectivamente. En términos estratégicos, esta jerarquización fue la base de apoyo para la toma de decisiones con respecto a la selección herramienta más óptima que contribuya significativamente al desarrollo de una propuesta de un sistema de IM basado en el método DDMRP.

1.5 Discusiones de las herramientas


En el caso de Haji Mohammad et al. (2022) se realizó un Modelo no Lineal de Enteros Mixtos (MINLP), en el cual se consideró únicamente los costos de mantenimiento para la optimización del posicionamiento de los buffers, logrando de este modo ahorrar el 75% de los costos totales de mantenimiento y el 67% de las cantidades en el inventario. Mientras que en el caso de Paredes-Rodriguez et al. (2022), se aborda la SED para el análisis, modelación y estudio de la implementación de una IM basada en la metodología DDMRP, mediante el uso de un software de simulación se determinó una reducción del 41% en los tiempos de entrega y el 18% de la reducción de los niveles de stock, además se incrementó el nivel de servicio en un 25% a la vez que alcanzaron estándares entre el 98% y 100%.

Ambos estudios presentan enfoques y estrategias diferentes para la optimización de la IM, el primero se centra en específicamente en los costos de mantenimiento, mientras que el segundo tiene un enfoque más general, sin embargo, en ambos casos se destaca la importancia de la planificación y optimización de la gestión de inventarios con la finalidad de reducir costos de inventarios, niveles de inventarios y tiempos de entrega a la vez que se aumentan los niveles de servicios.

En base a los resultados mostrados en la Tabla 6, se evidencia que los estudios publicados por Bayard et al. (2021), Paredes-Rodriguez et al. (2022), Erraoui & Charkaoui (2022), Thürer et al. (2022), Cuartas & Aguilar (2023), Martin et al. (2023), Dessevre, Lamothe, et al. (2023) y Xanthopoulos & Kostavelis (2024) fundamentan que el uso de la simulación de eventos discretos aporta diversos beneficios para el modelado de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, debido a su capacidad de simular eventos disruptivos lo que conlleva a escenarios más realistas permitiendo analizar y resolver problemas en base a la variabilidad de la demanda y minimizando costos de inventario, lo que da como resultado una gestión de inventarios más eficiente al poder amortiguar el efecto látigo.

Lo mencionado previamente en el Capítulo I se respalda en el artículo publicado en la Revista Científica Internacional Arandu– Universidad Tecnológica Intercontinental.

Figura 6: *Certificado de aprobación del artículo*



Revista Científica Internacional
ISSN 2409-2401 (en línea)
ISSN 2311-7559 (impreso)

CONSTANCIA DE POSTULACIÓN

Estimado/s autor/es:

Juan Carlos Muyulema-Allaica
Francisco Xavier Aguirre Flores
Augusto Fabricio Santana Zambrano
Víctor Manuel Matias-Pillasagua

Me dirijo a usted/es, y a quien corresponda, a los efectos de dejar constancia de que hemos recibido su manuscrito titulado:




“Marco de referencia para la gestión de inventarios bajo la metodología Demand Driven MRP: Un mapeo sistemático de la literatura y FAHP”

El mismo se encuentra sometido a evaluación de pares para su publicación en la Revista Científica Internacional Arandu UTIC. En los próximos días remitiremos el resultado de la evaluación de los árbitros y, si la misma fuera favorable, el Certificado de Aprobación para la Publicación.

Saludos cordiales.



Dr. Anton P. Baron
Editor en jefe
Revista Científica Internacional Arandu UTIC



CAPÍTULO II

MARCO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque de investigación

Se desarrolló la metodología de esta investigación bajo un enfoque cuantitativo ya que se realizó una recolección de datos para la comprobación de una hipótesis mediante el uso de herramientas y métodos que permitieron cuantificar la información recolectada, debido a la naturaleza de los objetivos planteados, además Hernández-Sampieri & Mendoza-Torres (2018) aseguraron que este enfoque se basa en un conjunto de procesos secuencial estructurados por pasos ordenados rigurosamente sin la posibilidad de evadir alguna etapa, lo que facilitó la obtención de resultados relevantes en relación a la problemática del estudio.

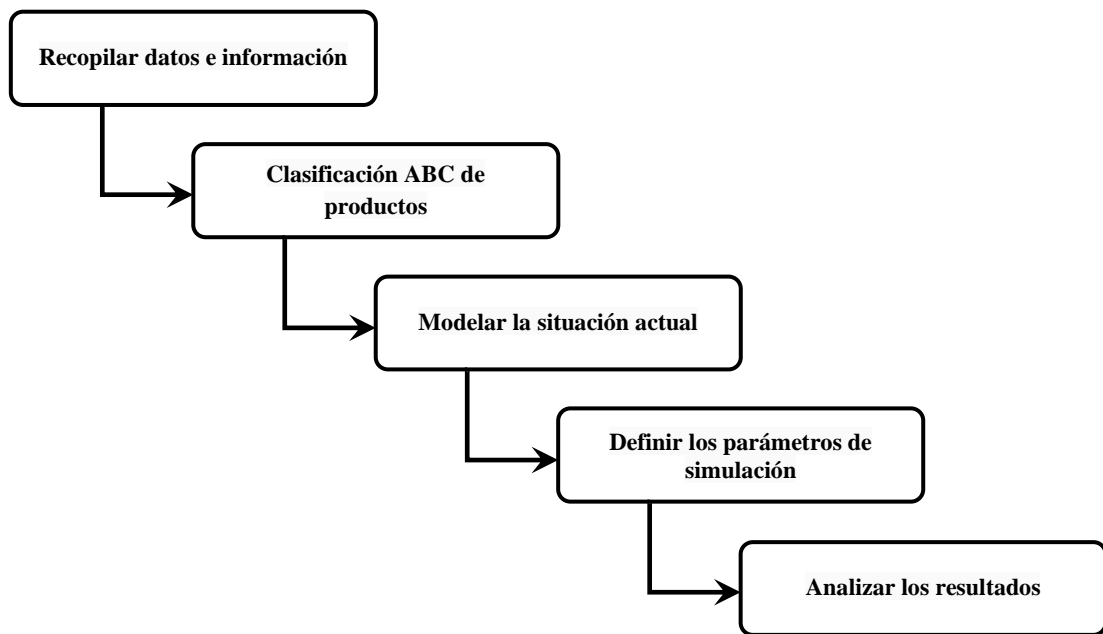
2.2 Diseño de investigación

Por la naturaleza cuantitativa de esta investigación se estableció que el diseño de investigación corresponde a uno no experimental categorizado como transversal para la recolección de datos. Teniendo en consideración que el alcance descriptivo tiene como propósito explicar características relevantes, por medio de la medición y recolección de información mientras que, un alcance correlacional busca identificar la relación o el grado de asociación que puede existir entre un conjunto igual o mayor de dos variables (Hernández et al., 2016). Bajo este contexto, esta investigación se orienta a un alcance híbrido relacionando el descriptivo y el correlacional con el objetivo de explicar o describir características relevantes de dos variables a la vez que identifique la relación existente entre estas.

2.3 Procedimiento metodológico

El proceso metodológico utilizado en esta investigación se basa en la metodología propuesta en el estudio de Dessevre, Lamothe, et al. (2023), en la cual se aborda la problemática de una IM divergente con buffers de la metodología DDMRP, obteniendo como resultados una política de inventarios que reduce el trabajo en curso en un 34, además, se consideró parte de la metodología diseñada por Paredes-Rodriguez et al. (2022) en la cual se realiza una clasificación ABC de los productos para identificar el producto con mayor prioridad. En ambas investigaciones se realizó una simulación de eventos discretos de la gestión de inventarios abarcando el Demand Driven MRP, para esto se dio uso de la secuencia lógica establecida en la Figura 7.

Figura 7: Diseño del proceso metodológico



Nota: Adaptado de Paredes-Rodriguez et al. (2022) y Dessevre, Lamothe, et al. (2023)

- 1. Recopilar datos e información:** Se desarrolló la recopilación de información mediante la aplicación del instrumento para comprender la situación actual de la gestión de inventarios de la empresa Aquafit S.A. y construir el escenario inicial del modelo.
- 2. Clasificación ABC de productos:** El método ABC es uno de los esquemas más utilizados para a priorización de productos en un inventario, por esta razón se empleó este método mediante el criterio de las ventas para identificar el producto clave para la aplicación del DDMRP en la IM.
- 3. Modelar la situación actual:** Se desarrolló un modelo alimentado por los datos reales de la empresa: BOM, demanda, tiempo de producción, niveles de stock iniciales, horarios de producción, ente otros.
- 4. Definir los parámetros de simulación:** La definición estratégica de las ubicaciones de los puntos de desacoplamiento y la delimitación de los niveles de buffers tienen una estrecha relación entre sí, por este motivo se consideraron aspectos claves como la demanda diaria de los puntos seleccionados y sus respectivos Lead Times para el desarrollo de esta fase.
- 5. Analizar los resultados:** Se realizó el análisis de los parámetros e indicadores resultantes de la simulación del escenario propuesto en comparación al escenario actual, además los resultados obtenidos proporcionaron información que respaldan el modelo propuesto.

2.4 Población y muestra

2.3.1 Población

Hernández et al. (2016) definieron a la población como el conjunto de elementos que concuerdan con determinadas características, las cuales se pueden clasificar en tres aspectos: de contenido, de lugar y de tiempo (Del Cid et al., 2011). En esta investigación la población está conformada por 62 trabajadores distribuidos en las distintas áreas de la empresa Aquafit S.A., por consiguiente, se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8: Población de la investigación

Nº	Cargo	Nº de personal	Ponderación
1	Gerencia General	1	1,61%
2	Gerencia Financiera	1	1,61%
3	Producción	13	20,97%
4	Facturación y Finanzas	5	8,06%
5	Talento Humano	2	3,23%
6	Compras y ventas	23	37,10%
7	Bodega	9	14,90%
8	Administración	8	12,90%
Total		62	100%

Nota: La información presentada fue obtenida de la empresa Aquafit S.A.

2.4.2 Muestra

La muestra es una sección representativa de la población seleccionada, que se utiliza en un trabajo de investigación para la medición y observación de las variables de objeto de estudio con fines de investigar características específicas del mismo (Bernal, 2010).

La muestra de este estudio se delimitó dando uso del muestreo no probabilístico en el que el investigador determina la muestra en base a su conveniencia como lo indica Del Cid et al. (2011). Bajo este contexto, la muestra de estudio seleccionada se conforma por aquellas personas que trabajen en la empresa Aquafit S.A. durante el periodo comprendido entre enero del 2023 hasta marzo del 2024. Además, los sujetos de estudio deberán tener conocimiento sobre la gestión y control de inventario dentro de la organización. Bajo estos criterios se delimito la muestra de estudio a un total de trece personas las cuales se detallan en la Tabla 9.

Tabla 9: Muestra de la investigación

N°	Cargo	N° de personal	Ponderación
1	Gerente General	1	7,69%
2	Gerente Financiero	1	7,69%
3	Jefe de Producción	1	7,69%
4	Jefe de Compras y ventas	1	7,69%
5	Jefe de Bodega	1	7,69%
6	Trabajadores de Bodega	8	61,54%
Total		13	100%

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 9 se presentaron los resultados de la aplicación de los criterios de inclusión, identificando a un total de trece individuos de los cuales el 61,54% son trabajadores del departamento de Bodega y el resto de la muestra de estudio se distribuyen entre los jefes de los departamentos seleccionados, gerente general y financiero.

2.5 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de los datos

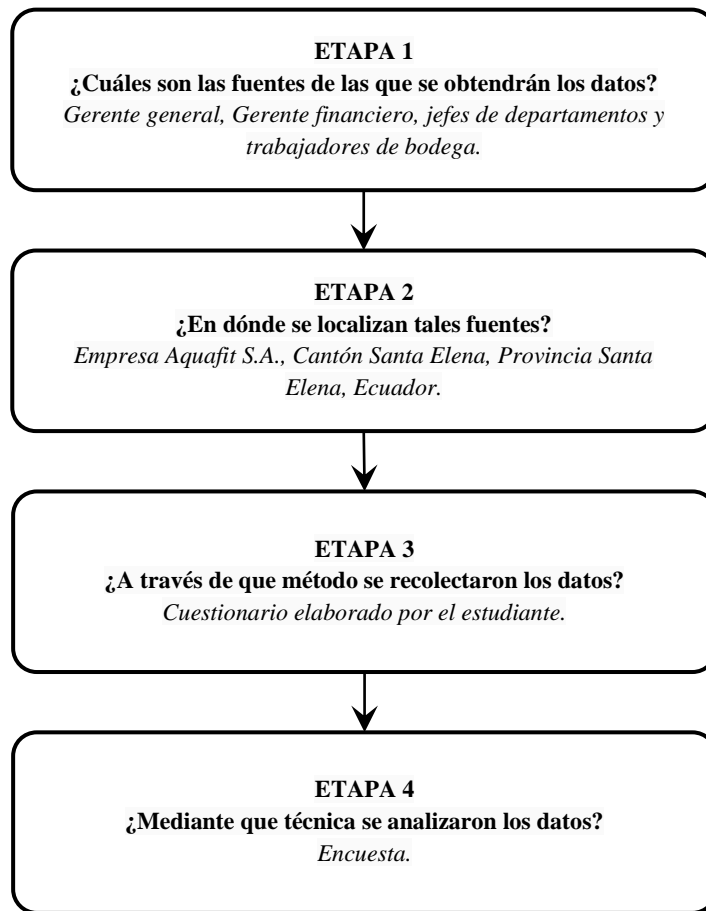
2.5.1 Métodos de recolección de datos

Existen distintos procesos lógicos para elaborar una investigación científica, Del-Cid et al. (2011) definieron estos métodos como la secuencia lógica que da uso de la razón para establecer la relación entre los datos, mencionando los siguientes: método analítico, método sintético, método inductivo y el método deductivo.

El método analítico implica descomponer el sistema u objeto de estudio en diversas partes que lo conforman pasando de un estudio general a uno específico, lo que permite establecer relaciones entre las distintas características o elementos del sistema generando una comprensión más detallada y profunda del objeto de estudio.

Hernández et al. (2016) establecieron que para llevar a cabo el proceso de recolección de datos de forma apropiada es necesario desarrollar un plan minucioso en el que se detallan los procedimientos que permitan alcanzar el objetivo mencionado, bajo esta premisa en la Figura 8 se presenta el plan orientado a la recopilación de los datos empleados para el levantamiento de información del presente estudio.

Figura 8: Plan de recolección de datos



Nota: Basado en Hernández et al. (2016)

En la Figura 8 se presenta el plan de recolección de datos explicado a continuación:

¿Cuáles son las fuentes de las que se obtendrán los datos?: Se refiere al origen de los datos que fueron recolectados, estos pueden ser por personas, observaciones, registros, documentos, archivos o bases de datos. Las fuentes elegidas para esta investigación se detallaron en la Tabla 9 de la Sección 2.4.

¿En dónde se localizan tales fuentes?: En esta etapa se delimita la ubicación geográfica de la muestra de estudio a la que se le aplicara la encuesta para la extracción de datos, para fines de esta investigación la población se emplaza en la empresa Aquafit S.A., Cantón Santa Elena, Provincia Santa Elena, Ecuador.

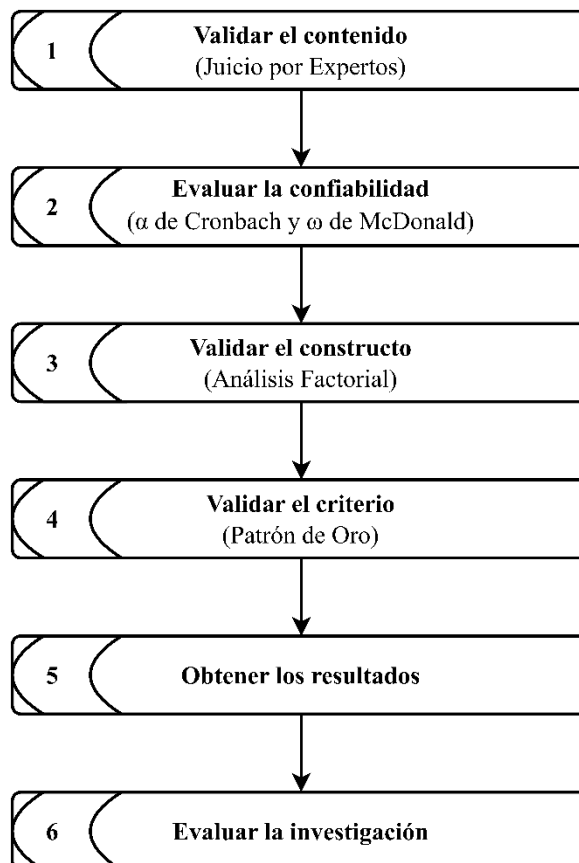
¿A través de que método se recolectaron los datos?: En esta fase se determinó el método utilizado para el levantamiento de información, además se estableció el procedimiento de validación del contenido y evaluación de la confiabilidad, esto último serán explorado con más profundidad en la Sección 2.5.2.

¿Mediante que técnica se analizaron los datos?: En esta etapa se identificó la técnica que se empleó en el presente trabajo de investigación, estableciendo la encuesta como técnica y como instrumento el cuestionario, mismo que pasó por medio del proceso de validación de contenido y evaluación de confiabilidad.

2.5.2 Técnicas de recolección de datos

Con el objetivo de registrar los datos obtenidos del proceso de recolección aplicado en este estudio, se llevó a cabo el uso de un cuestionario como instrumento para la encuesta, la cual se encuentra validada por medio del proceso propuesto por López-Fernández et al. (2019) en cual se presenta en la Figura 9.

Figura 9: Proceso para la validación del instrumento



Nota: Basado en López-Fernández et al. (2019)

El proceso para la validación del instrumento presentado en la Figura 9 se divide en 6 fases las cuales son:

- **Validar el contenido:** Se refiere a la creación del instrumento de recolección de datos, esta fase se divide en tres momentos claves, los cuales son la aproximación a la población, es decir, la investigación sobre la problemática

abordada acerca de las variables de estudio, para el cumplimiento de este momento es necesario la aplicación del instrumento. El juicio por expertos se basa en valorar aspectos claves de los ítems como la precisión, relevancia y coherencia, esto se hace a través del grupo de expertos seleccionados mediante los criterios de inclusión de la Sección 2.5.3. La validez racional se refiere a los conceptos extraídos por medio de la literatura. Los momentos no tienen un orden lógico de ejecución, sin embargo, la aplicación de los momentos es de carácter obligatorio.

- **Evaluar la confiabilidad:** En esta fase se la confiabilidad se estableció como una propiedad de los resultados obtenidos de la recolección de datos por medio del instrumento, para la evaluación de la confiabilidad se utilizó Alfa de Cronbach y Omega de McDonald's.
- **Validar el constructo:** Se refiere a una investigación descriptiva, en donde se aplica el análisis factorial estableciendo grupos de ítems denominados dimensiones, la aplicación de del análisis factorial tiene el objetivo de identificar uno o más factores que determinen el nivel de variedad en los resultados al utilizar el instrumento en diversas ocasiones.
- **Validar el criterio:** Por medio del Patrón de Oro se mide el grado de concordancia o correlación, el resultado se expresa mediante la validez concurrente y la validez predictiva.
- **Obtener los resultados:** Se refiere a que los datos se escogieron en condiciones homogéneas y los resultados deben ser constantes al a vez que deben ser reproducibles en el tiempo.
- **Evaluar la investigación:** En esta etapa del proceso se pretendió minimizar el error al momento de realizar el análisis de los resultados extraídos por medio del instrumento de recolección de datos.

2.5.3 Instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de una investigación existe a disposición diversos tipos de instrumentos permiten medir las variables de interés y el acceso a las fuentes de información de donde se obtendrán los datos (Del Cid et al., 2011). Bajo este contexto, se utilizó la entrevista y el cuestionario como instrumentos de recopilación de datos del presente estudio, siendo este último definido por Hernández et al. (2016) como el conjunto de preguntas elaborabas minuciosamente en relación a una o más variables

que se acoplen al proceso de medición. Para la validación del instrumento se ejecutó un juicio por expertos, por la naturaleza cuantitativa de la investigación, los expertos fueron seleccionados en base a los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

- Los expertos deben tener título de ingeniería.
- Deben tener al menos una investigación científica en su campo de especialización.
- Los expertos deben tener el título de maestría o doctorado.

2.6 Variables del estudio

Las variables del estudio son factores, características, propiedades, atributos, o cualidades con la capacidad de adoptar valores para su medición, sumado a esto, el análisis apropiado de las variables conlleva a que la investigación se pueda replicar de manera que se obtengan resultados semejantes en diversos escenarios (Arturo et al., 2011)

En el contexto de una investigación cuantitativa, las variables desempeñan la separación de características o atributos en relación al tema de estudio, cumpliendo con un rol fundamental en la investigación, por ende, se mencionaron los conceptos de las variables:

- **Variable independiente (VI):** Se conceptualiza e identifica como la causa a investigar.
- **Variable dependiente (VD):** Son los resultados sujetos a cambios provocados por la causa.

Bajo esta premisa, se establecieron las siguientes variables de estudio:

- **VI:** Metodología DDMRP
- **VD:** Gestión de inventarios

2.7 Operacionalización de las variables

Coronel-Carvajal et al. (2023) definieron a la operacionalización de variables como un proceso de separación y análisis de las variables de estudio en sus respectivos componentes que permiten medirlas, bajo este contexto en el Anexo E se presentó el desarrollo de la operacionalización de variables dando como resultados los conceptos teóricos de las variables, las dimensiones, los indicadores y los ítems empleados en el instrumento de recolección de datos presentados en el Anexo F.

2.8 Procedimiento para la recolección de datos

El procedimiento para la recolección de datos es considerado como la fase operativa del diseño de investigación, puesto que permite alcanzar los objetivos previamente establecidos, por ende, es fundamental determinar la secuencia lógica del proceso que sirva para analizar, sistematizar y organizar los datos recolectados a través del instrumento seleccionado (Useche et al., 2019).

Para el tratamiento de la información recopilada en este trabajo se aplicó el procedimiento propuesto por Medina et al. (2019), el cual se ejecuta por etapas ordenadas sistemáticamente, siendo la primera la ejecución de actividades que permitan el proceso de recolección y la segunda consiste en la presentación de datos.

En la Tabla 10 se detalla el procedimiento a seguir para procesar los datos.

Tabla 10: *Etapas para el procesamiento de datos*

N°	Plan	Procedimiento
1	Procesamiento de datos	a) Revisión de la información recopilada para descartar datos defectuosos.
		b) Reiteración de la información a causa de datos defectuosos.
		c) Tabulación de la información recolectada en base a las variables con análisis estadísticos.
2	Presentación de datos	a) Presentación escrita de los resultados obtenidos por medio de la encuesta.
		b) Presentación de los resultados por medio de herramientas estadísticas.
		c) Presentación gráfica de los resultados para facilitar la comprensión de los mismos.

Nota: Basado en Medina et al. (2019).

En la Tabla 10 se presentó la secuencia lógica para el procesamiento de los datos obtenidos mediante la aplicación del instrumento, la cual se clasifica en 2 etapas, la primera es el procesamiento de los datos, para cumplir con esta etapa fue necesario realizar la revisión, reiteración y la tabulación de la información recopilada, posteriormente se necesitó la presentación de los datos, por lo que se realizó la presentación escrita, por medio de herramientas estadísticas y por gráficos.

2.9 Plan de análisis e interpretación de los datos

En esta sección se verificó la importancia de alcanzar los objetivos específicos determinados con anterioridad en la investigación, por esta razón se desarrolló un plan como medio para lograr los objetivos, en el mismo se detalla la necesidad de realizar un MSL y la ejecución del método FAHP para establecer las bases teóricas de la investigación, determinar la herramienta a emplear, entre otros aspectos en relación a las variables de estudio, de esta forma dar cumplimiento al primer objetivo específico (sección 1.2 y sección 1.3).

Subsecuentemente, se realizó la proyección del acopio de datos y mediante el uso de un instrumento específico para la recolección previamente aprobado y validado mediante por un comité de experto tal como lo establece en el método propuesto por López-Fernández et al. (2019) (sección 2.5.2). Posteriormente, se determinó las etapas del procedimiento a seguir para el tratamiento de los datos y se presentó el respectivo análisis de la información recopilada mediante la aplicación del cuestionario dando uso del de acceso libre Jasp (Anexo K) para verificar la viabilidad y confiabilidad a través de la medición del grado del coeficiente de Omega de McDonald's y el software IBM SPSS Statistics (la licencia del software se presenta en el Anexo J, con fecha vigente hasta el 19 de junio del 2024), como herramienta para evaluar el constructo y el criterio del cuestionario. Seguidamente, se elaboraron tablas estadísticas para exhibir de manera visual los resultados obtenidos del análisis de datos, de esta manera, se facilita la comprensión del estudio. Sumado a esto, se desarrolló la simulación de eventos discretos en el Software Arena.

Con la finalidad de simplificar la comprensión del plan elaborado para el análisis e interpretación de los resultados alcanzados al cumplir los objetivos específicos, la Tabla 11 ofrece la descripción detallada de los procedimientos y las herramientas empleadas con este fin.

Tabla 11: Plan de análisis e interpretación de datos

Objetivos Específicos	Procedimientos	Instrumentos	Resultados Esperados
OE 1	1. Revisión de la literatura.	Mapeo sistemático de la literatura.	Establecer sinergias entre las variables.
	3. Método FAHP.	MCDM.	Determinar la herramienta para el DDMRP en la IM.
OE 2	1. Planeación para recopilar los datos.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.	Desarrollo metodológico.
	2. Planeación para validar el instrumento (cuestionario).	Método para validar el instrumento.	Estratificación poblacional y muestral.
	3. Fases para el desarrollo del modelado.	Etapas para la elaboración del modelado en bases teóricas.	Etapas estructuradas para modelar.
OE 3	1. Ejecución de la técnica de recolección de datos.	Software Jasp y SPSS.	Tabulación de los datos.
	2. Análisis y fiabilidad de datos.	Análisis KMO y esfericidad de Bartlett.	Desarrollo del modelado.
	3. Elaboración del modelado.	Software Arena.	Definición de las conclusiones del modelado.

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 11 se especificó los procedimientos llevados a cabo para el cumplimiento de los objetivos específicos de la presente investigación, así como los instrumentos correspondientes a cada procedimiento y los resultados esperados una vez finalizado el proceso de análisis e interpretación de los datos.

CAPÍTULO III

MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Capítulo II se determinó el procedimiento metodológico que se utilizó para el desarrollo de este trabajo, además se determinaron las técnicas de recolección de datos, siendo la encuesta una de esta, una vez elaborado el instrumento (cuestionario), se realizó la validez del contenido, la evaluación de la fiabilidad, validez del constructo y del criterio por medio de estadísticos como: Alfa de Cronbach, Omega de McDonald, Prueba KMO, esfericidad de Bartlett y Omega de Kendall (Sección 3.4.2) en donde se determinó que el cuestionario es adecuado, sumado a esto, se realizó la verificación de la hipótesis por medio de una prueba no paramétrica en donde se obtuvo un valor de 0,732 para el coeficiente de correlación y 0,004 de significancia, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

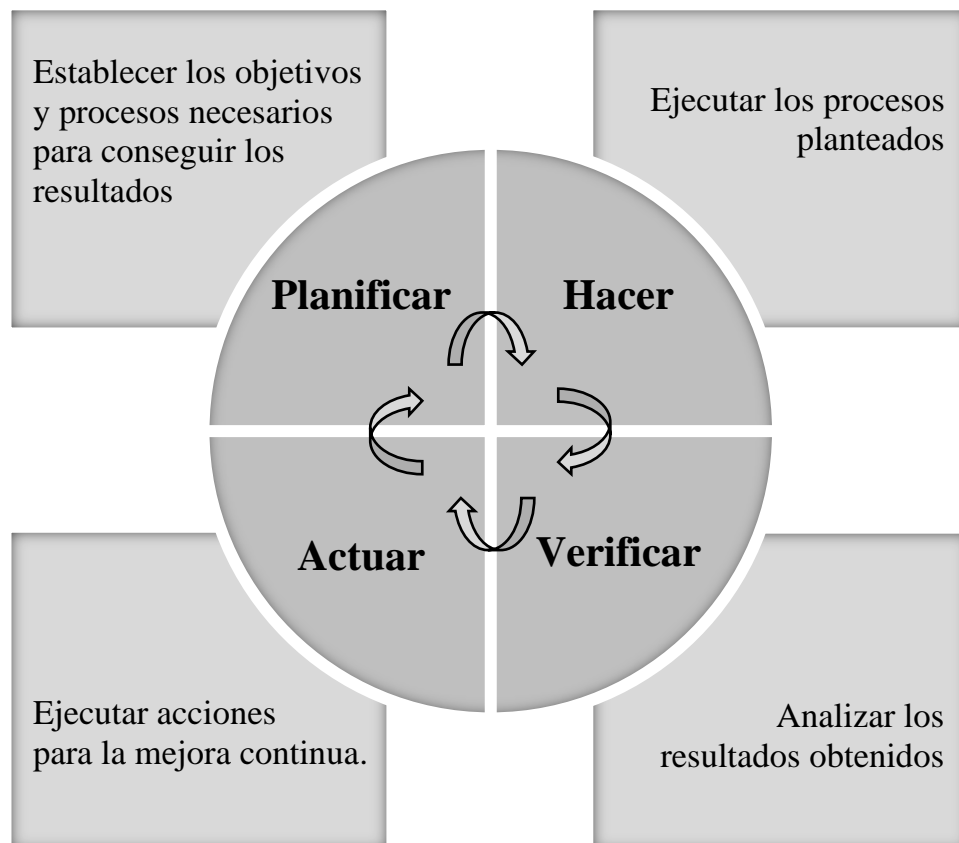
Mediante el análisis del mapa de procesos de la Sección 3.3.4, se determinó que el presente estudio se centre en 3 procesos, los cuales son: Gestión de compras, Producción y Ventas, sumado a esto, se realizó una clasificación ABC del inventario lo que permitió identificar que la Botella PET de 625 CC representa el 80% de las ventas de la empresa (Sección 3.5.1), por esta razón se lo consideró como el objeto de estudio de la investigación.

Posteriormente, se desarrolló la simulación de eventos discretos de la situación actual, los resultados de esta simulación demostraron ser muy similares a los datos proporcionados por la empresa mediante los instrumentos de recolección de datos, por este motivo la SED de la situación actual se consideró válida para el estudio (Sección 3.5.3). Para desarrollar la propuesta definieron los parámetros de la simulación en la Sección 3.5.3, en donde se establece el desacoplamiento estratégico de los procesos, el dimensionamiento de los buffers, los ajustes dinámicos de los mismos, la planificación de la demanda y la ejecución visible, en base a esto, se realizó la SED de la situación propuesta y mediante el análisis comparativo entre los escenarios actual y propuesto se identificó que esta propuesta aumenta el porcentaje de las ventas en un 50,92% y debido a la eficiencia del buffer el nivel de servicio se ha incrementado hasta el 93,41%. Sumado a esto se estableció un periodo de 4 meses y 7 días para la recuperación del capital invertido y un costo beneficio de \$8,87 por dólar invertido.

3.1 Ciclo PHVA

El ciclo de Deming es una estrategia de mejora continua, su estructura consiste en un ciclo dinámico de cuatro etapas: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) (González et al., 2020). En esta investigación se empleó el ciclo de Deming con la finalidad de desarrollar la estructura sistemática que permita la ejecución de la propuesta de estudio, en base a esto, en la Figura 10 se presenta los pasos a seguir para la ejecución del ciclo.

Figura 10: Ciclo PHVA



Nota: Elaborado por Autor.

- **Planificar:** Es esta etapa se identificó el problema mediante el árbol de problemas realizado en la Sección 3.2.5, con la finalidad de establecer los objetivos (Sección 3.2.6) que permitan establecer los procesos necesarios para el desarrollo de la propuesta. Los procesos de la empresa establecidos como objeto de estudio se presentaron en la Sección 3.2.4, en donde se delimita la investigación a las áreas de Compra, Producción y Ventas, además para la recolección de datos que permitieron el análisis de la situación actual y el planteamiento de la propuesta se desarrollaron los instrumentos especificados

en la Sección 2.5.3, sumado a esto, en la Sección 2.8 y 2.9 se muestran el procedimiento para la recolección de datos empleado en este estudio y el plan de análisis e interpretación de los mismos respectivamente.

- **Hacer:** Una vez identificado el problema, establecido los objetivos y diseñado el proceso que permita recopilar la información, es necesario ejecutar la recolección de los datos, sin embargo para evaluar la validez y confiabilidad de estos se emplearon estadísticos como Omega de McDonald (Sección 3.4), culminado este proceso se diseñó la propuesta de mejora mediante la definición de los parámetros que permitieron el cumplimiento de las 5 fases establecidas para la implementación del DDMRP, para esto se posicionaron estratégicamente los buffers, desacoplando los procesos que permiten disminuir el efecto látigo en la empresa (Sección 3.4.4.1), posteriormente se dimensionaron los niveles de los buffers (Sección 3.4.4.2) y se establecieron los ajustes dinámicos de los mismos (Sección 3.4.4.3), sumado a esto se diseñó el modelo de planificación del inventario basada en la demanda (Sección 3.4.4.4). Finalizado lo expuesto, se realizó la simulación de los escenarios (Actual y Propuesto) (Sección 3.4.3 y 3.4.5), para la obtención de los resultados que permitieron desarrollar la siguiente etapa del ciclo PHVA.
- **Verificar:** En esta etapa se realizó el análisis de los resultados obtenidos por medio de la simulación de eventos discretos, mediante el análisis comparativo entre los resultados de la situación actual y de la situación propuesta, se determinó que la metodología Demand Driven MRP representa una mejora significativa para la gestión de inventarios de la empresa, debido a que permite alcanzar elevados niveles de servicio, lo que quiere decir que se minimizan los pedidos perdidos y por ende se reduce la pérdida de los clientes, evidenciándose en el incremento de las ventas de la empresa (Sección 3.4.6). Sumado a esto en la Sección 3.4.4.5 se desarrolla un modelo para dar seguimiento a los procesos de la gestión de inventarios de la empresa mediante las alertas de colores establecidas por la metodología DDMRP y la visualización gráfica del estado del inventario.
- **Actuar:** Para facilitar la toma de decisiones de la organización se realizó el análisis financiero mediante criterios estadísticos para identificar el beneficio costo y el tiempo de recuperación de la inversión, demostrando la viabilidad de la propuesta (Sección 3.4.6).

3.2 Descripción de la empresa

3.2.1 Generalidades

Aquafit S.A. es una empresa especializada en la purificación, embotellado, comercialización y distribución de agua, se destaca por la calidad de su producto. Situada en un entorno privilegiado, su planta ha sido cuidadosamente diseñada para garantizar la pureza y seguridad del agua que oferta. Además, se enaltece de mantener elevados estándares de calidad. En la Tabla 12 se presentó la información general de la empresa según el Servicio de Rentas Internas (SRI) (*SRI En Línea*, 2023).

Tabla 12: Datos generales de la empresa

INFORMACIÓN	DESCRIPCIÓN
Razón social	Aquafit S.A.
Número RUC	0992426578001
Representante legal	Acosta Salvatierra Felipe Javier
Estado	Activo
Inicio de actividades	20 / 09 / 2005
Fecha de constitución	20 / 09 / 2005
Jurisdicción	Zona 5 / Santa Elena / Santa Elena
Dirección	Santa Elena vía Ancón, Km 2 y medio

Nota: La información presentada fue obtenida por medio del SRI En Línea (2023).

En la Figura 11 se presenta el logo de la empresa Aquafit S.A., diseñado para funcionar como un identificador visual distintivo de la organización.

Figura 11: Logo de la empresa



Nota: Proporcionado por la empresa Aquafit S.A.

3.2.2 Misión y Visión

Los resultados del análisis de la Misión y Visión de la empresa, por medio del registro presentado en el Anexo I, expresan que la Misión carece de la redacción de aspectos tales como: su identidad, el objetivo y en donde ejecutan sus actividades, mientras que la redacción de la Visión excluye la información sobre lo que esperan ser y hacer en el futuro. En base a esto, en la Tabla 13, se propone una Misión y Visión que cumple con cada uno de los aspectos evaluados.

Tabla 13: Misión y Visión de la empresa

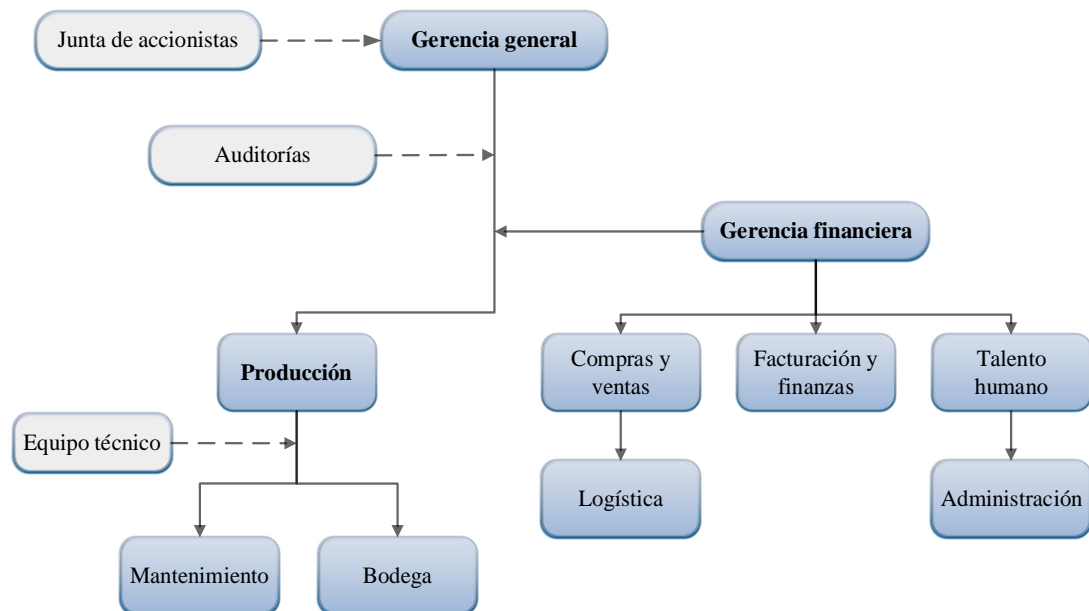
	Actual	Propuesta
Misión	Producir, comercializar y distribuir bebidas saludables, contando con equipos y personal capacitado, que garantice un producto de mayor calidad para la satisfacción las familias de la provincia de Santa Elena y de todo el Ecuador.	Somos una empresa que produce, comercializa y distribuye bebidas saludables, manteniendo la eficiencia en las maquinarias y contando con el personal altamente capacitado, operando a nivel provincial y garantizando un producto de la más alta calidad para la satisfacción las familias de la provincia de Santa Elena y de todo el Ecuador.
Visión	Ser reconocida como líder regional en producción y comercialización en el mercado de agua purificada y bebidas saludables, mediante innovación tecnológica de procesos, considerando responsabilidad social y ambiental	Ser reconocida como líder regional en la producción y comercialización en el mercado de agua purificada y bebidas saludables, caracterizándonos por fomentar la innovación tecnológica de procesos, considerando responsabilidad social y ambiental, manteniendo el enfoque en la satisfacción total para nuestros clientes.

Nota: Elaborado por Autor.

3.2.3 Organigrama de la empresa

En la Figura 12 se presentó la estructura organizacional de la empresa, la cual cuenta con un departamento de Gerencia General que se encarga de la toma de decisiones, dirección, y administración de la totalidad de recursos de la empresa, además este departamento se encuentra apoyado por la junta de accionistas para la toma de decisiones que signifiquen un cambio significativo en la estructura de la organización y en las gestiones financieras. Posterior a esto se encuentran las auditorías externas que tiene la empresa para la certificación de las distintas normativas con las que cuentan sus procesos y sus productos. El siguiente nivel de jerarquía es la Gerencia Financiera, este departamento se encarga exclusivamente de los recursos económicos de la empresa, a su vez se encarga de dirigir y controlar el departamento de Compra y Ventas, mismo que se encarga de la logística de la empresa, Facturación y Finanzas, Talento Humano, siendo este último el encargado de administrar y controlar el recurso humano de la empresa, además de este departamento se desglosa la Administración. El departamento de Producción se encarga de gestionar los recursos materiales de la empresa, se apoya del equipo técnico externo para las reparaciones y mantenimiento de las maquinarias y controla los departamentos de Mantenimiento y Bodega.

Figura 12: Organigrama de la empresa

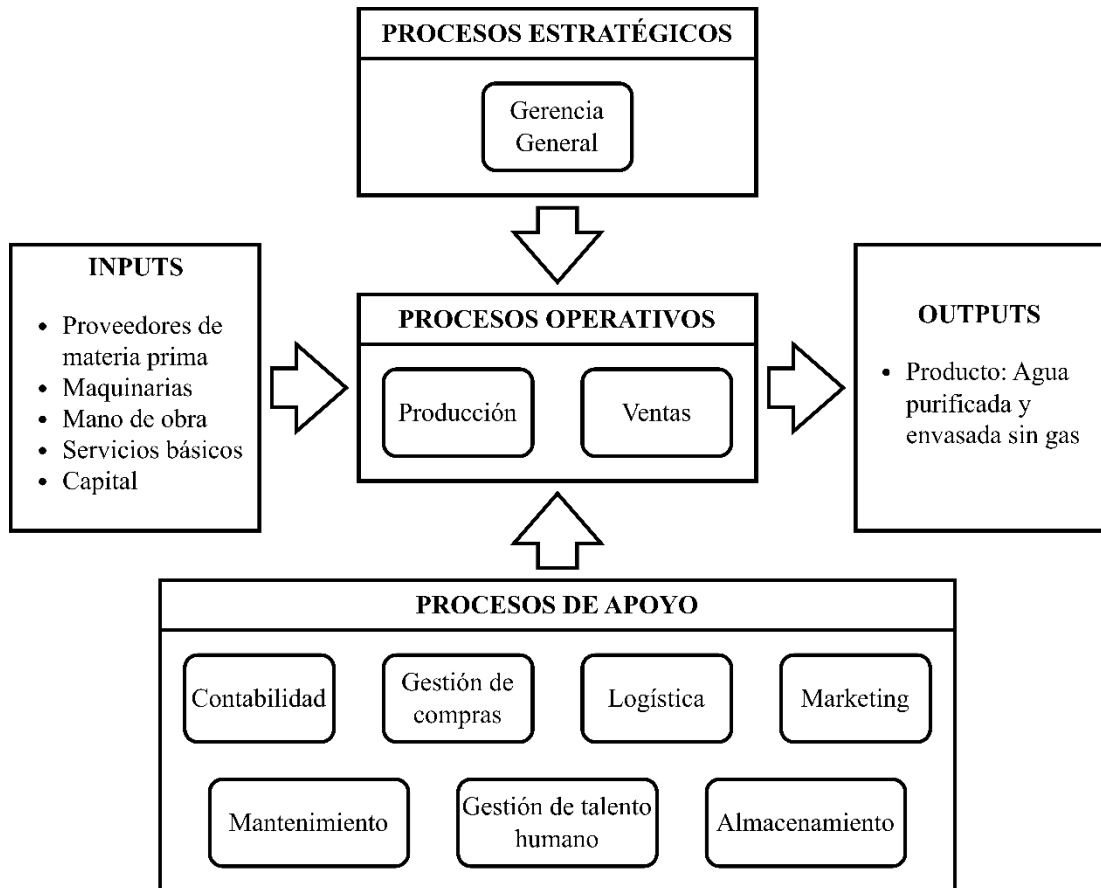


Nota: La información presentada fue obtenida de la empresa Aquafit S.A.

3.2.4 Mapa de procesos de la empresa

En la Figura 13 se muestra la representación gráfica de los procesos de la empresa de estudio, de este modo se detalla la estructura que tienen los procesos que permiten el funcionamiento interno de la organización y la producción del producto terminado, del mismo modo, el mapa de procesos permitió identificar la secuencia lógica de los mismos y la interrelación que existe entre sí.

Figura 13: Mapa de procesos de la empresa



Nota: Elaborado por Autor.

3.3.4.1 Descripción de los procesos

En base al mapa de procesos presentado en la Figura 13, se determinó que la empresa Aquafit S.A. está estructurada por 10 procesos, de los cuales la gerencia general pertenece a los procesos estratégicos, mientras que la producción y el proceso de ventas pertenecen al grupo operativo, el resto de procesos son considerados de apoyo, sumado a esto se determinaron las entradas y salidas del sistema. Los procesos establecidos en la Sección 3.3.4 son explicados a continuación:

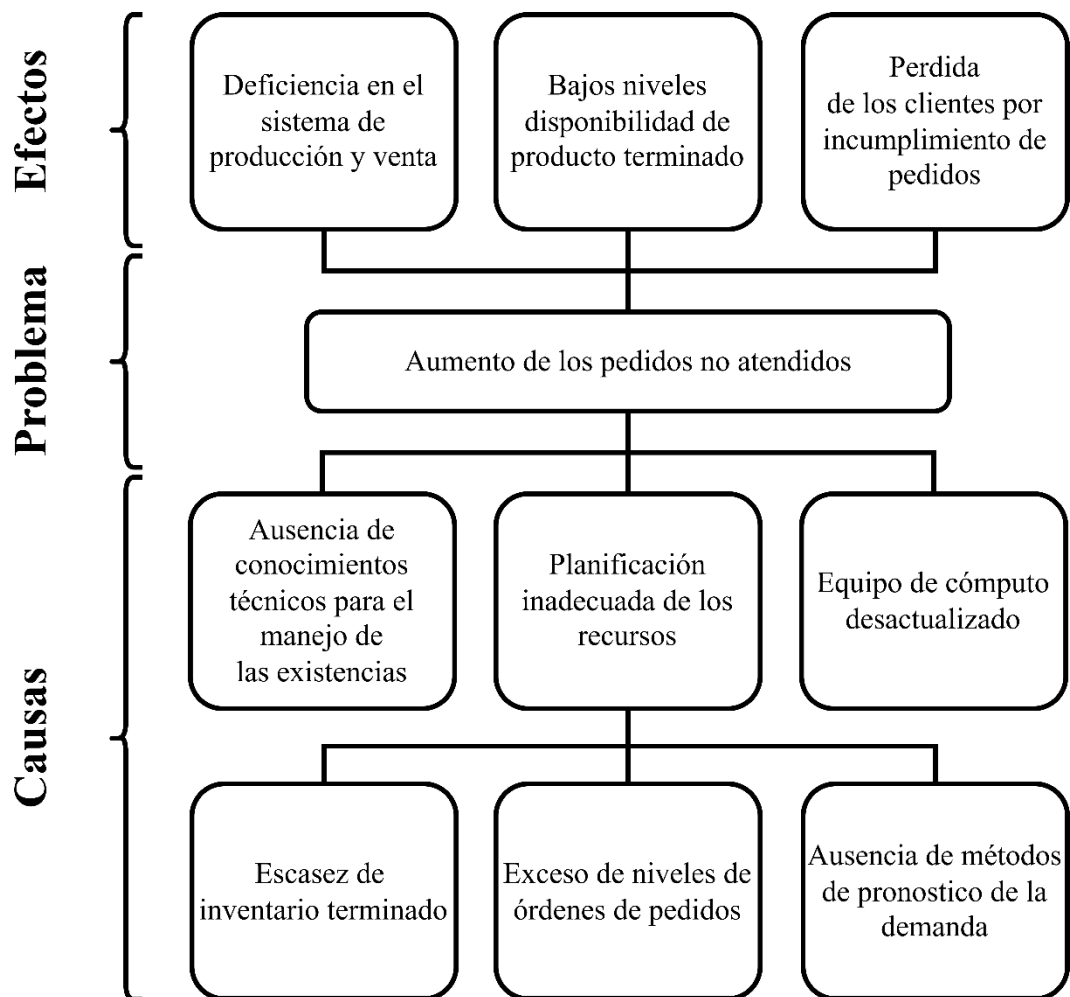
- **Gerencia general:** Es el responsable de la dirección estratégica, la supervisión global de todas las operaciones de la empresa y la toma de decisiones.
- **Producción:** Engloba todas las actividades relacionadas a la producción y envasado del agua purificada y abarca el control de calidad.
- **Ventas:** Este proceso se enfoca en la comercialización del producto terminado gestionando las relaciones con los clientes.
- **Contabilidad:** Este proceso de apoyo se encarga de gestionar cada una de las operaciones financieras de la organización y la elaboración de los estados financieros.
- **Gestión de compras:** Se centra en la adquisición de la materia prima y la relaciones con los proveedores, este proceso incluye la emisión de órdenes de pedido y el seguimiento de las entregas por parte de los proveedores.
- **Logística:** Abarca la planificación, el control eficiente del flujo, y la distribución de los productos terminados.
- **Marketing:** Se encarga de la publicidad y el posicionamiento del producto terminado en el mercado.
- **Mantenimiento:** Es el eslabón encargado de mantener la operatividad y eficiencia de las maquinarias, equipos e instalaciones pertenecientes a la empresa.
- **Gestión de talento humano:** Se trata de la administración del recurso humano de la empresa.
- **Almacenamiento:** Se enfoca en el control y la gestión integral de los inventarios físicos de la empresa, lo que incluye la materia prima, inventarios en procesos y el inventario de producto terminado.

El presente trabajo de investigación aborda los procesos: Gestión de compras, Producción y Ventas, debido a que estos están directamente relacionados a la gestión de los recursos físicos de la empresa, tanto la materia prima como el producto terminado. Para el desarrollo del estudio, fue necesario abordar las relaciones con los proveedores y los clientes, debido a que la metodología DDMRP se enfoca en ajustar las ordenes de los pedidos en base a la demanda de los clientes con la finalidad de asegurar la disponibilidad de los productos terminados.

3.2.5 Árbol de problemas

La empresa tiene un porcentaje elevado de los pedidos no atendidos y no cuenta con un sistema de gestión que permita llevar el control del inventario, debido a esto se ven forzados a planificar los materiales con métodos empíricos lo que ha provocado la poca disponibilidad de los productos terminados, lo que conlleva a la pérdida de los clientes por los pedidos no atendidos e incumplimiento de los mismos, además genera que el proceso de producción no trabaje de forma eficiente. Se realizó el árbol del problema presentado en la Figura 14, con el objetivo de identificar las causas que generan el problema en cuestión.

Figura 14: Árbol de problema



Nota: Elaborado por Autor.

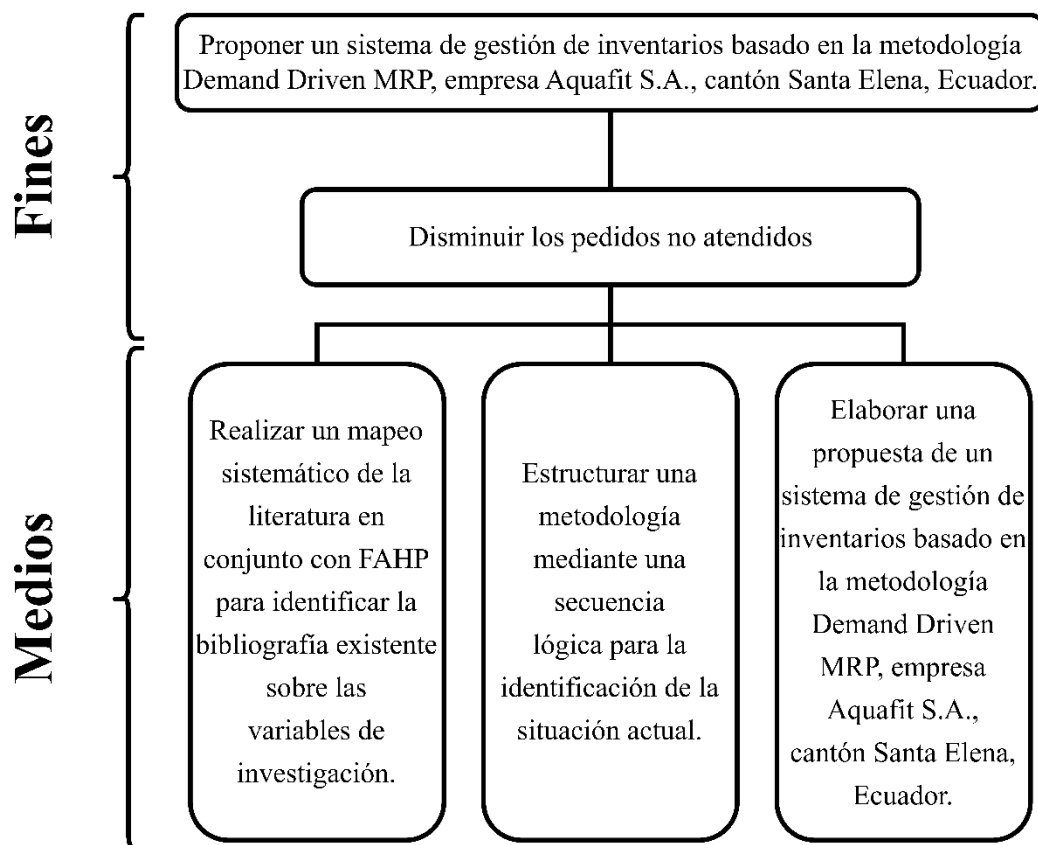
En base a lo mostrado en la Figura 14 se determinaron que las causas del problema son la escasez del inventario y la falta de un método que permita pronosticar la demanda futura lo que significa que la planificación de los materiales no es la

adecuada, además se identificó la ausencia de conocimientos técnicos para el manejo de los mismos y equipos de cómputo desactualizados lo que ha provocado el aumento del nivel de los pedidos no atendidos.

3.2.6 Árbol de objetivos

Para la elaboración del presente estudio, se establecieron los objetivos presentados en la Figura 15, en donde se indica que el objetivo general del estudio es: Proponer un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador. Además, se establecieron los objetivos específicos que permiten el desarrollo de la investigación con la finalidad de cumplir el objetivo general.

Figura 15: Árbol de objetivos



Nota: Elaborado por Autor.

3.3 Marco de resultados

En el Capítulo II, se determinó que el enfoque metodológico que se empleó en este trabajo de investigación es cuantitativo (Sección 2.1), el cual se caracteriza por adherirse a un conjunto de procesos secuencial y probatorio. Mediante un enfoque

descriptivo se logró identificar el conjunto de características y tendencias transcendentales de la muestra, mientras que el enfoque de investigación correlacional permitió destacar la relación existente entre la variable dependiente y la variable independiente (Sección 2.2). Este análisis condujo a la presentación del procedimiento metodológico (Sección 2.3), así como a la selección de los métodos, técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos (Sección 2.5).

En este contexto, se realizó una entrevista al gerente general de la empresa para la obtención de datos específicos que fueron esenciales para el planteamiento de la propuesta, el análisis de estos datos se realizó en la Sección 3.3.1. También se utilizó el cuestionario para la recolección de datos más generales, para esto fue necesario validar el contenido mediante el juicio por expertos, además la confiabilidad se evaluó por medio de Alfa de Cronbach y Omega de McDonald, para la validación del constructo se utilizó el coeficiente KMO y la esfericidad de Bartlett, el coeficiente de Kendall se empleó para validar el criterio. De este modo se identificaron los valores de la producción, las ventas, el porcentaje de productos obsoletos, el porcentaje de cumplimiento de pedidos de acuerdo a lo planificado y se dio cumplimiento al proceso propuesto por López-Fernández et al. (2019)

Debido a que los datos recolectados con el cuestionario pertenecen a un total de 13 personas, se realizó una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, la cual permitió identificar que los datos recolectados carecen de una distribución normal, por este motivo fue necesario utilizar una prueba estadística no paramétrica, bajo este contexto, se calculó el coeficiente de correlación Rho de Spearman por medio del Software IBM SPSS 25 lo que permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa.

3.3.1 Análisis de los resultados de la entrevista

La entrevista utilizada para el levantamiento de información se estructura con un total de 8 preguntas abiertas (Anexo F), misma que no tuvo un proceso de validación debido a que en el estudio de Andrea & Muñoz (2023) se menciona que no existe bibliografía para la validación de una entrevista estructurada únicamente por preguntas abiertas. Para la aplicación de la entrevista se seleccionó al Jefe de Bodega de la empresa de estudio para garantizar la confiabilidad y veracidad de los datos sobre la gestión de inventarios de la empresa.

Por medio de la entrevista se identificó que la empresa utiliza el método primero que entra, primero que sale (FIFO) para la gestión de stock, sin embargo, tiene problemas para satisfacer la demanda porque carece de un método de pronóstico lo que provoca un desequilibrio notable entre la oferta y la demanda. Además, se obtuvo información relevante para el presente trabajo de investigación, la cual incluye datos sobre el precio de venta de los productos, las unidades vendidas en el último año, la utilidad ganada por cada unidad, entre otros.

En la Tabla 14, se presentó que la empresa Aquafit S.A. cuenta con 7 presentaciones diferentes es sus inventarios, con sus respectivos precios de ventas y unidades producidas el último año, sin embargo, la presentación P1 se excluye en la presente investigación debido a que la comercialización de este producto no se basa en peticiones bajo pedido de centros comerciales.

Tabla 14: *Productos de la empresa y su precio de venta*

Código	Presentación	Unidades vendidas	Precio de venta
P1	Botellón de 20 L	1709880	\$1,45
P2	Botella PET 625 CC	4218764	\$0,19
P3	Botella PET 1 L	268252	\$0,35
P4	Botella PET 5 L	85452	\$0,80
P5	Botella 10 L	40668	\$1,60
P6	Poma Pead 3,785 GAL	180964	\$0,80
P7	Funda de 5 L	1309448	\$0,50

Nota: Elaborado por Autor.

Las presentaciones P1 y P7 son productos que no se distribuyen bajo pedido a corporaciones, por este motivo se excluyeron en la investigación, sumado a esto, la presentación P2 es la que genera mayor número de ventas lo que se demuestra en la Sección 3.4.1, además genera una utilidad de \$0,08 por unidad, sin embargo, la capacidad máxima de producción diaria de este producto es de 20.000 unidades y los SKU de los pedidos se seccionan en 3 tamaños diferentes (Tabla 15).

Tabla 15: *Datos de la Botella PET 625 CC*

Utilidad por unidad	Capacidad de producción diaria	Tamaño de los pedidos
\$0,08	20.000,00 unidades	3000 - 4500 - 5500

Nota: Elaborado por Autor.

Los componentes de la Botella PET 625 CC y sus respectivos tiempos de espera que tienen los proveedores en cumplir las órdenes de pedido se presentan en la Tabla 16, en donde se muestra un total de 4 componentes, los cuales son la Botella PET, la Faja, la Tapa y el agua, siendo esta última la única con un tiempo de espera fijo en un día.

Tabla 16: Componentes de la Botella PET 625 CC y tiempos de espera

Componentes	Tiempo de espera
Botella PET	1-3 días
Faja	1-3 días
Tapa	1-3 días
Agua	1 días

Nota: Elaborado por Autor.

3.3.2 Validación del instrumento de recolección de datos

Fase 1: Validar el contenido

a) Construcción del cuestionario

De acuerdo con los fundamentos teóricos y la investigación previa presentada en el Capítulo I, se llevó a cabo el desarrollo del instrumento de recolección de datos con un total de diez preguntas (Anexo G), del mismo modo se respetó la confidencialidad de las personas selectas de la muestra, permitiendo responder al cuestionario de forma anónima.

b) Juicio por expertos

En base al proceso propuesto por López-Fernández et al. (2019), se elaboraron los criterios de inclusión y exclusión que permitieron seleccionar un grupo de expertos encargados de evaluar las preguntas que forman parte del cuestionario con la finalidad de garantizar la claridad, relevancia, coherencia y pertinencia de las mismas (Sección 2.4.3). Los miembros que forman parte del grupo de expertos fueron contactados por medio de llamadas telefónicas, la documentación respectiva para la evaluación fue proporcionada de manera presencial y virtual, del mismo modo se recibieron las respuestas. Bajo esta perspectiva, los evaluadores colaboraron con comentarios en referencia a la extensión de las preguntas, la cantidad de las preguntas, la terminología empleada en las preguntas y las alternativas de respuestas. Teniendo en consideración estos comentarios se realizaron las debidas modificaciones y correcciones pertinentes para perfeccionar los aspectos gramaticales y técnicos. Las calificaciones otorgadas

por los expertos con relación a la adecuación y pertinencia de las preguntas se detallan en la Tabla 17, las cuales se realizaron en base a la escala de Likert propuesta en la investigación de Romaní & Gutiérrez (2022), En donde: 1 = Totalmente en desacuerdo; 2 = Muy en desacuerdo; 3 = Algo en desacuerdo; 4 = Algo de acuerdo; 5 = Muy de acuerdo; 6 = Totalmente de acuerdo

Tabla 17: Validación por expertos del cuestionario

N°	Pregunta		Puntuación de Expertos					Validación de pregunta (Sí / No)	
	Evaluación		E1	E2	E3	E4	Suma		Promedio
1	Adecuación		5	5	5	5	20	5	Sí (5)
	Pertinencia		5	5	5	5	20	5	
2	Adecuación		6	6	6	6	24	6	Sí (6)
	Pertinencia		6	6	6	6	24	6	
3	Adecuación		5	5	5	5	20	5	Sí (5)
	Pertinencia		5	5	5	5	20	5	
4	Adecuación		6	6	6	6	24	6	Sí (6)
	Pertinencia		6	6	6	6	24	6	
5	Adecuación		6	6	6	6	24	6	Sí (6)
	Pertinencia		6	6	6	6	24	6	
6	Adecuación		5	5	5	5	20	5	Sí (5)
	Pertinencia		5	5	5	5	20	5	
7	Adecuación		5	5	5	5	20	5	Sí (5)
	Pertinencia		5	5	5	5	20	5	
8	Adecuación		6	6	6	6	24	6	Sí (6)
	Pertinencia		6	6	6	6	24	6	
9	Adecuación		4	4	4	4	16	4	Sí (4)
	Pertinencia		4	4	4	4	16	4	
10	Adecuación		5	5	6	5	21	5,25	Sí (5,3)
	Pertinencia		5	5	6	5	21	5,25	

Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados de la validación de contenido evidencian la aprobación de las 10 preguntas por lo que son consideradas adecuadas para el cuestionario (Tabla 17).

Fase 2: Evaluar la confiabilidad

En esta fase se evaluaron los datos recopilados con el instrumento mediante Alfa de Cronbach y Omega de McDonald con el objetivo de medir de forma cuantitativa la confiabilidad de los datos. Para la validación se utilizaron los criterios establecidos por Tuapanta-Dacto et al. (2017) y Talens-Bolós et al. (2023) para los coeficientes alfa y omega respectivamente, los cuales se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18: *Criterios de los coeficientes*

Alfa de Cronbach	Omega de McDonald
[0,9 - 1] = Excelente	[0,7 - 1] = Aceptable
[0,7 - 0,9) = Muy bueno	
[0,5 - 0,7) = Bueno	[0 - 0,7) = No aceptable
[0 - 0,5) = Regular	

Nota: Adaptado de Tuapanta-Dacto et al. (2017) y Talens-Bolós et al. (2023).

Bajo este contexto, los cálculos para la obtención de los coeficientes se realizaron en el software Jasp 0.18.3.0 (Anexo K), los resultados son presentados en la Tabla 19.

Tabla 19: *Coeficientes Alfa de Cronbach y Omega de McDonald*

Análisis de confiabilidad		
Nº de elementos	Alfa de Cronbach	Omega de McDonald
10	0,901	0,910

Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados de la evaluación demostraron por dos métodos diferentes que el instrumento desarrollado en este estudio tiene una consistencia excelente por lo que se considera válido (Tabla 19).

Fase 3: Validar el constructo

En esta fase se realizó un análisis factorial de tipo exploratorio en el software Statistical Package for Social Sciences (SPSS) para la validación interna del instrumento, López-Fernández et al. (2019) denominaron este proceso como una investigación descriptiva.

Para el cumplimiento de esta etapa se calculó el coeficiente Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), por motivo de que De-Araújo et al. (2023) indicaron que representa el índice de adecuación muestral, además mencionaron que la esfericidad de Bartlett es una evaluación de la factorabilidad.

Estudios como Fatima et al. (2023) y Nath-Roy et al. (2024) establecieron que el coeficiente KMO debe ser mayor que 0,5 y la prueba de Bartlett debe ser menor que 0,05 para que el constructo sea aceptable. En este contexto, los estadísticos de prueba realizados para evaluar los datos obtenidos por medio de la encuesta (Anexo M y Anexo N), demostraron que el coeficiente KMO tiene un valor de 0,775 y la significancia de Bartlett posee un valor de 0,000 lo que indican que el constructo del instrumento es aceptable (Anexo O), estos resultados se presentan de en la Tabla 20.

Tabla 20: Validez de constructo Prueba de KMO y Bartlett

Prueba de KMO y Bartlett			
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	Prueba de esfericidad de Bartlett		
	χ^2	gl	Sig
0,775	98,494	45	0,000

Nota: Elaborado por Autor.

Fase 4: Validar el criterio

López-Fernández et al. (2019) establecieron que esta fase es la parte predictiva de la investigación y pertenece a la validez externa, para realizar esta evaluación se calculó el coeficiente de concordancia de Kendall (ω) debido a que este permite evaluar las calificaciones obtenidas por el grupo de expertos en relación al instrumento de recolección de datos, con el objetivo de verificar si las respuestas emitidas tienen o no el nivel de concordancia adecuado (Marín-González et al., 2021). Para decidir si la concordancia es adecuada se usaron los criterios definidos por Pelegrín-Rodríguez et al. (2016), los cuales indicaron que si el coeficiente es igual a 1 existe una concordancia total entre los expertos, si es de 0 no hay concordancia y si el valor es de 0,5 significa un equilibrio entre los expertos. Los resultados del cálculo se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21: Validez de concordancia Kendall

Estadísticos de prueba				
Nº de elementos	ω de Kendall	X^2	gl	Sig.
4	0,950	34,200	9	0,000

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 21 se observa que el coeficiente de Kendall tiene un valor de 0,950 demostrando que la concordancia entre los expertos es casi total (Anexo P).

Fase 5: Obtener los resultados

Al concluir el proceso de recolección de datos se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 22, en donde se segmentaron los ítems del cuestionario con cinco opciones de respuestas y se contabilizaron el número de veces por pregunta (P) en las que cada literal fue seleccionado por los individuos censados, dando un total de 13 ocasiones por pregunta.

Tabla 22: Resultados de los ítems de 5 opciones

Ítems	Respuestas					Total
	A	B	C	D	E	
P1	10	3	0	0	0	13
P2	2	6	5	0	0	13
P3	3	10	0	0	0	13
P4	7	2	4	0	0	13
P5	7	2	4	0	0	13
P6	9	0	4	0	0	13
P7	7	3	3	0	0	13
P8	0	4	7	2	0	13
P9	0	0	2	8	3	13

Nota: Elaborado por Autor.

Sumado a lo previamente mencionado en la Tabla 23 se presentó la pregunta 10 debido a que por su naturaleza solo consta de dos opciones de respuestas en las que solo una de las 13 personas encuestada seleccionó que la empresa si tiene un método para el

pronóstico de la demanda, sin embargo al ser la mayoría quien voto a que no lo tienen se considera esta respuesta para el respectivo análisis de los datos.

Tabla 23: Resultados de los ítems de 2 opciones

Ítems	Respuestas		Total
	A	B	
P10	1	12	13

Nota: Elaborado por Autor.

Fase 6: Evaluar la investigación

En base a los resultados obtenidos mediante la aplicación del encuesta de la población seleccionada para el levantamiento de información en la empresa Aquafit S.A., se logró determinar que, la empresa cuenta con una producción planificada de unidades de 625 CC que varía entre 401.000,00 y 450.000,00 sin embargo alcanza una producción entre 351.000,00 y 400.000,00 mensualmente, sumado a esto, el porcentaje de productos obsoletos se mantiene entre el 21% y el 30% por lo que genera un valor de ventas que oscila en un rango de \$131.000,00 a \$150.000,00 de forma mensual. Añadido a esto, se determinó un costo de producción mensual entre el \$61.000,00 y \$70.000,00 lo que permite abastecer los pedidos de acuerdo a lo planificado en un rango entre el 61% y el 80%, sumado a esto el valor del costo de mantener el inventario fluctúan entre \$11.000,00 y \$12.000,00. En base a los resultados de la Tabla 22, la empresa mantiene una demanda diaria entre 18.000,00 y 19.000,00 unidades, sin embargo, no cuenta con un método para proyectar la demanda futura y el personal realiza la revisión de los niveles de inventarios entre 1 y 2 veces al mes.

3.3.3 Verificación de la hipótesis o fundamentación de las preguntas de investigación

3.3.3.1 Definición de la hipótesis

Hipótesis nula (H₀)

La propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP no incide en los niveles de servicio de la empresa Aquafit S.A.

Hipótesis alternativa (H_a)

La propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP incide en los niveles de servicio de la empresa Aquafit S.A.

3.3.3.2 Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Para realizar la evaluación de la normalidad de la distribución de los datos se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk (Kirbaş & Şahin, 2024). Autores como Concheiro-Guisán et al. (2024) y Zúñiga et al. (2024) especificaron que el valor de significancia debe ser menor que 0,05 para considerarse estadísticamente significativo. Bajo este contexto en la Tabla 24 se presentaron los resultados de la prueba de normalidad, estos muestran valores de significancia de 0,122 y 0,227 para las VD y VI respectivamente, lo que indicaron que los datos no tienen una distribución normal (Anexo Q).

Tabla 24: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Prueba de normalidad			
	Estadístico	gl	Sig.
VD	0,897	13	0,122
VI	0,917	13	0,227

Nota: Elaborado por Autor.

3.3.3.3 Coeficiente de correlación Rho de Spearman

Según Aguilar-Reyes et al. (2022) las pruebas no paramétricas se caracterizan por ser prácticos cuando los datos no cumplen con el supuesto de normalidad, por este motivo Martín-Nogueras et al. (2024) utilizaron el método Rho de Spearman para calcular el coeficiente de correlación entre las variables. Ramírez-Sánchez et al. (2024) establecieron que el valor del coeficiente de correlación debe tener un valor entre -1 y 1 para indicar una correlación perfecta inversa o directa respectivamente, además, establecieron una escala en rangos para medir el nivel de correlación la cual indica que si el coeficiente tiene un valor entre (0 - 0,25) la correlación es escasa o nula, entre (0,26 - 0,5) tendría un nivel débil, si el valor es de (0,51 - 0,75) la correlación es fuerte y si es entre (0,76 - 1) se considera perfecta, sumado a esto Magadan-Álvarez et al. (2024) determinaron que el valor de significancia debe ser menor que 0,5 para que la correlación sea estadísticamente aceptable. Bajo este contexto en la Tabla 25 se presentaron los resultados obtenidos mediante el cálculo del coeficiente de correlación Rho de Spearman (Anexo Q).

Tabla 25: *Coefficiente de correlación Rho de Spearman*

Correlaciones Variable Dependiente			
	Coefficiente de correlación	Sig. (bilateral)	N° de elementos
VD	1,000	0,004	13
VI	0,732	-	13
Correlaciones Variable Independiente			
	Coefficiente de correlación	Sig. (bilateral)	N° de elementos
VD	0,732	-	13
VI	1,000	0,004	13

Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados indican un valor de 0,732 para el coeficiente de correlación y 0,004 de significancia, lo que permite rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alternativa (H_a) la cual expresa “La propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP incide en los niveles de servicio de la empresa Aquafit S.A.”

3.4 Propuesta de mejora

3.4.1 Clasificación ABC de productos

En la Tabla 26, se presentaron las diferentes presentaciones de los productos que tiene la empresa Aquafit S.A., sumado a esto se detallan los respectivos precios de venta de cada producto.

Tabla 26: *Productos de la empresa Aquafit S.A y sus precios de ventas*

Presentación	Producto	Precio de venta
P1	Botellón de 20 L	\$ 1,45
P2	Botella PET 625 CC	\$ 0,19
P3	Botella PET 1 L	\$ 0,35
P4	Botella PET 5 L	\$ 0,80
P5	Botella PET 10 L	\$ 1,60
P6	Poma PEAD 3,786 L	\$ 0,80
P7	Funda de 5 L	\$ 0,50

Nota: Elaborado por Autor.

Como se observa en la Tabla 26, la empresa cuenta con un total de 7 presentaciones diferentes, sin embargo, las presentaciones P1 y P7 se excluyeron para el desarrollo del método ABC debido a que estas presentaciones no son distribuidas a corporativos por lo que no son relevantes para la investigación.

La clasificación de los productos por el método ABC se presentó en la Tabla 27, permitiendo identificar el producto con mayor importancia dentro del inventario y a partir de este desarrollar una IM basándose en la metodología DDMRP.

Tabla 27: Clasificación ABC de los productos

Código	Ventas U.	Ventas	Ventas A.	% Ventas A.	Clasificación	%
P2	4218764	\$ 801.565,16	\$ 801.565,16	68,86%	A	68,86%
P6	180964	\$ 144.771,20	\$ 946.336,36	81,30%	B	20,50%
P3	268252	\$ 93.888,20	\$1.040.224,56	89,36%	B	
P4	83452	\$ 66.761,60	\$1.106.986,16	95,10%	C	10,64%
P5	35668	\$ 57.068,80	\$1.164.054,96	100,00%	C	
Total	4787100	\$1.164.054,96				100%

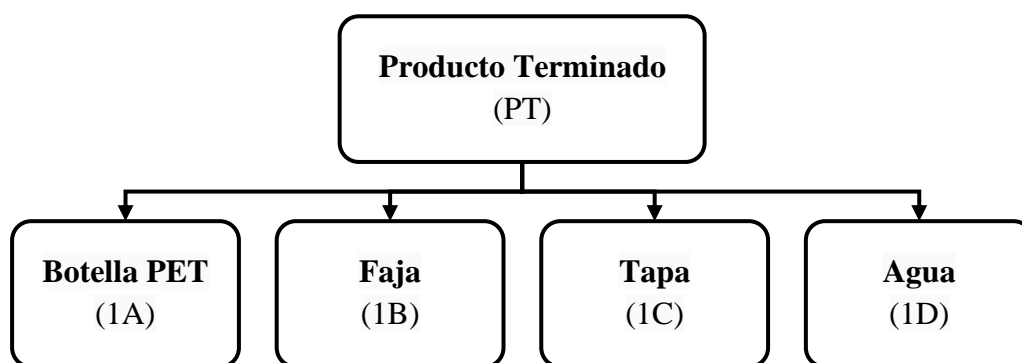
Nota: Elaborado por Autor.

En base a los resultados de la clasificación ABC se pudo identificar que la presentación P2 representa el 80% de los ingresos de la empresa, por este motivo se convirtió en el punto de enfoque para el desarrollo de la propuesta del presente trabajo de investigación.

3.4.2 Lista de materiales (BOM)

Para el desarrollo de la lista de materiales (BOM) del producto seleccionado para el estudio, se determinó que el producto terminado cuenta con cuatro componentes, los cuales son: la Botella PET, Faja, Tapa y el agua, en base a esto, se consideró que la unidad del componente agua equivale a 625 CC con la finalidad de facilitar la comprensión del presente estudio (Figura 16).

Figura 16: Lista de materiales (BOM)



Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 28 se presentó la codificación de cada uno de los cuatro componentes que forman parte de la lista de materiales del producto terminado, con el objetivo de facilitar la comprensión del estudio se determinó que la C representa la naturaleza del

producto es ser un componente, mientras que los números entre el 1 al 4 representan la identidad del producto siendo que: 1 = Botella PET, 2 = Faja, 3 = Tapa y 4 = Agua.

Tabla 28: Codificación de los componentes

Componente	Código
Botella PET	C1
Faja	C2
Tapa	C3
Agua	C4

Nota: Elaborado por Autor.

3.4.3 Modelado de la situación actual

Los registros de venta diarios de la empresa de estudio muestran que en el Día 1 se solicitó 14301 unidades del componente C1, 15143 del C2, 15091 del C3 y 14801 del C4, mientras que en el Día 2 las solicitudes son de 17640, 15149, 17640 y 18140 respectivamente, lo que indica la fluctuación de la demanda de los componentes en función a los requerimientos (Tabla 29).

Tabla 29: Registro de ventas diaria (Semana 1)

N°	Código	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
1	C1	14301	17640	17559	14902	16385
2	C2	15143	15149	17066	15044	18385
3	C3	15091	17640	18349	15692	14015
4	C4	14801	18140	18339	11822	17685

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 30, se muestran los registros de venta semanales de la empresa de estudio, indicando que en la Semana 1 se solicitó 80787 unidades de cada componente, sin embargo la demanda de los mismos varía frecuentemente, por lo que en la Semana 2 las solicitudes son de 85852, 83852, 86552y 85752 respectivamente, lo que indica la fluctuación de la demanda de los componentes en función a los requerimientos.

Tabla 30: Registro de ventas semanal (Mes 1)

N°	Código	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1	C1	80787	85852	77037	90567
2	C2	80787	83852	78037	91567
3	C3	80787	86552	77837	89067
4	C4	80787	85752	77437	90267

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 31, presentaron los registros de venta mensuales, mismos que expresan que en el Mes1 solicitó 334243 unidades de cada componente, sin embargo en el Mes

2 las solicitudes de C1, C2, C3 y C4 son de 359997, 348980, 356521 y 349406 respectivamente, demostrando las variaciones de la demanda mensual de la empresa.

Tabla 31: Registro de ventas anual (Primer semestre)

N°	Código	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
1	C1	334243	359997	347997	347462	355255	350801
2	C2	334243	348980	341925	350310	349048	344228
3	C3	334243	356521	358341	346934	359298	352730
4	C4	334243	349406	348482	343002	353980	359182

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 32, se muestran los registros de venta mensuales del segundo semestre del año, estos datos demuestran que la demanda interna de la empresa en referencia a la materia prima es muy variante y esta variación incrementa en función a la magnitud del periodo de tiempo, además la demanda de la empresa en el último mes del año para los productos C1, C2, C3 y C4 es de 3 77948, 419772, 377546 y 381924 unidades respectivamente.

Tabla 32: Registro de ventas anual (Segundo semestre)

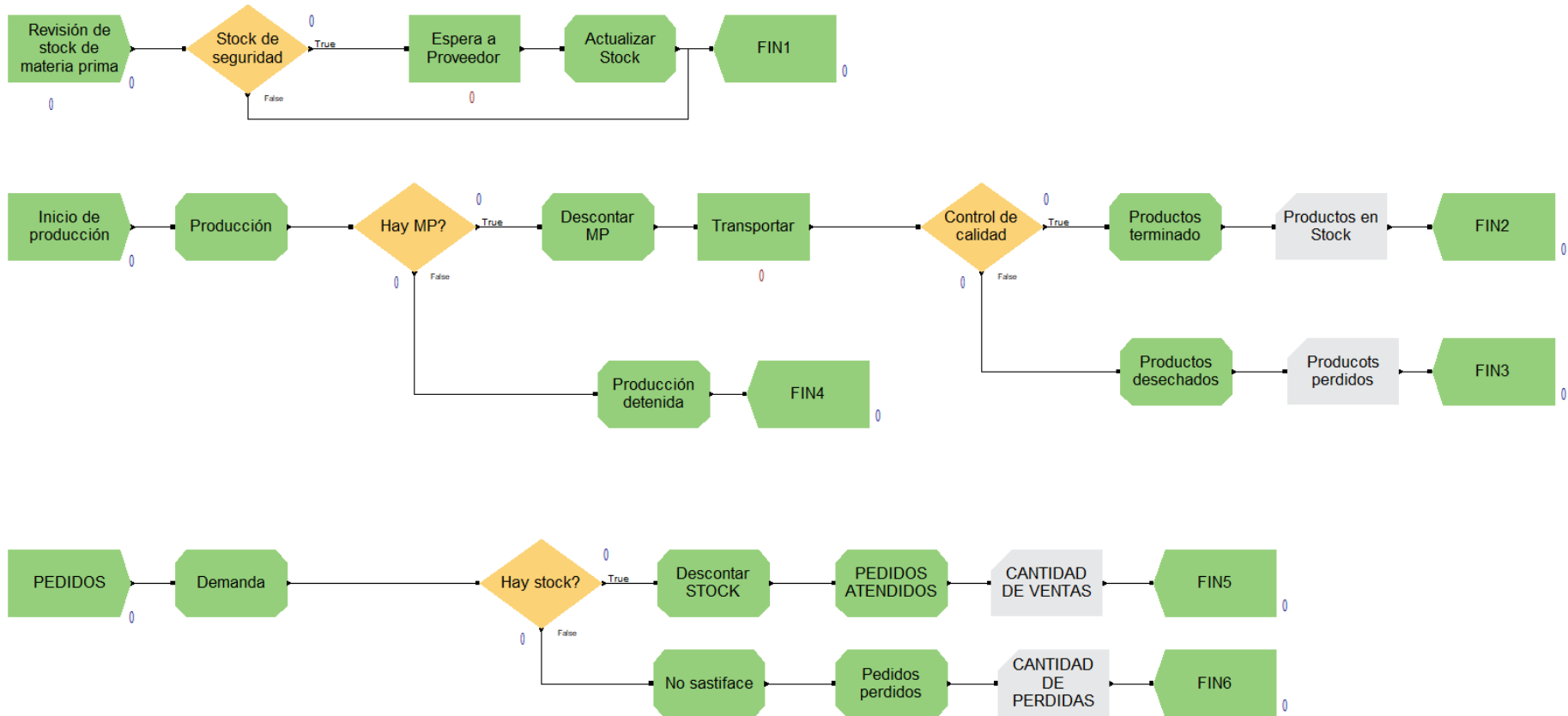
N°	Código	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
1	C1	349632	347829	355992	347395	351113	377948
2	C2	356379	344350	345259	346370	344800	419772
3	C3	342278	349166	355089	350614	342904	377546
4	C4	341962	356921	350728	351854	353980	381924

Nota: Elaborado por Autor.

Los datos presentados en las Tablas 29 - 32 fueron necesarios para el cálculo de los niveles de los buffers en la Sección 3.4.4.2, sin embargo el análisis de los mismos indicó que el estado actual de la empresa tiene una demanda inconsistente, lo que representa un reto significativo para alcanzar altos niveles de servicios, provocando la pérdida de clientes.

En base a los datos recolectados por medio de los instrumentos establecidos en la Sección 2.5.3 y aplicados en la Sección 3.3, se obtuvo la información necesaria para realizar la simulación de eventos discretos de la situación actual de la gestión de inventarios de la empresa Aquafit S.A., misma que se muestra en la Figura 17.

Figura 17: Gestión de inventarios de la Empresa Aquafit S.A.



Nota: Elaborado por Autor.

La gestión de inventarios de la empresa Aquafit S.A. se compone de 3 procesos esenciales: Gestión de compras, Producción y Ventas. Estos procesos se encuentran enlazados para el correcto funcionamiento de la IM, en la Figura 17 se puede observar el escenario planteado para verificar la SED situacional por medio de la comparación de datos reales brindados por la empresa.

Los datos utilizados para la SED se detallaron en la Tabla 33, estos datos fueron proporcionados directamente por la empresa por medio de los instrumentos de recolección de datos de la Sección 2.5.3, sin embargo, datos como la demanda, la producción y el tiempo de espera de los proveedores se presentan en expresiones estadísticas como Uniforme (UNIF), Discreto (DISC) y Triangular (TRIA) debido a la variabilidad de los mismos.

Tabla 33: Datos utilizados para la SED situacional

Descripción	Datos
Stock de seguridad	60.000 unidades
Stock inicial de producto terminado	10.000 unidades
Stock inicial de materia prima	15.000 unidades
Producción diaria	UNIF(15000,20000)
Porcentaje de productos obsoletos	20%
Demanda diaria de unidades	DISC(70%, 3000, 95%, 4500, 100%, 5500)
Control de inventario	7 días
Cantidad de orden de pedido	130.000,00 unidades
Tiempo de espera de proveedores	TRIA(1, 2, 3) días
Precio de venta unitario	0,19
Utilidad por unidad	0,09

Nota: Elaborado por Autor.

Para el desarrollo del modelado se establecieron 10 horas de trabajo diarias y un total de 260 días y una repetición (Figura 18).

Figura 18: Parámetros de la simulación

The image shows a 'Replication Parameters' window with the following settings:

- Number of Replications: 1
- Start Date and Time: jueves . 23 de mayo de 2024 16:23:31
- Warm-up Period: 0.0 Hours
- Replication Length: 260 Days
- Hours Per Day: 10

Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados de la simulación de eventos discretos de la IM actual se presentaron en la Tabla 34, misma que muestra los datos reales de la empresa con la finalidad de comparar los resultados de ambos escenarios para validar la SED. El modelado demostró ser confiable debido a que los resultados del mismo son similares, con una diferencia del 0,78% debido a la variabilidad de la demanda utilizada, además el modelado cuenta con un total de 1219 pedidos atendidos en el lapso de entrega acordado como se demuestra en el Anexo S en base a esto, la SED de la situación actual se consideró válida para la investigación.

Tabla 34: Comparación de los datos reales con el modelado

Descripción	Reales	SED
Total de productos terminados	4.218.764,00	4.251.500,00
Total de ventas	\$ 801.565,16	\$ 807.215,00
Total de utilidades	\$ 337.501,12	\$ 340.120,00

Nota: Elaborado por Autor.

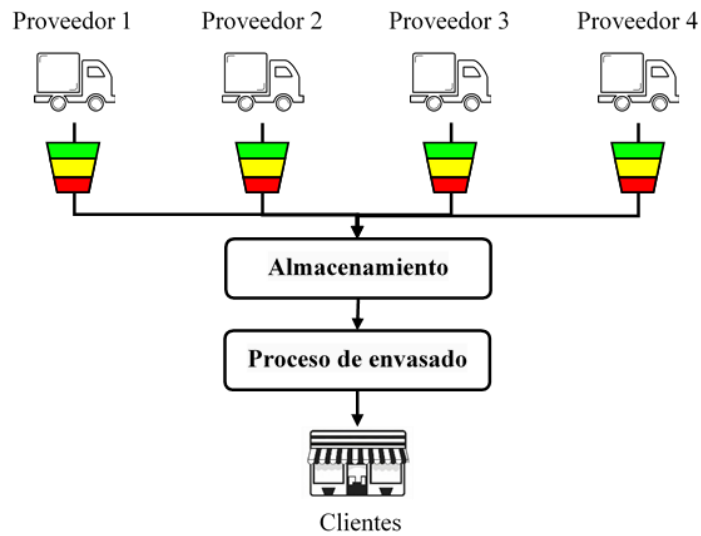
Añadido a esto, la simulación situacional otorga como resultado un total de 1219 pedidos que fueron atendidos de acuerdo a lo planificado y un valor de 743 pedidos que no fueron atendidos lo que se traduce a la pérdida del cliente, en base a estos datos se obtiene que el nivel de servicio es de un 62,30%, lo que se corrobora con la información obtenida por medio del cuestionario (Sección 3.3), en donde se determina que el porcentaje de los pedidos atendidos se encuentra entre el 61% y el 80%.

3.4.4 Definición de los parámetros de simulación

3.4.4.1 Posicionamiento estratégico del inventario

Paredes-Rodriguez et al. (2022) establecieron que eliminar completamente el inventario es un generador de inconvenientes cuando se necesita gestionar las existencias que tienden a variar con el tiempo. Por este motivo en este primer paso se desacopló los procesos para posicionar estratégicamente los Buffers en las entradas de materia prima con un enfoque en la optimización de las ordenes de pedido que permita mejorar la adquisición de las existencias en tiempos adecuados para el cumplimiento de los pedidos y de este modo incrementar el nivel de servicio de la empresa y el volumen de las ventas de producto terminado (Figura 19).

Figura 19: Posicionamiento estratégico del inventario



Nota: Elaborado por Autor.

Como se observa en la Figura 19, proceso cuenta con 4 entradas dando cumplimiento a la lista de materiales presentada en la Sección 3.4.2, sin embargo la diferencia entre estas mismas en esencia es nula debido a que se necesita una única unidad de cada componente para poder producir una botella de agua purificada, por este motivo se simplificó el proceso de la Figura 19 y se delimito a una entrada como se muestra en la Figura 20, cabe aclarar que los parámetros y cambios realizados a esta entrada se debe entender como modificaciones a cada una de las 4 entradas de materia prima originales.

Figura 20: Posicionamiento estratégico del inventario simplificado



Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.2 Perfiles y niveles de buffer

Una vez culminado el proceso de posicionamiento es necesario dimensionar el buffer, para esto la metodología Demand Driven MRP se basa en los siguientes datos para el cálculo de los buffers:

- **Average Daily Demand (ADU):** Es el promedio de la demanda diaria de la demanda, para fines de la simulación de eventos discretos este valor está expresado por DISC(70%, 3000, 95%, 4500, 100%, 5500).
- **Lead Time (LT):** En este caso representa al tiempo que tarda el proveedor en entregar la materia prima desde el momento que se dio la orden de pedido.
- **Lead Time Factor (LTF):** Este valor es la representación de la variabilidad que tiene el LT.
- **Desired Order Cycle (DOC):** Es el tiempo determinado en el que se espera realizar una revisión al nivel del buffer de forma periódica, en este caso la revisión se hace cada día.
- **Minimun Order Quantity (MOQ):** Es la cantidad minina de productos que se puede ordenar en el caso que exista.
- **Variability Factor (VF):** Este valor representa el grado de variabilidad de la demanda.

En la Tabla 35 se presentan los valores de LTF y VF en base a los tiempos de espera de los productos fabricados, estos valores fueron determinados por Ptak & Smith (2016). El tiempo de espera determinado para el recibimiento de las materias primas luego de dar la orden es de 2 días, basándonos en datos presentados, se lo considera un LT bajo por lo que los valores seleccionados para el LTF y la VF son de 0,7 y 0,25 respectivamente.

Tabla 35: LTF y VF según el tiempo de espera

Tipo de producto		LTF	VF
Lead Time Alto	8 + días	0,25	0,75
Lead Time Medio	3 – 8 días	0,4	0,5
Lead Time bajo	1 – 2 días	0,7	0,25

Nota: Adaptado de Ptak & Smith (2016).

Una vez determinados todos los datos se procedió a calcular las dimensiones de cada zona del buffer como lo determinaron Dessevre, Lamothe, et al. (2023), para esto se utilizaron las siguientes formulas:

- **Zona verde:** $LT \times ADU \times LTF$
- **Zona amarilla:** $LT \times ADU$
- **Zona roja:** $LT \times ADU \times LTF \times (1 + VF)$

La dimensión total del buffer es el resultado de la suma de las zonas establecidas, para favorecer el entendimiento de esto se realizó un ejemplo con los datos del componente C1 en el Día 1, para posteriormente tabular los datos obtenidos del mismo modo utilizando los demás componentes.

$$\text{Zona verde} = 2 * 14.301 * 0,7$$

$$\text{Zona verde} = 10.010,7$$

$$\text{Zona amarilla} = 2 * 14.301$$

$$\text{Zona amarilla} = 14.301$$

$$\text{Zona roja} = 2 * 14.301 * 0,7 * (1 + 0,25)$$

$$\text{Zona roja} = 12.513,38$$

$$\text{Buffer} = 10.010,7 + 14.301 + 12.513,38$$

$$\text{Buffer} = 36.825,08$$

Estos resultados indican que para el Día 1 el buffer tiene una dimensión de 36.825,08 unidades y si el stock de la materia prima es inferior a 12.513,38 se necesita hacer una reposición de suministros de forma urgente, mientras que la amarilla significa que se debería hacer la reposición y la verde indica que no hace falta una reposición. Una vez planteado este escenario se procedió a realizar los cálculos de los niveles de buffers de los demás componentes, de este modo, los resultados obtenidos mediante el uso del registro de ventas diario fueron tabulados en la Tabla 36.

Tabla 36: Zona de buffer del Día 1

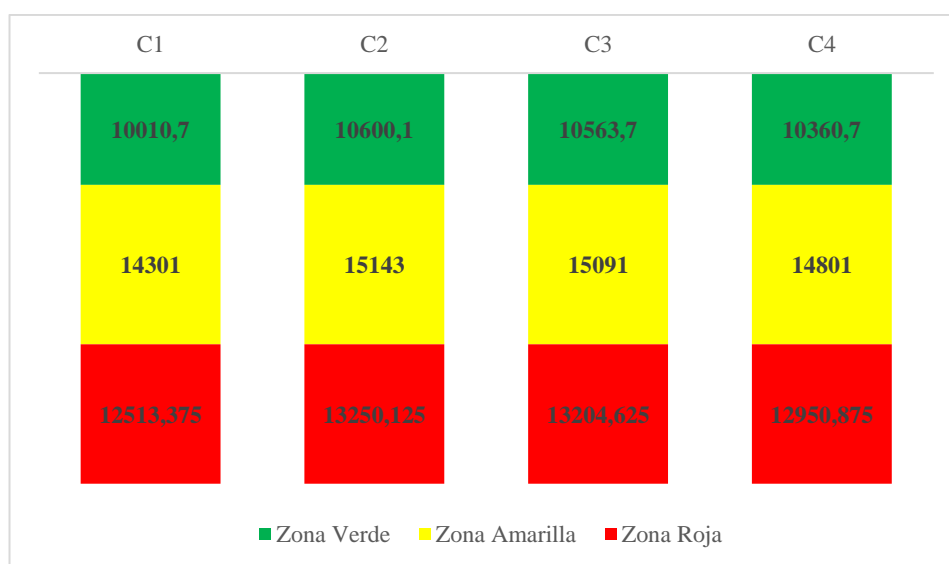
Código	C1	C2	C3	C4
Zona Verde	10010,7	10600,1	10563,7	10360,7
Zona Amarilla	14301	15143	15091	14801
Zona Roja	12513,375	13250,125	13204,625	12950,875

Nota: Elaborado por Autor.

En base a los resultados de la Tabla 36, se realizó la proyección de los datos correspondientes a cada componente con su debido dimensionamiento del nivel de

buffer diario. El dimensionamiento de las zonas verdes de los componentes C1, C2, C3 y C4 tienen un valor de 10010,7 U, 10600,1 U, 10563,7 U y 10360,7 U respectivamente, mientras que las zonas amarillas constan de 140301, 15143, 15091 y 14801 unidades respectivamente y por ultimo los valores de las zonas rojas son de 12513,375, 13250,125, 13204,625 y 12950,875 unidades (Figura 21).

Figura 21: Nivel de buffer del Día 1



Nota: Elaborado por Autor.

De manera similar, se realizaron los cálculos de las zonas correspondientes al registro de ventas semanal del Mes 1 para identificar la dimensión de las zonas del buffer, obteniendo como resultados los valores presentados en la Tabla 37, donde indica que para las zonas verdes de cada componente el valor es de 56550,9 unidades, mientras que la zona amarilla y la zona roja se mantienen en 80787 y 70688,625 respectivamente.

Tabla 37: Zona de buffer de la Semana 1

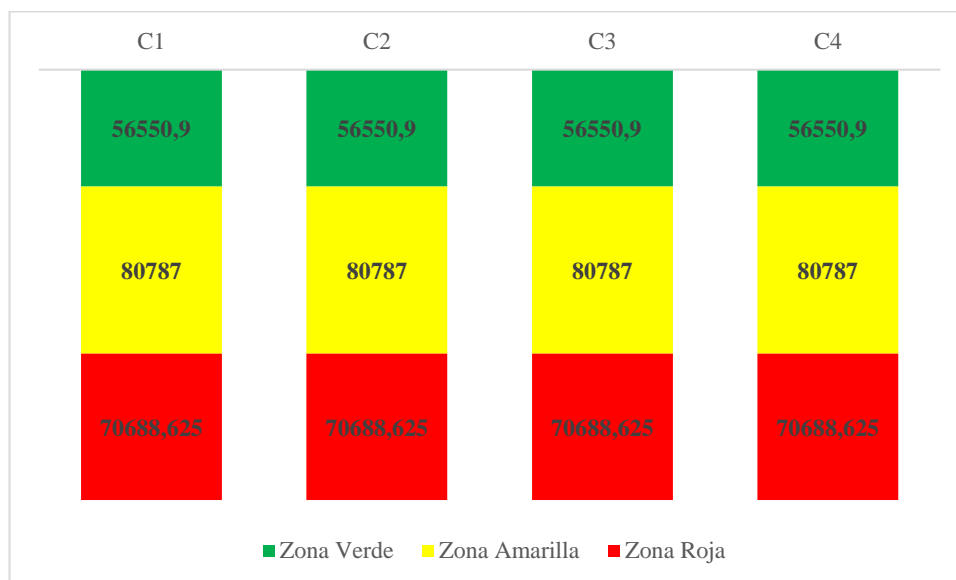
Código	C1	C2	C3	C4
Zona Verde	56550,9	56550,9	56550,9	56550,9
Zona Amarilla	80787	80787	80787	80787
Zona Roja	70688,625	70688,625	70688,625	70688,625

Nota: Elaborado por Autor.

En base a los resultados de la Tabla 37, se realizó la proyección de los datos correspondientes a cada componente con su debido dimensionamiento del nivel de buffer semanal. El dimensionamiento de las zonas verdes de los componentes C1, C2,

C3 y C4 tienen un valor de 56550,9 para cada uno de los componentes, mientras que las zonas amarillas constan de 80787 unidades respectivamente y por último, el tamaño de la zona roja es de 70688,625 unidades (Figura 22).

Figura 22: Nivel de buffer de la Semana 1



Nota: Elaborado por Autor.

Posteriormente, se realizaron los cálculos de las zonas correspondientes al registro de ventas mensual del último año para identificar la dimensión de las zonas del buffer, obteniendo como resultados los valores presentados en la Tabla 38, donde indica que para las zonas verdes de cada componente el valor es de 233970,1 unidades, mientras que la zona amarilla y la zona roja se mantienen en 334243 y 292462,625 respectivamente.

Tabla 38: Zona de buffer del Mes 1

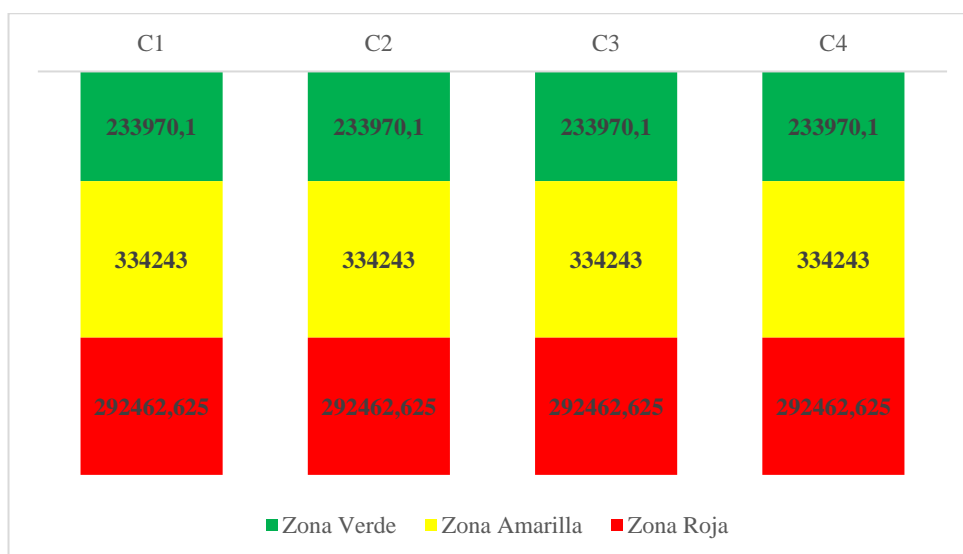
Código	C1	C2	C3	C4
Zona Verde	233970,1	233970,1	233970,1	233970,1
Zona Amarilla	334243	334243	334243	334243
Zona Roja	292462,625	292462,625	292462,625	292462,625

Nota: Elaborado por Autor.

En base a los resultados de la Tabla 38, se realizó la proyección de los datos correspondientes a cada componente con su debido dimensionamiento del nivel de buffer mensual. El dimensionamiento de las zonas verdes de los componentes C1, C2, C3 y C4 tienen un valor de 233970,1 para cada uno de los componentes, mientras que

las zonas amarillas constan de 334243 unidades respectivamente y por último, el tamaño de la zona roja es de 292462,625 unidades (Figura 23).

Figura 23: Nivel de buffer del Mes 1



Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.3 Ajustes dinámicos

Cuando se espera que un sistema perdure, este debe tener la capacidad de adaptarse a compleja variabilidad y volatilidad que conlleva las cadenas de suministros (Ptak & Smith, 2016). Por este motivo, se realizaron los cálculos de las zonas de los buffers empleando los datos obtenidos por la empresa y sus condiciones para el establecimiento de los ajustes dinámicos, posteriormente, los resultados fueron tabulados para tener una visión más detallada de las zonas, teniendo en consideración los registros diarios, semanales y mensuales de las ventas.

3.4.4.3.1 Tabla de ajuste dinámico por día

En la Tabla 39 se expresan resultados de los cálculos de cada zona del buffer colocados estratégicamente en función a la demanda real que posee el producto (Registro de ventas diario), mediante la tabulación de los datos se determinó que el componente C1 (Botella PET) tiene valores en las ZV, ZA y ZR de 10011, 14301, 12513 en el día 1, mientras que en el día 2 es de 12348, 17640 y 15435 respectivamente, además que en el día 3 las dimensiones del buffer del componente 1 son de 12291, 17559 y 15364, mientras que en el día 4 es de 10431, 14902 y 13039, para finalizar, en el día 5 la ZV = 11470, ZA = 16385 y ZR = 14337.

Tabla 39: Ajuste diario - Botella PET - C1

Día	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Día 1	14301	10011	14301	12513
Día 2	17640	12348	17640	15435
Día 3	17559	12291	17559	15364
Día 4	14902	10431	14902	13039
Día 5	16385	11470	16385	14337

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 40 se expresan resultados de los cálculos de cada zona del buffer colocados estratégicamente en función a la demanda real que posee el producto (Registro de ventas diario), mediante la tabulación de los datos se determinó que el componente C2 (Faja) tiene valores en las ZV, ZA y ZR de 10600, 15143 y 13250 en el día 1, mientras que en el día 2 es de 10604, 15149 y 13255 respectivamente, además que en el día 3 las dimensiones del buffer del componente 2 son de 11946, 17066 y 14933, mientras que en el día 4 es de 10531 15044 y 13164, para finalizar, en el día 5 la ZV = 12870, ZA = 18385 y ZR = 16087.

Tabla 40: Ajuste diario - Faja - C2

Día	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Día 1	15143	10600	15143	13250
Día 2	15149	10604	15149	13255
Día 3	17066	11946	17066	14933
Día 4	15044	10531	15044	13164
Día 5	18385	12870	18385	16087

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 41 se expresan resultados de los cálculos de cada zona del buffer colocados estratégicamente en función a la demanda real que posee el producto (Registro de ventas diario), mediante la tabulación de los datos se determinó que el componente C3 (Tapa) tiene valores en las ZV, ZA y ZR de 10564, 15091 y 13205 en el día 1, mientras que en el día 2 es de 12348, 17640 y 15435 respectivamente, además que en el día 3 las dimensiones del buffer del componente 3 son de 12844, 18349 y 16055, mientras que en el día 4 es de 10984, 15692 y 13731, para finalizar, en el día 5 la ZV = 9811, ZA = 14015 y ZR = 12263.

Tabla 41: Ajuste diario - Tapa - C3

Día	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Día 1	15091	10564	15091	13205
Día 2	17640	12348	17640	15435
Día 3	18349	12844	18349	16055

Día	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Día 4	15692	10984	15692	13731
Día 5	14015	9811	14015	12263

Nota: Elaborado por Autor.

Respecto a componente C4, se expresan resultados de los cálculos de cada zona del buffer colocados estratégicamente en función a la demanda real que posee el producto (Registro de ventas diario), mediante la tabulación de los datos se determinó que el componente tiene valores en las ZV, ZA y ZR de 10361, 14801 y 12951 en el día 1, mientras que en el día 2 es de 12698, 18140 y 15873 respectivamente, además que en el día 3 las dimensiones del buffer del componente 3 son de 12837, 18339 y 16047, mientras que en el día 4 es de 8275, 11822 y 10344, para finalizar, en el día 5 la ZV = 12380, ZA = 17685 y ZR = 15474. (Tabla 42).

Tabla 42: Ajuste diario - Agua - C4

Día	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Día 1	14801	10361	14801	12951
Día 2	18140	12698	18140	15873
Día 3	18339	12837	18339	16047
Día 4	11822	8275	11822	10344
Día 5	17685	12380	17685	15474

Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.3.2 Tabla de ajuste dinámico por semana

Continuando con el procedimiento el anterior y considerando los datos del registro de ventas semanales, se presentaron los datos hallados mediante el cálculo de las zonas del buffer, estos resultados demuestran que para la semana 1 el C1 tiene un volumen de 56551, 80787 y 70689 para las ZV, ZA y ZR respectivamente, en la semana 2 los datos varían a 60096, 85852 y 75121, los resultados de la semana 3 muestran que las dimensiones son de 53926, 77037 y 67407, mientras que en la semana 4 la ZV = 63397, ZA = 90567 y ZR = 79246 (Tabla 43).

Tabla 43: Ajuste semanal - Botella PET - C1

Semana	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Semana 1	80787	56551	80787	70689
Semana 2	85852	60096	85852	75121
Semana 3	77037	53926	77037	67407
Semana 4	90567	63397	90567	79246

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 44, se presentaron los datos hallados mediante el cálculo de las zonas del buffer, estos resultados demuestran que para la semana 1 el C2 tiene un volumen de 56551, 80787 y 70689 para las ZV, ZA y ZR respectivamente, en la semana 2 los datos varían a 58696, 83852 y 73371, los resultados de la semana 3 muestran que las dimensiones son de 54626, 78037 y 68282, mientras que en la semana 4 la ZV = 64097, ZA = 91567 y ZR = 80121.

Tabla 44: Ajuste semanal - Faja - C2

Semana	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Semana 1	80787	56551	80787	70689
Semana 2	83852	58696	83852	73371
Semana 3	78037	54626	78037	68282
Semana 4	91567	64097	91567	80121

Nota: Elaborado por Autor.

Se realizaron los cálculos respectivos para cada zona del buffer referente al componente C3 teniendo en consideración el registro de ventas semanal del Mes 1w, estos resultados demuestran que para la semana 1 los niveles tienen un volumen de 56551, 80787 y 70689 para las ZV, ZA y ZR respectivamente, en la semana 2 los datos varían a 58696, 83852 y 73371, los resultados de la semana 3 muestran que las dimensiones son de 54486, 77837 y 68107, mientras que en la semana 4 la ZV = 62347, ZA = 89067 y ZR = 77934. (Tabla 45).

Tabla 45: Ajuste semanal - Tapa - C3

Semana	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Semana 1	80787	56551	80787	70689
Semana 2	86552	60586	86552	75733
Semana 3	77837	54486	77837	68107
Semana 4	89067	62347	89067	77934

Nota: Elaborado por Autor.

Se realizaron los cálculos respectivos para cada zona del buffer referente al componente C4 teniendo en consideración el registro de ventas semanal del Mes 1, estos resultados demuestran que para la semana 1 el C4 tiene un volumen de 56551, 80787 y 70689 para las ZV, ZA y ZR respectivamente, en la semana 2 los datos varían a 60026, 85752 y 75033, los resultados de la semana 3 muestran que las dimensiones son de 54206, 77437 y 67757, mientras que en la semana 4 la ZV = 63187, ZA = 90267 y ZR = 78984.

Tabla 46: *Ajuste semanal - Agua - C4*

Semana	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Semana 1	80787	56551	80787	70689
Semana 2	85752	60026	85752	75033
Semana 3	77437	54206	77437	67757
Semana 4	90267	63187	90267	78984

Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.3.3 Tabla de ajuste dinámico por mes

Del mismo modo, se realizaron los cálculos respectivos para cada zona del buffer referente al componente C1, teniendo en consideración el registro de ventas mensual del primer año. Los resultados tabulados en la Tabla 47 dejan en evidencia los ajustes dinámicos de las zonas verde, amarilla y roja en función a la demanda de cada mes, empezando con niveles de $ZV = 233970$, $ZA = 334243$ y $ZR = 292463$ mientras que el último mes del año los resultados son: $ZV = 264564$, $ZA = 377948$ y $ZR = 330705$.

Tabla 47: *Ajuste mensual - Botella PET - C1*

Mes	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Mes 1	334243	233970	334243	292463
Mes 2	359997	251998	359997	314997
Mes 3	347997	243598	347997	304497
Mes 4	347462	243223	347462	304029
Mes 5	355255	248679	355255	310848
Mes 6	350801	245561	350801	306951
Mes 7	349632	244742	349632	305928
Mes 8	347829	243480	347829	304350
Mes 9	355992	249194	355992	311493
Mes 10	347395	243177	347395	303971
Mes 11	351113	245779	351113	307224
Mes 12	377948	264564	377948	330705

Nota: Elaborado por Autor.

Se realizaron los cálculos respectivos para cada zona del buffer referente al componente C2, teniendo en consideración el registro de ventas mensual del primer año. Los resultados tabulados en la Tabla 48 dejan en evidencia los ajustes dinámicos de las zonas verde, amarilla y roja en función a la demanda de cada mes, empezando con niveles de $ZV = 233970$, $ZA = 334243$ y $ZR = 292463$ mientras que el último mes del año los resultados son: $ZV = 293840$, $ZA = 419772$ y $ZR = 367301$.

Tabla 48: *Ajuste mensual - Faja - C2*

Mes	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Mes 1	334243	233970	334243	292463
Mes 2	348980	244286	348980	305358
Mes 3	341925	239348	341925	299184
Mes 4	350310	245217	350310	306521
Mes 5	349048	244334	349048	305417
Mes 6	344228	240960	344228	301200
Mes 7	356379	249465	356379	311832
Mes 8	344350	241045	344350	301306
Mes 9	345259	241681	345259	302102
Mes 10	346370	242459	346370	303074
Mes 11	344800	241360	344800	301700
Mes 12	419772	293840	419772	367301

Nota: Elaborado por Autor.

Tomando como referencia los datos del registro de ventas anuales, se realizaron los cálculos respectivos a cada zona del buffer del componente C3 para el establecimiento de la tabla de ajuste dinámico. Los resultados tabulados dejan en evidencia los ajustes dinámicos de las zonas verde, amarilla y roja en función a la demanda de cada mes, empezando con niveles de $ZV = 233970$, $ZA = 334243$ y $ZR = 292463$ mientras que el último mes del año los resultados son: $ZV = 264282$, $ZA = 377546$ y $ZR = 330353$ (Tabla 49).

Tabla 49: *Ajuste mensual - Tapa - C3*

Mes	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Mes 1	334243	233970	334243	292463
Mes 2	356521	249565	356521	311956
Mes 3	358341	250839	358341	313548
Mes 4	346934	242854	346934	303567
Mes 5	359298	251509	359298	314386
Mes 6	352730	246911	352730	308639
Mes 7	342278	239595	342278	299493
Mes 8	349166	244416	349166	305520
Mes 9	355089	248562	355089	310703
Mes 10	350614	245430	350614	306787
Mes 11	342904	240033	342904	300041
Mes 12	377546	264282	377546	330353

Nota: Elaborado por Autor.

Considerando los datos del registro de ventas anuales, se realizaron los respectivos cálculos del ajuste mensual para cada zona del buffer perteneciente al componente C4, mismos que se detallan en la Tabla 50, demostrando que los resultados de los ajustes dinámicos de las zonas verde, amarilla y roja en función a la demanda de cada mes,

empezando con niveles de ZV = 233970, ZA = 334243 y ZR = 292463 mientras que el último mes del año los resultados son: ZV = 267347, ZA = 381924 y ZR = 334184.

Tabla 50: *Ajuste mensual - Agua - C4*

Mes	Ventas	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Mes 1	334243	233970	334243	292463
Mes 2	349406	244584	349406	305730
Mes 3	348482	243937	348482	304922
Mes 4	343002	240101	343002	300127
Mes 5	353980	247786	353980	309733
Mes 6	359182	251427	359182	314284
Mes 7	341962	239373	341962	299217
Mes 8	356921	249845	356921	312306
Mes 9	350728	245510	350728	306887
Mes 10	351854	246298	351854	307872
Mes 11	353980	247786	353980	309733
Mes 12	381924	267347	381924	334184

Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.3.4 *Tabla de tope diario*

En relación a los datos anteriores, se procedió a realizar los cálculos de los topes de buffer respectivos para cada zona, considerando que la Zona Roja se mantiene con el mismo valor numérico, mientras que el tope de la Zona Amarilla es el valor acumulado entre la Zona Roja y la Zona Amarilla, del mismo modo el tope del buffer de la Zona Verde es la acumulación de todas las zonas, bajo este contexto, se realizaron y tabularon los topes diarios. Los resultados demuestran que para el día 1 los topes de las zonas verde, amarilla y roja son de 36825, 26814 y 12513 respectivamente, en el día 2 estos valores cambian a 45423, 33075 y 15435, en el día 3 varían a 45214, 32923 y 15364, en el día 4 los resultados son de 38373, 27941 y 13039, mientras que en el día 5 los el límite de los buffers es de: 42191, 30722 y 14337 respectivamente (Tabla 51).

Tabla 51: *Tope de buffer diario - Botella PET - C1*

Día	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Día 1	36825	26814	12513
Día 2	45423	33075	15435
Día 3	45214	32923	15364
Día 4	38373	27941	13039
Día 5	42191	30722	14337

Nota: Elaborado por Autor.

Respecto a componente C2, se realizaron y presentaron los datos hallados mediante el cálculo de los topes de las zonas del buffer, estos resultados demuestran que para el día 1 los topes de las zonas verde, amarilla y roja son de 38993, 28393 y 13250 respectivamente, en el día 2 estos valores cambian a 39009, 28404 y 13255, en el día 3 varían a 43945, 31999 y 14933, en el día 4 los resultados son de 38738, 28208 y 13164, mientras que en el día 5 los el límite de los buffers es de: 47341, 34472 y 16087 respectivamente (Tabla 52).

Tabla 52: *Tope de buffer diario - Faja - C2*

Día	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Día 1	38993	28393	13250
Día 2	39009	28404	13255
Día 3	43945	31999	14933
Día 4	38738	28208	13164
Día 5	47341	34472	16087

Nota: Elaborado por Autor.

Respecto a componente C3, se realizaron y presentaron los datos hallados mediante el cálculo de los topes de las zonas del buffer, estos resultados demuestran que para el día 1 los topes de las zonas verde, amarilla y roja son de 38859, 28296 y 13205 respectivamente, en el día 2 estos valores cambian a 45423, 33075 y 15435, en el día 3 varían a 47249, 34404 y 16055, en el día 4 los resultados son de 40407, 29423 y 13731, mientras que en el día 5 los el límite de los buffers es de: 36089, 26278 y 12263 respectivamente (Tabla 53).

Tabla 53: *Tope de buffer diario - Tapa – C3*

Día	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Día 1	38859	28296	13205
Día 2	45423	33075	15435
Día 3	47249	34404	16055
Día 4	40407	29423	13731
Día 5	36089	26278	12263

Nota: Elaborado por Autor.

Posteriormente, los resultados del tope diario para cada zona del buffer perteneciente al componente C4 demuestran que para el día 1 los topes de las zonas verde, amarilla y roja son de 38113, 27752 y 12951 respectivamente, en el día 2 estos valores cambian a 46711, 34013 y 15873, en el día 3 varían a 47223, 34386 y 16047, en el día 4 los resultados son de 30442, 22166 y 10344, mientras que en el día 5 los el límite de los buffers es de: 45539, 33159 y 15474 respectivamente (Tabla 54).

Tabla 54: *Tope de buffer diario - Agua - C4*

Día	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Día 1	38113	27752	12951
Día 2	46711	34013	15873
Día 3	47223	34386	16047
Día 4	30442	22166	10344
Día 5	45539	33159	15474

Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.3.5 Tabla de tope semanal

Los resultados del tope semanal para cada zona del buffer perteneciente al componente C1 demuestran que para la semana 1 los topes de las zonas verde, amarilla y roja son de 208027, 151476 y 70689 respectivamente, en la semana 2 estos valores cambian a 221069, 160973 y 75121, en la semana 3 varían a 198370, 144444 y 67407, mientras que en la semana 4 los el límite de los buffers es de: 233210, 169813 y 79246 respectivamente (Tabla 55).

Tabla 55: *Tope de buffer semanal - Botella PET - C1*

Semana	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Semana 1	208027	151476	70689
Semana 2	221069	160973	75121
Semana 3	198370	144444	67407
Semana 4	233210	169813	79246

Nota: Elaborado por Autor.

Del mismo modo, los resultados del tope semanal para cada zona del buffer perteneciente al componente C2 demuestran que para la semana 1 los topes de las zonas verde, amarilla y roja son de 208027, 151476 y 70689 respectivamente, en la semana 2 estos valores cambian a 215919, 157223 y 73371, en la semana 3 varían a 200945, 146319 y 68282, mientras que en la semana 4 los el límite de los buffers es de: 235785, 171688 y 80121 respectivamente (Tabla 56).

Tabla 56: *Tope de buffer semanal - Faja - C2*

Semana	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Semana 1	208027	151476	70689
Semana 2	215919	157223	73371
Semana 3	200945	146319	68282
Semana 4	235785	171688	80121

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 57 se detallan los resultados del tope semanal para cada zona del buffer perteneciente al componente C3, mismo demuestran que para la semana 1 los topes de las zonas verde, amarilla y roja son de 208027, 151476 y 70689 respectivamente, en la semana 2 estos valores cambian a 222871, 162285 y 75733, en la semana 3 varían a 200430, 145944 y 68107, mientras que en la semana 4 los el límite de los buffers es de: 229348, 167001 y 77934 respectivamente.

Tabla 57: *Tope de buffer semanal - Tapa – C3*

Semana	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Semana 1	208027	151476	70689
Semana 2	222871	162285	75733
Semana 3	200430	145944	68107
Semana 4	229348	167001	77934

Nota: Elaborado por Autor.

Del mismo modo, los resultados del tope semanal para cada zona del buffer perteneciente al componente C4 demuestran que para la semana 1 los topes de las zonas verde, amarilla y roja son de 208027, 151476 y 70689 respectivamente, en la semana 2 estos valores cambian a 220811, 160785 y 75033, en la semana 3 varían a 199400, 145194 y 67757, mientras que en la semana 4 los el límite de los buffers es de: 232438, 169251 y 78984 respectivamente (Tabla 58).

Tabla 58: *Tope de buffer mensual - Agua - C4*

Semana	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Semana 1	208027	151476	70689
Semana 2	220811	160785	75033
Semana 3	199400	145194	67757
Semana 4	232438	169251	78984

Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.3.6 Tabla de tope mensual

Continuando con el procedimiento anterior, se realizaron los cálculos respectivos para los todes de las zonas del buffer referente al componente C1, los resultados tabulados en la Tabla 59 dejan en evidencia los topes de las zonas verde, amarilla y roja en función a la demanda de cada mes, empezando con niveles de ZV = 860676, ZA = 626706 y ZR = 292463, el mes 6 del año los resultados son: ZV = 903313, ZA = 657752 y ZR = 306951, mientras que en el último mes del año los topes tienen los siguientes valores: ZV = 973216, ZA = 708653 y ZR = 330705.

Tabla 59: *Tope de buffer mensual - Botella PET - C1*

Mes	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Mes 1	860676	626706	292463
Mes 2	926992	674994	314997
Mes 3	896092	652494	304497
Mes 4	894715	651491	304029
Mes 5	914782	666103	310848
Mes 6	903313	657752	306951
Mes 7	900302	655560	305928
Mes 8	895660	652179	304350
Mes 9	916679	667485	311493
Mes 10	894542	651366	303971
Mes 11	904116	658337	307224
Mes 12	973216	708653	330705

Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados de los topes del componente C2 tabulados en la Tabla 60 dejan en evidencia los topes de las zonas verde, amarilla y roja en función a la demanda de cada mes, empezando con niveles de ZV = 860676, ZA = 626706 y ZR = 292463, el mes 6 del año los resultados son: ZV = 886387, ZA = 645428 y ZR = 301200, mientras que en el último mes del año los topes tienen los siguientes valores: ZV = 1080913, ZA = 787073 y ZR = 367301.

Tabla 60: *Tope de buffer mensual - Faja - C2*

Mes	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Mes 1	860676	626706	292463
Mes 2	898624	654338	305358
Mes 3	880457	641109	299184
Mes 4	902048	656831	306521
Mes 5	898799	654465	305417
Mes 6	886387	645428	301200
Mes 7	917676	668211	311832
Mes 8	886701	645656	301306
Mes 9	889042	647361	302102
Mes 10	891903	649444	303074
Mes 11	887860	646500	301700
Mes 12	1080913	787073	367301

Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados de los topes en relación al componente C3 fueron tabulados en la Tabla 61, dejando en evidencia que los topes de las zonas verde, amarilla y roja en función a la demanda de cada mes, empezando con niveles de ZV = 860676, ZA = 626706 y ZR = 292463, el mes 6 del año los resultados son: ZV = 908280, ZA = 661369 y ZR =

308639, mientras que en el último mes del año los topes tienen los siguientes valores: ZV = 972181, ZA = 707899 y ZR = 330353.

Tabla 61: *Tope de buffer mensual - Tapa – C3*

Mes	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Mes 1	860676	626706	292463
Mes 2	918042	668477	311956
Mes 3	922728	671889	313548
Mes 4	893355	650501	303567
Mes 5	925192	673684	314386
Mes 6	908280	661369	308639
Mes 7	881366	641771	299493
Mes 8	899102	654686	305520
Mes 9	914354	665792	310703
Mes 10	902831	657401	306787
Mes 11	882978	642945	300041
Mes 12	972181	707899	330353

Nota: Elaborado por Autor.

Del mismo modo, se realizaron los cálculos respectivos a cada zona del buffer del componente C4 para el establecimiento de los topes mensuales, los resultados demostraron que los topes de las zonas verde, amarilla y roja en función a la demanda de cada mes, empezando con niveles de ZV = 860676, ZA = 626706 y ZR = 292463, el mes 6 del año los resultados son: ZV = 924894, ZA = 673466 y ZR = 314284, mientras que en el último mes del año los topes tienen los siguientes valores: ZV = 983454, ZA = 716108y ZR = 334184. (Tabla 62).

Tabla 62: *Tope de buffer mensual - Agua - C4*

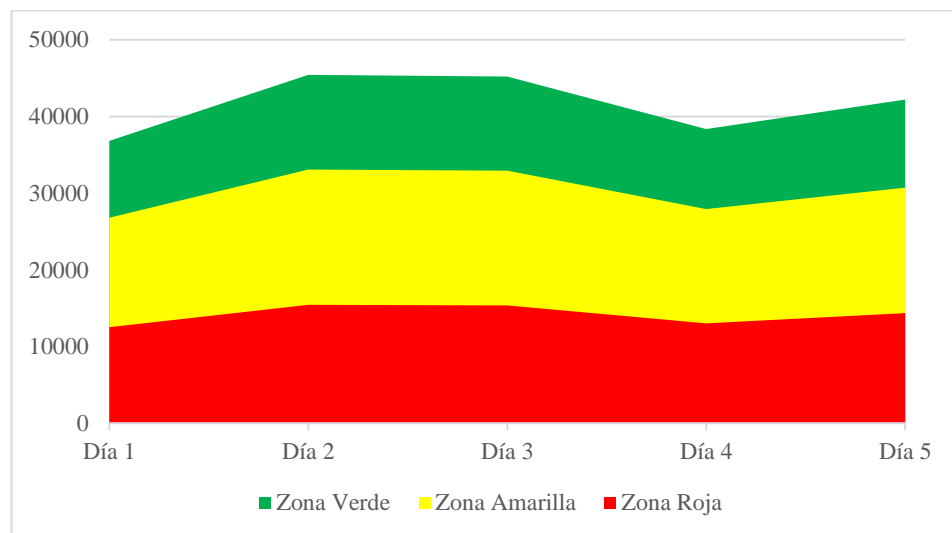
Mes	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
Mes 1	860676	626706	292463
Mes 2	899720	655136	305730
Mes 3	897341	653404	304922
Mes 4	883230	643129	300127
Mes 5	911499	663713	309733
Mes 6	924894	673466	314284
Mes 7	880552	641179	299217
Mes 8	919072	669227	312306
Mes 9	903125	657615	306887
Mes 10	906024	659726	307872
Mes 11	911499	663713	309733
Mes 12	983454	716108	334184

Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.3.7 Representación gráfica de los buffers diarios

En base a los datos presentados en la Tabla 51, siendo estos los resultados de los topes diarios del componente C1, donde se identifica el pico mayor con un valor de 45423 unidades en el Día 1, mientras que el pico menor consta de 12513 unidades en el mismo día. Por medio de un periodo de tiempo establecido en días se representó en la Figura 24, el dimensionamiento del tamaño del buffer y sus respectivos ajustes dinámicos en función al tiempo. Además se logró identificar visualmente el volumen determinado para mantener un nivel de inventario óptimo (Zona Verde), por otro lado, la Zona amarilla indica que la sugerencia de reposición de stock, mientras que si el volumen del inventario se encuentra en la Zona Roja significa que la reposición de recursos se debe realizar de forma inmediata para asegurar la disponibilidad de inventario al momento de empezar a producir el producto terminado.

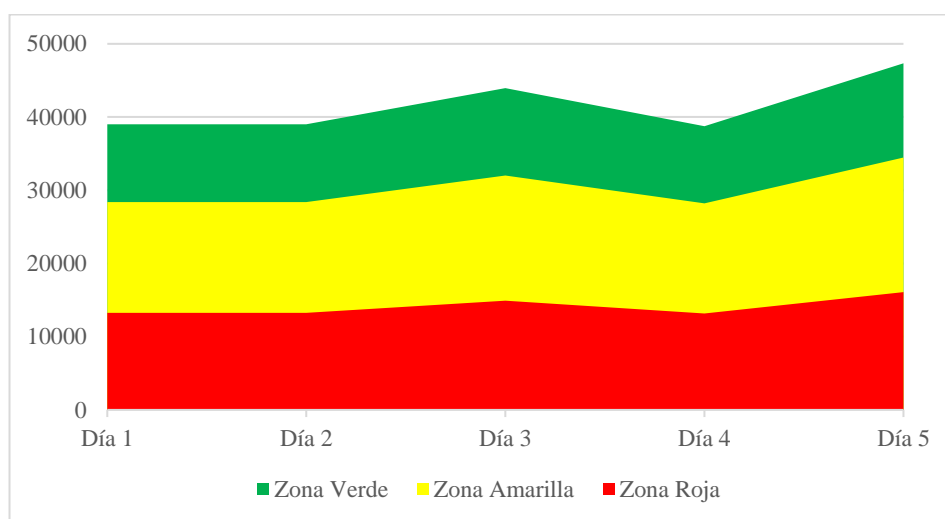
Figura 24: Buffer diario - Botella PET - C1



Nota: Elaborado por Autor.

Siguiendo el mismo procedimiento, en función a los datos obtenidos en la Tabla 52, se logró representar visualmente los resultados del volumen determinado para las zonas verde, amarilla y roja del buffer en la Figura 25, donde se identificó que el pico mayor del buffer se dio en el Día 5 con un valor de 47341 unidades del componente C2, mientras que el pico más bajo ocurrió en el Día 4 con 13164 unidades.

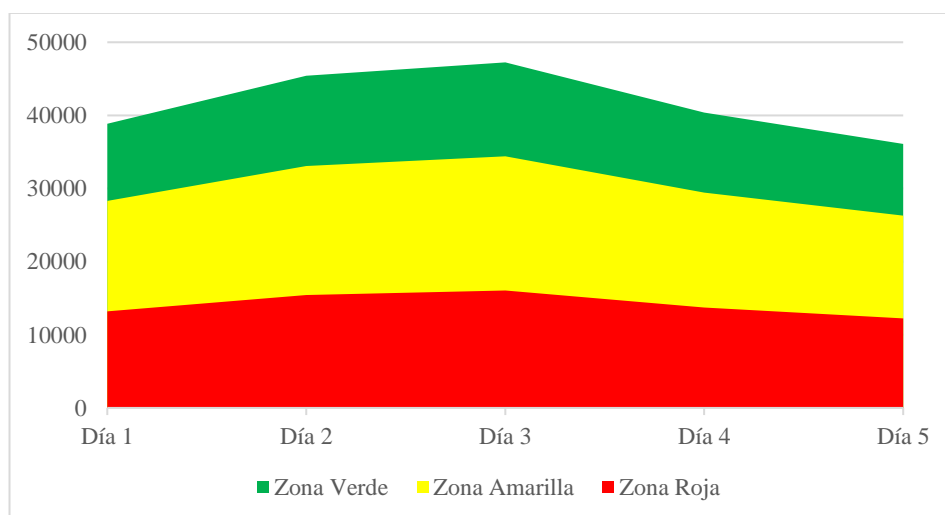
Figura 25: Buffer diario - Faja - C2



Nota: Elaborado por Autor.

Del mismo modo, tomando en consideración los datos obtenidos en la Tabla 53, se logró representar de manera grafica los resultados del volumen determinado para las zonas verde, amarilla y roja del buffer diario del C3 en la Figura 26, donde se identificó que el pico mayor del buffer se dio en el Día 3 con un valor de 47249 unidades del componente C3, mientras que el pico más bajo ocurrió en el Día 5 con 12263 unidades.

Figura 26: Buffer diario - Tapa - C3

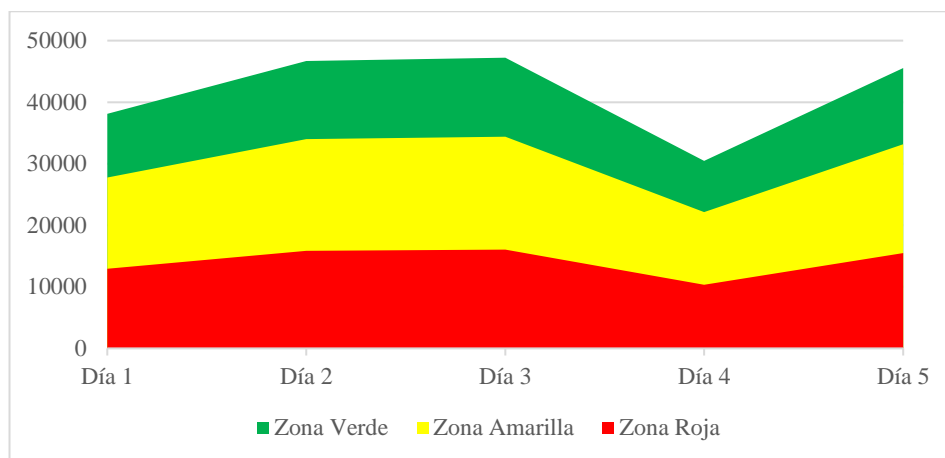


Nota: Elaborado por Autor.

Finalmente, con los datos establecidos en la Tabla 54, se logró presentar de manera grafica los resultados del volumen determinado para las zonas verde, amarilla y roja del buffer diario del C4 en la Figura 27, donde se identificó que el pico mayor del

buffer se dio en el Día 3 con un valor de 47223 unidades del componente C4, mientras que el pico más bajo ocurrió en el Día 4 con 10344 unidades.

Figura 27: Buffer diario - Agua - C4

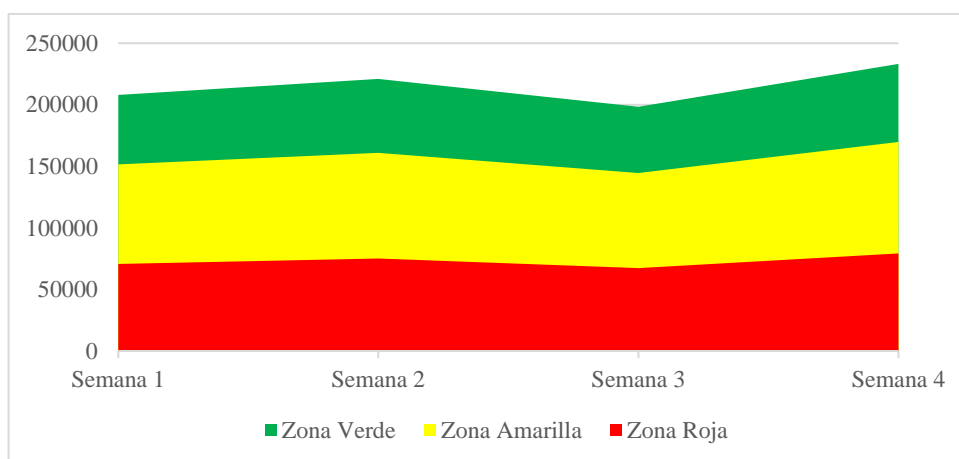


Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.3.8 Representación gráfica de los buffers semanales

En función a los datos obtenidos en la Tabla 55, se representó las dimensiones del volumen establecido para las zonas verde, amarilla y roja del buffer semanal del componente C1 en la Figura 28, donde se identificó que el pico mayor del buffer se dio en la Semana 4 con un valor de 233210 unidades, mientras que el pico más bajo ocurrió en la Semana 3 con 67407 unidades.

Figura 28: Buffer semanal - Botella PET - C1

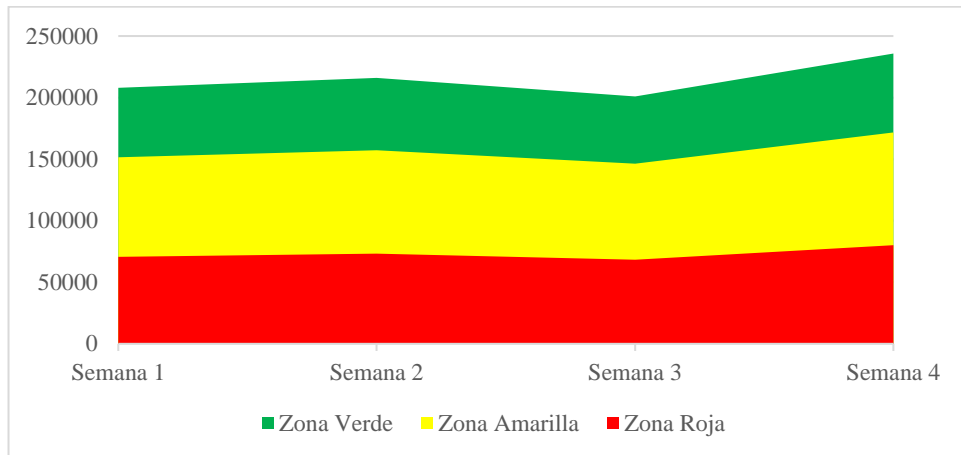


Nota: Elaborado por Autor.

Del mismo modo, considerando los datos obtenidos en la Tabla 56, se logró representar de manera grafica los resultados de las dimensiones del volumen establecido para las

zonas verde, amarilla y roja del buffer en la Figura 29, donde se identificó que el pico mayor del buffer se dio en la Semana 4 con un valor de 235785 unidades del componente C2, mientras que el pico más bajo ocurrió en Semana 3 con 68282 unidades.

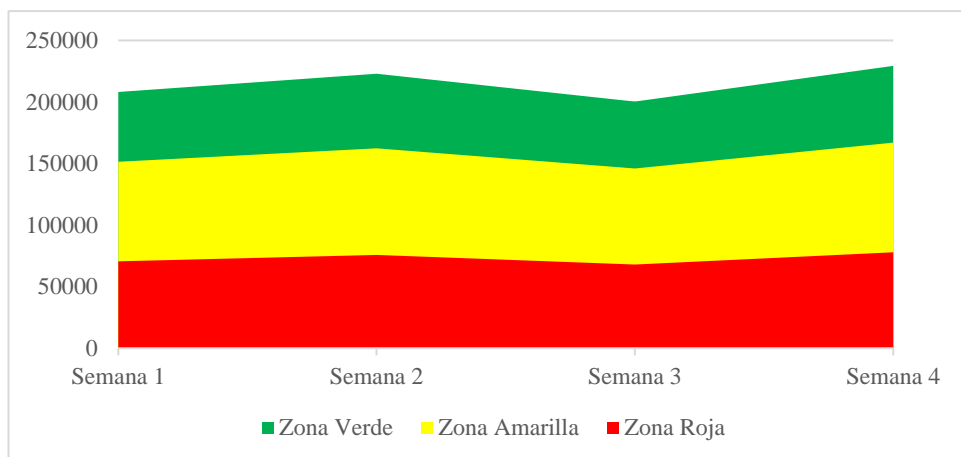
Figura 29: Buffer semanal - Faja - C2



Nota: Elaborado por Autor.

Posteriormente, con los datos de la Tabla 57 se logró representar de manera grafica los resultados del volumen determinado para las zonas verde, amarilla y roja del buffer del componente C3, lo que permitió identificar el pico mayor con un valor de 233210 unidades en la semana 4 y el pico menor del buffer con 68282 unidades de la zona roja establecido en la semana 3 (Figura 30).

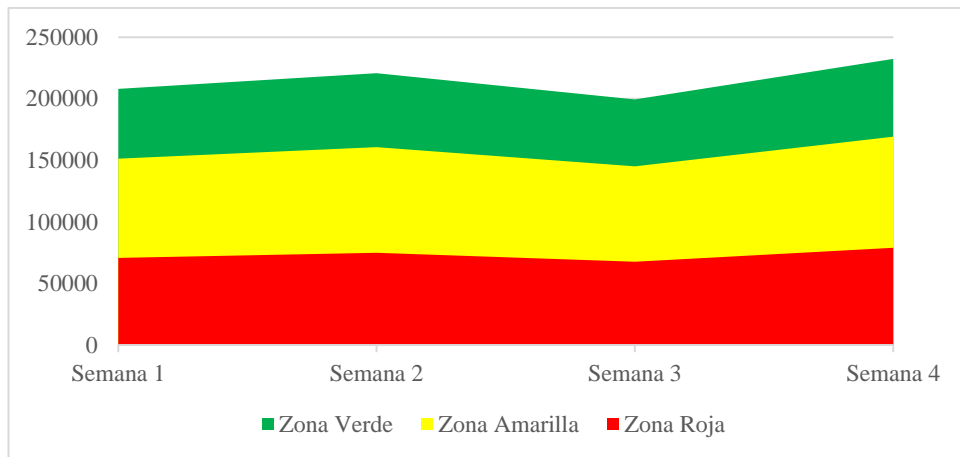
Figura 30: Buffer semanal - Tapa - C3



Nota: Elaborado por Autor.

Finalmente, con los datos de la Tabla 58 se realizó la gráfica del volumen determinado para las zonas verde, amarilla y roja del buffer semanal del componente C4, lo que permitió identificar el pico mayor con un valor de 232438 unidades en la semana 4 y el pico menor del buffer con un valor de 67757 unidades de la zona roja establecido en la semana 3 (Figura 31).

Figura 31: Buffer semanal - Agua - C4

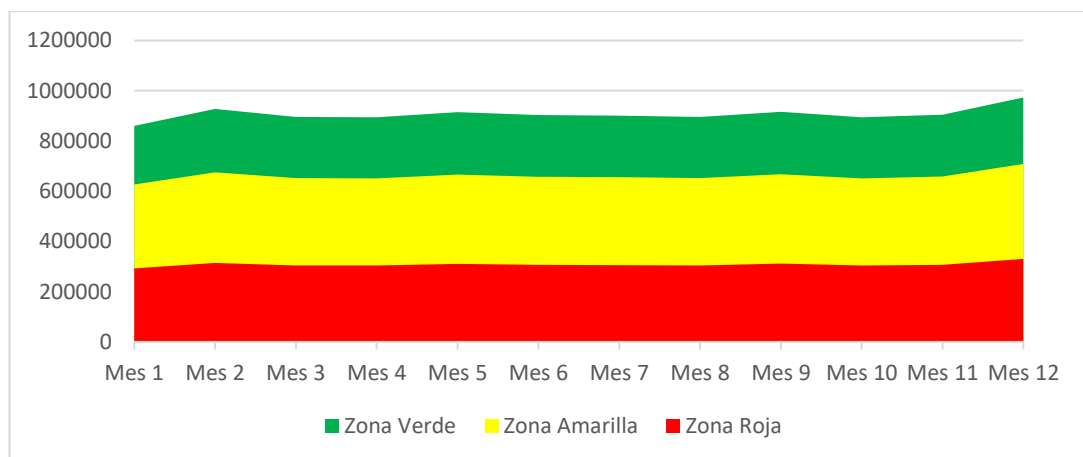


Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.3.9 Representación gráfica de los buffers mensuales

En función a los datos de la Tabla 59, se realizó la gráfica del volumen determinado para las zonas verde, amarilla y roja del buffer mensual del componente C1, lo que permitió identificar el pico mayor con un valor de 9732126 unidades en el mes 12 y el pico menor del buffer con un valor de 292463 unidades de la zona roja establecido en el primer mes del año (Figura 32).

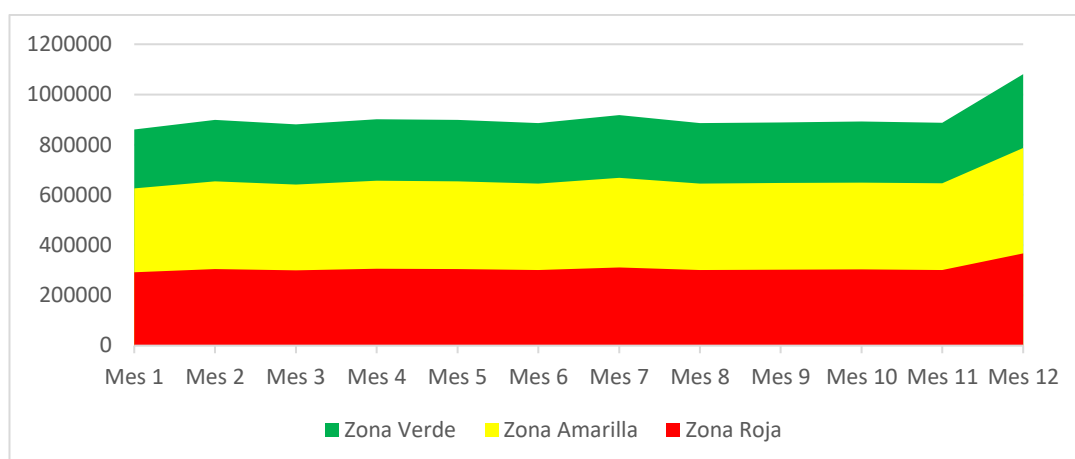
Figura 32: Buffer mensual - Botella PET - C1



Nota: Elaborado por Autor.

Del mismo modo, con los datos de la Tabla 60, se realizó la gráfica del volumen determinado para las zonas verde, amarilla y roja del buffer mensual del componente C2, lo que permitió identificar el pico mayor con un valor de 1080913 unidades en el mes 12 y el pico menor del buffer con un valor de 292463 unidades de la zona roja establecido en el primer mes del año (Figura 33).

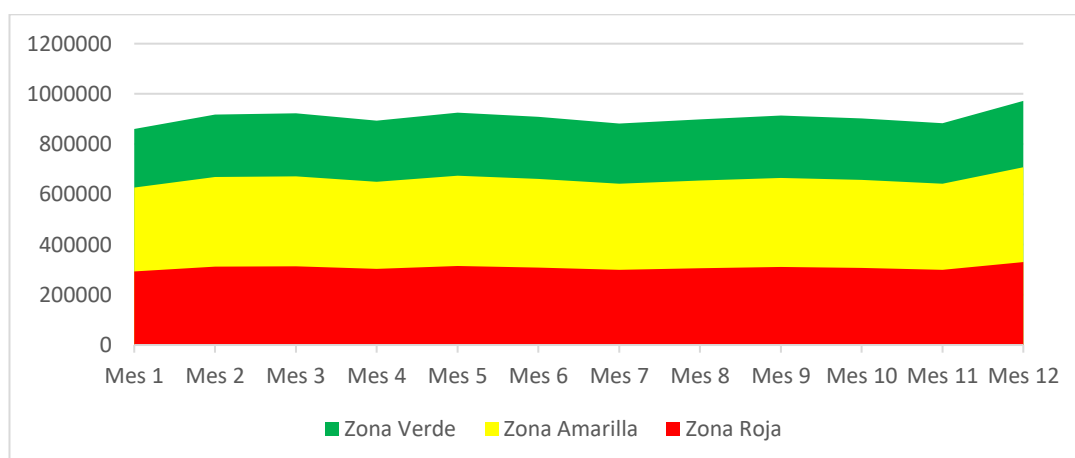
Figura 33: Buffer mensual - Faja - C2



Nota: Elaborado por Autor.

Posteriormente, con los datos de la Tabla 61, se realizó la gráfica del volumen determinado para las zonas verde, amarilla y roja del buffer mensual del componente C3, lo que permitió identificar el pico mayor con un valor de 972181 unidades en el mes 12 y el pico menor del buffer con un valor de 292463 unidades de la zona roja establecido en el primer mes del año (Figura 34).

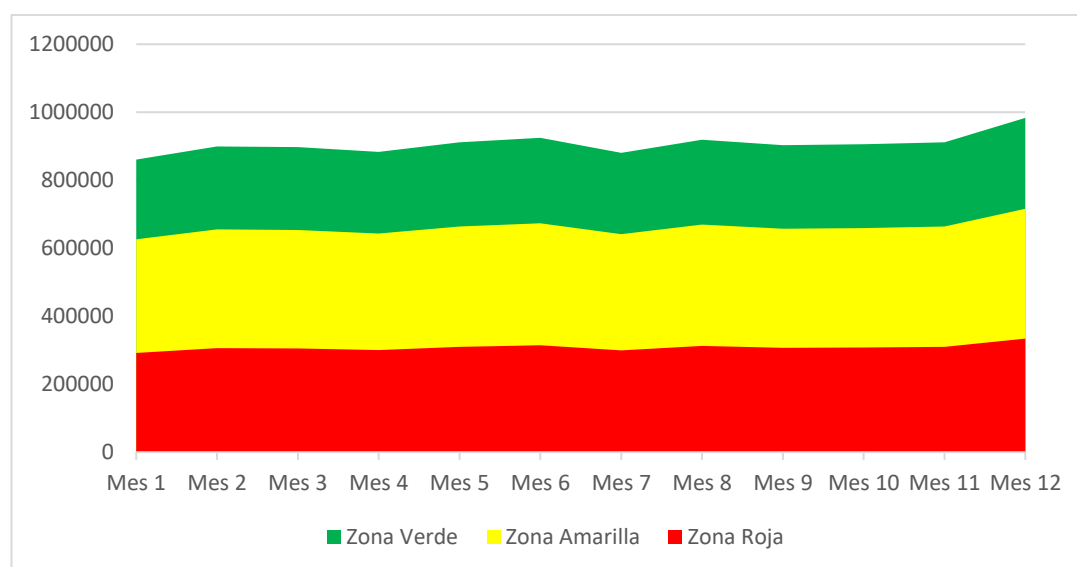
Figura 34: Buffer mensual - Tapa - C3



Nota: Elaborado por Autor.

Finalmente, con los datos de la Tabla 62, se realizó la gráfica del volumen determinado para las zonas verde, amarilla y roja del buffer mensual del componente C4, lo que permitió identificar el pico mayor con un valor de 983454 unidades en el mes 12 y el pico menor del buffer con un valor de 292463 unidades de la zona roja establecido en el primer mes del año (Figura 35).

Figura 35: Buffer mensual - Agua - C4



Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.4 Planificación basada en la demanda

Para diagnosticar las posibles necesidades que se puedan presentar a futuro, Ptak & Smith (2016) desarrollaron el concepto de la Ecuación de Flujo Neto (NFE), siendo necesaria en los momentos en que los niveles de stock lleguen a la zona de reposición, este concepto permite generar una orden de pedido para reponer las existencias hasta el nivel máximo del buffer, para calcular el flujo neto se considera el stock físico existente (On Hand), las órdenes de compra abiertas (On Order) y la demanda real calificada (Qualified sales order demand), mediante la siguiente fórmula:

$$Net\ Flow\ Equation = On\ hand + On\ order - Qualified\ sales\ order\ demand$$

3.4.4.4.1 Tabla de cálculo del NFE diario

En base a lo mencionado, se realizó el cálculo del NFE por medio de la fórmula establecida en la Sección 3.4.4.4, para esto se utilizaron los siguientes datos: Inventario inicial (On Hand) y las ventas diarias (Qualified sales order demand), en este escenario

la empresa no cuenta con órdenes emitidas (On Order), por este motivo tiene un valor de 0.

$$NFE = \text{Inventario inicial} + \text{Orden emitida} - \text{Demanda calificada}$$

$$NFE = 114.408 + 0 - 14.301$$

$$NFE = 100.107$$

Teniendo en cuenta que el Día 1 el valor de las órdenes recibidas es de 0, la fórmula empleada para el cálculo del Inventario Final (IFF) se presenta a continuación:

$$IF = \text{Inventario inicial} + \text{Orden recibida} - \text{Demanda calificada}$$

$$IF = 114.408 + 0 - 14.301$$

$$IF = 100.107$$

Para los cálculos del Flujo Neto, se tomó en consideración que el inventario final de un día se considera el inventario inicial del día siguiente, además, para el dimensionar las órdenes de pedido se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Orden de pedido} = \text{Buffer} - NFE$$

Cabe destacar que esta ecuación tiene sus limitaciones:

$$\text{Si: } NFE > \text{Buffer} \rightarrow \text{Orden de pedido} = 0$$

$$\text{Si: } NFE \leq 0 \rightarrow \text{Orden de pedido} = \text{Buffer}$$

En base a lo mencionado previamente, se realizaron los cálculos pertinentes del NFE para cada Día de la semana del C1, de este modo se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 63, en donde se demuestra que el volumen del Flujo neto en el día 1 es de 100107, en el día 2 tiene un valor de 82467, en el día 3 resultó con 64908, en el día 4 se obtuvo un flujo neto de 50006 mientras que en el día 5 fue de 33621 unidades.

Tabla 63: NFE diario - Botella PET - C1

Días	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Inventario inicial	114408	100107	82467	64908	50006
Órdenes emitidas	0	0	0	0	0
Órdenes recibidas	0	0	0	0	0
Demanda calificada	14301	17640	17559	14902	16385
Flujo Neto	100107	82467	64908	50006	33621
Buffer	76153	93933	93502	79353	87250
Inventario Final	100107	82467	64908	50006	33621

Nota: Elaborado por Autor.

De mismo modo, se realizaron los cálculos pertinentes del NFE para cada Día de la semana del C2, de este modo se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 64, en donde se demuestra que el volumen del Flujo neto en el día 1 es de 90858, en el día 2 tiene un valor de 75709, en el día 3 resultó con 58643, en el día 4 se obtuvo un flujo neto de 43599 mientras que en el día 5 fue de 25214 unidades.

Tabla 64: NFE diario - Faja - C2

Días	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Inventario inicial	106001	90858	75709	58643	43599
Órdenes emitidas	0	0	0	0	0
Órdenes recibidas	0	0	0	0	0
Demanda calificada	15143	15149	17066	15044	18385
Flujo Neto	90858	75709	58643	43599	25214
Buffer	80636	80668	90876	80109	97900
Inventario Final	90858	75709	58643	43599	25214

Nota: Elaborado por Autor.

Posteriormente, se realizaron los cálculos pertinentes del NFE para cada Día de la semana del C3, de este modo se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 65, en donde se demuestra que el volumen del Flujo neto en el día 1 es de 105637, en el día 2 tiene un valor de 87997, en el día 3 resultó con 69648, en el día 4 se obtuvo un flujo neto de 53956 mientras que en el día 5 fue de 39941 unidades.

Tabla 65: NFE diario - Tapa - C3

Días	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Inventario inicial	120728	105637	87997	69648	53956
Órdenes emitidas	0	0	0	0	0
Órdenes recibidas	0	0	0	0	0
Demanda calificada	15091	17640	18349	15692	14015
Flujo Neto	105637	87997	69648	53956	39941
Buffer	80360	93933	97708	83560	74630
Inventario Final	105637	87997	69648	53956	39941

Nota: Elaborado por Autor.

Finalmente, se realizaron los cálculos pertinentes de la ecuación de flujo neto para cada uno de los cinco días de la semana del componente 4, de este modo se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 66, en donde se demuestra que el volumen del Flujo neto en el día 1 es de 118408, en el día 2 tiene un valor de 100268, en el día 3 resultó con 81929, en el día 4 se obtuvo un flujo neto de 53956 mientras que en el día 5 fue de 52422 unidades.

Tabla 66: NFE diario - Agua - C4

Días	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Inventario inicial	133209	118408	100268	81929	70107
Órdenes emitidas	0	0	0	0	0
Órdenes recibidas	0	0	0	0	0
Demanda calificada	14801	18140	18339	11822	17685
Flujo Neto	118408	100268	81929	70107	52422
Buffer	78815	96596	97655	62952	94173
Inventario Final	118408	100268	81929	70107	52422

Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.4.2 Tabla de cálculo del NFE semanal

Para realizar los cálculos del NFE semanales se consideró que el inventario inicial de la Semana 1 es igual a la sumatoria de los inventarios iniciales de todos los días, respetando el componente estudiado en cada caso, en base a esto se determinó que el Inventario inicial semanal del componente C1 es de 411.896 unidades, posteriormente se realizaron los cálculos pertinentes de la ecuación de flujo neto para cada uno de los cinco días de la semana del componente, de este modo se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 67, en donde se demuestra que el volumen del Flujo neto en la semana 1 es de 331109, en la semana 2 tiene un valor de 245257, en la semana 3 se obtuvo un flujo neto de 168220 mientras que en la semana 4 fue de 77653 unidades.

Tabla 67: NFE semanal - Botella PET - C1

Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Inventario inicial	411896	331109	245257	168220
Órdenes emitidas	0	0	0	0
Órdenes recibidas	0	0	0	0
Demanda calificada	80787	85852	77037	90567
Flujo Neto	331109	245257	168220	77653
Buffer	430190,775	457161,9	410222,025	482269,275
Inventario Final	331109	245257	168220	77653

Nota: Elaborado por Autor.

Para el componente C2 se determinó que el inventario inicial de la semana 1 es de 374.810 unidades, posteriormente se realizaron los cálculos pertinentes de la ecuación de flujo neto para cada uno de los cinco días de la semana del componente, de este modo se obtuvieron los resultados presentados en la Tabla 68, en donde se demuestra que el volumen del Flujo neto en la semana 1 es de 294023, en la semana 2 tiene un valor de 208171, en la semana 3 se obtuvo un flujo neto de 131134 mientras que en la semana 4 fue de 40567 unidades.

Tabla 68: NFE semanal - Faja - C2

Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Inventario inicial	374810	294023	208171	131134
Órdenes emitidas	0	0	0	0
Órdenes recibidas	0	0	0	0
Demanda calificada	80787	85852	77037	90567
Flujo Neto	294023	208171	131134	40567
Buffer	430190,775	446511,9	415547,025	487594,275
Inventario Final	294023	208171	131134	40567

Nota: Elaborado por Autor.

Del mismo modo, se estableció un inventario inicial de 437.966 unidades para la semana 1 del componente C3, lo que permitió la obtención de los resultados detallado en la Tabla 69, en donde se demuestra que el volumen del Flujo neto en la semana 1 es de 357179, en la semana 2 tiene un valor de 271327, en la semana 3 se obtuvo un flujo neto de 194290 mientras que en la semana 4 fue de 103723 unidades.

Tabla 69: NFE semanal - Tapa - C3

Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Inventario inicial	437966	357179	271327	194290
Órdenes emitidas	0	0	0	0
Órdenes recibidas	0	0	0	0
Demanda calificada	80787	85852	77037	90567
Flujo Neto	357179	271327	194290	103723
Buffer	430190,775	460889,4	414482,025	474281,775
Inventario Final	357179	271327	194290	103723

Nota: Elaborado por Autor.

Finalmente, para el componente C4 se determinó un inventario inicial de 503.921 unidades, los resultados fueron presentados en la Tabla 70, en donde se demuestra que el volumen del Flujo neto en la semana 1 es de 423134, en la semana 2 tiene un valor de 337282, en la semana 3 se obtuvo un flujo neto de 260245 mientras que en la semana 4 fue de 169678 unidades.

Tabla 70: NFE semanal - Agua - C4

Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Inventario inicial	503921	423134	337282	260245
Órdenes emitidas	0	0	0	0
Órdenes recibidas	0	0	0	0
Demanda calificada	80787	85852	77037	90567
Flujo Neto	423134	337282	260245	169678
Buffer	430190,775	456629,4	412352,025	480671,775
Inventario Final	423134	337282	260245	169678

Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.4.3 Tabla de cálculo del NFE mensual

Para realizar los cálculos del NFE mensuales se consideró que el inventario inicial de la Mes 1 es igual a la sumatoria de los inventarios iniciales de todas las semanas, respetando el componente estudiado en cada caso, en base a esto se determinó que el inventario inicial del Mes 1 del componente C1 es de 1.156.482 unidades, una vez determinado esto se realizaron los cálculos correspondientes para cada mes empleando los datos de la demanda calificada de cada mes y el dimensionamiento de los toques de los buffers, lo que permitió la obtención de los resultados detallado en la Tabla 69,

Tabla 71: NFE mensual - Botella PET - C1

Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inventario inicial	1156482	822239	462242	114245	0	1383584
Órdenes emitidas	0	0	0	1738839	344613	0
Órdenes recibidas	0	0	0	0	1738839	344613
Demanda calificada	334243	359997	347997	347462	355255	350801
Flujo Neto	822239	462242	114245	1505622	0	1032783
Buffer	1779844	1916984	1853084	1850235	1891733	1868015
Inventario Final	822239	462242	114245	0	1383584	1377396
Mes	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Inventario inicial	1377396	1027764	679935	323943	0	1220601
Órdenes emitidas	0	0	0	1571714	301616	0
Órdenes recibidas	0	0	0	0	1571714	301616
Demanda calificada	349632	347829	355992	347395	351113	377948
Flujo Neto	1027764	679935	323943	1548262	0	842653
Buffer	1861790	1852189	1895657	1849878	1869677	2012573
Inventario Final	1027764	679935	323943	0	1220601	1144269

Nota: Elaborado por Autor.

Para el componente C2, se determinó que el inventario inicial del Mes 1 es de 1.008.138 unidades, , una vez determinado esto se realizaron los cálculos correspondientes para cada mes empleando los datos de la demanda calificada de cada mes y el dimensionamiento de los toques de los buffers, lo que permitió la obtención de los resultados detallado en la Tabla 72,

Tabla 72: NFE mensual - Faja - C2

Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inventario inicial	1008138	673895	313898	0	1196959	1152133
Órdenes emitidas	0	0	1544421	310429	0	0
Órdenes recibidas	0	0	0	1544421	310429	0
Demanda calificada	334243	359997	347997	347462	355255	350801
Flujo Neto	673895	313898	1510322	0	841704	801332
Buffer	1779844	1858319	1820751	1865401	1858681	1833014
Inventario Final	673895	313898	0	1196959	1152133	801332

Mes	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Inventario inicial	801332	451700	103871	0	1382398	1392118
Órdenes emitidas	0	0	1729793	360832	0	0
Órdenes recibidas	0	0	0	1729793	360832	0
Demanda calificada	349632	347829	355992	347395	351113	377948
Flujo Neto	451700	103871	1477672	13437	1031285	1014170
Buffer	1897718	1833664	1838504	1844420	1836060	2235286
Inventario Final	451700	103871	0	1382398	1392118	1014170

Nota: Elaborado por Autor.

Del mismo modo, se estableció un inventario inicial de 1.260.762 unidades para Mes 1 del componente C3. Teniendo en consideración los datos de la demanda calificada de cada mes y el dimensionamiento de los topes de los buffers, se obtuvieron los resultados del flujo neto de los 12 meses del año, estos valores se detallan en la Tabla 73, misma que también abarca los resultados del inventario final de cada mes.

Tabla 73: *NFE mensual - Tapa - C3*

Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inventario inicial	1260762	926519	566522	218525	0	1334386
Órdenes emitidas	0	0	0	1689641	286720	0
Órdenes recibidas	0	0	0	0	1689641	286720
Demanda calificada	334243	359997	347997	347462	355255	350801
Flujo Neto	926519	566522	218525	1560704	0	983585
Buffer	1779844	1898474	1908166	1847424	1913262	1878287
Inventario Final	926519	566522	218525	0	1334386	1270305
Mes	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Inventario inicial	1270305	920673	572844	216852	0	1322884
Órdenes emitidas	0	0	0	1673997	323566	0
Órdenes recibidas	0	0	0	0	1673997	323566
Demanda calificada	349632	347829	355992	347395	351113	377948
Flujo Neto	920673	572844	216852	1543454	0	944936
Buffer	1822630	1859309	1890849	1867020	1825964	2010432
Inventario Final	920673	572844	216852	0	1322884	1268502

Nota: Elaborado por Autor.

Finalmente, para el componente C4 se determinó un inventario inicial de 1.524.582 unidades para el primer mes del año, una vez determinado esto, se realizaron los cálculos pertinentes al flujo neto mensual considerando los valores de la demanda calificada de cada mes y el dimensionamiento de los topes de los buffers, se obtuvieron los resultados de la ecuación de flujo neto por cada mes del año, estos valores fueron presentados en la Tabla 73, misma que también abarca los resultados del inventario final de cada mes.

Tabla 74: NFE mensual - Agua - C4

Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Inventario inicial	1524582	1190339	830342	482345	134883	0
Órdenes emitidas	0	0	0	0	1691603	413713
Órdenes recibidas	0	0	0	0	0	1691603
Demanda calificada	334243	359997	347997	347462	355255	350801
Flujo Neto	1190339	830342	482345	134883	1471231	62912
Buffer	1779844	1860587	1855667	1826486	1884944	1912644
Inventario Final	1190339	830342	482345	134883	0	1340802
Mes	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Inventario inicial	1340802	1404883	1057054	701062	353667	2554
Órdenes emitidas	0	0	0	0	0	1882390
Órdenes recibidas	413713	0	0	0	0	0
Demanda calificada	349632	347829	355992	347395	351113	377948
Flujo Neto	991170	1057054	701062	353667	2554	1506996
Buffer	1820948	1900604	1867627	1873623	1884944	2033745
Inventario Final	1404883	1057054	701062	353667	2554	0

Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.4 Dimensionamiento de Buffers y NFE diario

Una vez concluido los cálculos del NFE diario, semanal y mensual, se procedió a tabular los datos de los topes de las zonas de cada buffer diario para un posterior análisis gráfico. En la Tabla 75 se presentaron los resultados de los topes de las zonas designadas para el buffer del componente C1, en la cual se puede observar que únicamente en el Día 5 el Flujo Neto es inferior a la Zona Verde, sin embargo sigue siendo mayor al tope de la Zona Amarilla, significando que el inventario de este componente se encuentra en un buen nivel.

Tabla 75: Zona buffer y NFE diario - Botella PET - C1

Día	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Zona Verde	36825	45423	45214	38373	42191
Zona Amarilla	26814	33075	32923	27941	30722
Zona Roja	12513	15435	15364	13039	14337
Flujo Neto	100107	82467	64908	50006	33621
Inventario Final	100107	82467	64908	50006	33621

Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados presentados en la Tabla 76 indican los niveles de stock del componente C2 siguen el mismo patrón que el componente C1, manteniendo un NFE elevado en los 4 primeros días y en el quinto disminuye drásticamente, a diferencia del componente C1 el inventario final del día cinco se encuentra entre los topes de la Zona

Amarilla (ZA) y de la Zona Roja (ZR), lo que significa que es necesario una reposición de materia prima.

Tabla 76: Zona buffer y NFE diario - Faja - C2

Día	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Zona Verde	38993	39009	43945	38738	47341
Zona Amarilla	28393	28404	31999	28208	34472
Zona Roja	13250	13255	14933	13164	16087
Flujo Neto	90858	75709	58643	43599	25214
Inventario Final	90858	75709	58643	43599	25214

Nota: Elaborado por Autor.

En la Tabla 77 se puede observar que el NFE diario se mantiene por encima del tope de la Zona Verde en los cinco días de la semana, indicando que no es necesario realizar una orden de pedido para reponer la materia prima C3, sin embargo el inventario final tiene un patrón en el que se reduce considerablemente, por este motivo se establece que en los días próximos se deberá hacer una reposición de material.

Tabla 77: Zona buffer y NFE diario - Tapa - C3

Día	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Zona Verde	38859	45423	47249	40407	36089
Zona Amarilla	28296	33075	34404	29423	26278
Zona Roja	13205	15435	16055	13731	12263
Flujo Neto	105637	87997	69648	53956	39941
Inventario Final	105637	87997	69648	53956	39941

Nota: Elaborado por Autor.

El comportamiento del inventario final diario del componente C4 es similar al C3, debido a que durante los cinco días se mantiene en niveles por encima del tope de la Zona Verde (ZV), lo que asegura la disponibilidad de Stock, sin embargo, la tendencia de estos resultados tiende a disminuir significativamente, indicando que próximamente haría falta la reposición del material.

Tabla 78: Zona buffer y NFE diario - Agua - C4

Día	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
Zona Verde	38113	46711	47223	30442	45539
Zona Amarilla	27752	34013	34386	22166	33159
Zona Roja	12951	15873	16047	10344	15474
Flujo Neto	118408	100268	81929	70107	52422
Inventario Final	118408	100268	81929	70107	52422

Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.4.5 Dimensionamiento de Buffers y NFE semanal

El inventario del componente C1 se mantuvo elevado las semanas 1 y 2, en la semana 3 fue inferior al tope de la ZV y mayor al tope de la ZA, sugiriendo una reposición de material, sin embargo al no realizar la orden de pedido el inventario de la semana 4 fue inferior al tope de la ZR, indicando realizar una reposición de stock de carácter urgente para evitar la escasez del nivel de inventario (Tabla 79).

Tabla 79: Zona buffer y NFE semanal - Botella PET - C1

Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Zona Verde	208027	221069	198370	233210
Zona Amarilla	151476	160973	144444	169813
Zona Roja	70689	75121	67407	79246
Flujo Neto	331109	245257	168220	77653
Inventario Final	331109	245257	168220	77653

Nota: Elaborado por Autor.

El inventario del componente C2 se mantuvo elevado las semanas 1 y 2, en la semana 3 disminuyó drásticamente sugiriendo que se podría realizar la reposición de la materia prima, sin embargo en la semana 4 el inventario está por debajo del tope de la zona roja, lo que significa que es de suma urgencia realizar una orden de pedido con el objetivo de garantizar la disponibilidad del producto terminado (Tabla 80).

Tabla 80: Zona buffer y NFE semanal - Faja - C2

Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Zona Verde	208027	215919	200945	235785
Zona Amarilla	151476	157223	146319	171688
Zona Roja	70689	73371	68282	80121
Flujo Neto	294023	208171	131134	40567
Inventario Final	294023	208171	131134	40567

Nota: Elaborado por Autor.

El inventario final de la materia prima referente al componente 3 se mantuvo en niveles adecuados durante las primeras tres semanas del mes, sin embargo esta situación cambio al finalizar la semana 4 debido a que el inventario disminuyo considerablemente, pese a esto, se mantuvo por encima del tope de la zona roja, significando que la reposición del material se podría realizar o se debería realizar pero no necesariamente es considerado una emergencia como lo seria si el nivel del inventario final fuese inferior al tope de la zona roja (Tabla 81).

Tabla 81: Zona buffer y NFE semanal - Tapa - C3

Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Zona Verde	208027	222871	200430	229348
Zona Amarilla	151476	162285	145944	167001
Zona Roja	70689	75733	68107	77934
Flujo Neto	357179	271327	194290	103723
Inventario Final	357179	271327	194290	103723

Nota: Elaborado por Autor.

Finalmente, el inventario final de la materia prima referente al componente 4 se mantuvo por encima del tope de la zona verde durante 3 semanas consecutivas, lo que no representa una emergencia, sin embargo tener niveles de inventarios muy elevados podría incrementar el costo de almacenamiento del producto, en la semana 4 el inventario se redujo a un nivel que se encuentra dentro de la zona verde por lo que se lo considera adecuado para la organización (Tabla 82).

Tabla 82: Zona buffer y NFE semanal - Agua - C4

Semana	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Zona Verde	208027	220811	199400	232438
Zona Amarilla	151476	160785	145194	169251
Zona Roja	70689	75033	67757	78984
Flujo Neto	423134	337282	260245	169678
Inventario Final	423134	337282	260245	169678

Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.4.6 Dimensionamiento de Buffers y NFE mensual

Los datos tabulados en la Tabla 83, detallan los resultados de los topes de las zonas del buffer, el flujo neto y el inventario final, una vez presentados se puede observar que en los meses 5, 6, 7, 11 y 12 el inventario final es mayor al tope de la ZV, a causa de las ordenes de pedido, por otro lado, en el Mes 1 el IF se mantiene en la ZA por encima del tope de la ZA indicando un nivel ideal del inventario, en los meses restantes en nivel del inventario es inferior al tope de la ZR y en algunos casos llegan a ser de cero, sin embargo esto se debe al tiempo de espera de reposición del componente C1.

Tabla 83: Zona buffer y NFE mensual - Botella PET - C1

Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Zona Verde	860676	926992	896092	894715	914782	903313
Zona Amarilla	626706	674994	652494	651491	666103	657752
Zona Roja	292463	314997	304497	304029	310848	306951
Flujo Neto	822239	462242	114245	1505622	0	1032783
Inventario Final	822239	462242	114245	0	1383584	1377396

Mes	g 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Zona Verde	900302	895660	916679	894542	904116	973216
Zona Amarilla	655560	652179	667485	651366	658337	708653
Zona Roja	305928	304350	311493	303971	307224	330705
Flujo Neto	1027764	679935	323943	1548262	0	842653
Inventario Final	1027764	679935	323943	0	1220601	1144269

Nota: Elaborado por Autor.

Del mismo modo, los datos presentados en la Tabla 84, muestran que en los meses 4, 5, 10 y 11 el inventario final está por encima del tope de la ZV, debido a las órdenes de pedido recibidas, por otro lado, en los meses 1 y 6 el IF se mantiene en la ZV por encima del tope de la ZA indicando que el nivel del inventario es óptimo, en los meses restantes en nivel del inventario es inferior al tope de la ZR y en algunos casos llegan a ser de cero, debido al tiempo de espera para la reposición de materia prime del C2.

Tabla 84: Zona buffer y NFE mensual - Faja - C2

Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Zona Verde	860676	898624	880457	902048	898799	886387
Zona Amarilla	626706	654338	641109	656831	654465	645428
Zona Roja	292463	305358	299184	306521	305417	301200
Flujo Neto	673895	313898	1510322	0	841704	801332
Inventario Final	673895	313898	0	1196959	1152133	801332
Mes	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Zona Verde	917676	886701	889042	891903	887860	1080913
Zona Amarilla	668211	645656	647361	649444	646500	787073
Zona Roja	311832	301306	302102	303074	301700	367301
Flujo Neto	451700	103871	1477672	13437	1031285	1014170
Inventario Final	451700	103871	0	1382398	1392118	1014170

Nota: Elaborado por Autor.

En las Tabla 85, se muestran que en los meses 2, 5, 6, 7, 11 y 12 el IF supera el tope de la ZV, del mismo modo, se evidencia que el IF no se mantiene en la ZV por encima del tope de la ZA, mientras que, en los meses restantes en nivel del inventario es inferior al tope de la ZR y en algunos casos llegan a ser de cero, debido al tiempo de espera para la reposición de materia prime del C4.

Tabla 85: Zona buffer y NFE mensual - Tapa - C3

Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Zona Verde	860676	918042	922728	893355	925192	908280
Zona Amarilla	626706	668477	671889	650501	673684	661369
Zona Roja	292463	311956	313548	303567	314386	308639
Flujo Neto	926519	566522	218525	1560704	0	983585
Inventario Final	926519	566522	218525	0	1334386	1270305

Mes	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Zona Verde	881366	899102	914354	902831	882978	972181
Zona Amarilla	641771	654686	665792	657401	642945	707899
Zona Roja	299493	305520	310703	306787	300041	330353
Flujo Neto	920673	572844	216852	1543454	0	944936
Inventario Final	920673	572844	216852	0	1322884	1268502

Nota: Elaborado por Autor.

Finalmente, en la Tabla 86, se evidencia que en los meses 1, 6, 7 y 8 el inventario final está por encima del tope de la ZV, debido a la reposición de la materia prima, por otro lado, en los meses 2 y 9 el IF se mantiene en la ZV por encima del tope de la ZA indicando que el nivel del inventario se mantiene optimo, sin embargo, en los meses restantes en nivel del inventario es inferior al tope de la ZR y en algunos casos llegan a ser de cero, debido al tiempo de espera para la reposición de materia prime del C4.

Tabla 86: Zona buffer y NFE mensual - Agua - C4

Mes	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Zona Verde	860676	899720	897341	883230	911499	924894
Zona Amarilla	626706	655136	653404	643129	663713	673466
Zona Roja	292463	305730	304922	300127	309733	314284
Flujo Neto	1190339	830342	482345	134883	1471231	62912
Inventario Final	1190339	830342	482345	134883	0	1340802
Mes	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Zona Verde	880552	919072	903125	906024	911499	983454
Zona Amarilla	641179	669227	657615	659726	663713	716108
Zona Roja	299217	312306	306887	307872	309733	334184
Flujo Neto	991170	1057054	701062	353667	2554	1506996
Inventario Final	1404883	1057054	701062	353667	2554	0

Nota: Elaborado por Autor.

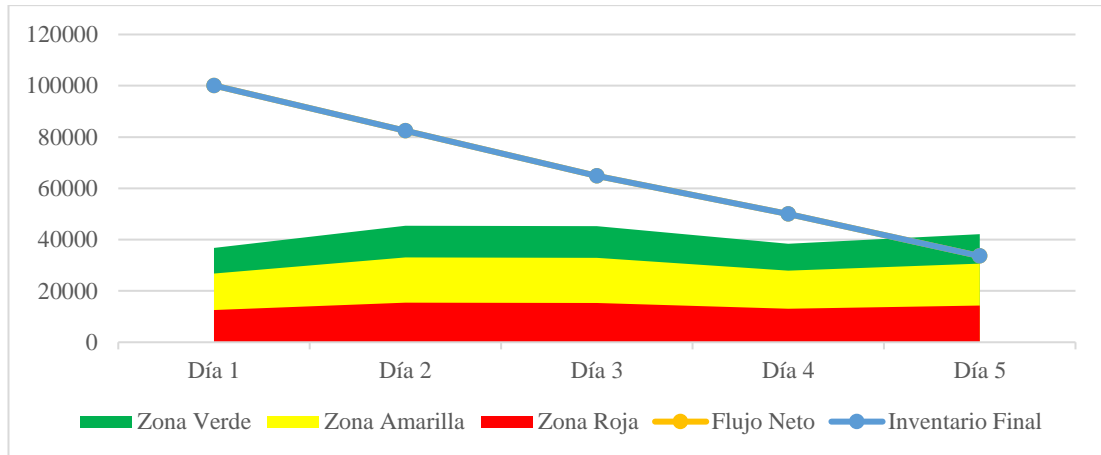
3.4.4.5 Ejecución visible y colaborativa

La metodología DDMRP hace una clara diferencia ente la planeación y la ejecución, siendo esta ultima el seguimiento de las ordenes planificadas con la intención de asegurarse de no tener problemas con la gestión de recursos, por este motivo esta metodología cuenta con 2 sistemas de alertas en concreto, uno que indica el estado del buffer mediante los colores verde, amarillo y rojo, mientras que el otro sistema de alerta se destina a indicar inconvenientes presentes en relación a las dependencias. De este modo, el encargado de llevar el control y seguimiento de las existencias, se ve beneficiado debido a que las alertas facilitan la identificación de las referencias que se encuentren en estados críticos.

3.4.4.5.1 Ejecución visible y colaborativa diaria

En la Figura 36, se presenta la trayectoria diaria del flujo neto, el nivel del inventario y el dimensionamiento dinámico del buffer correspondiente al componente C1, los datos empleados pertenecen a la Tabla 75. La grafica muestra que el NFE y el nivel del inventario tienen un comienzo elevado pero a medida que transcurre el tiempo va disminuyendo hasta llegar a la ZV.

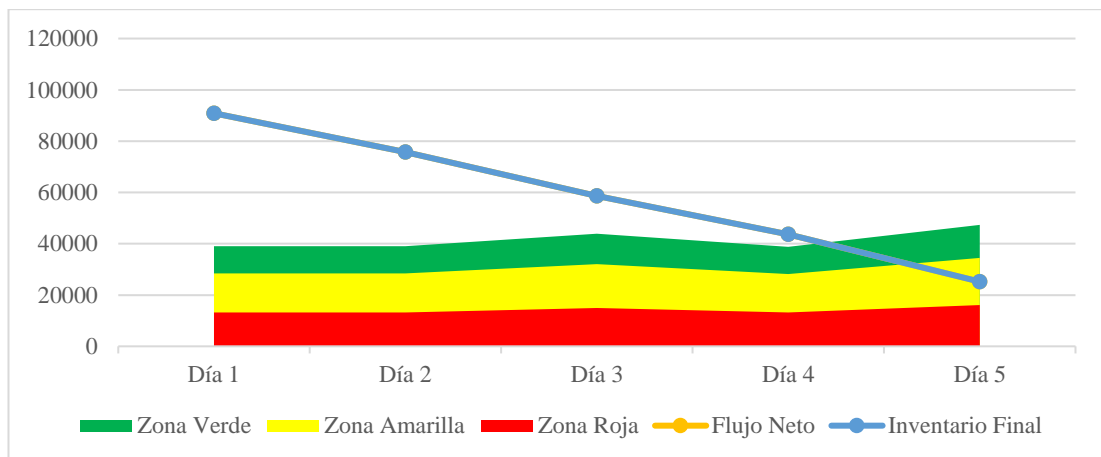
Figura 36: Flujo neto diario - Botella PET - C1



Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados presentados en la Figura 37 pertenecen a la Tabla 76, en la gráfica se evidencia la trayectoria diaria del flujo neto, el nivel del inventario y el dimensionamiento dinámico del buffer correspondiente al componente C2, sin embargo, este mismo va disminuyendo a medida que transcurre el tiempo hasta estar entre el tope de la zona amarilla y el tope de la zona roja.

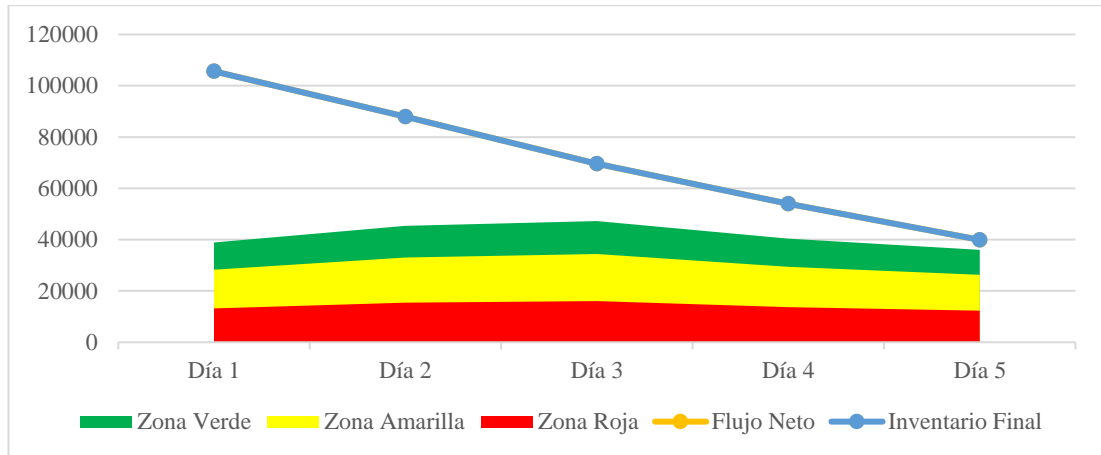
Figura 37: Flujo neto diario - Faja - C2



Nota: Elaborado por Autor.

En la Figura 38, se presenta la trayectoria diaria del flujo neto, el nivel del inventario y el dimensionamiento dinámico del buffer correspondiente al componente C3, los datos empleados pertenecen a la Tabla 77. En esta figura, se evidencia que el NFE y el nivel del inventario se mantienen en niveles superiores al buffer, lo que podría elevar los costos de almacenamiento, sin embargo la tendencia del NFE indica que el inventario estará dentro el rango permitido por el buffer.

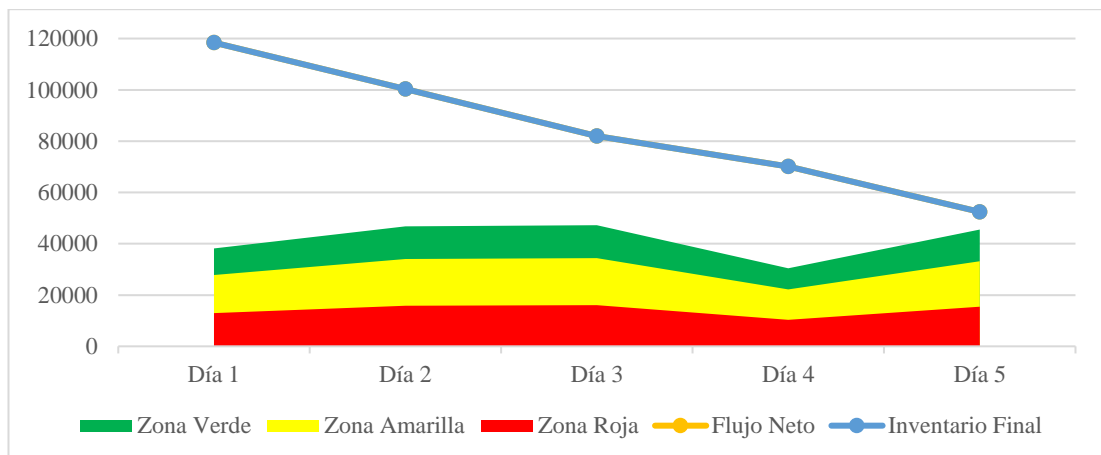
Figura 38: Flujo neto diario - Tapa - C3



Nota: Elaborado por Autor.

Posteriormente, se presentan la trayectoria del flujo neto, el nivel del inventario y el dimensionamiento dinámico del buffer correspondiente al componente C4 en la Figura 39, considerando los datos pertenecientes a la Tabla 78. En esta figura, se evidencia que el que el NFE y el nivel del inventario se mantienen en niveles superiores al buffer, lo que podría elevar los costos de almacenamiento.

Figura 39: Flujo neto diario - Agua - C4

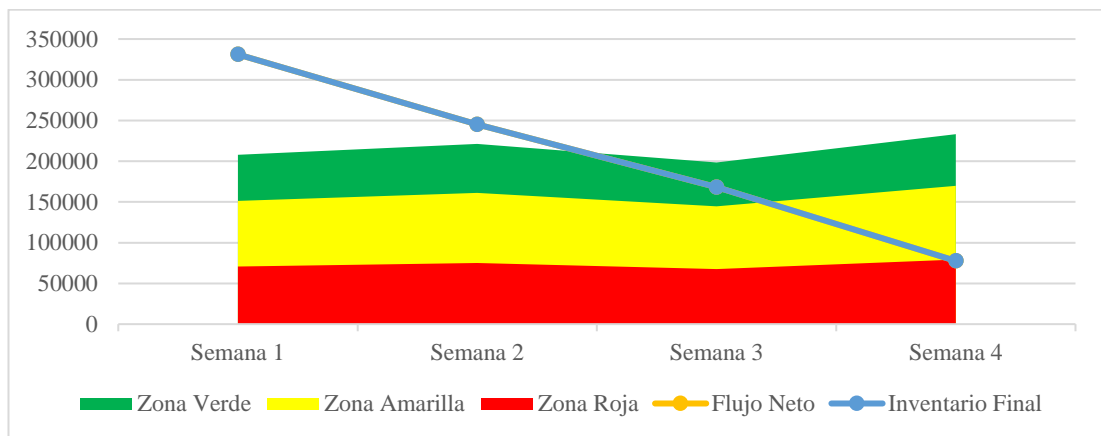


Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.5.2 Ejecución visible y colaborativa semanal

En la Figura 40, se muestra la trayectoria semanal del flujo neto, el nivel del inventario y el dimensionamiento dinámico del buffer correspondiente al componente C1, los datos empleados para la gráfica fueron detallados en la Tabla 79. En la figura se evidencia que el NFE y el nivel del inventario tienen un comiendo elevado pero a medida que transcurre el tiempo va disminuyendo hasta llegar a la ZA.

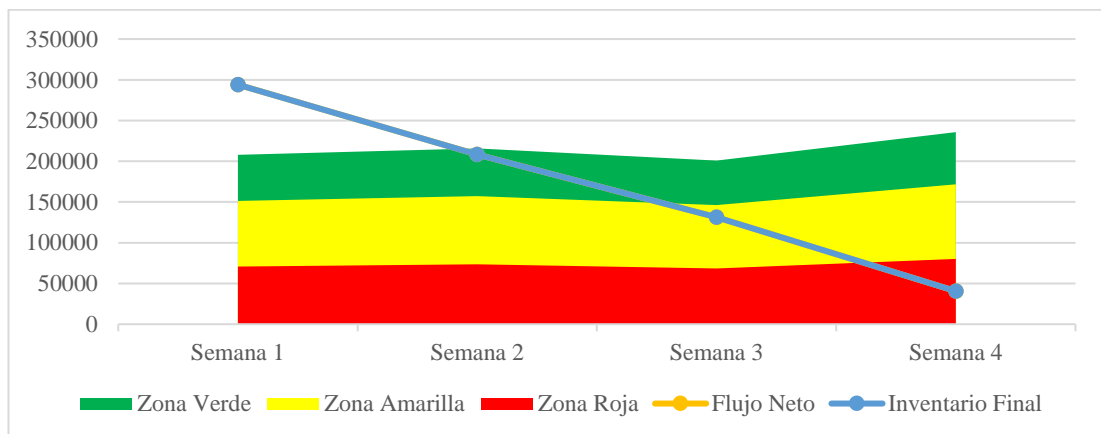
Figura 40: Flujo neto semanal - Botella PET - C1



Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados evidencian que, el NFE y el nivel del inventario semanal empiezan con un alto nivel, sin embargo, va disminuyendo a tal punto que en la semana 4 se encuentra en la ZR, significando el estado de alerta del nivel del inventario por lo que es sumamente necesario realizar la reposición de material de forma rápida, los datos empleados se detallaron en la Tabla 80 (Figura 41).

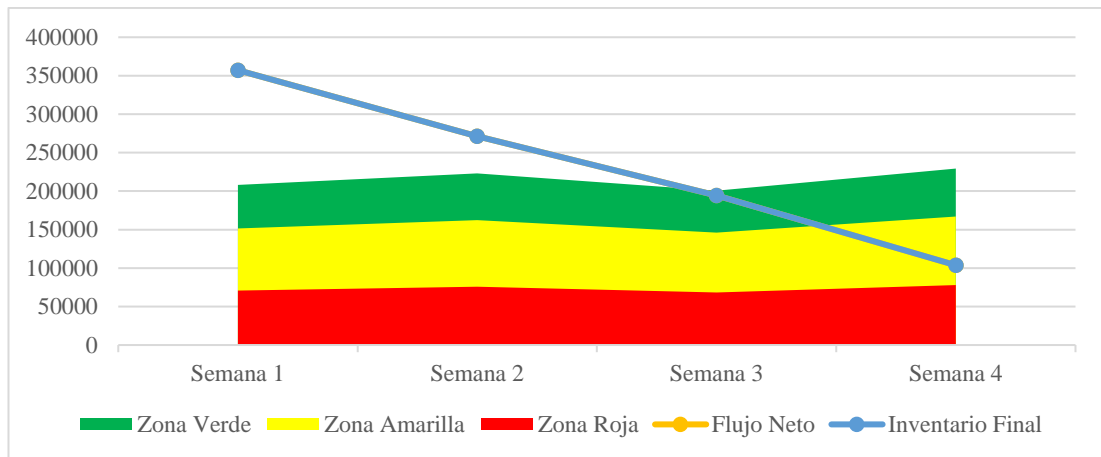
Figura 41: Flujo neto semanal - Faja - C2



Nota: Elaborado por Autor.

En la Figura 42, se evidencia la trayectoria semanal del NFE, el nivel del inventario y el dimensionamiento dinámico del buffer correspondiente al componente C3, los datos empleados fueron presentados en la Tabla 81. En esta figura, se muestra que el NFE y el nivel del inventario se van reduciendo hasta llegar a la ZA en donde se espera un reaprovisionamiento.

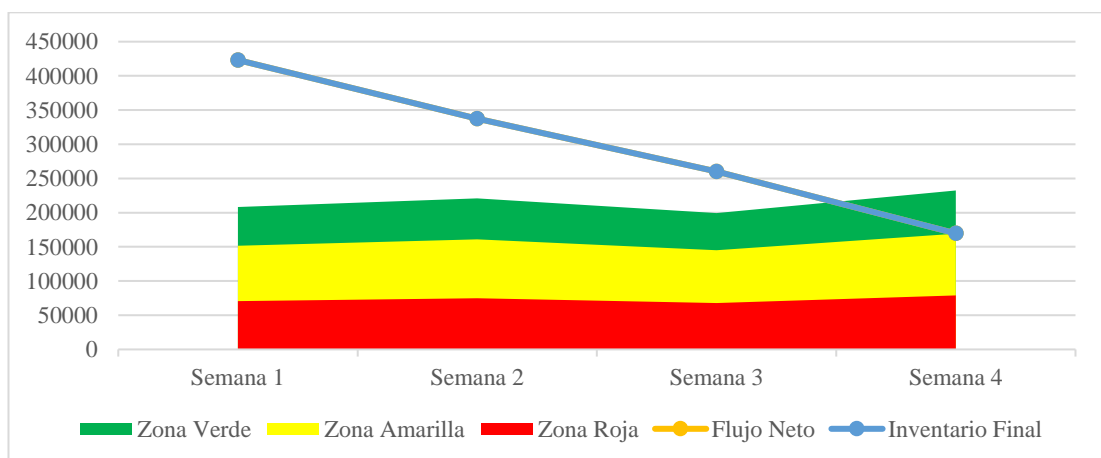
Figura 42: Flujo neto semanal - Tapa - C3



Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados muestran que, el NFE y el nivel del inventario semanal empiezan con un alto nivel, sin embargo, a medida que se cumple con la demanda del mercado, este va disminuyendo a tal punto que en la semana 4 se encuentra cerca de la zona amarilla, indicando que para conservar el nivel óptimo del inventario se podría ejecutar una orden de pedido, los datos empleados se detallaron en la Tabla 82 (Figura 43).

Figura 43: Flujo neto semanal - Agua - C4

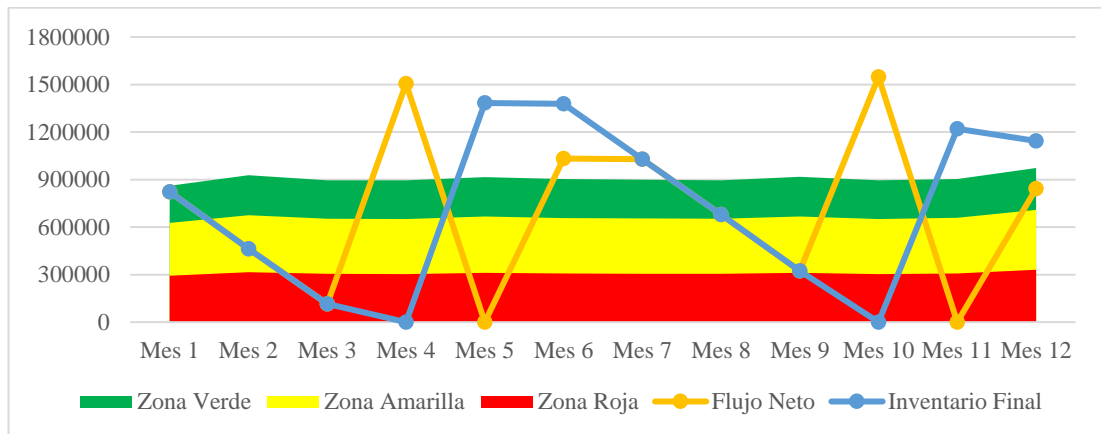


Nota: Elaborado por Autor.

3.4.4.5.3 Ejecución visible y colaborativa mensual

Los resultados muestran que, el NFE y el inventario fluctúan entre la ZR y fuera del tope de la ZV, como se mencionó en la sección 3.4.4.4.6, esto se debe a los LT, por lo que es necesario anticipar los niveles bajos del inventario para realizar las ordenes de pedido con antelación, lo que permite garantizar la disponibilidad de los productos (Figura 44). Los resultados empleados pertenecen a la Tabla 83.

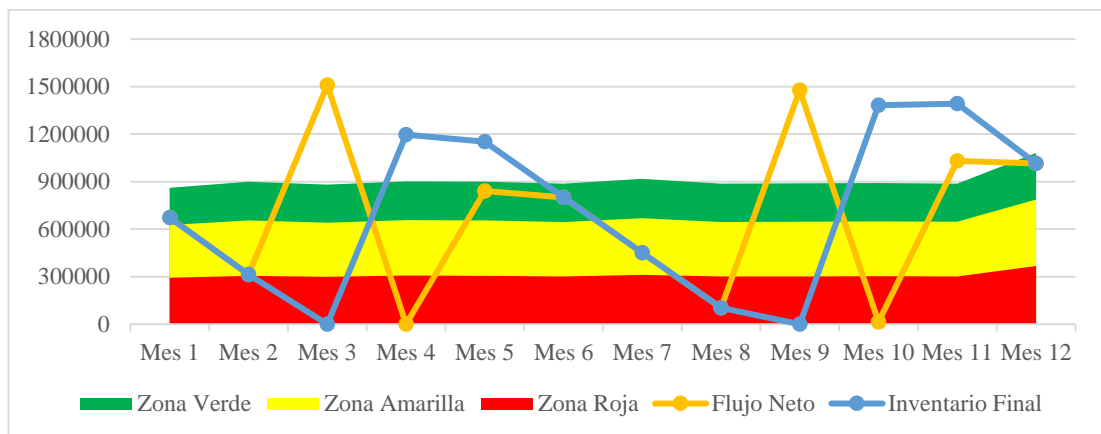
Figura 44: Flujo neto mensual - Botella PET - C1



Nota: Elaborado por Autor.

Del mismo modo, en la Figura 45, se representan de forma visual los datos de la Tabla 84, lo que evidencia las fluctuaciones en el inventario del componente C2 a causa del LT, por lo que este efecto se vuelve inevitable en periodos de tiempos largos, sin embargo se sugiere realizar las ordenes de pedido con antelación con la finalidad de asegurar la disponibilidad del stock.

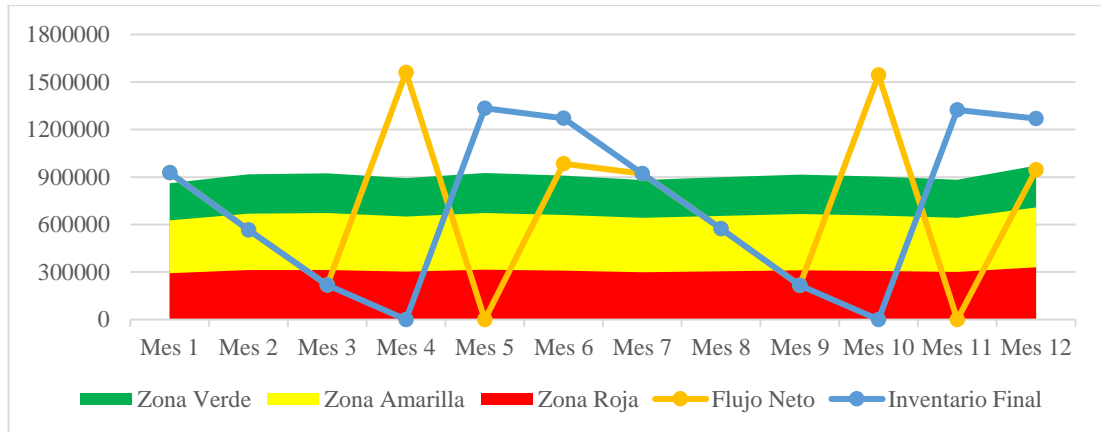
Figura 45: Flujo neto mensual - Faja - C2



Nota: Elaborado por Autor.

Los resultados de la Tabla 85 fueron representados en la Figura 46, en base a esto se evidencia las variaciones del inventario con respecto al componente C3 lo que es causado por factores externos a la organización, sin embargo, para disminuir este efecto se recomienda establecer ajustes dinámicos de forma diaria debido a que se puede anticipar de forma más eficiente los cambios de la demanda, permitiendo generar ajustes dinámicos que garanticen la disponibilidad del stock.

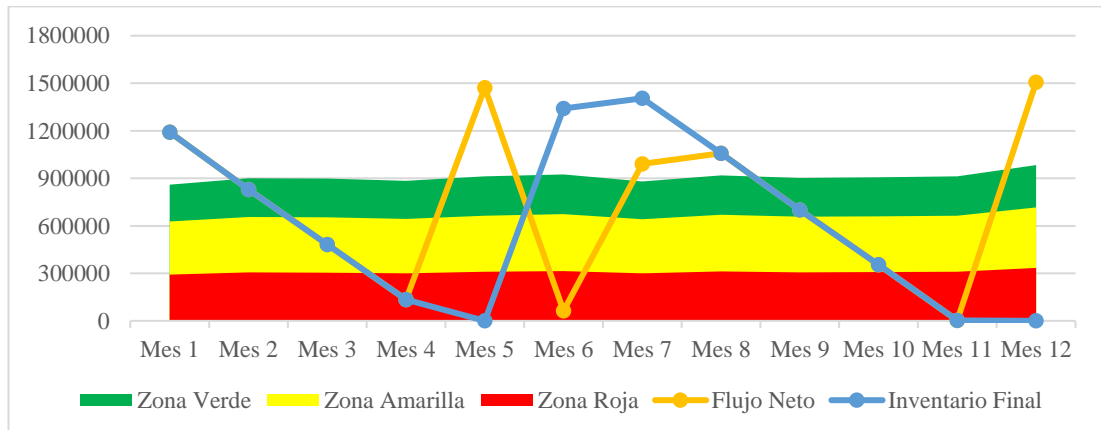
Figura 46: Flujo neto mensual - Tapa - C3



Nota: Elaborado por Autor.

Finalmente, en la Figura 47, se representan los datos de la Tabla 86, lo que evidencia las fluctuaciones en el inventario del componente C4, lo que es causado por factores externos a la organización, sin embargo, para disminuir este efecto se recomienda establecer ajustes dinámicos de forma diaria debido a que se puede anticipar de forma más eficiente los cambios de la demanda, permitiendo generar ajustes dinámicos que garanticen la disponibilidad del stock.

Figura 47: Flujo neto mensual - Agua - C4

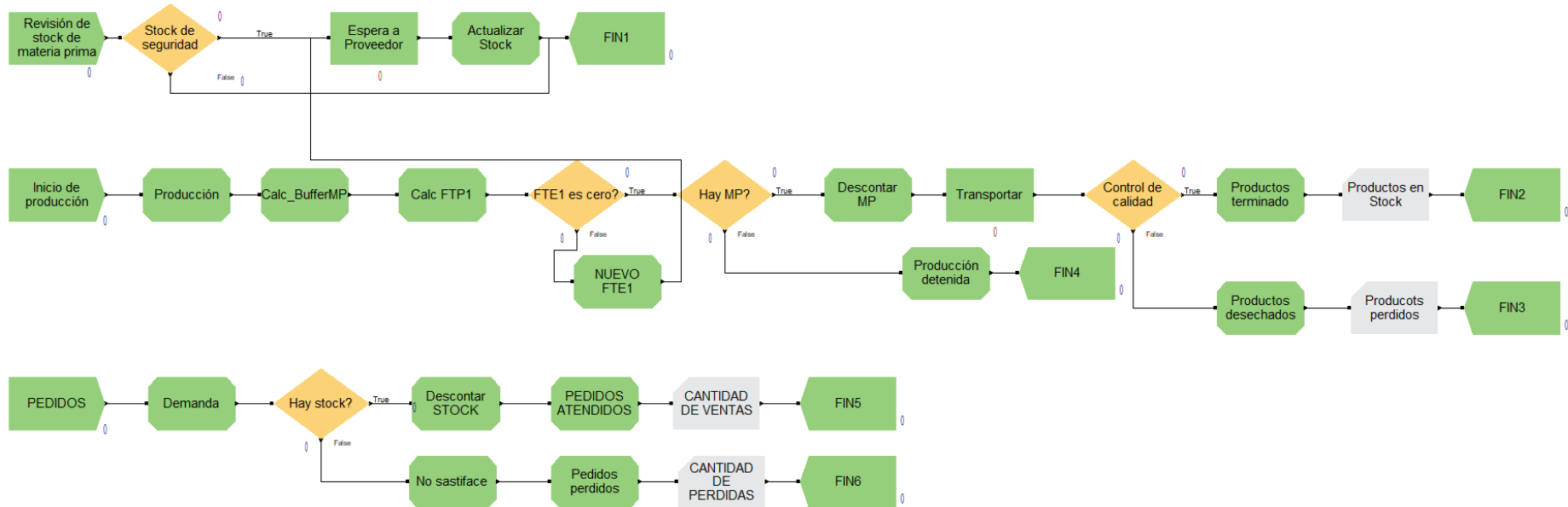


Nota: Elaborado por Autor.

3.4.5 Simulación de eventos discretos de la propuesta

Una vez establecidos todos los parámetros necesarios para la simulación de la propuesta se ingresaron los datos al software incluyendo los parámetros establecidos en la Sección 3.5.3 (Figura 48).

Figura 48: Simulación de eventos discretos de la propuesta



Nota: Elaborado por Autor.

En la Figura 48 se evidencia el aumento de las asignaciones y decisiones que se encargan exclusivamente de los ajustes dinámicos del buffer con la finalidad de mantener niveles de stocks adecuados para evitar la escasez de productos. Los resultados de la simulación presentados en el Anexo T se tabularon en la Tabla 87.

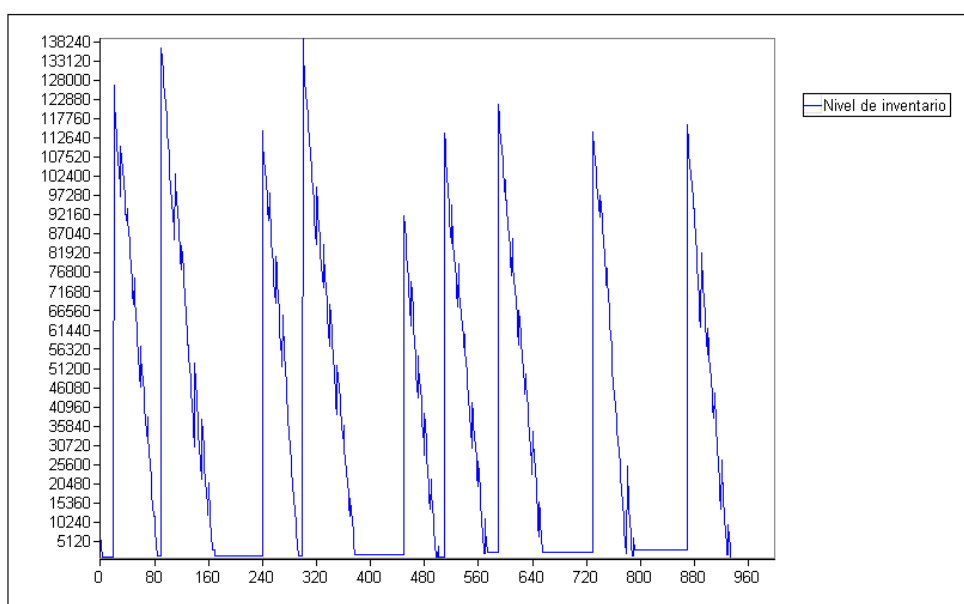
Tabla 87: Resultados de la simulación de eventos discretos de la propuesta

Descripción	Resultados
Total de productos vendidos	6.416.500,00
Total de ventas	\$ 1.218.090,00
Total de utilidades	\$ 513.320,00
Pedidos atendidos	1.842,00
Pedidos perdidos	130,00

Nota: Elaborado por Autor.

Al finalizar la simulación de los 260 días el total de los pedidos atendidos es de 1.842 y de los pedidos perdidos es de 130, lo que indican un nivel de servicio del 93,41%. Sumado a esto, en la Figura 49 se muestra el comportamiento del inventario de la situación actual de la empresa, dejando en evidencia picos muy elevados de reaprovisionamiento, además de que se presenta la escasez del stock con mucha frecuencia, lo que causa la pérdida de los clientes.

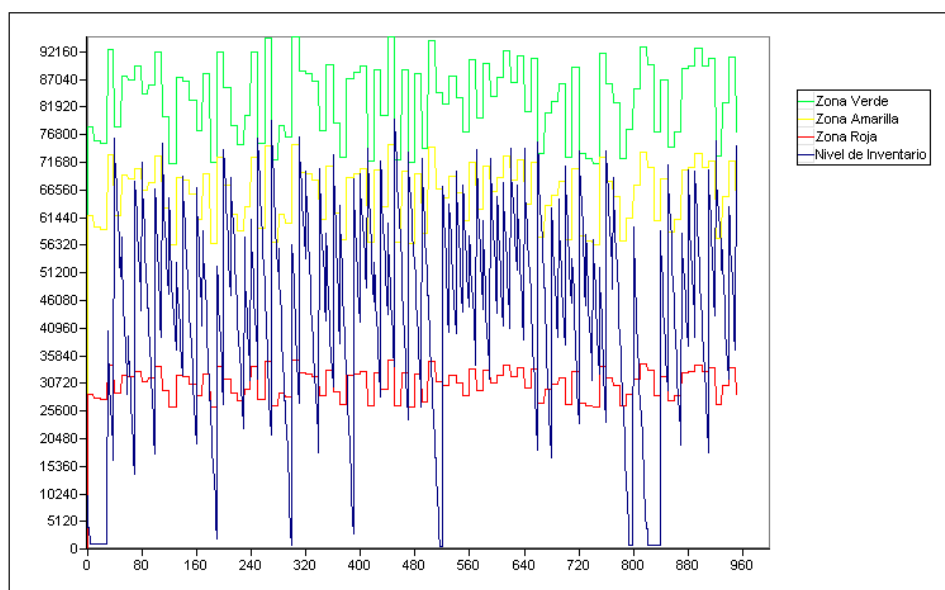
Figura 49: Nivel del Inventario Actual



Nota: Elaborado por Autor.

Del mismo modo, en la Figura 50 se presenta el nivel del inventario de la situación propuesta con el DDMRP y su comportamiento, en donde se aprecia una disminución considerable en las ordenes de pedido, manteniendo el nivel de inventario principalmente en la Zona Amarilla, además se puede observar que los picos inferiores se reducen en gran magnitud, estableciendo niveles de stocks que permiten el cumplimiento de los pedidos, lo que se traduce a un nivel de servicio más alto mediante la satisfacción del cliente.

Figura 50: Nivel del Inventario Propuesto



Nota: Elaborado por Autor.

3.4.6 Análisis de los resultados

Los datos mostrados en la Tabla 88 muestran los resultados de la simulación de eventos discretos del escenario actual y el escenario propuesto desarrollado en esta investigación, para facilitar el análisis comparativo entre ambos escenarios.

Tabla 88: Comparación de los resultados de ambos escenarios

Descripción	Actual	Propuesto
Total de productos vendidos	4.218.764,00	6.416.500,00
Total de ventas	\$ 801.565,16	\$ 1.218.090,00
Total de utilidades	\$ 337.501,12	\$ 513.320,00
Nivel de servicio	62,32%	93,41%

Nota: Elaborado por Autor.

En base a los resultados obtenidos por medio de la simulación de ambos escenarios, se logró determinar que la implementación de la metodología Demand Driven MRP en la gestión de inventarios de la empresa Aquafit S.A. representa una mejora significativa, debido a que aumente el valor de las ventas en un 50,92% y debido a la eficiencia del buffer el nivel de servicio se ha incrementado hasta el 93,41%.

3.4.7 Instrucciones de la propuesta

Para llevar a cabo la aplicación de la propuesta de forma óptima y eficiente es necesario realizar las siguientes instrucciones:

1. El encargado del departamento de ventas deberá comunicar los datos de la demanda al encargado del departamento de almacenamiento de forma diaria.
2. El personal responsable del control de inventarios debe registrar los datos de la demanda de forma diaria.
3. Posteriormente, se deberá realizar la revisión del nivel de inventarios para verificar si es necesario realizar una orden de reaprovisionamiento o no para satisfacer la demanda solicitada.
4. Para realizar la orden de reaprovisionamiento se deberá:
 - a) Realizar el dimensionamiento del buffer en relación a la demanda diaria.
 - b) Estimar los topes de las 3 zonas correspondientes al buffer.
 - c) Realizar el cálculo de la ecuación de flujo neto presentada en la Sección 3.4.4.4.
 - d) Emitir la orden de reaprovisionamiento considerando las restricciones establecidas en la Sección 3.4.4.4.1.
5. Luego de verificar que el inventario es capaz de satisfacer la demanda, el personal de bodega deberá trasladar la materia prima al área de producción.
6. Una vez finalizado el proceso de distribución se debe realizar la entrega del pedido.

3.4.8 Presupuesto

Para llevar a cabo la propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología DDMRP, se consideró un costo del 30% de la diferencia entre la utilidad

actual y la utilidad propuesta. Para la capacitación del personal se contempla una inversión de \$10.000,00 además se consideraron otros rubros que se especifican en la Tabla 89. Se estimó un valor del 10% para imprevistos y un 15% para reajuste, dando como resultado una inversión de \$87.322,50 dólares americanos.

Tabla 89: *Presupuesto del proyecto*

Presupuesto del Proyecto		
	Capacitación	\$10.000,00
Metodología DDMRP	Material didáctico	\$100,00
	Costo de investigación	\$51.957,00
Equipos de oficina	Computadora	\$2.499,00
	Internet	\$282,00
	Insumos de oficina	\$2.500,00
Otros	Transporte	\$720,00
	Viáticos	\$1.800,00
Subtotal		\$69.858,00
Imprevistos 10%		\$6.985,80
Reajuste 15%		\$10.478,70
Total		\$87.322,50

Nota: Elaborado por Autor.

Para el cálculo de la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) se consideró la inflación actual del Ecuador siendo esta del 2,8% (Datosmacro.com, 2024a), sin embargo como Ecuador es un país dolarizado también es necesario tener en consideración la inflación de Estados Unidos, la cual en el mes de Abril fue del 3,4% (Datosmacro.com, 2024b), de este modo se determinó una inflación del 6,2%, además se planificó devolver el 15% de la inversión como premio al riesgo.

$$TMAR = \text{Inflación} + \text{premio al riesgo} + (\text{inflación} * \text{premio al riesgo})$$

$$TMAR = 22,13\%$$

Una vez definida la TMAR se generó el Flujo Neto del Efectivo (FNE) con un valor de \$301.698,00 anualmente durante un periodo de cinco años, por lo tanto en la Tabla

90 se muestran los cálculos del Flujo de Fondo (FF) y el Flujo de Fondo Acumulado (FFA) que permiten abordar las herramientas financieras Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), Razón Beneficio Costo (RBC) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) con la finalidad de comprobar la viabilidad del proyecto en relación a la Inversión (I) inicial.

Tabla 90: Cálculos del Flujo de Fondo

AÑOS	0	1	2	3	4	5
FNE	-\$87.322,50	\$301.698,00	\$301.698,00	\$301.698,00	\$301.698,00	\$301.698,00
FF	-\$87.322,50	\$247.030,21	\$202.268,25	\$165.617,17	\$135.607,28	\$111.035,19
FFA	-\$87.322,50	\$159.707,71	\$361.975,96	\$527.593,13	\$663.200,41	\$774.235,60

Nota: Elaborado por Autor.

$$VNA = \sum \frac{FNE_n}{(1 + TMAR)^n}$$

$$VNA = \$861.558,10$$

$$VAN = -I_0 + \sum \frac{FNE_n}{(1 + TMAR)^n}$$

$$VAN = 774.235,60$$

La tasa interna de retorno se consigue mediante el despeje de la siguiente formula:

$$0 = -I_0 + \sum \frac{FNE_n}{(1 + TIR)^n}$$

$$TIR = 345\%$$

$$RBC = \frac{\sum \frac{FNE_n}{(1 + TMAR)^n}}{I_0}$$

$$RBC = \$9,87$$

$$PRI = A \left(-\frac{FF_A}{FF_{A+1}} \right)$$

En donde A es el último año en el que el FFA tiene un valor < 0.

$$PRI = 0,35 = 4 \text{ meses y } 7 \text{ días}$$

A partir del análisis de las herramientas financiera ras se demostró que, el valor neto actual (VNA) es de \$861.558,10 siendo una cantidad mayor que la inversión inicial,

en contraste con el valor actual neto (VAN) se evidencia que al concluir el periodo de cinco años se verá reflejado una ganancia de \$777.235,60 con una tasa interna de retorno del 345%, siendo esta mayor al 22,31% de la tasa mínima aceptable de rendimiento, además se evidenció que el periodo de recuperación de la inversión es de 4 meses y 7 días, con una razón beneficio costo de \$9,87 lo que significa que por cada dólar invertido en la propuesta, los accionistas obtendrán un beneficio de \$8,87 lo que comprueba la viabilidad de la implementación de la propuesta.

3.5 Marco de discusión

En la investigación realizada por Xu et al. (2023) se propone la combinación de la metodología DDRMP con el algoritmo GWO, con el objetivo de optimizar la gestión de recursos permitiendo satisfacer la demanda fluctuante de los clientes, como resultados determinaron que el DDMRP es capaz de ajustar dinámicamente la cantidad de órdenes de pedido y el nivel del inventario, puede optimizar la fluidez del proceso de producción e incluso tiene la capacidad de absorber y eliminar el impacto de la escasez de productos.

Paredes-Rodríguez et al. (2022) propusieron una simulación de eventos discretos y redes Petri de la gestión de inventarios basada en el Demand Driven MRP en una pequeña empresa, con la finalidad de analizar el impacto que tiene esta metodología en la gestión de inventarios de las empresas, como resultados demostró que esta herramienta les permitió incrementar el nivel de servicio en un 25%, por este motivo definieron al DDMRP como una estrategia beneficiosa para las organizaciones.

Mediante la simulación de eventos discretos de la gestión de inventarios y la comparación entre la situación actual y la propuesta de la empresa Aquafit S.A., se pudo evidenciar que la metodología Demand Driven MRP permite absorber casi la totalidad de las fluctuaciones de la demanda mediante el ajuste dinámico del buffer y la planificación de órdenes de pedidos, lo que provocó un incremento en el nivel de servicio hasta el 93,41% y el incremento de las ventas en un 50,92%. Mediante el análisis financiero se determinó la viabilidad de la propuesta con un periodo de recuperación de la inversión de 4 meses y 7 días y un beneficio de \$8,87 por cada dólar invertido.

CONCLUSIONES

Las bases teóricas de la propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP se establecieron mediante un mapeo sistemático de la literatura, lo que permitió identificar las diversas herramientas utilizadas para la implementación del DDMRP en la IM de las empresas, por este motivo se realizó el proceso analítico híbrido FAHP para jerarquizar las herramientas, como resultado se determinó que la Simulación de Eventos Discretos tiene un peso del 25,28%, por este motivo fue escogida para el desarrollo de la propuesta.

En este contexto, se estableció marco metodológico en el cual se presentó un procedimiento metodológico que abarca desde la recolección de datos hasta la simulación de la propuesta, para el levantamiento de información se determinaron las técnicas e instrumentos que permitieron obtener los resultados.

En base a los resultados obtenidos en la tercera fase de la investigación se señalan las siguientes conclusiones:

- El uso de los coeficientes Alfa de Cronbach, Omega de McDonald, Prueba de KMO y Bartlett y ω de Kendall, permitieron la validación y del cuestionario como instrumento de recolección de datos.
- Por medio de la clasificación ABC, se identificó que la Botella PET 625 CC representa el 80% de los ingresos de la empresa, lo que permitió la selección del objeto de estudio para la simulación de eventos discretos.
- A través del software ARENA se pudo simular la situación actual de la empresa, cuyos resultados se compararon con los datos reales lo que permitió la validación de la simulación.
- La simulación de la propuesta en base a los parámetros definidos para el ajuste dinámico de los buffers evidenció la optimización de la IM mediante el aumento del nivel de servicio hasta el 93,41% y las ventas en un 50,92%.
- A través de las herramientas financieras se estimó que el beneficio que obtendrá el o los accionistas será de \$8,87 por cada dólar invertido, además se determinó que el tiempo de recuperación de la inversión es de 4 meses y 7 días.

RECOMENDACIONES

Fortalecer el conocimiento sobre las diversas metodologías que permitan estructurar las bases teóricas e incentivar el uso de herramientas de la toma de decisiones multicriterio que faciliten la identificación y selección de las herramientas que permitan el desarrollo del estudio como el proceso de jerarquía analítica difusa.

Determinar la estructura del procedimiento metodológico que permita la ejecución adecuada del estudio, además se recomienda definir los instrumentos adecuados que permitan el levantamiento de información y el procedimiento para la su debida validación.

Determinar adecuadamente la estructura del marco de resultados y discusiones de manera que permita tener una secuencia lógica para la presentación de la propuesta, además se realizan las siguientes recomendaciones para la ejecución de la propuesta:

- Realizar de forma anticipada la validación del instrumento de recolección de datos para evitar retrasos antes de iniciar el proceso de levantamiento de información.
- Fomentar el uso de herramientas que permitan seleccionar el objeto de estudio para facilitar la ejecución de la propuesta.
- Fortalecer el conocimiento sobre los diversos programas de simulación que permitan consolidar el sustento y validación del estudio.
- Incentivar el uso de las herramientas financieras para determinar la viabilidad del estudio.

REFERENCIAS (o BIBLIOGRAFÍA)

- Abdullah, A.-G., Shafii, M.-A., Pramuditya, S., Setiadipura, T., & Anzhar, K. (2023). Multi-criteria decision making for nuclear power plant selection using fuzzy AHP: Evidence from Indonesia. *Energy and AI*, 14, 100263. <https://doi.org/10.1016/J.EGYAI.2023.100263>
- Achergui, A., Allaoui, H., & Hsu, T. (2021). Optimisation of the Automated buffer positioning model under DDMRP logic. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 582–588. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.067>
- Achergui, A., Allaoui, H., & Hsu, T. (2022). Demand Driven MRP with supplier selection. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 257–262. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.398>
- Agular-Reyes, J.-E., Chariguamán-Maurisaca, N.-E., Moscoso-Martínez, M.-E., & Calderón, S.-H. (2022). *La Estadística como una Herramienta en la Metodología Científica*.
- Andrea, L., & Muñoz, M. (2023). Cómo validar una entrevista de preguntas abiertas: una propuesta para investigación filosófica empírica. *Revista Saberes Educativos*, 11(11), 1–26. <https://doi.org/10.5354/2452-5014.2023.71389>
- Arturo, C., Álvarez, M., Surcolombiana, U., De, F., Sociales, C., Humanas, Y., De Comunicación Social, P., Periodismo, Y., & Monje Álvarez, C. A. (2011). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA Guía didáctica*.
- Azzamouri, A., Baptiste, P., Dessevre, G., & Pellerin, R. (2021). Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP): A systematic review and classification. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(3), 439. <https://doi.org/10.3926/jiem.3331>
- Bardeji, S. F., Saghih, A. M. F., Pooya, A., & Mirghaderi, S. H. (2020). Perishable inventory management using GA-ANN and ICA-ANN. *International Journal of Procurement Management*, 13(3), 347. <https://doi.org/10.1504/IJPM.2020.107466>

- Bayard, S., Grimaud, F., & Delorme, X. (2021). Study of buffer placement impacts on Demand Driven MRP performance. *IFAC-PapersOnLine*, 54(1), 1005–1010. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2021.08.119>
- Bellido, J. D. P., & Guevara, K. L. V. (2023). Uso de técnicas de 5S y modelo ABC para la Mejora en la Gestión de inventarios. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 10(2), 106–116. <https://doi.org/10.26495/ICTI.V10I2.2654>
- Benjumea, C., Carreño, M., Consuegra, C., & Torrenegra, M. (2020). *Diseño de una herramienta aplicativa basada en la metodología DDMRP y estimación de la demanda para soportar decisiones logísticas en la empresa Colarnicos*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (O. Fernández, Ed.; 3rd ed.). Pearson.
- Bortolini, M., Faccio, M., Galizia, F. G., & Gamberi, M. (2021). Push/Pull Parts Production Policy Optimization in the ATO Environment. *Applied Sciences*, 11(14), 6570. <https://doi.org/10.3390/app11146570>
- Cárdenas-García, P. L., Ichau-Tabango, D. M., Pando-Sigua, P. J., & Avilés-Sacoto, S. V. (2023). Demand and Inventory Management for the Creation of an Automated Information Management System: A Case Study Applied to an Ecuadorian Supermarket. In *Lecture Notes in Logistics: Vol. Part* (pp. 191–212). Springer Science and Business Media B.V. https://doi.org/10.1007/978-3-031-32032-3_8
- Chan-Ju, L., & Suk-Chul, R. (2019). A Mathematical Safety Stock Model for DDMRP Inventory Replenishment. *Mathematical Problems in Engineering*, 2019, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2019/6496309>
- Concheiro-Guisán, A., Bugarín-González, R., Rodríguez-Núñez, A., Triñanes-Pego, Y., Del-Río-Pastoriza, I., & Garrido-Sanjuán, J.-A. (2024). Resultados de participación y satisfacción de un curso de bioética a distancia dirigido a residentes de primer año. *Educación Médica*, 25(2), 100889. <https://doi.org/10.1016/J.EDUMED.2024.100889>
- Coronel-Carvajal, C., Guáimaro, P., & Camagüey, C. (2023). Las variables y su operacionalización. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 27.

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-02552023000100002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

- Cuartas, C., & Aguilar, J. (2023). Hybrid algorithm based on reinforcement learning for smart inventory management. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 34(1), 123–149. <https://doi.org/10.1007/s10845-022-01982-5>
- Damand, D., Lahrichi, Y., & Barth, M. (2022). A simulation-optimization approach to parameterize Demand-Driven Material Requirements Planning. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 263–268. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.626>
- Datosmacro.com. (2024a). *IPC de Ecuador 2024*. <https://datosmacro.expansion.com/ipc-paises/ecuador>
- Datosmacro.com. (2024b). *IPC de USA 2024*. <https://datosmacro.expansion.com/ipc-paises/usa>
- de Paula Vidal, G. H., Caiado, R. G. G., Scavarda, L. F., Ivson, P., & Garza-Reyes, J. A. (2022). Decision support framework for inventory management combining fuzzy multicriteria methods, genetic algorithm, and artificial neural network. *Computers & Industrial Engineering*, 174, 108777. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108777>
- De-Araújo, P.-D., Faiad, C., & Coelho-Araújo, W.-M. (2023). Construction and validation of a scale to measure consumers knowledge of food processing and acceptance of processed food. *Nutrition*, 105, 111869. <https://doi.org/10.1016/J.NUT.2022.111869>
- Del Cid, A., Méndez, R., & Sandoval, F. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología Segunda edición* (2nd ed.). PEARSON EDUCACIÓN.
- Dessevre, G., Baptiste, P., Lamothe, J., & Pellerin, R. (2023). Visual charts produced by simulation to correlate service rate, resource utilization and DDMRP parameters. *International Journal of Production Research*, 61(3), 741–753. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.2015808>
- Dessevre, G., Lamothe, J., Pellerin, R., Ali, M. Ben, Baptiste, P., & Pomponne, V. (2023). Comparison of pull management policies for a divergent process with

- DDMRP buffers: an industrial case study. *International Journal of Production Research*, 61(23), 8022–8042. <https://doi.org/10.1080/00207543.2022.2162997>
- Eramo, R., Tucci, M., Di Pompeo, D., Cortellessa, V., Di Marco, A., & Taibi, D. (2024). Architectural support for software performance in continuous software engineering: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, 207, 111833. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111833>
- Erraoui, Y., & Charkaoui, A. (2022). AN EMPIRICAL COMPARISON OF DRP AND DEMAND-DRIVEN DRP. *Acta Logistica*, 9(2), 195–205. <https://doi.org/10.22306/al.v9i2.294>
- Fatima, M., Sherwani, N. U. K., & Singh, V. (2023). Mindful medicine: Exploring the benefits of mindfulness-based stress reduction for doctors using statistical techniques. *Intelligent Pharmacy*, 1(1), 41–47. <https://doi.org/10.1016/j.ipha.2023.04.009>
- Ferretti, I., & Marchi, B. (2024). Q-Learning for Inventory Management: an application case. *Procedia Computer Science*, 232, 2431–2439. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.02.062>
- Flores-Siguenza, P., Marmolejo-Saucedo, J. A., & Niembro-Garcia, J. (2023). Robust Optimization Model for Sustainable Supply Chain Design Integrating LCA. *Sustainability (Switzerland)*, 15(19), 14039. <https://doi.org/10.3390/su151914039>
- Gallego-García, D., Gallego-García, S., & García-García, M. (2021). An Optimized System to Reduce Procurement Risks and Stock-Outs: A Simulation Case Study for a Component Manufacturer. *Applied Sciences*, 11(21), 10374. <https://doi.org/10.3390/app112110374>
- García-Chávez, G. I., del Rosario Carmelo-Mendieta, V., Collao-Díaz, M. F., & Quiroz-Flores, J. C. (2022). Inventory management model based on Demand Forecasting, 5S, BPM and Max-Min to improve turnover in commercial enterprises. *2022 Congreso Internacional de Innovación y Tendencias En Ingeniería (CONIITI)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/CONIITI57704.2022.9953633>

- Gómez Ruiz, F. (2021, December 21). *DEMAND DRIVEN MRP (DDMRP)*. Logistec.
<https://www.revistalogistec.com/logistica/global-2/3972-demand-driven-mrp-ddmrp>
- González, M., Cid de León, V., Espinoza, M., Gracida, G., & Baruc, E. (2020). Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG, ISSN-e 2477-9423, ISSN 1315-9984, Vol. 25, N°.* 92, 2020, *Págs.* 1863-1883, 25(92), 1863–1883.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890363&info=resumen&idoma=SPA>
- Grobler-Dębska, K., Kucharska, E., Żak, B., Baranowski, J., & Domagała, A. (2022). Implementation of Demand Forecasting Module of ERP System in Mass Customization Industry—Case Studies. *Applied Sciences*, 12(21), 11102.
<https://doi.org/10.3390/app122111102>
- Haji Mohammad, F., Benali, M., & Baptiste, P. (2022). An optimization model for demand-driven distribution resource planning DDDRP. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 15(2), 338. <https://doi.org/10.3926/jiem.3825>
- Hamidah, M., Mohd Hasmadi, I., Chua, L. S. L., Yong, W. S. Y., Lau, K. H., Faridah-Hanum, I., & Pakhriazad, H. Z. (2022). Development of a protocol for Malaysian Important Plant Areas criterion weights using Multi-criteria Decision Making - Analytical Hierarchy Process (MCDM-AHP). *Global Ecology and Conservation*, 34, e02033. <https://doi.org/10.1016/J.GECCO.2022.E02033>
- Hasbullah, H., & Santoso, Y. (2021). Overstock Improvement by Combining Forecasting, EOQ, and ROP. *Jurnal PASTI*, 14(3), 230–242.
<https://doi.org/10.22441/pasti.2020.v14i3.002>
- Hernández, R., Fernández, C., & del Pilar, M. (2016). *Metodología de la Investigación*. McGRAW HILL.
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación : las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill.
- Hincapié-Londoño, F. A., García-Guevara, J. S., & Toro-Ocampo, E. M. (2023). Solving the Multi-Vehicle Inventory Routing and Management Integrated Problem Using Mixed-Integer Linear Programming[Resolución del problema

integrado de enrutamiento y gestión de inventarios con múltiples vehículos mediante programación lineal entera mixta]. *Ingenieria (Colombia)*, 28(2), e18961. <https://doi.org/10.14483/23448393.18961>

Izar Landeta, J. M., Nájera Saldaña, J. A., & Zárate Camacho, L. A. (2023). Comparative study of the application of 5 multicriteria decision methods in the case of selection of teaching staff [Estudio comparativo de la aplicación de 5 métodos multicriterio de decisión al caso de selección de personal docente]. *Ingeniare*, 31, 23. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052023000100223>

Kaynov, I., van Knippenberg, M., Menkovski, V., van Breemen, A., & van Jaarsveld, W. (2024). Deep Reinforcement Learning for One-Warehouse Multi-Retailer inventory management. *International Journal of Production Economics*, 267, 109088. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.109088>

Kenneth E, H.-R., & Lizbeth A, G.-T. (2022). Inventory Management: Bi-objective Optimization Models for Mass Customization. *IFAC-PapersOnLine*, 55(10), 2767–2772. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.10.146>

Kirbaş, Z. Ö., & Şahin, E. (2024). Relación entre la conciencia de madres y padres sobre el abuso sexual y las habilidades de los niños para decir «no». *Anales de Pediatría*, 100(3), 180–187. <https://doi.org/10.1016/J.ANPEDI.2023.11.015>

Kortabarría, A., Apaolaza, U., & Lizarralde, A. (2019). Demand Driven MRP - Nuevo método para la gestión de la Cadena de Suministro: un estudio de caso. *Dirección y Organización*, 0(67), 22–29. <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i67.540>

Lahrichi, Y., Damand, D., & Barth, M. (2022). A first MILP model for the parameterization of Demand-Driven MRP. *Computers & Industrial Engineering*, 174, 108769. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108769>

Lahrichi, Y., Damand, D., Barth, M., & Mornay, S. (2023). A first attempt to enhance Demand-Driven Material Requirements Planning through reinforcement learning. *IFAC-PapersOnLine*, 56(2), 1797–1802. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2023.10.1892>

Land, M. J., Thürer, M., Stevenson, M., Fredendall, L. D., & Scholten, K. (2021). Inventory diagnosis for flow improvement—A design science approach. *Journal of Operations Management*, 67(5), 560–587. <https://doi.org/10.1002/joom.1133>

- Landeghem, H. Van, & Cottyn, J. (2022). Extending Value Stream Mapping for Lean Production Planning and Control. *Management and Production Engineering Review*, 13, 75–82. <https://doi.org/10.24425/mper.2022.142384>
- López-Fernández, R., Avello-Martínez, R., Palmero-Urquiza, D.-E., & Quintana-Álvarez, M. (2019). *Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas*.
- Lorente-Leyva, L. L., Alemany, M. M. E., & Peluffo-Ordóñez, D. H. (2024). A conceptual framework for the operations planning of the textile supply chains: Insights for sustainable and smart planning in uncertain and dynamic contexts. *Computers and Industrial Engineering*, 187, 109824. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109824>
- Lorenzo-Espejo, A., Muñuzuri, J., Guadix, J., & Escudero-Santana, A. (2022). A Hybrid Metaheuristic for the Omnichannel Multiproduct Inventory Replenishment Problem. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 17(2), 476–492. <https://doi.org/10.3390/jtaer17020025>
- Magadan-Álvarez, C., Olmos-Martínez, J. M., González-Tolaretchipi, E., Lozano-Najera, A., Toledo-Martínez, E., & Rodríguez-Sanjuan, J. C. (2024). Análisis de supervivencia del tratamiento quirúrgico del carcinoma hepatocelular en un centro de tercer nivel. *Revista de Gastroenterología de México*. <https://doi.org/10.1016/J.RGMX.2022.12.002>
- Malindzakova, M., Garaj, P., Trpčevská, J., & Malindzak, D. (2022). Setting MRP Parameters and Optimizing the Production Planning Process. *Processes*, 10(4), 690. <https://doi.org/10.3390/pr10040690>
- Mañay, L. O. R., Guaita-Pradas, I., & Marques-Perez, I. (2022). Measuring the Supply Chain Performance of the Floricultural Sector Using the SCOR Model and a Multicriteria Decision-Making Method. *Horticulturae*, 8(2), 168. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8020168>
- Marín-González, F., Pérez-González, J., Senior-Naveda, A., García-Guliany, J., Marín-González, F., Pérez-González, J., Senior-Naveda, A., & García-Guliany, J. (2021). Validación del diseño de una red de cooperación científico-tecnológica

- utilizando el coeficiente K para la selección de expertos. *Información Tecnológica*, 32(2), 79–88. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000200079>
- Martin, G., Lauras, M., & Baptiste, P. (2023). Dynamical multi-parameter sizing of DDMRP buffers in finite capacity flow-shops. *Computers & Industrial Engineering*, 175, 108858. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108858>
- Martín-Nogueras, A. M., Souto-Camba, S., García-Ríos, M. C., Hernández-Fernández, S., Torres-Unda, J. J., Ríos-Díaz, J., & Chillón-Martínez, R. (2024). Análisis exploratorio de la asignatura Trabajo Fin de Grado en las universidades españolas. *Fisioterapia*. <https://doi.org/10.1016/J.FT.2024.02.003>
- Medina, P. M. P., Allaica, J. C. M., Arcos, C. L. B., & Buenaño., E. N. B. (2019). Gestión de la calidad como estructura del desempeño operacional en el sector Cooperativo Financiero del segmento cinco de la provincia de Chimborazo. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*. <https://dilemascontemporaneoseducacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/849>
- Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., Garcia, D., Mendoza, A., Solano, C., Palencia, D., & Garcia, D. (2019). Application of the Analytical Hierarchy Process (AHP) for decision-making with expert judgment. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 27(3), 348–360. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000300348>
- Miclo, R., Lauras, M., Fontanili, F., Lamothe, J., & Melnyk, S. A. (2019). Demand Driven MRP: assessment of a new approach to materials management. *International Journal of Production Research*, 57(1), 166–181. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1464230>
- Muyulema-Allaica, J.-C., & Ruiz-Puente, C. (2022). FRAMEWORK PROPOSAL FOR THE DESIGN OF LEAN CIRCULAR PRODUCTION SYSTEMS BASED ON CASE STUDIES. *DYNA*, 97(5), 515–521. <https://doi.org/10.6036/10540>
- Namir, K., Labriji, H., & Ben Lahmar, E. H. (2022). Decision Support Tool for Dynamic Inventory Management using Machine Learning, Time Series and Combinatorial Optimization. *Procedia Computer Science*, 198, 423–428. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.264>

- Nath-Roy, B., Roy, H., Rahman, K.-S., Mahmud, F., Bhuiyan, M.-M.-K., Hasan, M., Bhuiyan, A.-A.-K., Hasan, M., Mahbub, M.-S., Jahedi, R.-M., & Islam, M. S. (2024). Principal component analysis incorporated water quality index modeling for Dhaka-based rivers. *City and Environment Interactions*, 23, 100150. <https://doi.org/10.1016/J.CACINT.2024.100150>
- Obot, O. U., George, U. D., & Umana, V. S. (2019). A decision support tool (DST) for inventory management. *International Journal of Decision Support System Technology*, 11(2), 27–47. <https://doi.org/10.4018/IJDSST.2019040103>
- Ortega-Naranjo, W.-F., Armendáriz-Noboa, M.-L., & Catota-Arias, R.-L. (2023). Plan de gestión de inventarios bajo NIIF pymes: Empresa PROLASE. *RHS-Revista Humanismo y Sociedad*, 11(2). <https://doi.org/10.22209/rhs.v11n2a02>
- Paredes-Rodriguez, A. M., Ciro-Jaramillo, K. A., & Jaramillo-Ceballos, J. D. (2022). Simulación de una política de inventario basada en la metodología Demand Driven MRP desde un enfoque de redes de Petri. *Ingeniería*, 27(1), e18002. <https://doi.org/10.14483/23448393.18002>
- Pekarcikova, M., Trebuna, P., Kliment, M., & Schmacher, B. A. K. (2022). Milk Run Testing through Tecnomatix Plant Simulation Software. *International Journal of Simulation Modelling*, 21(1), 101–112. <https://doi.org/10.2507/ijimm21-1-593>
- Pekarcikova, M., Trebuna, P., Kliment, M., & Trojan, J. (2023). Demand driven material requirements planning. Some methodical and practical comments. *Management and Production Engineering Review*, 10(2), 50–59. <https://doi.org/10.24425/mper.2019.129568>
- Pelegrín-Rodríguez, A., Reyes-Hernández, I., Pompa-Ríos, L.-M., Gámez-Azaharez, Y., Álvarez-Rodríguez, J. M., & Dupotey-Varela, N.-M. (2016). Diseño y validación de un cuestionario para la determinación de necesidades educativas en pacientes. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 47, 77–96. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57956609007>
- Prajaksuwithee, S., & Chutima, P. (2019). Inventory Management System Development in a Flexible Printed Circuit Board Manufacturer. *2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, 246–250. <https://doi.org/10.1109/IEA.2019.8714958>

- Ptak, C., & Smith, C. (2016). *Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP)*.
- Ramírez-Sánchez, S., Soriano-Munuera, M. J., Gras-Colomer, E. L., Cana-Poyatos, A., García-Martínez, T., Ortiz-Ramón, R., Linares-Aguayo, S., & García-Testal, A. (2024). Activación y control de enfermedad de pacientes en tratamiento crónico con hemodiálisis: un estudio observacional. *Nefrología*, *44*(3), 423–430. <https://doi.org/10.1016/J.NEFRO.2023.05.009>
- Ramírez-Velíz, R., Cevallos-Torres, L., Patiño-Pérez, D., Lara-Gavilánez, H., Munive-Mora, C., Del-Pezo, A., & Game-Mendoza, K. (2023). Probabilistic Modeling for Inventory Management Of Consumer Products with Independent Demand. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2023*, 2023. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.1345>
- Registro Estadístico de Empresas (REEM)*. (2022). <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/directoriodeempresas/>
- Reyes, J., Mula, J., & Diaz-Madroñero, M. (2024). Quantitative insights into the integrated push and pull production problem for lean supply chain planning 4.0. *International Journal of Production Research*. <https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2312205>
- Rojas, F., Wanke, P., Leiva, V., Huerta, M., & Martin-Barreiro, C. (2022). Modeling Inventory Cost Savings and Supply Chain Success Factors: A Hybrid Robust Compromise Multi-Criteria Approach. *Mathematics*, *10*(16), 2911. <https://doi.org/10.3390/math10162911>
- Romaní, F., & Gutiérrez, C. (2022). Experiencia, actitudes y percepciones hacia la investigación científica en estudiantes de Medicina en el contexto de una estrategia curricular de formación de competencias para investigación. *Educación Médica*, *23*(3), 100745. <https://doi.org/10.1016/J.EDUMED.2022.100745>
- Romero-Martínez, L., Chincoya-Benítez, L. I., Flores-Camacho, G., González-Nativitas, K. G., & Caballero-Morales, S. O. (2022). Improvement of competitiveness through the application of analytic hierarchy process, game theory, decision trees and design of experiments tools. [Mejora en competitividad

mediante la aplicación de herramientas de proceso de análisis jerárquico, teoría de juegos, árboles de decisión y diseño de experimentos]. *DYNA (Colombia)*, 89(220), 187–194. <https://doi.org/10.15446/DYNA.V89N220.92289>

Rosales-Andrade, M.-J. (2022, April 19). *Aquafit envasará agua subterránea para distribuir por Sudamérica y El Caribe - Forbes Ecuador*. Forbes Ecuador. <https://www.forbes.com.ec/negocios/aquafit-emasara-agua-subterranea-distribuir-sudamerica-caribe-n15008>

Sáenz-Royo, C., Chiclana, F., & Herrera-Viedma, E. (2024). Ordering vs. AHP. Does the intensity used in the decision support techniques compensate? *Expert Systems with Applications*, 238, 121922. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2023.121922>

Salah, A., Çağlar, D., & Zoubi, K. (2023). The Impact of Production and Operations Management Practices in Improving Organizational Performance: The Mediating Role of Supply Chain Integration. *Sustainability*, 15(20), 15140. <https://doi.org/10.3390/su152015140>

Salazar, F., Martínez-García, M. S., de Castro, A., Chávez-Fuentes, C., Cazorla, M., Ureña-Aguirre, J. del P., & Altamirano, S. (2023). UAVs for Business Adoptions in Smart City Environments: Inventory Management System. *Electronics (Switzerland)*, 12(9), 2090. <https://doi.org/10.3390/electronics12092090>

Silva, P. M., Gonçalves, J. N. C., Martins, T. M., Marques, L. C., Oliveira, M., Reis, M. I., Araújo, L., Correia, D., Telhada, J., Costa, L., & Fernandes, J. M. (2022). A hybrid bi-objective optimization approach for joint determination of safety stock and safety time buffers in multi-item single-stage industrial supply chains. *Computers & Industrial Engineering*, 168, 108095. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108095>

SRI en Línea. (2023). <https://srienlinea.sri.gob.ec/sri-en-linea/SriRucWeb/ConsultaRuc/Consultas/consultaRuc>

Stewart, C. L., & Dewan, M. A. A. (2022). A Systemic Mapping Study of Business Intelligence Maturity Models for Higher Education Institutions. *Computers 2022, Vol. 11, Page 153*, 11(11), 153. <https://doi.org/10.3390/COMPUTERS11110153>

Stranieri, F., Fadda, E., & Stella, F. (2024). Combining deep reinforcement learning and multi-stage stochastic programming to address the supply chain inventory

- management problem. *International Journal of Production Economics*, 268, 109099. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.109099>
- Talens-Bolós, A., López-Pintor, E., Guilabert-Mora, M., Aznar-Saliente, T., Orozco-Beltrán, D. L., & Lumbreras-Lacarra, B. (2023). Diseño y validación de una escala de adherencia a antineoplásicos orales. *Farmacia Hospitalaria*, 47(2), 80–84. <https://doi.org/10.1016/j.farma.2022.11.005>
- Ternero, R., Sepulveda-Rojas, J. P., Alfaro, M., Fuertes, G., & Vargas, M. (2023). INVENTORY MANAGEMENT WITH STOCHASTIC DEMAND: CASE STUDY OF A MEDICAL EQUIPMENT COMPANY. *South African Journal of Industrial Engineering*, 34(1), 131–142. <https://doi.org/10.7166/34-1-2668>
- Thürer, M., Fernandes, N. O., & Stevenson, M. (2022). Production planning and control in multi-stage assembly systems: an assessment of Kanban, MRP, OPT (DBR) and DDMRP by simulation. *International Journal of Production Research*, 60(3), 1036–1050. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1849847>
- Tian, X., Wang, H., & E, E. (2021). Forecasting intermittent demand for inventory management by retailers: A new approach. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 62, 102662. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2021.102662>
- Tuapanta-Dacto, J.-V., Duque-Vaca, M.-A., & Mena-Reinoso, A.-P. (2017). *ALFA DE CRONBACH PARA VALIDAR UN CUESTIONARIO DE USO DE TIC EN DOCENTES UNIVERSITARIOS*.
- Useche, M., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, É. (2019). *TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS CUALI-CUANTITATIVOS* (1st ed.).
- Wang, L., Xiong, J., & Ruan, C. (2024). Research on product design of FAHP bone marrow aspiration needle. *Heliyon*, 10(5), e27389. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2024.E27389>
- Wang, Z., Hou, S., & Guo, W. (2024). Inventory management of battery swapping and charging stations considering uncertainty. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 155, 109528. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2023.109528>

- Xanthopoulos, A., & Kostavelis, I. (2024). Novel Simulation Optimization Approach for Supply Chain Coordination and Management. *Procedia Computer Science*, 232, 1646–1653. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2024.01.162>
- Xu, G., Guan, Z., Yue, L., & Mumtaz, J. (2023). An efficient production planning approach based demand driven MRP under resource constraints. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 14(3), 451–466. <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2023.5.003>
- Zavala-Alcívar, A., Verdecho, M. J., & Alfaro-Saiz, J. J. (2023). Supply chain resilience: A conceptual evolution analysis. *Direccion y Organizacion*, 79, 5–17. <https://doi.org/10.37610/dyo.v0i79.633>
- Zhai, T., Wang, D., Zhang, Q., Saeidi, P., & Raj Mishra, A. (2023). Assessment of the agriculture supply chain risks for investments of agricultural small and medium-sized enterprises (SMEs) using the decision support model. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 36(2), 2126991. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2126991>
- Zúñiga, D., Echeverría, G., Nitsche, P., Pedrals, N., Rigotti, A., Sirhan, M., Puschel, K., & Bitran, M. (2024). Cuidando al profesorado: resultados de un programa a distancia de autocuidado para educadores de profesiones de la salud. *Educación Médica*, 25(1), 100871. <https://doi.org/10.1016/J.EDUMED.2023.100871>

ANEXOS

Anexo A: Tabla de frecuencia de las herramientas utilizadas

Herramientas	N° de aplicaciones	Porcentajes de contribuciones
Simulación de eventos discretos	8	27,59%
Modelado matemático	4	13,79%
Algoritmo	4	13,79%
Simulación de escenarios	4	13,79%
Programación Lineal de Enteros Mixtos	2	6,90%
Modelo no Lineal de Enteros Mixtos	2	6,90%
Enfoque integral de diagnóstico	1	3,45%
Value Stream Mapping	1	3,45%
Milk Run	1	3,45%
Lean Management	1	3,45%
Enfoque híbrido metaheurístico	1	3,45%
	29	100%

Anexo B: Matriz de comparación de criterios

Criterios	SED	SE	VSM	ALG	MM	MINLP	MILP	EID	EHM	MR	LM
SED	1	3	5	3	3	3	5	5	5	5	5
SE	1/3	1	5	1/3	1	3	3	5	3	5	3
VSM	1/5	1/5	1	1/3	1/5	3	1	3	5	1	1
ALG	1/3	3	3	1	1	1	3	5	5	3	3
MM	1/3	1	5	1	1	3	5	5	3	5	3
MINLP	1/3	1/3	1/3	1	1/3	1	1	3	1	3	1
MILP	1/5	1/3	1	1/3	1/5	1	1	1/3	3	1	3
EID	1/5	1/5	1/3	1/5	1/5	1/3	3	1	1/3	3	1
EHM	1/5	1/3	1/5	1/5	1/3	1	1/3	3	1	3	1
MR	1/5	1/5	1	1/3	1/5	1/3	1	1/3	1/3	1	5
LM	1/5	1/3	1	1/3	1/3	1	1/3	1	1	1/5	1
TOTAL	3,5333	9,9333	22,8667	8,0667	7,8	17,6667	23,6667	31,6667	27,6667	31/5	27

Anexo C: Matriz de medias geométricas

Criterio	Media geométrica		
	SED	2,7407	3,5872
SE	1,4595	1,8940	2,3791
VSM	0,6958	0,8247	0,9742
ALG	1,5544	1,9979	2,4422
MM	1,7632	2,1924	2,6290
MINLP	0,6852	0,8189	1,0000
MILP	0,5611	0,6754	0,8278
EID	0,4051	0,5040	0,6433
EHM	0,4768	0,5834	0,7297
MR	0,4203	0,5005	0,6267
LM	0,4361	0,5005	0,6040
Sumatoria	11,1982	14,0790	17,2554
Inversa	0,0893	0,0710	0,0580
Orden creciente	0,0580	0,0710	0,0893

Anexo D: Matriz de ponderación

Criterio	Matriz Normalizada											Peso	Ranking	CR
	SED	0,2830	0,3020	0,2187	0,3719	0,3846	0,1698	0,2113	0,1579	0,1807	0,1656			
SE	0,0943	0,1007	0,2187	0,0413	0,1282	0,1698	0,1268	0,1579	0,1084	0,1656	0,1111	0,1353	4	
VSM	0,0566	0,0201	0,0437	0,0413	0,0256	0,1698	0,0423	0,0947	0,1807	0,0331	0,0370	0,0583	6	
ALG	0,0943	0,3020	0,1312	0,1240	0,1282	0,0566	0,1268	0,1579	0,1807	0,0993	0,1111	0,1411	3	
MM	0,0943	0,1007	0,2187	0,1240	0,1282	0,1698	0,2113	0,1579	0,1084	0,1656	0,1111	0,1544	2	
MINLP	0,0943	0,0336	0,0146	0,1240	0,0427	0,0566	0,0423	0,0947	0,0361	0,0993	0,0370	0,0587	5	
MILP	0,0566	0,0336	0,0437	0,0413	0,0256	0,0566	0,0423	0,0105	0,1084	0,0331	0,1111	0,0484	7	
EID	0,0566	0,0201	0,0146	0,0248	0,0256	0,0189	0,1268	0,0316	0,0120	0,0993	0,0370	0,0366	9	
EHM	0,0566	0,0336	0,0087	0,0248	0,0427	0,0566	0,0141	0,0947	0,0361	0,0993	0,0370	0,0421	8	
MR	0,0566	0,0201	0,0437	0,0413	0,0256	0,0189	0,0423	0,0105	0,0120	0,0331	0,1852	0,0363	10	
LMG	0,0566	0,0336	0,0437	0,0413	0,0427	0,0566	0,0141	0,0316	0,0361	0,0066	0,0370	0,0360	11	

Anexo E: Operacionalización de las variables

VARIABLES	CONCEPTOS TEÓRICOS	DIMENSIONES	INDICADOR	ÍTEM	INSTRUMENTO
Gestión de inventarios	Conjunto de estrategias y métodos especializados en la gestión de recursos materiales de una empresa, mediante el control de la compra, distribución y nivel de stock sumando valor agregado al cliente por medio de la puntualidad, disponibilidad del producto y consistencia en la entrega (Bellido & Guevara, 2023; Hincapié-Londoño et al., 2023).	Operativo	Rotación del inventario	¿Cuál es el valor de las ventas mensuales?	Cuestionario
			Inventario no disponible	¿Cuál es el porcentaje de productos obsoletos?	
			Control de inventario	¿Con qué frecuencia se revisan los niveles de inventario?	
			Exactitud de inventario	¿Qué cantidad se planifica tener en el inventario mensualmente?	
		Servicio al cliente	Tasa de abastecimiento de pedidos	¿Qué porcentaje de pedidos son abastecidos cumpliendo lo planificado?	
Demand Driven MRP	Metodología de planificación y ejecución multinivel de la oferta y demanda para asegurar y facilitar el flujo de información y materiales esenciales mediante el establecimiento y gestión de buffers en puntos de desacoplamiento ubicados de forma estratégica (Ptak & Smith, 2016).	Eficiencia	Rendimiento	¿Cuántos litros de agua purificada han producido en promedio por mes?	Cuestionario
			Takt time	¿Cuál es la demanda de productos que se registran diariamente en su empresa?	
			Pronóstico de la demanda	¿Tienen algún método de proyección de demanda futura?	
		Costos	Costo de producción unitario	¿Cuál es el valor del costo de producción/mes?	
			Costo de mantenimiento unitario	¿Cuál es el valor monetario del costo de mantener el inventario por mes?	

Anexo F: Entrevista para la recolección de datos



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL



ENTREVISTA

Objetivo del instrumento de investigación

Recolectar datos por medio de una entrevista para el debido levantamiento de información que permita el desarrollo de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP en la empresa Aquafit S.A.

Preguntas

- P-1. ¿Cuántos tipos de productos tiene la empresa?**

- P-2. ¿Cuántas unidades vendieron de cada producto en el último año?**

- P-3. ¿Cuáles son los precios de venta de los productos?**

- P-4. ¿Qué utilidad se obtiene por unidad vendida de su producto estrella?**

- P-5. ¿Cuál es la capacidad máxima de producción al día de su producto estrella?**

- P-6. ¿Cuáles son los componentes de su producto estrella?**

- P-7. ¿Qué tiempo tardan los proveedores en cumplir con las ordenes de pedido?**

- P-8. ¿Cuál es tamaño de los pedidos de los clientes?**

Anexo G: Cuestionario para la recolección de datos



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL



CUESTIONARIO

Objetivo del instrumento de investigación

Recolectar datos por medio de un cuestionario para el debido levantamiento de información que permita el desarrollo de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP en la empresa Aquafit S.A.

Indicación:

La aplicación de este cuestionario se destina a propósitos académicos e involucra diferentes tipos de preguntas, se le solicita que lea con atención y marque con una X la respuesta que considere conveniente. La elaboración de este cuestionario le tomará poco tiempo. De antemano se agradece su colaboración en este proceso.

Cuestionario

1. **¿Cuál es el valor de las ventas mensuales?**
 - a) \$ 131.000,00 - \$ 150.000,00
 - b) \$ 111.000,00 - \$ 130.000,00
 - c) \$ 91.000,00 - \$ 110.000,00
 - d) \$ 71.000,00 - \$ 90.000,00
 - e) \$ 50.000,00 - \$ 70.000,00

2. **¿Cuál es el porcentaje de productos obsoletos?**
 - a) 10% - 20%
 - b) 21% - 30%
 - c) 31% - 40%
 - d) 41% - 50%
 - e) 51% - 60%

3. **¿Qué porcentaje de pedidos son abastecidos cumpliendo lo planificado?**
 - a) 81% - 100%
 - b) 61% - 80%
 - c) 41% - 60%
 - d) 21% - 40%
 - e) 0% - 20%

4. **¿Cuál es la cantidad de producto final que ha planificado tener como inventario mensual?**
 - a) 401.000,00 - 450.000,00
 - b) 351.000,00 - 400.000,00
 - c) 301.000,00 - 350.000,00
 - d) 251.000,00 - 300.000,00
 - e) 200.000,00 - 250.000,00

5. **¿Cuántas unidades de 625 CC han producido en promedio por mes?**
- a) 351.000,00 - 400.000,00
 - b) 301.000,00 - 350.000,00
 - c) 251.000,00 - 300.000,00
 - d) 201.000,00 - 250.000,00
 - e) 150.000,00 - 200.000,00
6. **¿Cuál es la demanda de productos que se registran diariamente en su empresa?**
- a) 18.000,00 - 19.000,00
 - b) 16.000,00 - 17.000,00
 - c) 14.000,00 - 15.000,00
 - d) 12.000,00 - 13.000,00
 - e) 10.000,00 - 11.000,00
7. **¿Cuál es el valor en dolares del costo de producción mensual?**
- a) \$ 61.000,00 - \$ 70.000,00
 - b) \$ 51.000,00 - \$ 60.000,00
 - c) \$ 41.000,00 - \$ 50.000,00
 - d) \$ 31.000,00 - \$ 40.000,00
 - e) \$ 20.000,00 - \$ 30.000,00
8. **¿Cuál es el valor monetario del costo de mantener el inventario por mes?**
- a) \$ 15.000,00 - \$ 16.000,00
 - b) \$ 13.000,00 - \$ 14.000,00
 - c) \$ 11.000,00 - \$ 12.000,00
 - d) \$ 9.000,00 - \$ 10.000,00
 - e) \$ 7.000,00 - \$ 8.000,00
9. **¿Con qué frecuencia se revisan los niveles de inventario?**
- a) 4 a 5 veces por semana
 - b) 2 a 3 veces por semana
 - c) 3 a 4 veces por mes
 - d) 1 a 2 veces a mes
 - e) Nunca
10. **¿Tienen algún método de proyección de demanda futura?**
- a) Sí
 - b) No

Anexo H: Formato para la validación del instrumento



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL



FORMATO PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

TEMA:

“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS BASADO EN LA METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN MRP, EMPRESA AQUAFIT S.A., CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR”

Objetivo del instrumento de investigación

Recolectar datos por medio de un cuestionario para el debido levantamiento de información que permita el desarrollo de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP en la empresa Aquafit S.A.

Agradezco su disposición para integrarse al selecto grupo de jueces encargados de validar el presente cuestionario.

Para el proceso de validación del instrumento, marque con una X en la casilla seleccionada teniendo en consideración la escala de Likert presentada a continuación:

ESCALA DE LIKERT	
1	Totalmente en desacuerdo
2	Muy en desacuerdo
3	Algo en desacuerdo
4	Algo de acuerdo
5	Muy de acuerdo
6	Totalmente de acuerdo

Pregunta N° 1

¿Cuál es el valor de las ventas mensuales?

ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
• Las opciones de respuesta son adecuadas						
• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Proponer un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación(Elaborar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						

Observaciones y recomendaciones en relacion a la pregunta N° 1	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 2

¿Cuál es el porcentaje de productos obsoletos?

ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
• Las opciones de respuesta son adecuadas						
• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Proponer un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación(Elaborar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta N° 2	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 3

¿Qué porcentaje de pedidos son abastecidos cumpliendo lo planificado?

ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
• Las opciones de respuesta son adecuadas						
• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Proponer un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación(Elaborar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						

Observaciones y recomendaciones en relacion a la pregunta N° 3	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 4

¿Cuál es la cantidad de producto final que ha planificado tener como inventario mensual?

ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
• Las opciones de respuesta son adecuadas						
• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Proponer un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación(Elaborar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta N° 4	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 5

¿Cuántas unidades de 625 CC han producido en promedio por mes?

ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
• Las opciones de respuesta son adecuadas						
• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Proponer un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación(Elaborar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta N° 5	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 6

¿Cuál es la demanda de productos que se registran diariamente en su empresa?

ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
• Las opciones de respuesta son adecuadas						
• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Proponer un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación(Elaborar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta N° 6	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 7

¿Cuál es el valor en dolares del costo de producción mensual?

ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
• Las opciones de respuesta son adecuadas						
• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Proponer un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación(Elaborar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						

Observaciones y recomendaciones en relacion a la pregunta N° 7	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 8

¿Cuál es el valor monetario del costo de mantener el inventario por mes?

ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
• Las opciones de respuesta son adecuadas						
• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Proponer un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación(Elaborar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						

Observaciones y recomendaciones en relacion a la pregunta N° 8	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 9

¿Con qué frecuencia se revisan los niveles de inventario?

ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
• Las opciones de respuesta son adecuadas						
• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Proponer un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación(Elaborar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						

Observaciones y recomendaciones en relación a la pregunta N° 9	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

Pregunta N° 10

¿Tienen algún método de proyección de demanda futura?

ADECUACIÓN (adecuadamente formulada para los destinatarios que vamos a encuestar):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• La pregunta se comprende con facilidad (clara, precisa, no ambigua, acorde al nivel de información y lenguaje del encuestado)						
• Las opciones de respuesta son adecuadas						
• Las opciones de respuesta se presentan con un orden lógico						

PERTINENCIA (contribuye a recoger información relevante para la investigación):						
Indique su grado de acuerdo frente a las siguientes afirmaciones: 1: Totalmente en desacuerdo. - 2: En desacuerdo. - 3: Algo en desacuerdo. - 4: Algo de acuerdo. - 5: De acuerdo. - 6: Totalmente de acuerdo	Grado de acuerdo					
	1	2	3	4	5	6
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO GENERAL de la investigación (Proponer un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						
• Es pertinente para lograr el OBJETIVO ESPECÍFICO N° 3 de la investigación(Elaborar una propuesta de un sistema de gestión de inventarios basado en la metodología Demand Driven MRP, empresa Aquafit S.A., cantón Santa Elena, Ecuador.)						

Observaciones y recomendaciones en relacion a la pregunta N° 10	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

VALORACIÓN GENERAL DEL CUESTONARIO

Bajo su criterio, marque con una X la respuesta seleccionada de entre las opciones que se presentan a continuación:

	Sí	No
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente		
El número de preguntas del cuestionario es excesivo		
Las preguntas constituyen un riesgo para el encuestado (en el supuesto de contestar SÍ, por favor, indique inmediatamente abajo cuáles)		

Preguntas que el experto considera que pudieran ser un riesgo para el encuestado:	
Nº de la(s) pregunta(s)	
Motivos por los que se considera que pudiera ser un riesgo	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

	Evaluación general del cuestionario			
	Excelente	Buena	Regular	Deficiente
Validez de contenido del cuestionario				

Observaciones y recomendaciones en general del cuestionario:	
Motivos por los que se considera no adecuada	
Motivos por los que se considera no pertinente	
Propuesta de mejora (modificación, sustitución o supresión)	

IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO

Nombre y Apellidos:	
Título:	
Años de experiencia:	
Correo electrónico:	
Teléfono o celular:	
Fecha de la validación:	
Firma:	

Anexo I: Evaluación de la Misión y Visión de la empresa



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL



EVALUACIÓN DE LA MISIÓN Y VISIÓN

TEMA:

“PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE INVENTARIOS BASADO EN LA METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN MRP, EMPRESA AQUAFIT S.A., CANTÓN SANTA ELENA, ECUADOR”

Objetivo

Analizar la Misión y Visión de la empresa por medio de un check list que permita identificar el cumplimiento de diversos aspectos esenciales para la estructura organizacional.

Para el proceso de evaluación de la misión, marque con una X en la casilla seleccionada.

La redacción de la misión expresa:			
Nº	Indicador	Sí	No
1	¿Quiénes son?		X
2	¿Qué hacen?	X	
3	¿Cuál es el objetivo?		X
4	¿En dónde lo hace?		X
5	¿Por qué lo hace?	X	
6	¿Para quién trabaja la organización?	X	

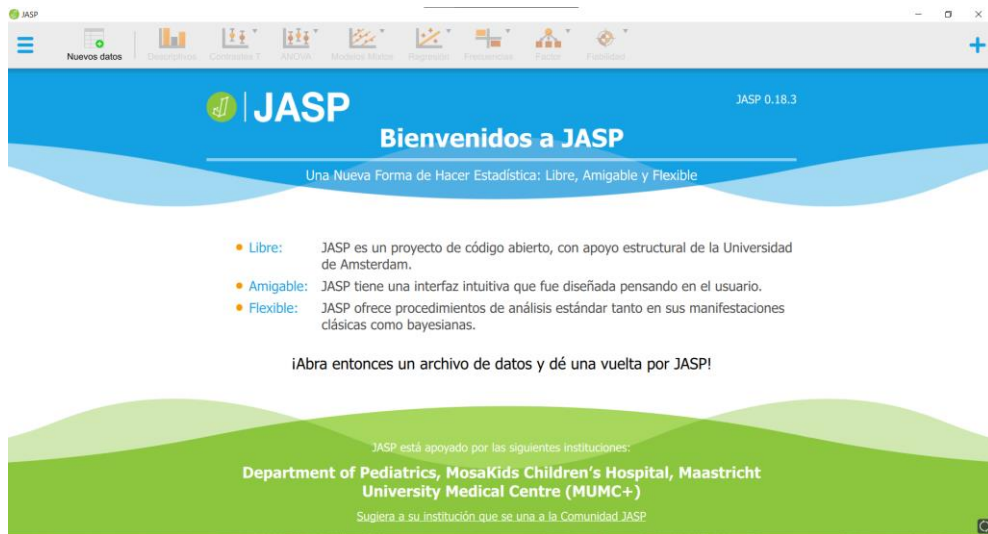


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

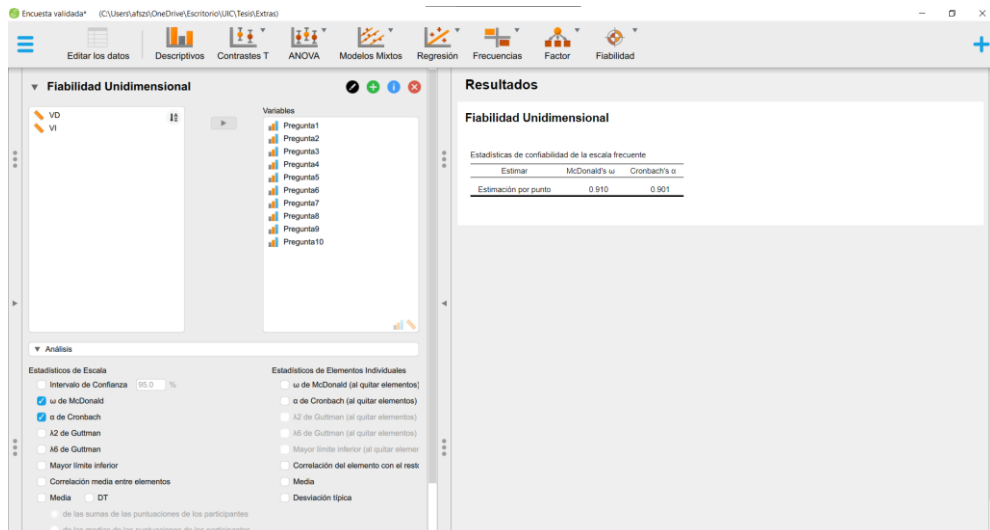


La redacción de la visión expresa:			
Nº	Indicador	Sí	No
1	¿Qué imagen desea tener la empresa?	X	
2	¿Cómo esperan ser en el futuro?		X
3	¿Qué esperan hacer en el futuro?		X
4	¿Qué actividades harán en el futuro?	X	

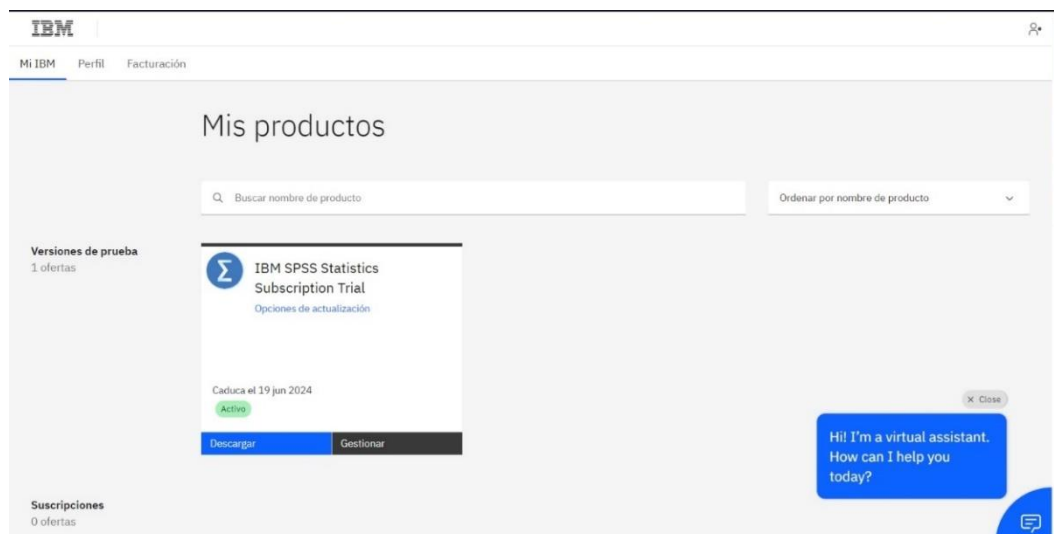
Anexo J: Licencia de acceso libre del Software Jasp

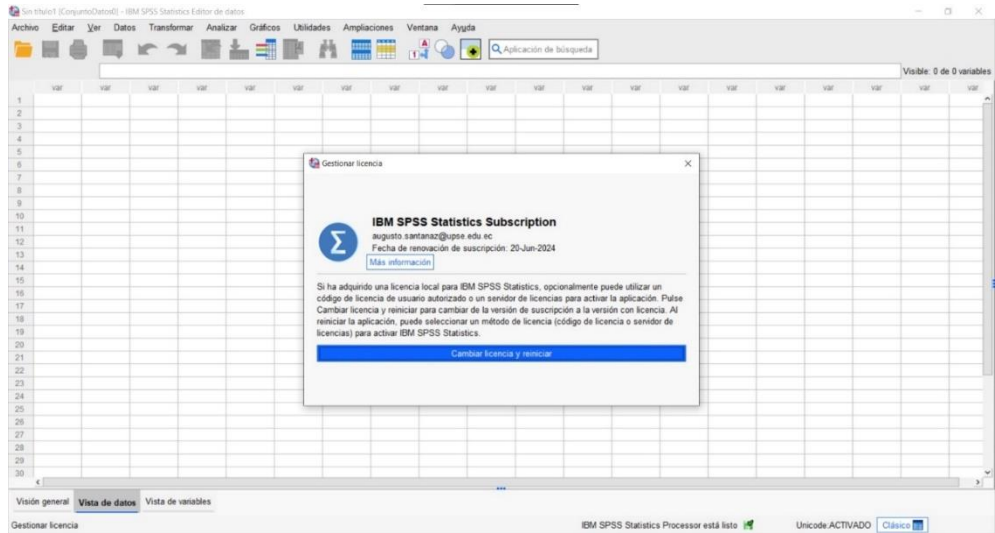


Anexo K: Evaluación de confiabilidad Jasp



Anexo L: Licencia del software SPSS Statistics





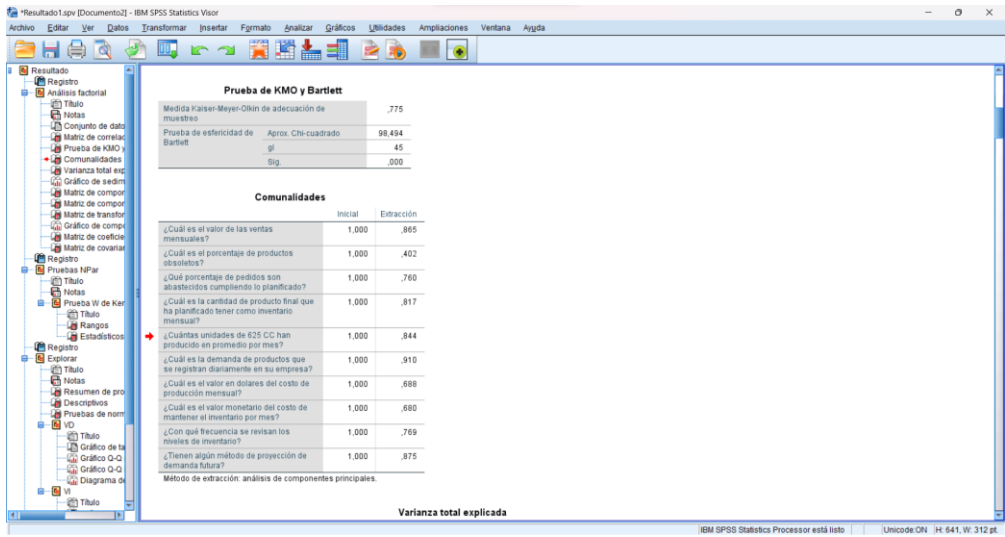
Anexo M: Tabulación de ítems IBM SPSS Statistics

Número	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Pérdidas	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Pregunta1	N Numérico	8	0	¿Cuál es el val...	(1, 5 131 00	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
2	Pregunta2	N Numérico	8	0	¿Cuál es el por...	(1, 10% - 20	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
3	Pregunta3	N Numérico	8	0	¿Cuál porcenta...	(1, 51% - 10	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
4	Pregunta4	N Numérico	8	0	¿Cuál es la can...	(1, 401 000	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
5	Pregunta5	N Numérico	8	0	¿Cuántas unida...	(1, 351 000	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
6	Pregunta6	N Numérico	8	0	¿Cuál es la de...	(1, 18 000 0	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
7	Pregunta7	N Numérico	8	0	¿Cuál es el val...	(1, 5 61 000	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
8	Pregunta8	N Numérico	8	0	¿Cuál es el val...	(1, 5 15 000	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
9	Pregunta9	N Numérico	8	0	¿Con qué frec...	(1, 4 a 5 vec	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
10	Pregunta10	N Numérico	8	0	¿Tienen algún...	(1, S)	Ninguno	8	Centrado	Ordinal	Entrada
11	VD	N Numérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Centrado	Escala	Entrada
12	VI	N Numérico	8	0		Ninguno	Ninguno	8	Centrado	Escala	Entrada

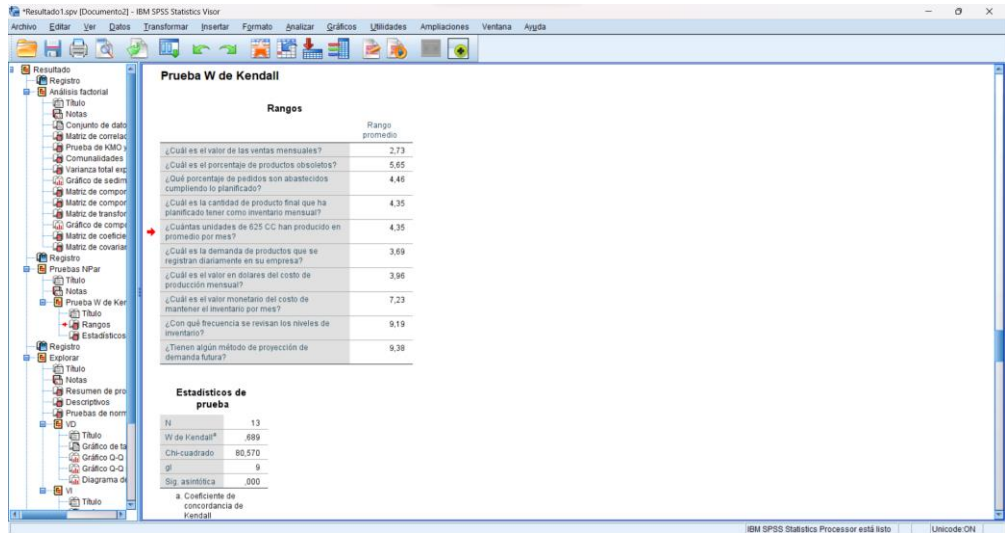
Anexo N: Tabulación de datos IBM SPSS STATISTICS

	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	Pregunta 9	Pregunta 10	VD	VI	var	var	var	var	var	var
1	1	1	2	1	1	1	1	2	4	5	9	10						
2	2	3	2	3	3	3	2	3	4	5	14	16						
3	1	2	2	1	2	1	1	3	4	5	10	12						
4	1	1	2	1	1	1	2	2	3	5	8	11						
5	1	2	1	1	1	1	2	3	4	5	9	12						
6	2	2	2	3	3	3	3	4	5	5	14	18						
7	1	2	2	2	1	1	1	2	4	5	11	10						
8	1	2	1	2	1	1	2	3	1	9	6							
9	2	3	2	3	3	3	3	4	5	5	15	18						
10	1	2	2	1	1	1	1	3	4	5	10	11						
11	2	3	2	3	3	3	3	5	5	5	15	17						
12	1	3	2	1	1	1	1	2	4	5	11	10						
13	2	3	2	1	3	1	1	3	4	5	12	13						

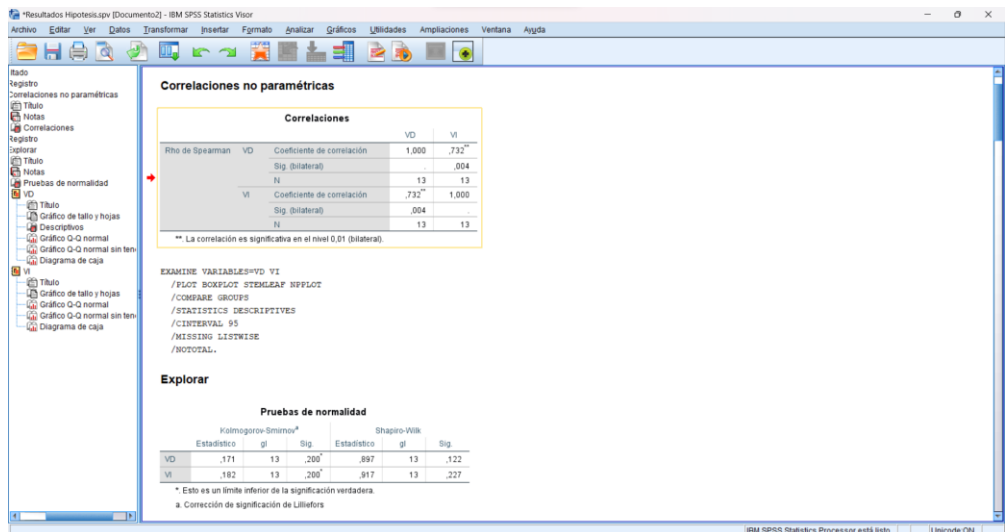
Anexo O: Resultados de Prueba de KMO y Bartlett



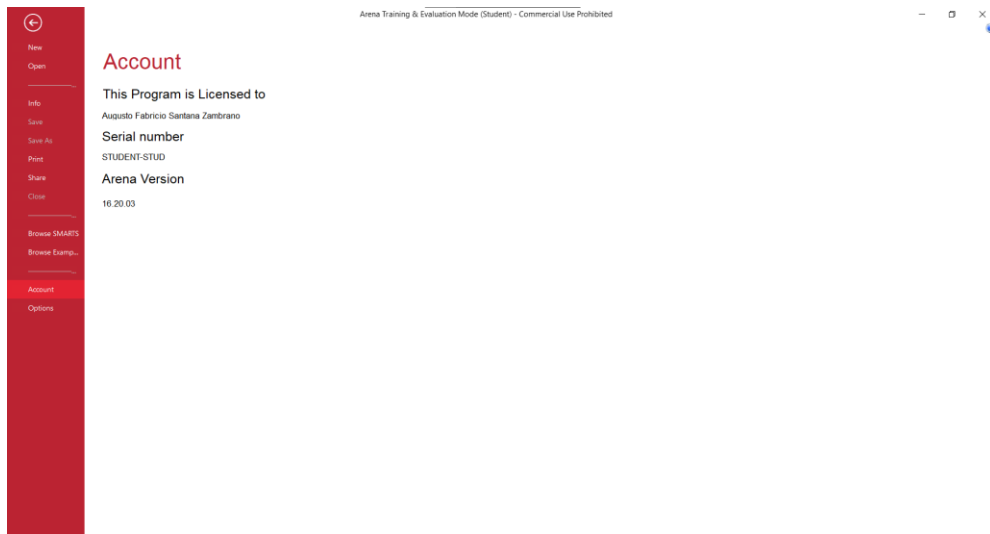
Anexo P: Resultados de estadísticos de prueba



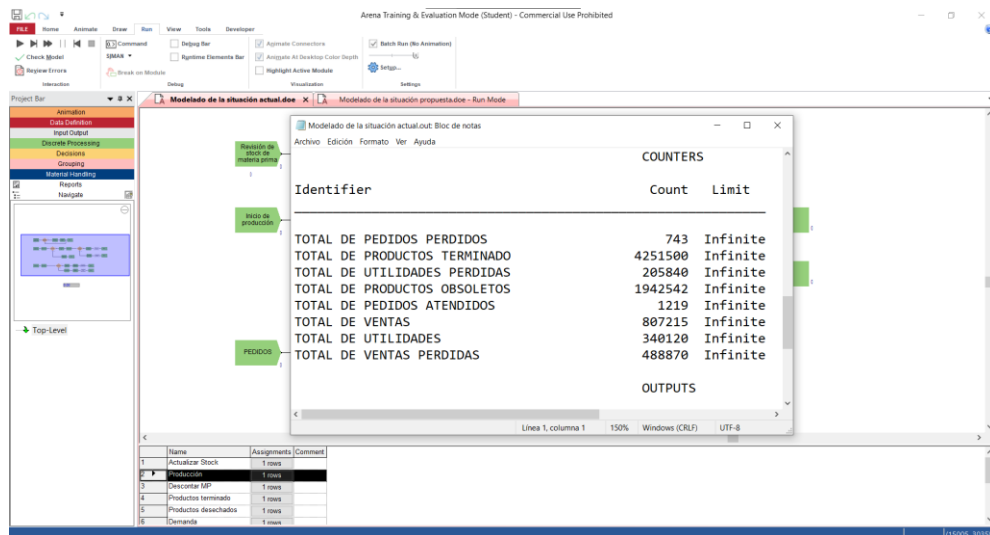
Anexo Q: Resultados de prueba de normalidad y Rho de Spearman



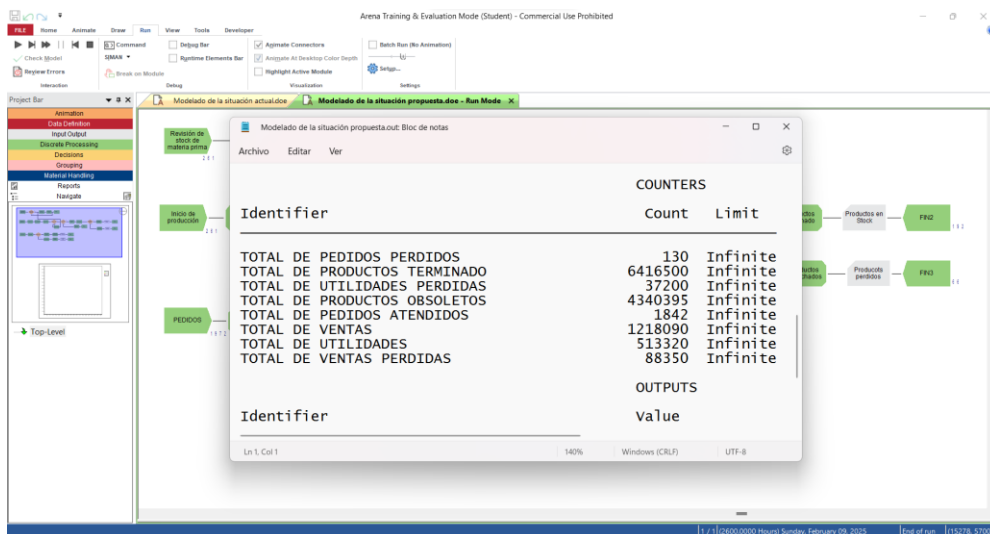
Anexo R: Licencia del software Arena



Anexo S: Resultados de la simulación de eventos discretos de la situación actual



Anexo T: Resultados de la simulación de eventos discretos de la propuesta



Anexo U: Carta de aceptación de la empresa



PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN AL POR MAYOR Y MENOR DE AGUA PURIFICADA
AQUAFIT S.A. R.U.C. 0992426578001

Santa Elena, 23 de octubre del 2023

Ing.
Franklin Reyes Soriano
DIRECTOR INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
Presente.

De mi consideración:

Por medio del presente emito La Aceptación del Sr. SANTANA ZAMBRANO AUGUSTO FABRICIO, portador de la cédula de ciudadanía No 131645113-5 estudiante de la Carrera de **Ingeniería Industrial** en la **Universidad Estatal Península de Santa Elena**, para que realice el trabajo de titulación en la empresa Aquafit S.A. con el tema "PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTION DE INVENTARIOS BASADO EN LA METODOLOGIA DEMAND DRIVEN MRP, EMPRESA AQUAFIT S.A., CANTON SANTA ELENA ECUADOR".

Sin otro particular me suscribo sin antes manifestarle mi sentimiento de consideración y estima.

Ing. Evelyn  Figueroa Garcia
Responsable Talento Humano
AQUAFIT S.A.
C.I. 0917250060
Cell: 0968394794
E-mail: recursoshumanos@aquafit.com.ec



Dirección: Vía Santa Elena - El Tambo Calle Principal Tel: 3034300 - 0968684841
SANTA ELENA - ECUADOR

Anexo V: Evidencia de la recolección de datos en la empresa Aquafit S.A.

