

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE CON MENCIÓN EN
MODELOS DE OPTIMIZACIÓN”**

TEMA:

DISEÑO Y PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO
DE GESTIÓN DEMAND DRIVEN – MRP PARA EL PROCESO DE
ABASTECIMIENTO Y GESTIÓN DE LOS INVENTARIOS DE UNA
EMPRESA PROCESADORA Y COMERCIALIZADORA DE
PRODUCTOS PARA LA NUTRICIÓN ANIMAL

AUTOR:

FRANCISCO XAVIER CAJAMARCA TORRESTAGLE

Guayaquil - Ecuador

2019

RESUMEN

En la actualidad las organizaciones se deben comportar de una manera muy dinámica y estar dispuestas a adaptarse a los cambios que generen optimizaciones dentro de sus procesos, esto debido a que el mercado es muy versátil y variado. El presente trabajo surge de la necesidad de mejorar la situación de una organización procesadora y comercializadora de productos de nutrición animal a través del desarrollo de un modelo de gestión de los inventarios adecuado mediante el uso de la metodología DDMRP, la cual es relativamente nueva en el modelamiento, planeación y gestión de la cadena de suministro de las organizaciones, teniendo como su motor principal de gestión un modelo basado en la demanda, lo cual al priorizar las variaciones de la misma se puede mantener niveles óptimos que cumplan con la necesidad sin generar excesos o insuficiencias. En el Capítulo 2 se realiza una breve descripción de la metodología DDMRP, en el Capítulo 3 se realiza una implantación de la metodología en la organización considerando las líneas de negocios de la misma. En el Capítulo 4 se muestra los resultados de la implantación realizada, y se ilustra como el uso de la metodología genera mejoras económicas, y sobre todo un dimensionamiento óptimo de los inventarios sin caer en excesos, urgencias, insuficiencias, garantizando un excelente nivel de servicio.

ABSTRACT

Nowadays, organizations must behave in a very dynamic way and be willing to make changes that generate optimizations within their processes. It is because the market is very versatile and varied. This research arises from the necessity of improving the situation of a processing and marketing organization of animal nutrition products to establish an adequate inventory management model through the use of the DDMRP methodology, which is a considerably new methodology for modeling, planning and managing the supply chain of organizations, and having as its main management engine a model based on demand, which by prioritizing the variations of it can maintain optimal levels that meet the need without generating excesses or insufficiencies . In Chapter 2 a brief description of the DDMRP methodology is made, in Chapter 3 an implementation of the methodology is carried out in the organization considering the business lines of the same. Chapter 4 shows the results of the implementation, it illustrates how the use of the methodology generates economic improvements, and especially an optimal dimensioning of inventories without falling into excesses, urgencies, insufficiencies, ensuring an excellent level of service.

DEDICATORIA

Este trabajo final es el resumen de años de disciplina, dedicación, fortaleza, perseverancia y va dedicado especialmente a:

Mi familia, en especial a mis padres, Fátima Torrestagle y Francisco Cajamarca, por la enseñanza moral, afectiva, su amor incondicional y por la persistencia todos estos años de formación académica.

Mi hermosa hija Ashley Briana, quien con su sonrisa ilumina mi mundo, es mi fuente de inspiración, fortaleza y me da las fuerzas necesarias para seguirme esforzando y alcanzar mis metas.

Mis hermanos, Fátima y Steven, por su cariño, amor y apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios por ser el motor de mi vida, por iluminar, guiar mi camino y bendecirme en todo momento, darme paciencia y sabiduría para lograr mis objetivos.

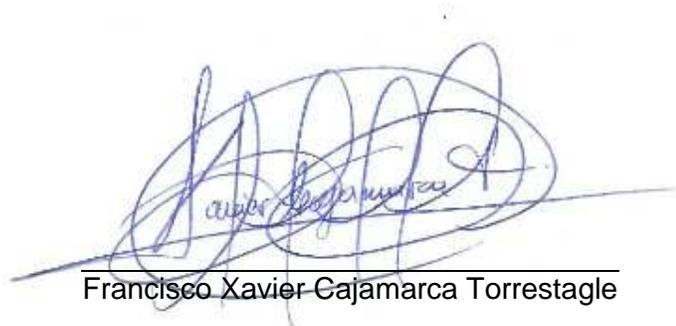
A mi novia y futura esposa Tatiana Catuto, por el amor, comprensión, constante estímulo y apoyo que siempre me brinda, por compartir su tiempo y estar a mi lado en los momentos y situaciones más tormentosas, siempre ayudándome.

A mi familia por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo incondicional, por sus consejos y experiencias.

A mis profesores por transmitir sus conocimientos, de manera especial a mi director de tesis Víctor Vega por su paciencia, apertura y generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia en un marco de confianza, fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este Proyecto de Graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL.

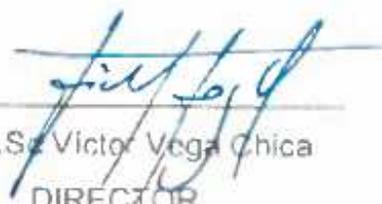


Francisco Xavier Cajamarca Torrestagle

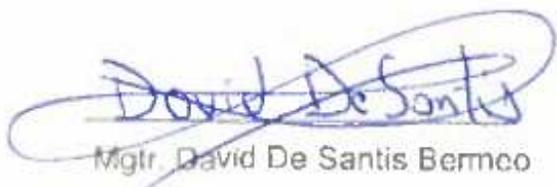
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Mgr. Pedro Ramos de Santis
PRESIDENTE



M.Sc Victor Vega Chica
DIRECTOR



Mgr. David De Santis Bernco
VOCAL 1



Mgr. Heydi Roa Lopez
VOCAL 2

ABREVIATURAS O SIGLAS

BOM – Bill Of Materials – Lista de materiales

CPD – Consumo Promedio Diario

DDMRP – Demand Driven Materials Requirements Planning – Planificación de necesidades de materiales impulsada por la demanda

MOQ – Minimum Order Quantity – Cantidad de orden mínima

MRP – Materials Requirement Planning - Planificación de necesidades de materiales

ERP – Enterprise Resource Planning – Planificación de recursos de la empresa

APICS – American Production and Inventory Control Society – Sociedad Americana de Control de Producción e Inventario

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Descripción del problema	2
1.3. Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4. Hipótesis.....	6
1.5. Alcance	6
CAPÍTULO 2	7
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Sku (Stock Keeping Unit).....	7
2.2. Stock.....	7
2.3. Control de Inventario	7
2.4. Sistema de Inventario	8
2.5. Tipos de Inventario	8
2.6. Costos de Inventario	10
2.7. Clasificación ABC de inventarios	11
2.8. Demanda.....	12
2.9. Tipos de Demanda	12
2.10. Tiempo de Aprovisionamiento o Lead Time	13
2.11. Nivel de Servicio	13
2.12. Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)	14
2.13. Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP)	22
CAPÍTULO 3	25
3. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Componentes de DDMRP	25
3.1.1. Posicionar.....	26
3.1.1.1. Posicionar estratégicamente el inventario	26
3.1.2. Proteger.....	28
3.1.2.1. Perfil y nivel del buffer.....	28
3.1.2.2. Ajustes dinámicos.....	39
3.1.3. Halar	43

3.1.3.1. Planificación impulsada por la demanda.....	43
3.1.3.1.1. La ecuación del flujo neto.....	44
3.1.3.2. Ejecución visible y colaborativa	45
3.2. Implementación de DDMRP 2018	50
3.3. Implementación de DDMRP 2019	77
CAPÍTULO 4	83
4. RESULTADOS.....	83
4.1. Resultados de la implementación DDMRP 2018	83
4.2. Resultados de la implementación DDMRP 2019	89
CAPÍTULO 5	92
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	92
6. Referencias	94
7. Apéndices y anexos	96

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2. 1. Diagrama de definición del MRP	16
Figura 2. 2. Evolución del MRP	18
Figura 2. 3. Distribución Bi-Modal	19
Figura 2. 4. Efecto látigo	20
Figura 2. 5. Pilares DDMRP	22
Figura 2. 6. Pirámide DDMRP	23
Figura 2. 7. Flujo	24
Figura 3. 1. Componentes de DDMRP.....	26
Figura 3. 2. Tipos de buffers	30
Figura 3. 3. Zonas de los buffers.....	31
Figura 3. 4. Frecuencia de órdenes	32
Figura 3. 5. Múltiples buffers, diferentes formas y niveles de variabilidad	37
Figura 3. 6. Combinaciones básicas de los perfiles de buffers	39
Figura 3. 7. Ajustes dinámicos de buffers	40
Figura 3. 8. Composición de zonas del buffer	55
Figura 3. 9. Propósito de las zonas del buffer	55

LISTADO DE TABLAS

Tabla 3. 1. Rangos del factor de lead time. Zona verde.....	32
Tabla 3. 2. Rangos del factor de lead time. Zona Rojo Base	34
Tabla 3. 3. Rangos del factor de variabilidad. Zona Rojo Seguridad	34
Tabla 3. 4. Factores de posicionamiento del inventario	51
Tabla 3. 5. Matriz BOM	53
Tabla 3. 6. Lead Time, MOQ.....	54
Tabla 3. 7. Lead Time y MOQ - P1	56
Tabla 3. 8. CPD – Zona verde con Lead Time P1.....	57
Tabla 3. 9. Buffer de P1	59
Tabla 3. 10. Topes de Buffer P1	60
Tabla 3. 11. Lead Time y MOQ – P4.....	61
Tabla 3. 12. CPD – Zona verde con Lead Time P4.....	61
Tabla 3. 13. Buffer de P4	62
Tabla 3. 14. Topes de Buffer P4	62
Tabla 3. 15. Lead Time y MOQ – P9.....	63
Tabla 3. 16. CPD – Zona verde con Lead Time P9.....	64
Tabla 3. 17. Buffer de P9	64
Tabla 3. 18. Topes de Buffer P9	65
Tabla 3. 19. Flujo de P1	67
Tabla 3. 20. Flujo de P4.....	68
Tabla 3. 21. Flujo de P9.....	69
Tabla 3. 22. Estado DDMRP de P1.....	69
Tabla 3. 23. Estado DDMRP de P4.....	71
Tabla 3. 24. Estado DDMRP de P9.....	72
Tabla 4. 1. Comparativo Inventario Modelo Actual vs DDMRP	85
Tabla 4. 2. Costos de Almacenamiento Modelo Actual vs DDMRP	86
Tabla 4. 3. Costos de Pedidos Modelo Actual vs DDMRP 2018	88
Tabla 4. 4. Costos de Pedidos Modelo Actual vs DDMRP 2019.....	91
Tabla 5. 1. Comparativo de Simulaciones.....	93
Tabla A1. 1. Buffer de P2.....	96
Tabla A1. 2. Topes de Buffer P2.....	97
Tabla A1. 3. Buffer de P3.....	98
Tabla A1. 4. Topes de Buffer P3.....	98

Tabla A1. 5. Buffer de P5.....	99
Tabla A1. 6. Topes de Buffer P5.....	100
Tabla A1. 7. Buffer de P6.....	101
Tabla A1. 8. Topes de Buffer P6.....	101
Tabla A1. 9. Buffer de P7.....	102
Tabla A1. 10. Topes de Buffer P7.....	103
Tabla A1. 11. Buffer de P8.....	104
Tabla A1. 12. Topes de Buffer P8.....	104
Tabla A1. 13. Buffer de P10.....	105
Tabla A1. 14. Topes de Buffer P10.....	106
Tabla A2. 1. Proyección de la demanda del 2019.....	107
Tabla A2. 2. Buffer de P1.....	108
Tabla A2. 3. Topes de Buffer P1.....	108
Tabla A2. 4. Flujo de Buffer P1.....	109
Tabla A2. 4. Estado DDMRP P1.....	109
Tabla A2. 6. Buffer de P2.....	110
Tabla A2. 7. Topes de Buffer P2.....	110
Tabla A2. 8. Flujo de Buffer P2.....	111
Tabla A2. 9. Estado DDMRP P2.....	111
Tabla A2. 10. Buffer de P3.....	112
Tabla A2. 11. Topes de Buffer P3.....	112
Tabla A2. 12. Flujo de Buffer P3.....	113
Tabla A2. 13. Estado DDMRP P3.....	113
Tabla A2. 14. Buffer de P4.....	114
Tabla A2. 15. Topes de Buffer P4.....	114
Tabla A2. 16. Flujo de Buffer P4.....	115
Tabla A2. 17. Estado DDMRP P4.....	115
Tabla A2. 18. Buffer de P5.....	116
Tabla A2. 19. Topes de Buffer P5.....	116
Tabla A2. 20. Flujo de Buffer P5.....	117
Tabla A2. 21. Estado DDMRP P5.....	117
Tabla A2. 22. Buffer de P6.....	118
Tabla A2. 23. Topes de Buffer P6.....	118
Tabla A2. 24. Flujo de Buffer P6.....	119
Tabla A2. 25. Estado DDMRP P6.....	119
Tabla A2. 26. Buffer de P7.....	120

Tabla A2. 27. Topes de Buffer P7	120
Tabla A2. 28. Flujo de Buffer P7	121
Tabla A2. 29. Estado DDMRP P7	121
Tabla A2. 30. Buffer de P8.....	122
Tabla A2. 31. Topes de Buffer P8.....	122
Tabla A2. 32. Flujo de Buffer P8	123
Tabla A2. 33. Estado DDMRP P8	123
Tabla A2. 34. Buffer de P9.....	124
Tabla A2. 35. Topes de Buffer P9.....	124
Tabla A2. 36. Flujo de Buffer P9	125
Tabla A2. 37. Estado DDMRP P9	125
Tabla A2. 38. Buffer de P10	126
Tabla A2. 39. Topes de Buffer P10.....	126
Tabla A2. 40. Flujo de Buffer P10	127
Tabla A2. 41. Estado DDMRP P10	127

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 1. 1. % Cumplimiento de entregas a clientes.....	3
Gráfico 1. 2. Comparativo Mensual Nivel de ventas vs. Nivel de inventario	4
Gráfico 1. 3. Costos de Almacenamiento	5
Gráfico 3. 1. Buffer de P1.....	60
Gráfico 3. 2. Buffer de P4.....	63
Gráfico 3. 3. Buffer de P9.....	65
Gráfico 3. 4. Simulación DDMRP P1.....	70
Gráfico 3. 5. Simulación DDMRP P4.....	71
Gráfico 3. 6. Simulación DDMRP P9.....	72
Gráfico 3. 7. Simulación DDMRP P2.....	73
Gráfico 3. 8. Simulación DDMRP P3.....	74
Gráfico 3. 9. Simulación DDMRP P5.....	74
Gráfico 3. 10. Simulación DDMRP P6.....	75
Gráfico 3. 11. Simulación DDMRP P7.....	75
Gráfico 3. 12. Simulación DDMRP P8.....	76
Gráfico 3. 13. Simulación DDMRP P10.....	76
Gráfico 3. 14. Simulación de Buffer para P1 en el 2019	78
Gráfico 3. 15. Simulación de Buffer para P2 en el 2019	78
Gráfico 3. 16. Simulación de Buffer para P3 en el 2019	79
Gráfico 3. 17. Simulación de Buffer para P4 en el 2019	79
Gráfico 3. 18. Simulación de Buffer para P5 en el 2019	80
Gráfico 3. 19. Simulación de Buffer para P6 en el 2019	80
Gráfico 3. 20. Simulación de Buffer para P7 en el 2019	81
Gráfico 3. 21. Simulación de Buffer para P8 en el 2019	81
Gráfico 3. 22. Simulación de Buffer para P9 en el 2019	82
Gráfico 3. 23. Simulación de Buffer para P10 en el 2019	82
Gráfico 4. 1 Comparativo Modelo Actual vs DDMRP 2018	83
Gráfico 4. 2. Comparativo Ventas vs Inventario en Kg.....	84
Gráfico 4. 3. Rotación de Inventario Modelo Actual vs DDMRP.....	87
Gráfico 4. 4. Inventario vs Ventas en USD 2019.....	89
Gráfico 4. 5. Comparativo Costos de Almacenamiento 2018 vs 2019	90
Gráfico 4. 6. Comparativo Kg. Inventario vs Ventas 2019.....	90
Gráfico 4. 7. Comparativo Rotación de Inventario.....	91
Gráfico A1. 1. Buffer de P2	97

Gráfico A1. 2. Buffer de P3	99
Gráfico A1. 3. Buffer de P5	100
Gráfico A1. 4. Buffer de P6	102
Gráfico A1. 5. Buffer de P7	103
Gráfico A1. 6. Buffer de P8	105
Gráfico A1. 7. Buffer de P10	106

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La organización objeto de este estudio es una empresa procesadora y comercializadora de productos para la nutrición animal, que mediante la innovación científica, biotecnología y nutrición busca soluciones sostenibles para tener un impacto positivo en el entorno, preservando la salud y el desempeño de los animales, el consumidor y el entorno ambiental. Cuenta con más de 30 años de experiencia a nivel mundial y con más de 20 años de presencia en Ecuador creando soluciones sostenibles para optimizar la producción de alimentos balanceados, maximizar la rentabilidad de los productores y siempre adaptándose a un mundo de cambios constantes, convirtiéndola en una de las empresas líderes en su campo.

En los últimos años, la organización ha visto la necesidad de implementar y evaluar estrategias de optimización en sus procesos, lo cual le va a permitir obtener información, datos certeros, confiables y organizados. La optimización de los procesos tiene como finalidad coordinar, planificar y controlar todas aquellas actividades u operaciones que se realizan dentro un departamento o área específica.

De aquí la importancia de la gestión de inventarios, ya que por medio de estos se puede llevar un control adecuado sobre uno de los aspectos financieros más importantes de la organización. Un buen manejo de los inventarios constituye un factor importante para el éxito o fracaso de una organización, cualquiera que sea su especialidad, tamaño o complejidad, puesto que una de las principales interrogantes dentro de la gestión de los inventarios es como, cuanto y cuando

abastecerse, lo cual tiene un impacto directo en la planeación y optimización de la cadena de abastecimiento de la organización que tiene como principal objetivo satisfacer las necesidades de los clientes.

1.2. Descripción del problema

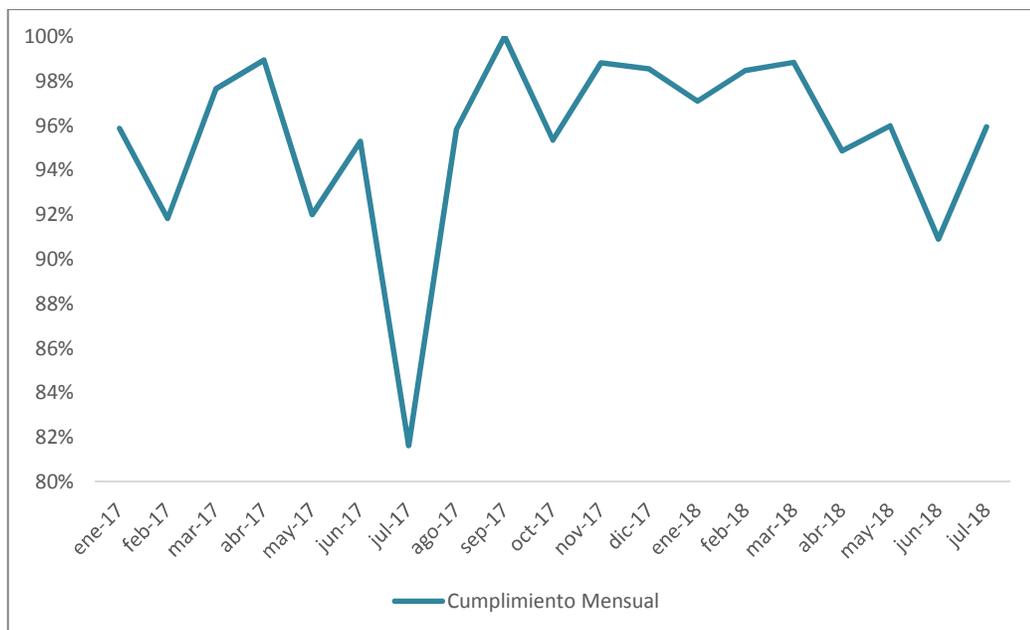
En los últimos cinco años se ha generado un dinamismo importante en la demanda de productos de nutrición animal. El abastecimiento se realiza principalmente desde Estados Unidos, Brasil y Perú, cada uno tiene sus propios tiempos de producción, embarque y tránsito hasta su destino en los diferentes puertos de la ciudad de Guayaquil, luego son trasladados hacia la bodega del operador logístico donde son almacenados.

La disponibilidad de recursos, los tiempos de entrega limitados y la dinámica muy variable de la demanda, han generado interés y se vuelven una necesidad apremiante para tener una planificación y gestión adecuada de los productos, incluyendo el abastecimiento, almacenamiento e inventario para poder lograr que los costos de los productos sean eficientes y competitivos en el mercado. Por tal razón una adecuada gestión del abastecimiento en la empresa mediante un modelo de gestión Demand Driven – MRP, ayudará a su posicionamiento y le permitirá ofrecer a sus clientes un servicio de calidad tanto en disponibilidad de productos como en atención, lo que es necesario para hacer competitiva a la organización.

Conocer e integrar a los clientes a la cadena de abastecimiento es de mucha importancia, y al tener constante comunicación, aspectos como el exceso de inventario, desabastecimiento, lenta rotación de productos y exceso de pedidos de urgencia, lo cual tienen un alto nivel de incertidumbre, serán reducidos dentro del proceso de abastecimiento y gestión de los inventarios. De la misma manera será una entrada muy importante dentro del modelo de Gestión Demand Driven – MRP.

La organización cuenta con un porcentaje de cumplimiento de entregas a clientes del 95% siendo el periodo de análisis desde el mes de enero 2017 a julio 2018. Este porcentaje se basa en una política de 2 días, una vez recibida la orden de compra en firme. A continuación, se grafica el comportamiento del cumplimiento durante el periodo indicado:

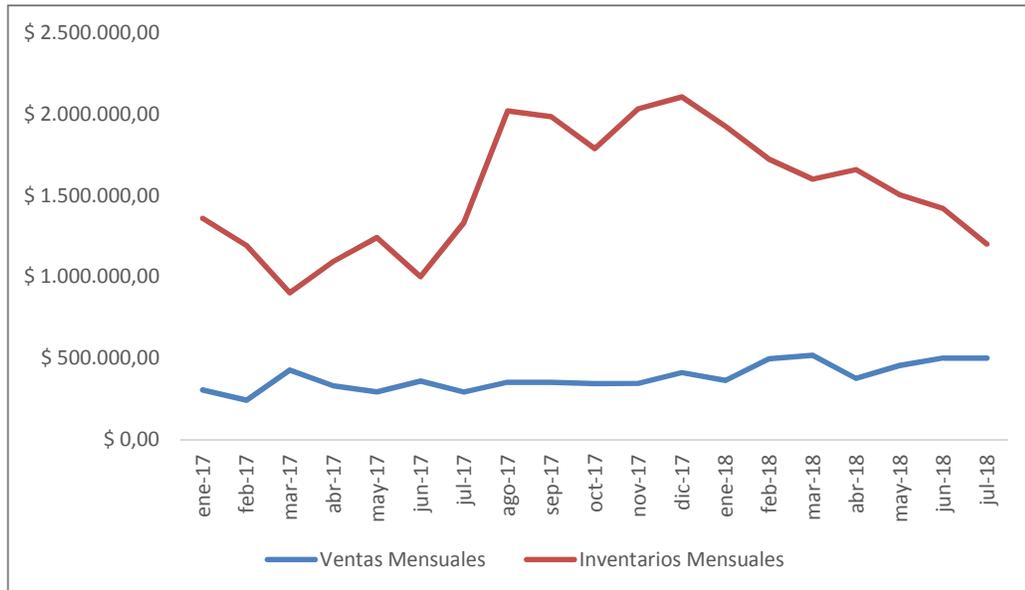
Gráfico 1. 1. % Cumplimiento de entregas a clientes



Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera se realiza un comparativo del valor monetario del inventario y del valor monetario del total de las ventas realizadas en el periodo indicado, lo que evidencia que hay una gran cantidad de producto almacenado siendo 4.75 veces lo vendido, este comparativo se puede observar en el Grafico 1.2 en el que se compara el nivel de ventas vs. el nivel de inventario.

Gráfico 1. 2. Comparativo Mensual Nivel de ventas vs. Nivel de inventario

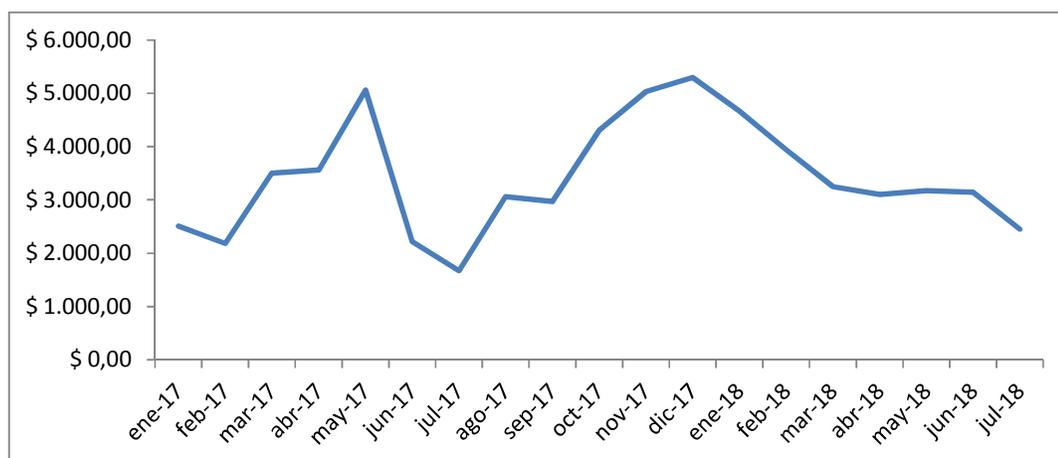


Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en el gráfico 1.2 la compañía cuenta con un alto nivel de inventario, frente a un promedio de cumplimiento de entregas a clientes del 95% se observa que en algunas ocasiones se cuenta con un bajo cumplimiento en la entrega a clientes, esto quiere decir que la compañía puede estar almacenando cantidades altas de productos que no se venden mucho y cantidades bajas de los que si se venden mucho, lo que está afectando al nivel de servicio del compañía.

Así mismo, en el gráfico 1.3 se pueden apreciar los costos que la organización ha tenido por concepto de almacenamiento, y que se refieren a la ocupación del total de inventario en las instalaciones del operador logístico, quien está encargado del almacenamiento una vez el producto es liberado por control aduanero en los puertos de la ciudad, el mismo está determinado en \$0.35/Unidad (25 Kg) y \$3,36/Unidad (200 Kg).

Gráfico 1. 3. Costos de Almacenamiento



Fuente: Elaboración propia.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar un modelo de gestión Demand Driven – MRP para el proceso de abastecimiento y gestión de los inventarios de una empresa procesadora y comercializadora de productos para la nutrición animal, considerando los tiempos de tránsito, costos de almacenamiento, costos de adquisición que permita satisfacer el 95% de la demanda requerida por los clientes.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar los niveles óptimos de inventario de cada sku.
- Calcular y minimizar los costos de almacenamiento, pedido y obsolescencia.
- Determinar la clasificación ABC de los productos en inventario.
- Determinar las políticas y estrategias de abastecimiento de los productos.

1.4. Hipótesis

El presente proyecto busca mejorar la gestión de abastecimiento e inventarios por medio de la ejecución de análisis de la demanda para lo que se detallan las siguientes hipótesis:

- Si se determina un método adecuado de análisis de la demanda se optimizará el inventario disminuyendo los costos de almacenamiento.
- Con el análisis de la demanda se podría definir políticas de inventarios para cada producto.
- Se podría determinar pedidos frecuentes a cada uno de los proveedores del exterior, mejorando el índice de rotación.

1.5. Alcance

La empresa procesadora y comercializadora de productos para la nutrición animal consta de las siguientes líneas de productos: Nutrición Mascotas, Nutrición Aves, Nutrición Cerdos, Nutrición Acuicultura.

Para el diseño del modelo de gestión Demand Driven - MRP se considerarán todas las líneas de productos.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Sku (Stock Keeping Unit)

De acuerdo a Narasimhan (1996), un inventario consiste en las existencias de productos físicos que se conservan en un lugar y momento determinado. Cada artículo diferente del inventario se denomina unidad de almacenamiento de existencia (SKU), y cada SKU tiene un número determinado de unidades en existencia.

2.2. Stock

Conjunto de productos que tiene almacenados un comercio y que están destinados a la venta. Cantidad de productos, materias primas, herramientas, etc., que es necesario tener almacenadas para compensar la diferencia entre el flujo de consumo y de la producción. Constituye una inversión que permite asegurar en condiciones óptimas la continuidad de las ventas, las fabricaciones y explotación normal de la empresa. (Valencia, 2015)

2.3. Control de Inventario

El control de inventarios es una herramienta fundamental en la administración moderna, ya que esta permite a las empresas y organizaciones conocer las cantidades existentes de productos disponibles para la venta, en un lugar y tiempo determinado, así como las condiciones de almacenamiento aplicables en las industrias. (Orlando Espinoza Editorial: La Ensenada, 1ra Edición Madrid, 2011)

2.4. Sistema de Inventario

Un sistema de inventario es un conjunto de políticas y controles que permiten administrar sus niveles de abastecimiento, determinando cuando hay que ordenar un pedido. Mantener un inventario es una práctica común en el mundo de los negocios, sea para empresas de ventas al menudeo, mayoristas o fabricantes y hasta bancos de sangre (Delahoz, 2011).

Una forma eficiente de fijar un sistema de inventario es llevar un control de los movimientos de cada artículo en el almacén y colocar una orden de reposición cuando los inventarios lleguen a un nivel predeterminado.

Cuando la demanda es variable no se sabe por adelantado cuando se terminara el inventario o que tan rápido lo hará. Es difícil establecer una doctrina de operaciones cuando varía la demanda, y aun mas difícil cuando también varía el tiempo de re-orden (reabastecimiento). Cuando la demanda o el tiempo de re-orden varían, el intervalo entre órdenes también varía, pero la cantidad ordenada siempre permanece constante (Herrera, Sistemas de Inventarios: Implementación de Sistemas de Inventario, 2006).

2.5. Tipos de Inventario

Las características físicas y la posición de los artículos a contar en los sistemas de inventarios se clasifican en:

- Inventarios de materias primas o insumos

Están constituidos por todas las provisiones que hay en stock de materiales, que a continuación se agregaran para la fabricación en una compañía. Es decir son todos los materiales que servirán para la elaboración de los artículos que no han sido modificados por el proceso productivo de la empresa (Vásquez, 2011).

- Inventarios de materia semielaborada o productos en proceso

Como su propio nombre lo indica, son aquellos materiales que han sido modificados por el proceso productivo de la empresa, pero que todavía no son aptos para la venta (Vásquez, 2011).

- Inventarios de productos terminados

Son aquellos artículos elaborados que están aptos y disponibles para la venta. También son todos los bienes obtenidos por las fabricas manufactureras o industriales, los cuales son convertidos para salir a la venta como productos elaborados (Vásquez, 2011).

También existen cuatro tipos de inventarios en base a su función o uso, según Fernández Leoncio [3]:

- Inventario de ciclo, es una parte de inventario total que varía de acuerdo al tamaño del lote, mientras transcurra más tiempo entre dos pedidos sucesivos de un mismo artículo, mayor será el inventario de ciclo.
- Inventario de seguridad, protege contra la incertidumbre de la demanda, del tiempo de entrega y del suministro, garantizando que las operaciones no se interrumpan.
- Inventario de previsión, absorbe las irregularidades que se presentan en la demanda (Se acumula el inventario en periodos de baja demanda para luego ser utilizados en periodos de alta demanda) o el suministro (En caso los proveedores presenten limitaciones en su producción).

- Inventario de tránsito: se da entre dos puntos, sea para transporte o producción. Se calcula multiplicando la demanda promedio del artículo por el número de periodos dentro del tiempo de entrega.

2.6. Costos de Inventario

En el control de inventarios uno de los objetivos principales es mantener un inventario al menor costo posible, y para lo cual es necesario saber cómo se compone:

- Costos de adquisición: representa la compra del stock y pagar su precio.
- Costos de emisión de pedidos: generado por las actividades efectuadas en una solicitud de pedido de existencias, que pueden comprometer por ejemplo el costo de papel, llamadas telefónicas, preparación y otros.
- Costos de almacenamiento: este costo se origina al mantener los productos en inventario y los gastos asociados bien sea la bodega de almacenamiento propia (Mano de obra, mantenimiento, maquinaria, energía) o alquilada (Gastos de alquiler).
- Costo de obsolescencia: este riesgo varía según el tipo de producto, lo cual puede ser de algunas clases, tales como:
 - Tecnológica, a la cual son especialmente sensibles los sectores como la informática, entre otros.
 - Caducidad de producto, por haber sobrepasado la fecha de consumo del preferente como alimentos o medicinas.
 - Cambio de moda, como la ropa, el calzado, entre otros.

- Costo de oportunidad: es el interés invertido en los inventarios, cualquier volumen que sea sacrificar efectivo disponible para congelarlo temporalmente en bienes menos líquidos que el dinero.

2.7. Clasificación ABC de inventarios

Es una técnica utilizada en la gestión de los inventarios, la misma que es utilizada cuando el número de Sku es demasiado grande para poder implementar un método de control. El objetivo de realizar esta clasificación es para determinar cuáles son los productos o artículos que requieren de un control más riguroso en el sistema de gestión y control.

Este método consiste en dividir las existencias totales en tres grupos: A, B y C según la variable de análisis como puede ser el volumen de ventas obtenidas en una serie de tiempo, lo que hace que unos cuantos productos tengan una importancia decisiva mientras que otros muchos tengan poco peso específico.

Clasificación A: Son los productos que representan el 80% de las ventas, ya sean estos porque su costo es más elevado o porque su consumo es mayor en un tiempo determinado. Además, necesitan un control estricto y revisiones continuas.

Clasificación B: Estos son la mayoría de los productos y cuyo valor representa un 15% del total de las ventas, y un costo menor comparado con los productos de la clasificación A. Además, requieren un sistema de revisión continuo o periódico.

Clasificación C: Son los productos más costosos o en su defecto lo son utilizados en menor proporción, lo que representa un mínimo del 5% de las ventas, por estas razones no es necesario llevar un control estricto.

2.8. Demanda

La RAE define a la demanda como: “Econ. Cuantía global de las compras de bienes y servicios realizados o previstos por una colectividad”; en otras palabras puede ser considerada como el requerimiento de bienes y/ servicios.

Se puede considerar que la demanda proviene de fuentes como: Un requerimiento o pedido en firme de un cliente, de un pronóstico de un cliente, de un pedido interno en una compañía (Transferencias entre almacenes de una misma compañía). Por lo cual, según esta definición la demanda puede ser: real y pronosticada. El pronóstico es considerado como una proyección o estimación de la demanda futura. La demanda real está directamente relacionada con las órdenes de pedidos colocadas en firme. Ambas definiciones provienen del diccionario APICS.

Sin embargo, la demanda al ser resultado de las necesidades humanas siempre demuestra un nivel de incertidumbre o inexactitud.

2.9. Tipos de Demanda

Demanda determinística es cuando se puede conocer con anticipación el nivel de la misma en diversos periodos de tiempo.

Demanda estocástica es cuando no se puede conocer con anticipación.

Demanda constante o estática es cuando no varía en el tiempo.

Demanda variable o dinámica es cuando varía en tiempo, por ejemplo: la demanda por temporadas o épocas.

(Cahon & Terwiesch, 2013)

2.10. Tiempo de Aprovisionamiento o Lead Time

Es el tiempo que transcurre desde que se solicita un pedido en firme al proveedor y el mismo llega al lugar de almacenamiento (Bodega) de la organización.

El tiempo de entrega puede ser también clasificado como:

- Determinística, cuando se conoce cuanto se demora el recibir el producto.
- Probabilístico, cuando el tiempo de aprovisionamiento es incierto.

El aprovisionamiento puede ser de varios tipos:

- Inmediato o instantáneo, cuando el lead time es igual a cero.
- Variable, debido a los tiempos de producción, transporte o ambos.

2.11. Nivel de Servicio

Es una métrica para conocer realmente la calidad y el nivel de atención que se está ofreciendo a los clientes, pero esto no solamente consiste en medir los servicios en base a los tiempos de respuesta, sino en combinar indicadores objetivos y subjetivos para poder encontrar el nivel de satisfacción de los clientes.

Hay muchas formas de medir el nivel de servicio que la administración del inventario propone, el objetivo de estos indicadores deben ser fijados y justificados por la dirección. Entre los más utilizados tenemos:

- Nivel de servicio de pedidos, este es un indicador que se utiliza para medir de forma porcentual la cantidad de órdenes que han sido satisfechas completamente por el inventario.

- Nivel de servicio para unidades satisfechas, este es un indicador que se utiliza para medir de forma porcentual la demanda que ha sido satisfecha por el stock disponible.
- Nivel de servicio de entregas a clientes, este es un indicador que se utiliza para medir de forma porcentual la cantidad de pedidos entregados a tiempo y completo a los clientes.

2.12. Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP)

La Planificación de requerimiento de materiales (MRP), es considerada una técnica de planificación que usa información de las listas de materiales, del inventario y del programa maestro de producción para calcular los requerimientos de los materiales o la planificación de la producción y de la gestión de stocks, con el objetivo de satisfacer la demanda. (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Según la definición de Orlicky, el MRP consiste en una serie de procedimientos, reglas de decisión y registros diseñados para convertir el plan maestro de producción en necesidades netas para cada periodo de planificación.

Las dos hipótesis de base de los sistemas MRP son las siguientes:

- La planificación y el control de la producción no depende de los procesos (Orlicky, 1975).
- Los productos terminados son determinísticos (Buffa y Miller, 1979).

Es decir que un sistema MRP está construido alrededor del BOM y su validez depende de la exactitud del mismo (Chung y Zinder, 2000).

Según George Plossl, “El MRP calcula que necesito, lo compara con lo que tengo y calcula que voy a necesitar y cuando”. Este es el verdadero avance del MRP I: por primera vez la planificación de necesidades de materiales es capaz de dar respuesta al cuando (Ptack y Schragenheim, 2000).

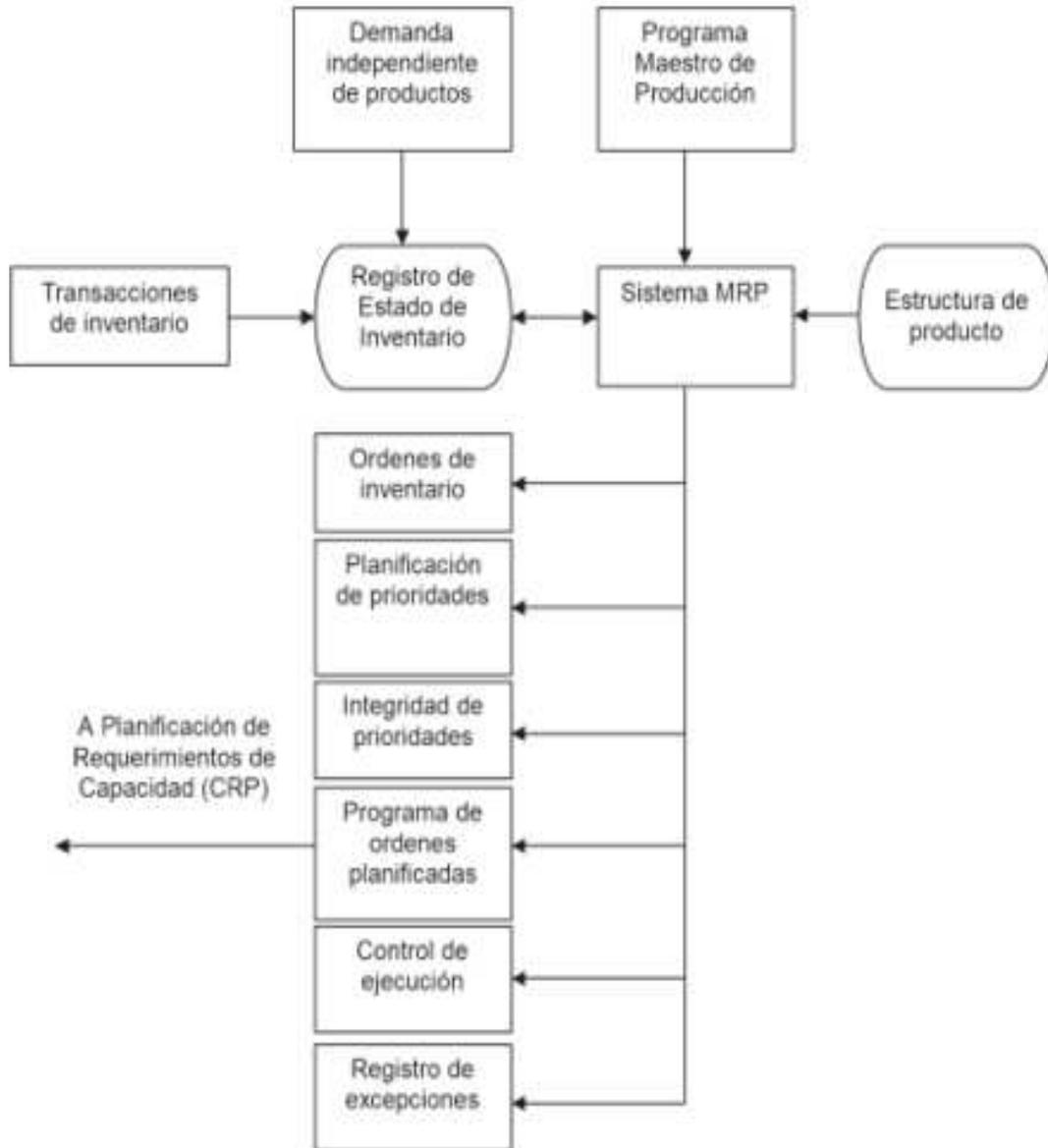
El MRP considera la producción y el tiempo de entrega desde la llegada del producto hacia atrás, permitiendo así que exista en la organización planificación de inventario y planificación de la producción.

Por otro lado, para que se pueda implementar un MRP se debe tener en cuenta lo siguiente: Software actualizado con los registros, tener registro de los saldos de inventario, información integra y confiable.

Además debe contar con los siguientes elementos para poder ser ejecutado, los cuales son:

- Plan Maestro de Producción (MPS), refleja las unidades ya comprometidas y los periodos del tiempo en el cual serán terminados.
- Lista de materiales, muestra la estructura de cada producto, es decir los componentes y las proporciones de cada uno.
- Registro de inventario, es necesario para saber la cantidad actual de cada sku, los pedidos en tránsito, políticas de pedido y el tiempo de aprovisionamiento.

Figura 2. 1. Diagrama de definición del MRP



Fuente: Orlicky, 1975.

En la Figura 2.2 se describe la evolución resumida del MRP; en la década de 1980, se actualizó el MRP en la planificación de recursos de fabricación, este concepto de sistema de información integra producción, inventarios y finanzas, fue bautizado por Ollie Wight como MRP II, siendo las siglas las mismas que el MRP I, pero cambiando las palabras Material Requirement Planning por Manufacturing Resource Planning (Ptack y Schragenheim, 2000).

El acelerado progreso tecnológico permitió que gran cantidad de proveedores de software MRP II ingresen al mercado y que la herramienta esté disponible comercialmente para la mayoría de las organizaciones (Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011).

En la década de 1990, Gartner Group emplea por primera vez el acrónimo ERP (Planificación de Recursos Empresariales) como una extensión del MRP II, se centró inicialmente en la automatización del back office; la gestión eficiente de la información interna de los procesos de la organización como finanzas, logística, manufactura, ventas, recursos humanos bajo el control de un solo sistema con base de datos centralizadas.

En la actualidad es poco común encontrar una organización sin un sistema ERP y según un estudio de Aderbeen Group (2006), el 79% de las empresas con sistema ERP utilizan el módulo MRP como parte de su sistema ERP. Es prudente generalizar que en la actualidad es una herramienta básica el MRP y es utilizada por la mayoría de las organizaciones que están realizando operaciones de fabricación (Vollman, Berry, Whybark & Jacobs, 2005).

Figura 2. 2. Evolución del MRP



Fuente: Yedra, 2017.

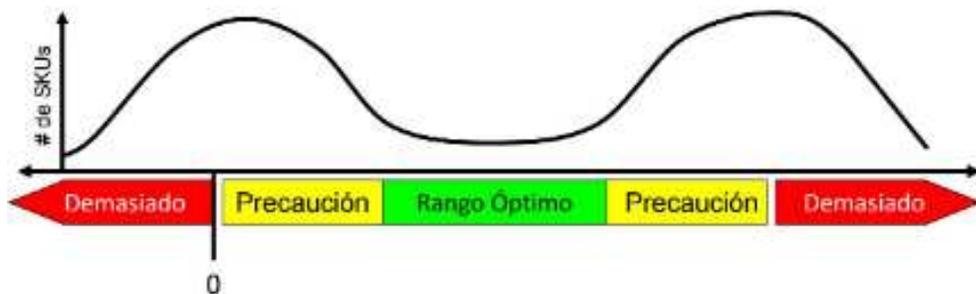
El MRP, el mismo que fue diseñado en la década de los años 50 luego fue computarizado y comercializado, ha tenido muchas mejoras y actualizaciones a través del tiempo, sin embargo es considerado como desactualizado puesto que sigue con la filosofía de aquellos tiempos "Push and Promote", considerando que las condiciones actuales demandan cambios constantes y velocidad en el manejo de la información.

Las organizaciones invierten grandes cantidades de dinero en la implementación de los ERP que les faciliten el manejo, obtención de nueva información y dentro de los cuales está el modulo de MRP, pero los resultados no han sido los mejores teniéndose que apoyar en las hojas de cálculo y se subutiliza los módulos de planificación de los ERP.

Un estudio del Grupo Aberdeen en Estados Unidos, una entidad de alta credibilidad y reconocimiento en el estudio de temas relacionados con cadena de suministro, indica que el 91% de las empresas del mundo utilizan hojas de cálculo para realizar la planeación y ejecución de sus cadenas de suministro, aún cuando cuentan con costosos y sofisticados sistemas ERP. Es muy probable que esta cifra sea realmente mayor, según sondeos del Demand Driven Institute. (Poveda, 2013, p. 6)

Uno de los problemas más comunes en la planificación de los inventarios puede ser la existencia de mucho o muy poco inventario del necesario o requerido para satisfacer la demanda, el mismo que por muchos autores es descrito como una distribución Bi-Modal la cual es ilustrada en la Figura 2.3.

Figura 2. 3. Distribución Bi-Modal



Fuente: Ptak, Demand Driven Material Requirements Planing (DDMRP), 2016.

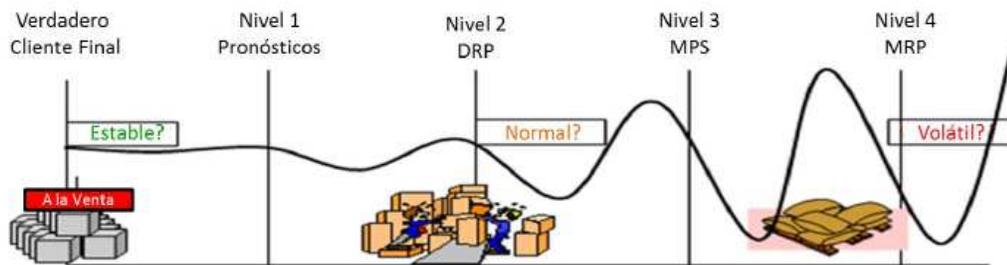
Es decir que si existe muy poco inventario hay un riesgo puesto de que se puede caer en una ruptura de inventario, con lo cual pueden existir pérdidas de oportunidades de ventas, que las entregas sean incompletas, en algunos casos se puede considerar la existencia de costos altos por urgencias y los niveles de servicio pueden caer drásticamente.

Por otro lado, si existe demasiado inventario hay pérdida de liquidez de la organización, altos costos de mantenimiento de inventario, reducción de la capacidad de almacenamiento, incrementan las posibilidades de obsolescencia.

De la misma manera la variación de la demanda en muchas ocasiones induce a grandes pero innecesarias variaciones en los niveles de inventarios generando considerables excesos en algunos momentos e insuficiencias en otros, a esto se lo conoce como el efecto látigo.

El diccionario APICS define al efecto látigo como: “Un cambio extremo en la posición de suministro aguas arriba en una cadena de suministro generada por un pequeño cambio en la demanda aguas abajo en la cadena de suministro. El inventario puede pasar rápidamente de estar en desuso a ser excesivo. Esto se debe a la naturaleza en serie de los pedidos de comunicación en la cadena con los retrasos inherentes al transporte de mover el producto por la cadena. El látigo se puede eliminar sincronizando la cadena de suministro.”

Figura 2. 4. Efecto látigo



Fuente: Poveda, 2013, p. 6.

En la figura 2.4 se puede observar cómo se da el efecto látigo, el cual genera movimientos con fuerte impacto a lo largo de toda la cadena de suministro. Este efecto se da debido que comúnmente se utiliza el pronóstico para la planificación, y este contiene un cierto nivel de incertidumbre.

Sin embargo, se considera que hay tres verdades sobre los pronósticos:

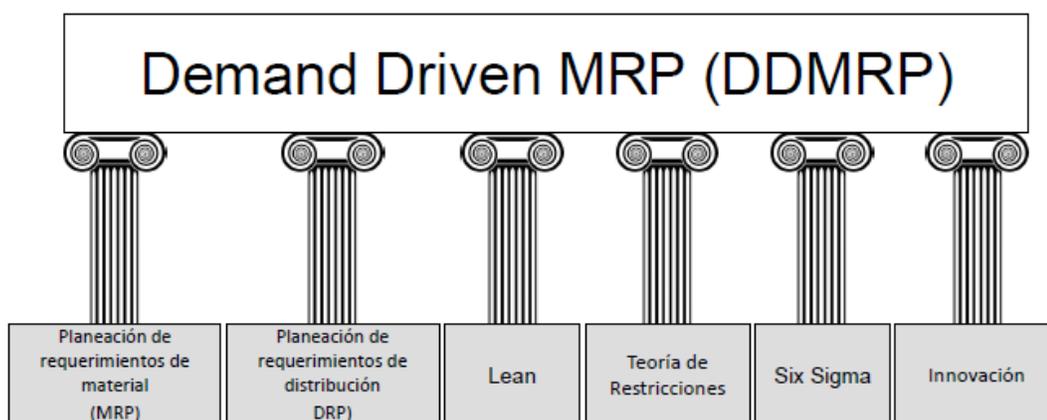
- Todos los pronósticos comienzan con cierto nivel inherente de incertidumbre, por lo cual cualquier predicción sobre el futuro conlleva un margen de error.
- Cuanto más detallado o discreto sea el pronóstico, menos preciso será. Definitivamente hay una disparidad en la precisión entre un pronóstico de nivel agregado (todos los productos o partes), un pronóstico a nivel de categorías (un subgrupo de productos o partes) y un pronóstico a nivel de sku (producto o parte individual).
- Cuanto más remotos sean los pronósticos a tiempo o más lejanos, menos precisos serán. (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Con lo anteriormente descrito, los módulos estándar de los ERP son demasiado genéricos para soportar la complejidad que pueden tener la lista de materiales, la participación de agentes internos y externos de la organización, las opciones de configuración y las complicaciones relacionadas con los procesos externalizados. (Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011), por lo que se requiere de una herramienta resistente y es donde surge Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), la misma que fue desarrollada e introducida por Chad Smith y Carol Ptak en su libro que fue publicado en el 2011 "Orlicky's Material Requirement Planning-Third Edition".

2.13. Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP)

DDMRP es un método para modelar, planear y gestionar la cadena de suministro con el fin de proteger y promover el flujo de materiales e información relevantes. DDMRP es la generación de órdenes de reposición y el motor de gestión de un modelo operativo basado en la demanda. (Demand Driven Institute, 2016)

Figura 2. 5. Pilares DDMRP



Fuente: Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016

DDMRP supone una combinación sin precedentes y sin fricciones, de tácticas de MRP y DRP combinadas con la filosofía 'pull' y las señales de Lean y la Teoría de las Limitaciones (TOC), es por ello que estas filosofías son consideradas los pilares de la metodología DDMRP como se encuentra ilustrado en la figura 2.5 ya que se incluye innovaciones en el campo de la planificación y ejecución para obtener mejoras de la visibilidad durante la ejecución y reducir el lead time de los productos. Asume el foco que Lean pone en la reducción de desperdicio y la visibilidad en la ejecución, y la acompaña de un nuevo conjunto de tácticas de planificación alineadas con la demanda que aporta una nueva dimensión a la visibilidad en planificación en toda la empresa y cadena de suministro. (Smith & Patk, 2017)

Figura 2. 6. Pirámide DDMRP



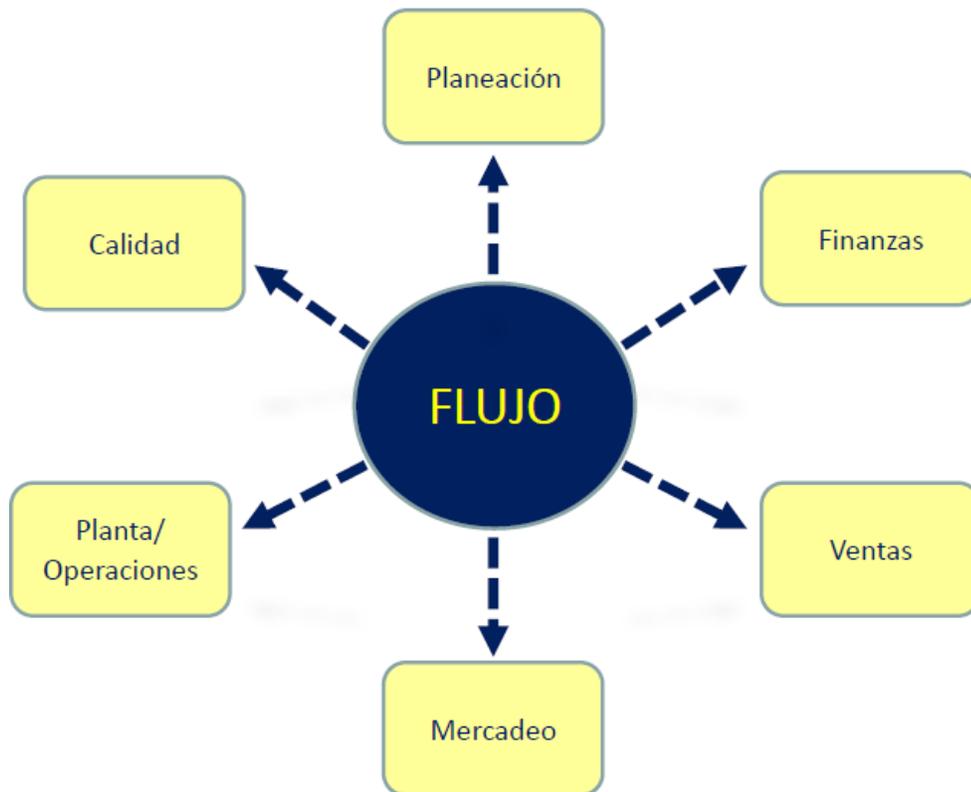
Fuente: Ptak, *Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP)*, 2016

La naturaleza tipo Pull de DDMRP implica que esta metodología no se basa en pronósticos de ventas que empujan productos hasta el cliente final, sino que monitorea la demanda real y opera toda la cadena de forma integral y sincronizada con base en ella. Se establecen buffers en distintos puntos de la cadena y se generan órdenes de reposición sobre el consumo real. (Poveda, 2013, p. 8)

Con la metodología DDMRP se consigue un mejor ROI, esto debido a que se logra altos niveles de servicio con bajo inventario, y producto de la importancia que existe en la creación de los buffers con sus niveles óptimos que incluyen los lead times y los MOQ, basados en las órdenes de compra para poder satisfacer a los clientes y en los puntos de desacoplamiento para poder tener el producto requerido en el momento oportuno, todo esto gracias a una correcta información entre el flujo de la información y el flujo de los materiales que es la base para el DDMRP como se muestra en la figura 2.6.

El flujo es el facilitador de los objetivos principales de la mayoría de las funciones en la organización, involucra a todas áreas de planeación, finanzas, ventas, mercadeo, planta u operaciones y calidad tal como se muestra en la figura 2.7

Figura 2. 7. Flujo



Fuente: Demand Driven Institute, 2016

CAPÍTULO 3

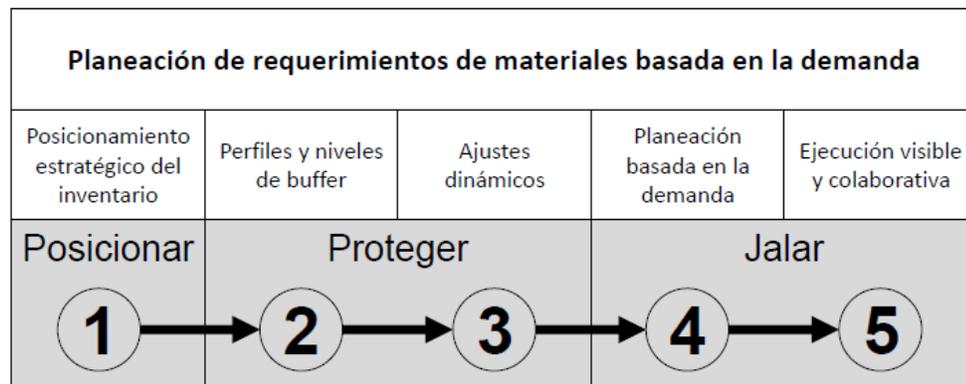
3. METODOLOGÍA

3.1. Componentes de DDMRP

Para la implementación de DDMRP se requiere de un cambio importante en el modo de manejar los métodos operativos basados en el suministro y el costo, los cuales pueden ser denominados “empujar y promover” a una centralidad de la demanda real basados en el flujo, los cuales pueden ser denominados “posicionar, proteger y halar”, por lo que estos componentes serán las bases del DDMRP – Planificación de los Requerimientos de Materiales impulsados por la demanda que se convertirán en los cinco elementos secuenciales. En la Figura 3.1 se detallan estos componentes, su secuencia y como se relacionan “posicionar, proteger y halar”. (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Los cinco componentes trabajan juntos para soportar, reducir o eliminar la incertidumbre que generan los sistemas MRP tradicionales y el efecto látigo resultante de entornos muy complejos, dinámicos y retadores. Con esta metodología se obtendrá información real de los productos que están en riesgo de insuficiencia y que afectan el inventario, así mismo nos ayudará a poder determinar la cantidad de planificadores necesarios para poder tomar buenas decisiones rápidamente, esto significa que las organizaciones estarán en mejores entornos para aprovechar su trabajo, el recurso humano así como las grandes inversiones que se puedan haber realizado en tecnología, obteniendo así, importantes optimizaciones en estos procesos.

Figura 3. 1. Componentes de DDMRP



Fuente: Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016

3.1.1. Posicionar

Se refiere a establecer posiciones estratégicas en el inventario y en aquellos lugares donde sea más efectivo lidiar contra la variabilidad, llamados puntos de desacople (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016).

3.1.1.1. Posicionar estratégicamente el inventario

El primer paso en la metodología DDMRP es considerar a fondo donde se va a ubicar el inventario. Es por ello que se debe tener en cuenta los factores de posicionamiento los mismos que describen donde se debería colocar puntos de desacoplamiento para maximizar la efectividad dentro de la cadena de suministro de la organización, los cuales están basados en el libro de Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011.

Los factores para el posicionamiento son seis y los mismos son:

- Tiempo de tolerancia del cliente, está relacionada con la cantidad de tiempo que el cliente potencial está dispuesto a esperar para la entrega de un bien o servicio antes de buscar otra opción o sustituto.
- Plazo de entrega potencial del mercado, el lead time que permite una variación de precio o la adquisición de negocios adicionales cubriendo nuevos mercados o crecer con los ya existentes.
- Variabilidad de la demanda, el potencial de oscilaciones y picos de demanda que podrían sobrecargar los recursos (capacidad, stock, efectivo).
- Variabilidad de suministro, también se le puede denominar variabilidad de la continuidad del suministro y está relacionada con las posibles interrupciones o roturas de proveedores de suministros.
- Apalancamiento y flexibilidad del inventario, está relacionada con los lugares de la estructura integrada de la lista de materiales o la red de distribución que le dan a una organización las opciones más disponibles y la mejor comprensión del tiempo de entrega para satisfacer las necesidades del negocio.
- Protección de las áreas operativas clave, la minimización de la interrupción pasó a los puntos de control, los mismos que tienen un fuerte impacto en el flujo total o la velocidad que cualquier recurso puede mantener o lograr.

En la metodología DDMRP, estos seis factores se aplican sistemáticamente a lo largo de toda la cadena de suministro y determinar las mejores posiciones para los productos comprados y fabricados.

3.1.2. Proteger

Se refiere a proteger los puntos de desacople definidos, calculando para cada punto un “cortafuegos” de inventario que produzca independencia entre el consumo de dicho material y su suministro (creando un efecto denominado “desacople”), y adaptándolo dinámicamente a los cambios actuales o planeados en la demanda, el suministro y la variabilidad asociada, para que su cálculo nunca se vuelva obsoleto ante las condiciones que enfrenta en el corto plazo. Esto requerirá que los parámetros con los cuales estos “cortafuegos” son calculados no solo provengan del comportamiento de dichos parámetros en el presente, sino que exista un proceso que conecte estos parámetros con el direccionamiento estratégico y el plan de negocios establecido por el directorio. (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

3.1.2.1. Perfil y nivel del buffer

Los buffers son posiciones estratégicas de stock cuidadosamente analizados, mantenidos y situados en puntos de desacoplamiento crítico, se los considera como la base de un sistema DDMRP y los mismos tienen tres propósitos:

- Absorción de impactos. Amortiguando la variabilidad tanto del suministro como de la demanda, reduciendo o eliminando la transferencia de variabilidad que crea nerviosismo y el efecto látigo.

- Compresión del lead time. Desacoplando los plazos de entrega del proveedor, los tiempos se comprimen instantáneamente del lado del consumo del buffer.
- Generación de orden de suministro. Toda la información de la demanda se combina en el buffer para producir una ecuación de “Inventario disponible” que va a determinar las órdenes de suministro.

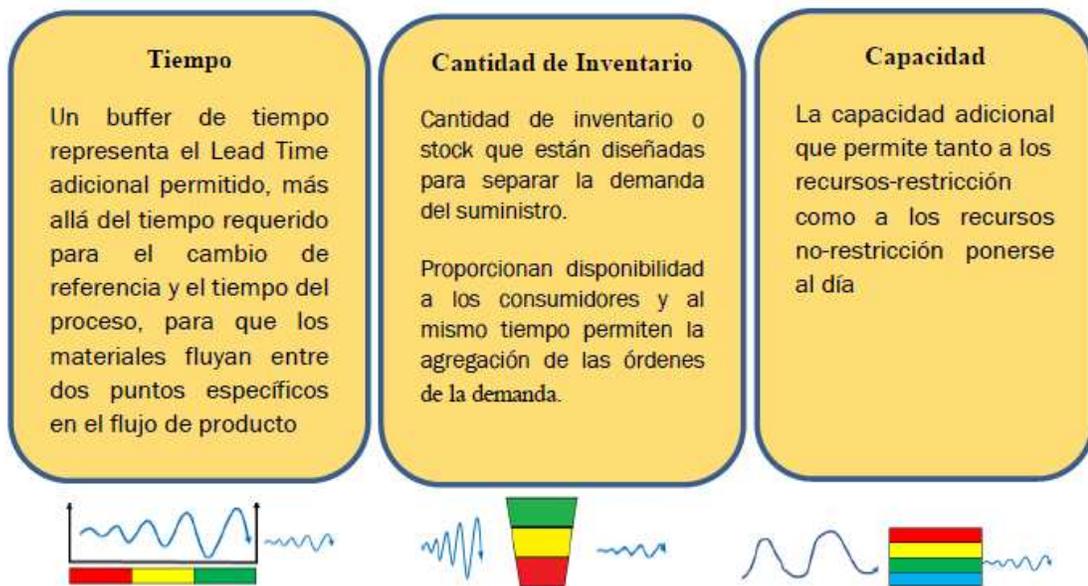
Los perfiles de buffer son familias o grupos de artículos, que son similares y esto es porque puede ser que compartan reglas, directrices o procedimientos que pueden ser aplicados de la misma forma para todos los miembros de un perfil de buffer determinado, estos perfiles permiten una gestión práctica y efectiva de las cantidades de artículos desacoplados de manera estratégica puesto que sería pesado realizarlo de forma individual. Por supuesto, hay muchas partes, materiales y artículos que se comportan de manera diferente. (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Los buffers DDMRP están compuestos por tres códigos de colores universales e intuitivos; verde, amarillo, rojo; cada zona tiene un propósito específico, varía en tamaño y proporción dependiendo del perfil del buffer al que ha sido asignado el artículo amortiguado. De la misma manera determinarán la planificación y las prioridades de ejecución. El perfil del buffer es un grupo de valores aplicados a un grupo de artículos que tiene atributos similares. Estos atributos incluyen:

1. Tipo de artículo (Producido, comprado o distribuido)
2. Categoría del lead time (Largo, medio, corto)
3. Categoría de variabilidad (Alta, media, baja)
4. Limitaciones de lote (Cantidades mínimas de pedidos o cantidades ejecutadas)

Los sistemas con variabilidad deben estar protegidos con una combinación de los siguientes buffers: Tres tipos de buffers para gestionar y enfrentar la variabilidad como se muestra en la Figura 3.2.

Figura 3. 2. Tipos de buffers

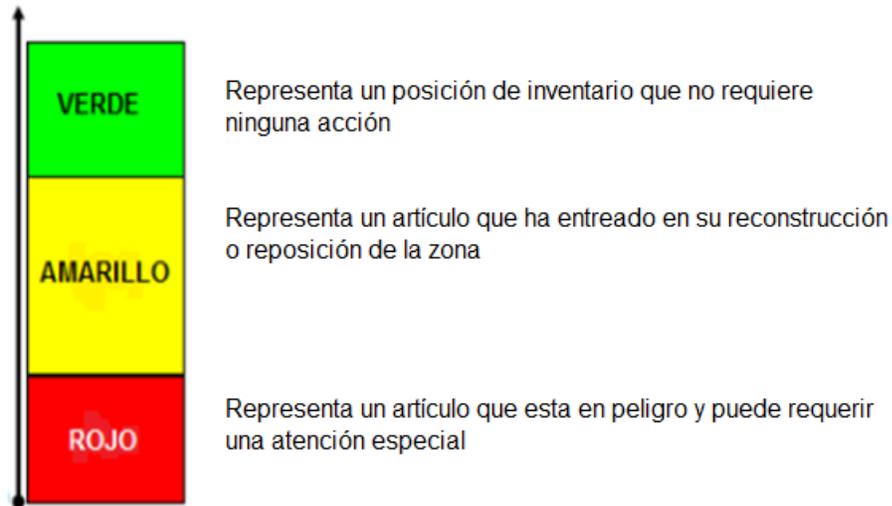


Fuente: Roman, Estudio del DDMRP (Demand Driven Material Requirements Planning), 2017

Para comprender el propósito de cada zona es crucial entender como los buffers de DDMRP producen sus resultados y como éstos se comparan con otras técnicas de administración de inventarios.

Las tres zonas de los buffers se muestran en la Figura 3.3.

Figura 3. 3. Zonas de los buffers



Fuente: Elaboración propia

La zona verde, es el corazón del proceso de generación de órdenes de reaprovisionamiento introducido en el buffer. El mismo determina el tamaño y la frecuencia de las órdenes de pedido. Esta zona está definido por uno de tres factores, es decir que el mayor resultado de cualquiera de estos tres factores determina el tamaño de la zona verde. Los tres factores son:

1. Un porcentaje del consumo promedio diario sobre el lead time
2. Una cantidad mínima de orden significativa (Si aplica)
3. Una frecuencia de re-orden impuesta (Si aplica)

Para calcular la zona verde como un porcentaje del consumo promedio diario por el lead time, es necesario saber en qué categoría de lead time se encuentra el artículo/SKU (largo, medio, corto). Este porcentaje será llamado "factor del lead time". En la tabla de abajo se muestran los rangos del factor del lead time recomendados según la categoría en la que se encuentra el sku. El ASRLT (ASR lead time) es el lead time acumulado, definido como la secuencia más larga desprotegida/no -amortiguada en la lista de materiales.

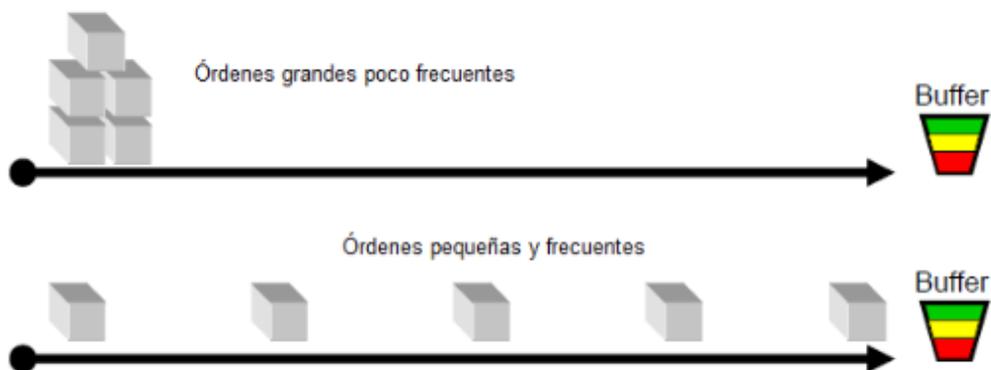
Tabla 3. 1. Rangos del factor de lead time. Zona verde

Zona Verde	Rangos del Factor de Lead Time
Lead Time Largo	20-40% del CDP a través de ASRLT
Lead Time Medio	41-60% del CDP a través de ASRLT
Lead Time Corto	61-100% del CDP a través de ASRLT

Fuente: Ptak & Smith (DDI), Buffer de Demand Driven MRP, 2013

La regla principal es que mientras más largo sea el lead time del sku menor deberá ser el factor del lead time. Esto puede parecer contradictorio, ya que para unos sku con lead time largos DDMRP quiere obligar a hacer órdenes de pedido lo más frecuentemente posible (hasta que el MOQ o un ciclo de pedido impuesto se convierta en el factor determinante de la zona verde). Desde que la zona verde determine el tamaño promedio de los pedidos y la frecuencia, un factor de lead time menor produce una zona verde más pequeña. (Ptak & Smith (DDI), 2013, p.4)

Figura 3. 4. Frecuencia de órdenes



Fuente: Ptak & Smith (DDI), Buffer de Demand Driven MRP, 2013

¿Por qué para un sku con lead time largo DDMRP quiere obligarse a hacer órdenes de pedido lo más frecuentemente posible? Lo primordial de DDMRP es crear y proteger el flujo de información y de materiales. Para un sku con un lead time largo, DDMRP está tratando de crear una “cinta transportadora” de suministro entregando

un flujo constante de órdenes de aprovisionamiento. Con órdenes más pequeñas y frecuentes, se propaga el riesgo y se extiende el buffer por toda la cadena de suministro (esto corresponde a usar un factor de lead time menor en la zona roja). Adicionalmente, puede haber una ventaja de flujo de caja por pagar facturas más pequeñas y frecuentes en vez de facturas grandes y poco frecuentes. (Ptak & Smith (DDI), 2013, p.4)

La zona amarilla, es considerada el corazón de la cobertura de inventario en el buffer, siempre se calcula como el cien por ciento del consumo promedio diario (CPD) por el tiempo de entrega desacoplado.

Para un sku con lead time más largo, esta información nos dice cuántas "órdenes en la cinta transportadora" se deberían de tener, esto proporciona una rápida manera de analizar si el sku encaja en el perfil del buffer que le asignaron y si el comprador/planeador está lanzando las órdenes de aprovisionamiento en el momento adecuado (cuando el inventario disponible está un poco por debajo del tope amarillo). (Ptak & Smith (DDI), 2013, p.6)

La zona roja, se considera la seguridad introducida en el buffer. Dada mayor sea la variabilidad asociada con el producto o sku, mayor será la zona roja. Para el cálculo de la zona roja es necesario el uso de tres ecuaciones secuenciales:

1. Establecer el rojo base, se determina mediante re-aplicación del factor del lead time por el consumo promedio diario (CPD). Este factor de lead time corresponde al mismo rango utilizado para calcular la zona verde, pero se puede escoger uno diferente al utilizado en la zona verde.

Tabla 3. 2. Rangos del factor de lead time. Zona Rojo Base

Zona Rojo Base	Rangos del Factor de Lead Time
Lead Time Largo	20-40% del CDP a través de ASRLT
Lead Time Medio	41-60% del CDP a través de ASRLT
Lead Time Corto	61-100% del CDP a través de ASRLT

Fuente: Ptak & Smith (DDI), Buffer de Demand Driven MRP, 2013

2. Establecer el rojo seguridad, el cual se calcula como un porcentaje multiplicado por el rojo base. El porcentaje utilizado es conocido como el factor de variabilidad. Como en la tabla 3.2, existen rangos para los factores de variabilidad dependiendo si el sku tiene una variabilidad alta, media o baja.

Tabla 3. 3. Rangos del factor de variabilidad. Zona Rojo Seguridad

Rojo Seguridad	Rangos del Factor de Lead Time
Variabilidad Alta	61-100% del rojo base
Variabilidad Media	41-60% del rojo base
Variabilidad Baja	0-40% del rojo base

Fuente: Ptak & Smith (DDI), Buffer de Demand Driven MRP, 2013

La variabilidad es única dependiendo del entorno. Lo que es “alta variabilidad” en un tipo de entorno, puede ser moderada en otro. La selección de los diferentes umbrales y porcentajes, se realiza normalmente calculando el coeficiente de variabilidad (Cov) de cada sku estratégico y basado en la distribución del Cov de todos los sku, se determinan las barreras de la variabilidad alta, media o baja. Puede haber más que estas tres distinciones. Por ejemplo, distribuciones con colas muy largas, puede producir una categoría de variabilidad de “Muy Alta”. Un rango del factor de variabilidad Muy Alta puede ser entre 80-100% o incluso más alto. (Ptak & Smith (DDI), 2013, p.6)

Existen tres factores específicos para los perfiles de los Buffers:

Factor 1: Tipo de Artículo

La primera división que existe es la procedencia para la administración de las familias de los tipos de artículos, así se tiene que se clasifican en: elaborados (P), comprados (C) o distribuidos (D); las razones para agruparlas de esta manera son:

- Responsabilidad, quienes son los encargados de gestionar o administrar estos tipos de artículos, comúnmente en las organizaciones son varios.
- Intuición, está relacionado con la administración de los diferentes tipos de artículos y sobre el conocimiento del tratamiento del mismo.
- Control organizacional, está relacionado en el tratamiento y control de los diferentes tipos de artículos antes mencionados por la organización, normalmente las compañías generan un mayor control sobre los artículos que se encuentran dentro de su control físico (instalaciones), también se considera que este control depende de la integración vertical que tenga la empresa.
- Diferencias categóricas, el tiempo de entrega de los artículos antes diferenciados pueden tener comportamientos completamente distintos, puesto que se pueden llegar a obtener artículos comprados al día siguiente de generada la orden de compra como se puede obtener un artículo en dos semanas si hay que fabricarlo.

Factor 2: Tiempo de Espera

El tiempo de entrega puede ser clasificado en: corto, medio y largo. Dado que existen diferentes criterios para identificar los parámetros que definen corto, mediano y largo, la clasificación de los artículos dentro de los parámetros antes citados dependerá de la o las personas a cargo de realizar las reposiciones.

Factor 3: Variabilidad

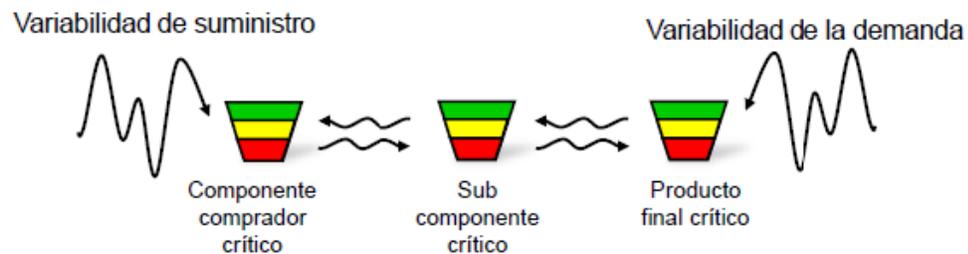
Generalmente se puede dividir la variabilidad de los sku en: alta, mediana y baja; con dos dimensiones que son: la de la oferta y la de la demanda. La variabilidad de la demanda (lado derecho de la Figura 3.5) está relacionada con los picos de requerimientos de un producto (sku) o servicio, es importante poder determinarlo y ser previsible con el objetivo de brindar un mejor servicio. Las compañías suelen usar la siguiente segmentación para la variabilidad de la demanda:

- Alta variabilidad de la demanda, se encuentra relacionada a cuando existe picos frecuentes en la demanda.
- Media variabilidad de la demanda, se encuentra relacionado a cuando existen picos ocasionales en la demanda.
- Baja variabilidad de la demanda, está relacionado a cuando la demanda es relativamente estable y existen pocos picos en la misma.

La variabilidad de la oferta (lado izquierdo de la Figura 3.5) es importante poderla controlar puesto que puede ser grave al momento de generar interrupción en la provisión de insumos o suministros (requerimientos), lo cual a su vez también puede afectar el nivel de servicio ofrecido. Las compañías comúnmente usan la siguiente segmentación para la variabilidad de la oferta:

- Alta variabilidad de la oferta, se encuentra relacionado a cuando existe interrupciones en el suministro.
- Media variabilidad de la oferta: Se encuentra relacionado a cuando hay interrupciones ocasionales en la oferta.
- Baja variabilidad de la oferta: Está relacionado a cuando la oferta es relativamente estable y existen pocos picos en la misma; en estos casos se considera que el suministro es confiable. (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Figura 3. 5. Múltiples buffers, diferentes formas y niveles de variabilidad



Fuente: Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016

Como se observa en la Figura 3.5 un mismo producto fabricado puede estar sujeto a la variabilidad de la oferta y la demanda en función de cómo se formule el modelo de posicionamiento. Los insumos o piezas manufacturadas están menos sujetos a la variabilidad de la demanda si el artículo fabricado alimenta otro nivel de componente amortiguado o artículo final. Estas partes están menos sujetas a la variabilidad de la oferta si consumen partes críticas que se reponen estratégicamente. Esto se debe a la naturaleza amortiguadora de la ruptura del buffer. Sin embargo, en muchos casos puede haber una combinación de tipos de demanda experimentada por una posición de buffer. Un ejemplo de este tipo de pieza fabricada es aquella que se usa en subconjuntos o en los artículos finales (algunos de los cuales pueden almacenarse en buffer) pero también es una parte del servicio (que puede ir

directamente al cliente). Este tipo de pieza fabricada probablemente estaría sujeta a una mayor variabilidad de la demanda que una parte que alimenta solo algunos subconjuntos amortiguados o elementos finales. Por lo tanto, es importante que se apliquen cuidadosamente los factores de posicionamiento y la combinación del tiempo de entrega y las categorías de variabilidad para las piezas fabricadas del ejemplo anterior.

Los artículos distribuidos o sku tienden a verse afectados por un tipo de variabilidad dependiendo de sus ubicaciones respectivas en la cadena de suministro interna. Las piezas o códigos de artículo distribuidos en los buffers centrales pueden ser inmune en gran medida a la gran variabilidad de la demanda si las posiciones aguas abajo que alimentan están dimensionadas y gestionadas adecuadamente. Los almacenamientos intermedios de piezas o sku en ubicaciones aguas abajo se verán afectadas casi exclusivamente por la variabilidad de la demanda porque están protegidos por el almacenamiento intermedio central en el lado de la oferta.

El tipo de producto o servicio, el tiempo de entrega y la asignación de categoría de variabilidad son los tres parámetros básicos de los perfiles de los buffers. Los cuáles deberían ser adaptables a lo largo plazo. Pero los perfiles del buffer son solo la mitad de los requisitos necesarios para calcular los buffers. Hay 36 perfiles básicos de buffer o combinaciones mencionados en la Figura 3.6. Dependiendo del entorno de fabricación, se conoce que podría haber aún más derivaciones y permutaciones que esto. Si hay un determinado atributo que tiene sentido por qué partes se deben agrupar y que no está relacionado con la variabilidad, el tiempo de entrega o el tipo de parte, se debe explorar y posiblemente agregar otro tipo de perfil de memoria intermedia. (Ptak, Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP), 2016)

Figura 3. 6. Combinaciones básicas de los perfiles de buffers

		Tipo de Artículo					
		Comprado	Producido	Distribuido	Intermedio		
Categoría de Lead Time	Corto	CCB	PCB	DCB	ICB	Baja	Categoría de Variabilidad
		CCM	PCM	DCM	ICM	Media	
		CCA	PCA	DCA	ICA	Alta	
	Medio	CMB	PMB	DMB	IMB	Baja	
		CMM	PMM	DMM	IMM	Media	
		CMA	PMA	DMA	IMA	Alta	
	Largo	CLB	PLB	DLB	ILB	Baja	
		CLM	PLM	DLM	ILM	Media	
		CLA	PLA	DLA	ILA	Alta	

Fuente: Ptak, *Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP)*, 2016

El perfil de buffer básico tiene 36 combinaciones diferentes. Cada perfil de buffer ha sido nombrado con un código basado en su combinación de atributos. Dentro de ese código de denominación, la primera letra significa el tipo de parte: "C" para comprado, "P" para producido o fabricado, "D" para distribuido e "I" para componentes intermedios. Luego está la categoría de tiempo de entrega: "C" para corto, "M" para medio, y "L" para largo. La tercera letra representa la categoría de variabilidad: "B" para bajo, "M" para medio y "A" para alto.

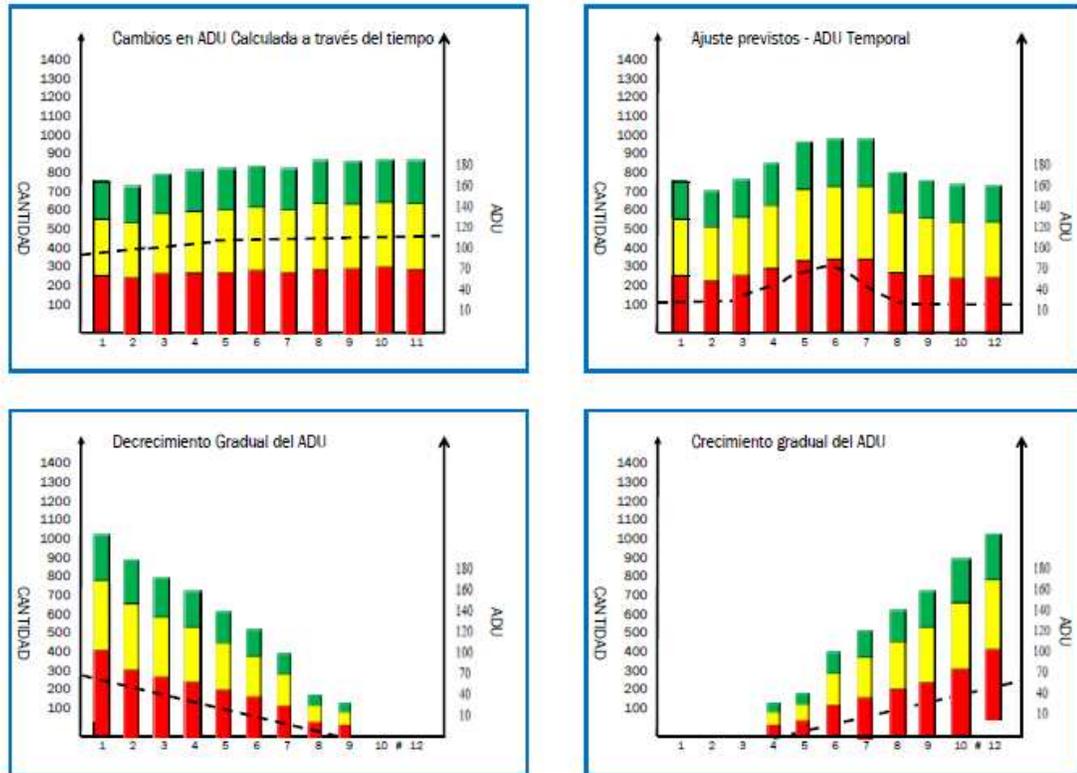
Por ejemplo, una parte distribuida con tiempo de entrega medio y baja variabilidad se codifica como "DMB". Un sku comprado con un tiempo de entrega largo y alta variabilidad se encuentra en el perfil de buffer conocido como "CLA".

3.1.2.2. Ajustes dinámicos

Debido a que la cadena de suministro actual es muy dinámica, esta debe ajustarse y adaptarse a las condiciones cambiantes. Así mismo debido a que existen factores para poder establecer los buffers, también se entienden los factores que pueden cambiar en el transcurso

del tiempo, y estos cambios pueden originarse de cambios de atributos de parte o cambios de perfil de buffer.

Figura 3. 7. Ajustes dinámicos de buffers



Fuente: Roman, *Estudio del DDMRP (Demand Driven Material Requirements Planning)*, 2017

Según Ptak & Smith, hay tres tipos de ajustes que deben ser considerados: Ajuste recalculado, ajuste previsto y ajuste manual.

1. Ajuste recalculado, a menudo es automatizado. Existen dos tipos de ajustes de buffer recalculados: de ajustes basados en el promedio diario y ajustes basados en la ocurrencia de la zona.

- Recálculo basado en el promedio diario.

En la medida que se produzca más o menos variabilidad en el tiempo, los buffers deben adaptarse a la dinámica. Una forma sencilla de hacerlo es volver a calcular el promedio diario en un horizonte de cambio. La duración y la frecuencia del horizonte están definidas por el planificador. En la mayoría de los casos, la frecuencia de uso es diaria. La longitud del horizonte de tiempo de estructuración, sin embargo, es específica para el entorno en el que está. Se puede elegir un horizonte de rodadura de 3 meses, mientras que otras se sienten obligadas a utilizar 12 meses. Un periodo demasiado corto de horizonte de rodadura, podría producir cambios de buffer más hiperactivo (con más rapidez o cada menos tiempo). Un periodo demasiado largo de un horizonte puede producir cambios en varios sku y que haya muchas circunstancias que puede que ocurran, esto hará que los cambios del buffer sean hiperactivos. Avisar de estos cambios es el propósito de las alertas o indicadores de alerta temprana.

- Recálculo basado en la ocurrencia de la zona.

Así mismo otra manera de ajustar buffers es evaluando el número de ocurrencias definidas que se producen dentro de un intervalo prescrito con respecto a un sku en particular. Comúnmente se utiliza este tipo de ajuste junto con un intervalo fijo que reordena el modelo de inventario. La lógica básica es la apoyada en el ajuste del lead time y el ajuste del perfil de demanda del sku. Debe haber un intervalo de buffer medio de pedidos. Si el buffer es de un tamaño indebido, los entornos se originarán con

frecuencias inaceptables. Por ejemplo, un número de ocurrencias de la zona roja o la falta de existencias dentro de ese intervalo podría desencadenar un aumento del buffer.

2. Ajuste previsto, se basan en determinados factores estratégicos, históricos y de inteligencia de negocios. En el DDMRP, estos ajustes previstos representan los elementos necesarios de planificación y moderación de riesgo necesario para ayudar a resolver el problema entre los elementos necesarios del plan de previsibilidad y el uso de métodos operativos de demanda impulsada. Estos ajustes anunciados son manipulaciones a la ecuación de buffer que afectan a las posiciones de inventario elevando o bajando los niveles de buffer y sus zonas correspondientes en ciertos momentos. Esta manipulación se produce mediante el ajuste del promedio diario a una posición históricamente comprobada o planificada basada en un modelo de negocio aprobado. Los ajustes previstos se utilizan para situaciones comunes tales como la estacionalidad, sku de aceleración de rampa y sku de deceleración hacia abajo.
3. Ajuste manual, normalmente son impulsados por alertas que están diseñadas para proporcionar visibilidad a los cambios no planificados en el cálculo del promedio diario y no puede reaccionar lo suficientemente rápido. Estos cambios no planificados podrían incluir eventos o tendencias que sabe una parte de la organización, pero no se comunican al personal de planificación. Un tipo de alerta que podría llevar a ajustes manuales se llama un umbral de alerta promedio diario, y está diseñada para advertir a los planificadores de un cambio de trayectoria grave en el promedio diario a lo largo de un período de tiempo más corto que el horizonte de

planificación. Ambos factores que constituyen un horizonte grave y más corto son completamente específicos para el medio ambiente y el perfil buffer.

3.1.3. Halar

Es la parte operacional del DDMRP y el mismo se basa en la demanda real y datos relevantes a corto plazo, generando las órdenes de pedidos que se requieran para defender estos “cortafuegos” llamados buffers como enfoque primario de planeación, y no como enfoque secundario, con el fin de evitar que la planeación sufra constantes reprocesos y la variabilidad ingrese al sistema.

3.1.3.1. Planificación impulsada por la demanda

La planificación impulsada por la demanda es el cuarto componente del DDMRP y es una manera simple e intuitivamente clara de generar pedidos de aprovisionamiento ya que la misma es un método que genera la disminución del tiempo de entrega y la amortiguación de la variabilidad. Los buffers colocados en los puntos de desacoplamiento son el corazón de la generación de orden de aprovisionamiento para MRP con demanda y se convierten en un punto focal para crear, promover, proteger y determinar información y materiales relevantes. Por otro lado, cuando el sistema se ve inmerso en datos, información y materiales irrelevantes, el retorno de la inversión decrece debido a que el flujo de caja, la capacidad y el espacio son atados a un inventario innecesario.

La planificación impulsada por la demanda crea la oportunidad de una forma más distinguida y clara de generar pedidos de aprovisionamiento ya que comienza con la consideración de lo que realmente son datos relevantes desde una perspectiva de demanda y con el uso de órdenes de venta calificadas, lo cual significa que todos los componentes de la

ecuación de generación de pedidos (en orden, en mano y órdenes de venta calificadas) son conocidos y contienen relativamente poca variabilidad, esto combinado con el posicionamiento del punto de desacoplamiento y los amortiguadores; hacen que el nerviosismo, la variabilidad de la continuidad del suministro y el efecto de látigo amenoren, la ecuación de flujo neto y la posición del flujo neto permiten vistas rápidas, intuitivas e informativas a través de grupos de elementos, dando un sentido real de prioridad relativa y cómo manejar mejor esa prioridad relativa. (Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011)

3.1.3.1.1. La ecuación del flujo neto

La ecuación de flujo neto ayuda a generar la orden de suministro (tiempo y cantidad) para el reabastecimiento de almacenamiento intermedio. Es un aspecto clave y único de DDMRP y se debe realizar a diario en todas las posiciones desacopladas. La ecuación de flujo neto abarca todos los rangos de planificación con respecto a la generación de órdenes de pedido, la cual es:

Flujo Neto = Productos disponible + Productos ordenados (en tránsito) - demanda de orden de venta calificada.

Los *productos disponibles o en mano* (On-Hand) es la cantidad de stock disponible físicamente en la bodega y que puede ser utilizada inmediatamente.

Los *productos ordenados o en orden* (On-Order) es la cantidad de stock pedida, pero que no ha sido recibido y que se encuentra en tránsito sin importar el tiempo que se demore en llegar a nuestra bodega o que pueda ser utilizado.

La *demanda calificada de orden de venta*, es la suma de las órdenes de venta vencidas, las órdenes de venta por vencer en el corto plazo que incluyan (los picos calificados).

La ecuación de flujo neto ayuda a responder preguntas relacionadas con la planificación, como son:

¿Qué tengo? Lo cual está relacionado con los productos disponibles y su valor.

¿Qué viene a mí? Está relacionado con los productos ordenados y su valor.

¿Qué demanda debo cumplir de inmediato? Pedidos de ventas vencidos y vencidos en el corto plazo.

¿Qué demanda futura es relevante? Picos futuros calificados.
(Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011)

3.1.3.2. Ejecución visible y colaborativa

En DDMRP, sencillamente la generación y emisión de órdenes de pedido, órdenes de producción y órdenes para transporte desde cualquier organización de la planificación no afinan el reto de gestión de materiales y pedidos. Estas órdenes deben administrarse y alertarse de manera práctica para sincronizarlas con los cambios que frecuentemente suceden dentro del horizonte de realización, esto es para proteger y promover el flujo. El horizonte de ejecución es el tiempo que transcurre desde que se aparta una orden hasta cuando la misma se cierra en el sistema de registro. Las alertas de ejecución aseguran que los compradores y planificadores pongan medidas oportunas a problemas que se generen durante toda la cadena de suministro.

Las alertas de estado del buffer están diseñadas para mostrar el estado actual y proyectado de las posiciones del punto de desacoplamiento (puntos independientes) en todo el modelo operativo impulsado por la

demanda, están pueden ser inventario físico actual, sku agotados proyectados y sincronización en los materiales. Las alertas de sincronización están delineadas para destacar los problemas relacionados con las dependencias. Estas dependencias se refieren a requisitos de demanda conocidos frente a la disponibilidad de suministro prevista. Mientras que los buffers aminoran la transmisión de variabilidad hacia arriba y hacia abajo de la cadena, la sincronización sigue siendo importante en DDMRP entre los puntos de desacoplamiento y particularmente entre un punto de desacoplamiento y el cliente. Cuanto mejor sea la visibilidad de los problemas de sincronización, menos variabilidad se transfiere a los buffers y al cliente.

Las alertas en DDMRP se subdividen en dos grupos, en donde las alertas del estado del buffer se manejan para inspeccionar las partes almacenadas y las alertas de sincronización se usan primordialmente en partes que no son almacenadas, con la excepción de que las alertas de sincronización de materiales también se pueden utilizar para productos almacenados.

Las alertas de estado del buffer contienen dos tipos de alertas:

- Alerta actual disponible
- Alerta de estado del buffer proyectado.

De acuerdo a su nombre, la actual alerta se utiliza para darle seguimiento al estado real del inventario disponible de los sku almacenados, esto con el objetivo de identificar las órdenes de suministro abiertas que necesitarían agilizar su proceso utilizando códigos con color y basados en la prioridad de agilización.

La alerta del estado del buffer proyectado es utilizada para el seguimiento constante del estado del buffer de los productos

reaprovisionados utilizando el uso diario promedio, la demanda real y los suministros es estatus “abierto” para obtener una visión sobre un tiempo de espera de reabastecimiento activo sincronizado en alertas futuras disponibles posibles. La diferencia entre estas dos alertas es que la alerta actual proporciona advertencia y visibilidad sobre las situaciones de desabastecimiento reales, mientras que la alerta de estado de la memoria intermedia proyectada trata de evitar situaciones de alerta disponibles al proporcionar proactivamente la visibilidad del estado del buffer en el futuro y por lo tanto genera sugerencias de que las órdenes de pedido corren el riesgo de causar situaciones de insuficiencia. (Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011)

Las alertas de sincronización están divididas en dos tipos de alertas diferentes:

- Alertas de sincronización de materiales las cuales se usan para artículos almacenados y no almacenados.
- Alertas de tiempo de entrega que se utilizan para artículos no almacenados. Estas alertas están basadas en fechas de vencimiento para evitar posibles retrasos causados por la dependencia entre partes el sistema y subsistema del mismo.

Las alertas de sincronización de los materiales, es para todos los sku y su objetivo es la de mostrar la ubicación negativa más pronta disponible en un mínimo de horizonte de tiempo en el futuro, tiempo en espera del reaprovisionamiento activo sincronizado, si la orden de pedido abierta no se entrega y va a llegar después de la fecha de demanda que crea posición de la mano. En caso de que el planificador de la alerta sincronizada de material tenga que considerar si la orden de pedido puede ser apresurada y no lo es, entonces podría posponerse el artículo principal para evitar demoras causadas por el

stock con demanda. Si el artículo principal está amortiguado con el tiempo, entonces pedidos menores podrían ser posibles si el pedido de suministro no puede ser acelerado. Estas situaciones de stock con demanda generalmente son causadas por un aumento brusco e inesperado en la demanda, el pedido de suministros se ha confirmado para una fecha posterior a la que se ordenó o el sku principal se agiliza a una fecha de vencimiento anterior a la planeada previamente cuando se lanzó la orden de pedido. (Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011)

Con los artículos almacenados, parte de la variación en la oferta y la demanda se previene a través del almacenamiento en buffer con el inventario, pero cuando el inventario no es posible, el almacenamiento temporal con el tiempo se convierte en una solución alternativa frente a la variabilidad.

En DDMRP, los elementos no almacenados temporalmente se denominan sku gestionados por tiempo de entrega y para estos sku se utilizan alertas de tiempo de entrega para vigilar el sistema y para conseguir claridad sobre posibles problemas con las fechas de vencimiento de los sku. El propósito de las alertas de tiempo de entrega es monitorear activamente los posibles problemas antes de que se conviertan en entregas tardías y, por lo tanto, el uso de estas alertas conduce a un mejor rendimiento de la fecha de vencimiento con los sku no almacenados críticos. (Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011)

Los autores Carol Ptak & Chad Smith explican que los cinco componentes de DDMRP trabajan juntos para amortiguar y/o eliminar, los nervios innecesarios debido a los sistemas MRP tradicionales y el efecto látigo que resulta de entornos complicados y retadores. DDMRP clasifica los elementos importantes que necesiten gran atención dentro del inventario que se está administrando. Esto es un indicador de que las organizaciones pueden aprovechar de mejor manera el recurso humano y las inversiones realizadas en tecnología para la administración de la información.

Los autores adjuntan la nota a continuación: hay un desafío incorporado con el escrito de este libro. Una buena parte de la solución involucra alta claridad. Una gran parte de esa claridad se obtiene a través de señales con color y que son fáciles de interpretar como el rojo, amarillo y verde. (Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011)

3.2. Implementación de DDMRP 2018

El DDMRP, es un sistema de planificación y ejecución de la cadena de suministro, está basado en la demanda real, es de tipo Pull (Halar) es decir de reposición por consumo, armonizado a lo largo de toda la cadena de suministro y con toda visibilidad. (Ptak & Smith, Orlicky's Material Requirements Planning, 2011)

Para la implementación del DDMRP, se utilizara los componentes ya descritos en este Capítulo 3 de posicionar, proteger, halar y los mismos son ilustrados en la Figura 3.1. Las medidas prioritarias del DDMRP se determinan a través del proceso de planificación de ventas y operaciones, con el objetivo de cumplir con las necesidades del mercado y las metas determinadas por el negocio.

Una razón significativa de los activos en la mayoría de las organizaciones son los inventarios y es por tal motivo que en la implementación de la metodología DDMRP de cómo resultado minimizar el total del inventario y como tal un ahorro económico a la organización.

Así mismo para la implementación de la metodología DDMRP se va a considerar todas las líneas de productos: Nutrición Mascotas, Nutrición Aves, Nutrición Cerdos, Nutrición Acuicultura, dado que no se cuenta con una organización en el proceso de abastecimiento.

Se tomó como referencia inicial para el análisis las ventas o consumos mensuales que se realizaron en el periodo comprendido entre enero y diciembre 2018.

Luego se realizó un análisis ABC de todos los sku en base a la facturación y en el que se determina de un total de 35 productos, lo siguiente: 10 productos categorizados como A, dentro los cuales 9 productos son comercializados en las mismas condiciones que son comprados (Importados y distribuidos) y 1 producto es producido localmente en instalaciones alquiladas y que cumplen con todas las regulaciones respectivas; 10 productos categorizados como B que también son comercializados en las mismas condiciones de compradas; 15 productos categorizados como C, dentro los cuales se encuentran 5 productos que salen del portafolio comercial los cuales no serán considerados en el presente análisis y 10 productos comercializados en las mismas condiciones de compradas.

Según lo indicado anteriormente, para la implementación del DDMRP se seleccionan los productos categoría A, los cuales representan el 79,83% de la venta total anual.

Se considera los seis factores de posicionamiento del inventario y que se detalla a continuación:

Tabla 3. 4. Factores de posicionamiento del inventario

Factores de posicionamiento del inventario	
Tiempo de tolerancia al cliente	Para la organización productora y comercializadora de productos para la nutrición animal objeto de este estudio se ha observado que tienen un considerable nivel de especialización, sin embargo los clientes que realizan pedidos frecuentes desean que las entregas se las realice de 24 a 48 horas que cuentan a partir de la emisión de la orden de compra.

<p>Tiempo del mercado potencial</p>	<p>Este se relaciona con el tiempo de entrega de los proveedores para permitir tener una ventaja o desventaja en la negociación del precio y permitirá poder realizar la captación de nuevos negocios con la cartera actual de clientes o poder extender y dar mayor alcance a los clientes mediante la apertura de canales.</p>
<p>Horizonte de los pedidos de venta</p>	<p>De acuerdo a la política de entrega a clientes se logra tener una visibilidad de 2 a 30 días de cada cliente y productos consumidos.</p>
<p>Variabilidad externa</p>	<p>Se ha tomado en consideración la variabilidad de la demanda, de la misma manera se considera variabilidad del suministro en el caso de los productos importados desde USA debido a que tienen un 96% de cumplimiento de las entregas en el lead time indicado.</p>
<p>Apalancamiento y flexibilidad del inventario</p>	<p>Se determino lo lugares en la estructura de la lista de materiales integrada (Matriz BOM), que proporciona a la organización las mejores opciones disponibles de ítems.</p>
<p>Protección de operaciones críticas</p>	<p>Minimización de la variabilidad a través de los puntos de control establecidos para el presente análisis.</p>

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó la elaboración de la matriz BOM para todos los sku analizados en este estudio y se determina la siguiente tabla:

Tabla 3. 5. Matriz BOM

		Componentes											
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P36	P37
Productos	P1												
	P2												
	P3												
	P4												
	P5												
	P6												
	P7												
	P8												
	P9											1,1%	98,9%
	P10												

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3.5 los productos comprados son: P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P10 y productos que son producidos localmente solo tenemos P9; para el detalle de la implementación se seleccionara de los productos comprados P1 y P4 dado que son los productos de mayor importancia para la organización, y P9 de los productos producidos localmente.

De la misma manera para poder realizar los cálculos respectivos de los buffers es necesario estar al tanto del lead time desacoplado de cada uno de los sku y del MOQ (Minimum Order Quantity) o cantidad mínima de pedido, lo cual es obtenido de la información histórica de la organización y de sus proveedores. Así mismo se detalla la presentación por unidad de cada producto.

En base a lo indicado se determina la siguiente tabla:

Tabla 3. 6. Lead Time, MOQ

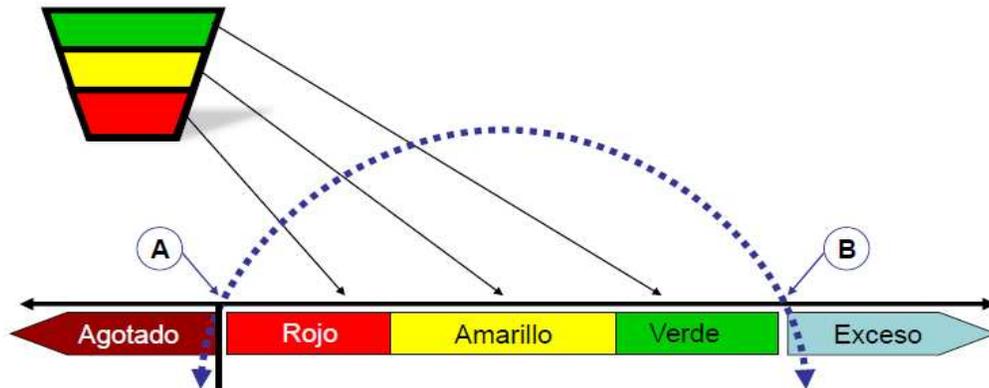
<u>Cod.</u>	<u>Presentación</u>	<u>Kg./Uni.</u>	<u>Lead Time (Dias)</u>	<u>MOQ (Kg.)</u>
P1	Bolsa	25	45	1000
P2	Bolsa	25	45	500
P3	Bolsa	25	60	500
P4	Bolsa	25	45	1000
P5	Bolsa	25	45	500
P6	Tanque	200	20	5000
P7	Bolsa	25	45	500
P8	Bolsa	25	45	500
P9	Bolsa	25	15	5000
P10	Bolsa	25	60	1000

Fuente: Elaboración propia.

Para los sku que son producidos localmente el lead time desacoplado se lo ha obtenido de la matriz lista de materiales BOM, en lo que se refiere al MOQ la información se la ha obtenido de los proveedores de los sku que son comprados, y de los sku que son producidos por la cantidad de empaque, la misma se mantiene fija a lo largo del tiempo.

Como se explicó detalladamente en el apartado 3.1.2.1, las zonas de los buffers están compuestas por: Zona Verde, Zona Amarilla, Zona Roja (Rojo base y Rojo de Seguridad), considerando que todo lo que está fuera de la Zona Verde es identificado como exceso de inventario y por otro lado fuera de la Zona Roja es identificado como rompimiento o quiebre de stock, esto se ilustra en la Figura 3.8. Para la demostración e implementación se utilizarán los buffers por reposición ya que los mismos son muy eficientes y estratégicos.

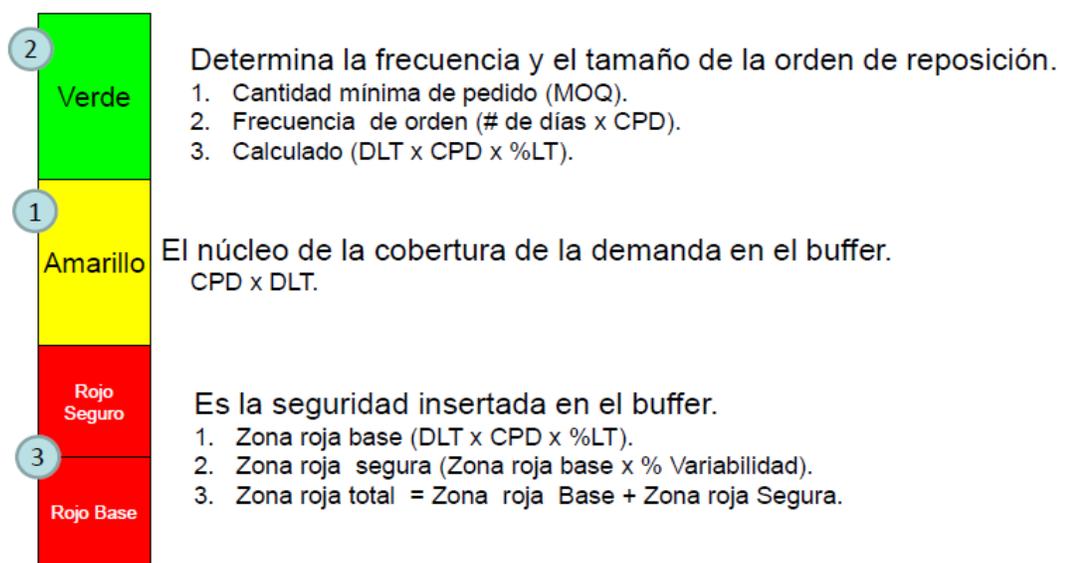
Figura 3. 8. Composición de zonas del buffer



Fuente: Demand Driven Institute, 2016.

Para poder realizar la implementación y poder evaluar o comparar DDMRP con la situación actual de la organización, se utilizarán datos históricos y la misma estará basada en que hubiera sucedido si en el 2018 el inventario se operaba bajo la metodología DDMRP. En la Figura 3.9 se menciona para que sirve y como determinar los niveles y las zonas de los buffers.

Figura 3. 9. Propósito de las zonas del buffer



Fuente: Demand Driven Institute, 2016.

Para la implementación de la metodología DDMRP para determinar la frecuencia y el tamaño de la orden de reposición en la Zona Verde se utilizará la forma 1 y 3 indicadas en la Figura 3.9, siendo el mayor de ambos la mejor opción, no se usara la frecuencia de orden de pedido ya que para la organización objeto de este estudio no es aplicable.

La zona amarilla se determina mediante el cálculo $CPD \times DLT$ (Consumo promedio diario x Lead time desacoplado), y es la zona donde debe oscilar el inventario físico.

La zona roja se determina mediante la suma del Rojo Seguridad $DLT \times CPD \times \%LT$ (Lead time desacoplado x Consumo promedio diario x % Lead time) y el Rojo Base (Rojo Seguridad x % Variabilidad).

El Demand Driven Institute recomienda utilizar los parámetros citados en las tablas 3.2 y 3.3 para determinar el factor de lead time y los porcentajes de variabilidad respectivamente de la zona roja. Así mismo recomienda utilizar los parámetros citados en la tabla 3.1 para determinar el factor de lead time de la Zona Verde.

Para la demostración de los ajustes dinámicos de los buffers se citaran algunos ejemplos, considerando la variación de cada sku en el CPD dentro del plazo analizado (1 año).

Tabla 3. 7. Lead Time y MOQ - P1

<u>Cod.</u>	<u>Lead Time</u>	<u>MOQ (Kg.)</u>
P1	45	1000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. 8. CPD – Zona verde con Lead Time P1

P1	Consumo Promedio Diario	Zona Verde con factor de Lead Time
ene-18	1417	15938
feb-18	1516	17057
mar-18	1959	22037
abr-18	1192	13413
may-18	885	9952
jun-18	885	9952
jul-18	823	9261
ago-18	1046	11772
sep-18	954	10731
oct-18	1305	14676
nov-18	1055	11865
dic-18	943	10613

Fuente: Elaboración propia.

Dada la información anterior para poder determinar la zona verde se compara el MOQ con la zona verde con factor de lead time y se considera el mayor tomando en cuenta la presentación de venta o fabricación. Se realiza el cálculo de la zona verde según la fórmula indicada anteriormente e ilustrada en la Figura 3.9, se considera un valor del 25% como factor de lead time.

Siguiendo lo indicado anteriormente nos queda:

$$P1 - \text{MOQ} = 1000 \text{ Kg}$$

Zona verde con factor de lead time de Enero = 15938 Kg., el cual se obtiene del siguiente cálculo: 45 Días x 1417 Kg/Día x 0,25

La misma fórmula se aplica para los siguientes meses; en este caso para P1 el mayor es el valor de la zona verde con factor de lead time es por ello que, se establece una cantidad superior en la zona verde, para efectos explicativos si hubiese sido mayor el MOQ el valor

correspondiente al MOQ se hubiese establecido como cantidad superior en la zona verde.

Luego para determinar la zona amarilla en el mismo caso de P1 en el mes de Enero se aplica la formula indicada en la Figura 3.9, de lo cual nos queda lo siguiente:

$$\text{Zona amarilla} = 1417 \text{ Kg/Día} \times 45 \text{ Dias} = 63750 \text{ Kg.}$$

La misma fórmula se aplica para los siguientes meses y así mismo con estos datos que se van generando se va formando la Tabla 3.9.

De la misma manera para determinar la zona roja en el caso de P1 en el mes de Enero se aplican la formulas indicadas en la Figura 3.9, de lo cual se obtiene lo siguiente:

$$\text{Zona Roja Base} = 1417 \text{ Kg./Día} \times 45 \text{ Dias} \times 0,25 = 15938 \text{ Kg.}$$

$$\text{Zona Roja Seguridad} = 15938 \text{ Kg.} \times 0,25 = 3984 \text{ Kg.}$$

$$\text{Zona Roja} = 15938 \text{ Kg.} + 3984 \text{ Kg.} = 19922 \text{ Kg.}$$

La misma fórmula se aplica para los siguientes meses, y los datos obtenidos se los ingresa en la Tabla 3.9.

Tabla 3. 9. Buffer de P1

P1	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-18	19000	63750	15938	3984	19922
feb-18	19000	68228	17057	4264	21321
mar-18	19000	88147	22037	5509	27546
abr-18	19000	53654	13413	3353	16767
may-18	19000	39808	9952	2488	12440
jun-18	19000	39808	9952	2488	12440
jul-18	19000	37045	9261	2315	11576
ago-18	19000	47089	11772	2943	14715
sep-18	19000	42923	10731	2683	13413
oct-18	19000	58705	14676	3669	18345
nov-18	19000	47461	11865	2966	14832
dic-18	19000	42450	10613	2653	13266

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos en la tabla 3.9 se puede determinar y representar los topes de cada zona de los buffers, es así que para el mes de Enero en P1 la zona roja llega hasta 19922 Kg., la zona amarilla llega hasta 83672 Kg. (Cantidad zona roja + zona amarilla) y la zona verde hasta 102672 Kg. (Cantidad zona roja + zona amarilla + zona verde).

Esta misma fórmula se aplica para los demás meses, en la Tabla 3.10 se indica los topes para cada zona de los meses siguientes para el caso P1.

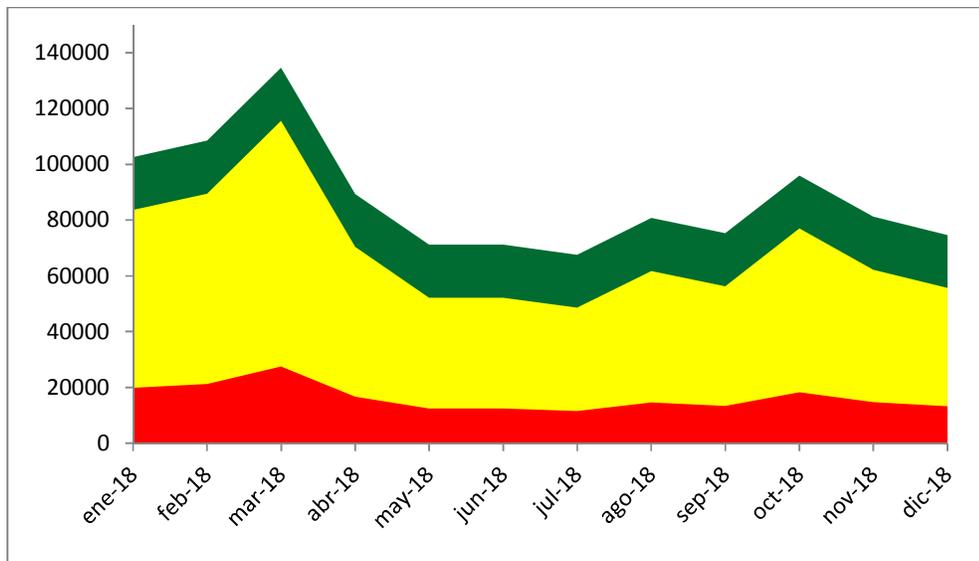
Tabla 3. 10. Topes de Buffer P1

P1	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-18	102672	83672	19922
feb-18	108549	89549	21321
mar-18	134693	115693	27546
abr-18	89421	70421	16767
may-18	71248	52248	12440
jun-18	71248	52248	12440
jul-18	67621	48621	11576
ago-18	80805	61805	14715
sep-18	75337	56337	13413
oct-18	96050	77050	18345
nov-18	81292	62292	14832
dic-18	74716	55716	13266

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera a continuación se muestra mediante una grafica con va desplegando el perfil del buffer para P1.

Gráfico 3. 1. Buffer de P1



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra la generación del buffer para otro de los productos que son comprados y de mayor importancia para la organización, el mismo es P4.

Tabla 3. 11. Lead Time y MOQ – P4

<u>Cod.</u>	<u>Lead Time</u>	<u>MOQ (Kg.)</u>
P4	45	1000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. 12. CPD – Zona verde con Lead Time P4

P4	Consumo Promedio Diario	Zona Verde con factor de Lead Time
ene-18	533	6000
feb-18	384	4321
mar-18	507	5700
abr-18	311	3498
may-18	679	7641
jun-18	679	7641
jul-18	364	4098
ago-18	496	5578
sep-18	447	5025
oct-18	629	7075
nov-18	296	3335
dic-18	588	6616

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. 13. Buffer de P4

P4	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-18	5000	24000	6000	1500	7500
feb-18	5000	17284	4321	1080	5401
mar-18	5000	22800	5700	1425	7125
abr-18	5000	13992	3498	875	4373
may-18	5000	30563	7641	1910	9551
jun-18	5000	30563	7641	1910	9551
jul-18	5000	16393	4098	1025	5123
ago-18	5000	22313	5578	1395	6973
sep-18	5000	20100	5025	1256	6281
oct-18	5000	28298	7075	1769	8843
nov-18	5000	13339	3335	834	4169
dic-18	5000	26463	6616	1654	8270

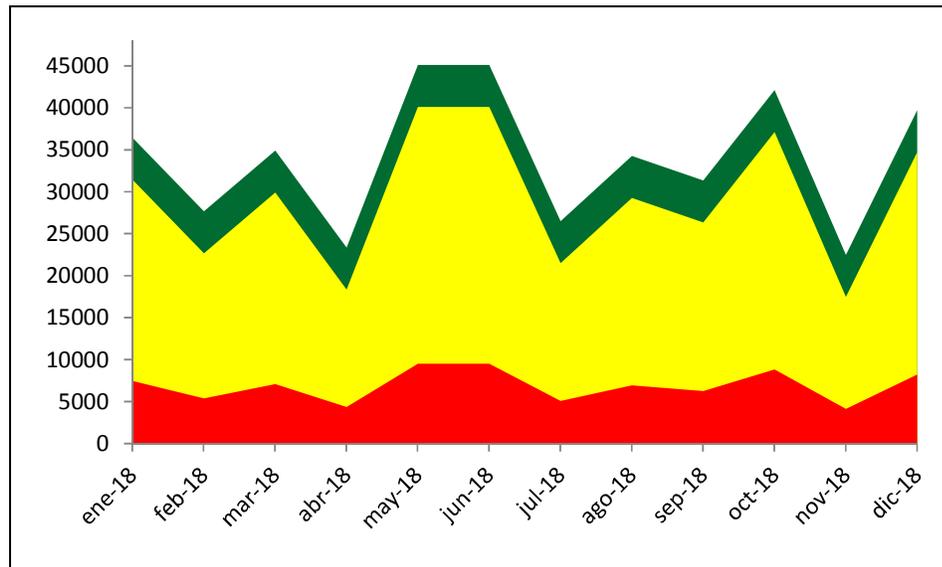
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. 14. Topes de Buffer P4

P4	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-18	36500	31500	7500
feb-18	27685	22685	5401
mar-18	34925	29925	7125
abr-18	23365	18365	4373
may-18	45113	40113	9551
jun-18	45113	40113	9551
jul-18	26516	21516	5123
ago-18	34285	29285	6973
sep-18	31381	26381	6281
oct-18	42141	37141	8843
nov-18	22508	17508	4169
dic-18	39733	34733	8270

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 2. Buffer de P4



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra la generación del buffer uno de los productos que son producidos localmente, el mismo es P9.

Tabla 3. 15. Lead Time y MOQ – P9

<u>Cod.</u>	<u>Lead Time</u>	<u>MOQ (Kg.)</u>
P9	15	5000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. 16. CPD – Zona verde con Lead Time P9

P9	Consumo Promedio Diario	Zona Verde con factor de Lead Time
ene-18	235	1763
feb-18	286	2148
mar-18	473	3544
abr-18	302	2264
may-18	286	2148
jun-18	286	2148
jul-18	318	2381
ago-18	233	1745
sep-18	234	1756
oct-18	217	1630
nov-18	189	1415
dic-18	216	1623

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. 17. Buffer de P9

P9	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-18	5000	3525	1763	441	2203
feb-18	5000	4295	2148	537	2685
mar-18	5000	7088	3544	886	4430
abr-18	5000	4529	2264	566	2831
may-18	5000	4295	2148	537	2685
jun-18	5000	4295	2148	537	2685
jul-18	5000	4763	2381	595	2977
ago-18	5000	3490	1745	436	2181
sep-18	5000	3511	1756	439	2195
oct-18	5000	3260	1630	407	2037
nov-18	5000	2830	1415	354	1768
dic-18	5000	3245	1623	406	2028

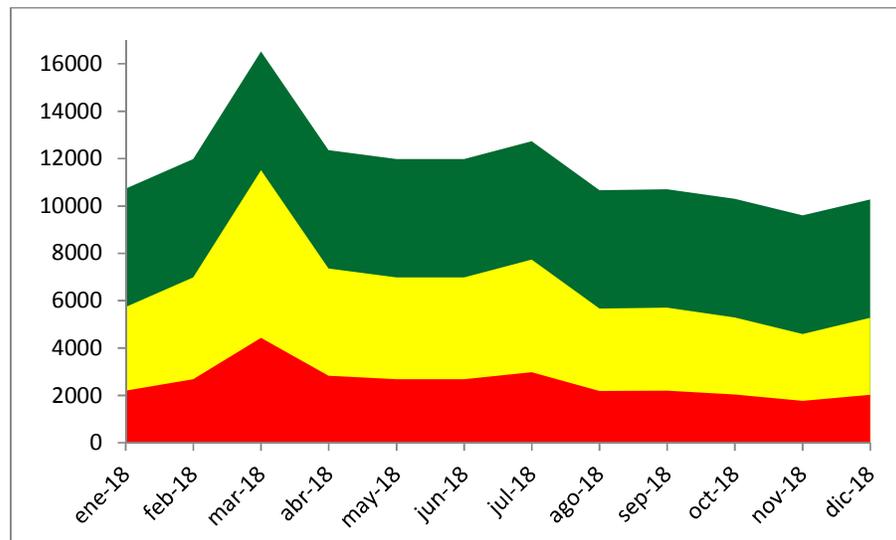
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. 18. Topes de Buffer P9

P9	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-18	10728	5728	2203
feb-18	11980	6980	2685
mar-18	16517	11517	4430
abr-18	12359	7359	2831
may-18	11980	6980	2685
jun-18	11980	6980	2685
jul-18	12739	7739	2977
ago-18	10672	5672	2181
sep-18	10706	5706	2195
oct-18	10297	5297	2037
nov-18	9598	4598	1768
dic-18	10274	5274	2028

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 3. Buffer de P9



Fuente: Elaboración propia.

Para la generación de órdenes de pedido se la realizará ejecutando la fórmula de flujo neto en cada sku, y la misma es: Inventario físico + Inventario en tránsito - Demanda. Estas órdenes serán generadas cada vez que el resultado de la ecuación de flujo neto o el inventario al final del periodo este por debajo de la zona verde, y se realizará el pedido máximo de acuerdo con el máximo de la zona verde, analizando y tomando en consideración el MOQ de acuerdo a la necesidad y siguiendo la metodología. De acuerdo al análisis y cálculo realizado se determinó que el costo por pedido es de \$90.58 para pedidos hacia USA y \$98.18 para pedidos hacia BRASIL.

Considerando el análisis realizado en los sku P1, P4 y P9, contando con la demanda que es igual a las ventas realizadas en el 2018 y que la procedencia es de USA, tenemos lo siguiente:

En el caso de P1 el MOQ es igual a 1000, lo que nos da el indicativo que cada nueva orden de pedido mínimo debe ser por la cantidad de 1000 Kg., esto es cuando aplique realizar un pedido, para el mes de Enero considerando el inventario inicial del 2018 que es 101625 Kg. y que hubo una demanda de 17000 Kg., no existió ningún a orden en tránsito, por lo tanto se tiene un inventario al final del mes de 84625 Kg., como esta cantidad está en la zona verde se decide no realizar ningún pedido, en el mes de Febrero se tomará como inventario inicial el inventario final del mes anterior (Enero) el cual es 84625 Kg., para este mes se considera una demanda de 25775 Kg. con lo cual nos queda un inventario al final del mes de 58850 Kg. la cual es una cantidad inferior al tope de la zona amarilla (83672 Kg.), por tal razón se decide generar una orden de pedido por 16000 Kg. con el cual se obtiene un flujo neto en el mes de 100625 Kg., con estos datos se realiza el cálculo del costo de pedido, costo de almacenamiento, así como el costo de obsolescencia que se generó durante el mes. Esta fórmula de cálculo se repite para los meses siguientes, y de lo cual se obtiene:

Tabla 3. 19. Flujo de P1

P1	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico Inicial	101625	84625	58850	41550	26050	33550	22025	28975	14325	20925	25575	27700
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)		16000		19000		19000		19000	19000	19000		19000
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)			16000		19000		19000		19000	19000	19000	
Demanda Calificada	17000	25775	33300	15500	11500	11525	12050	14650	12400	14350	16875	14150
Flujo Neto	101625	100625	74850	60550	45050	52550	41025	47975	52325	58925	44575	46700
Inventario Físico Final	84625	58850	41550	26050	33550	22025	28975	14325	20925	25575	27700	13550
\$ Almacén	\$ 1.184,75	\$ 823,90	\$ 581,70	\$ 364,70	\$ 469,70	\$ 308,35	\$ 405,65	\$ 200,55	\$ 292,95	\$ 358,05	\$ 387,80	\$ 189,70
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de P4 el MOQ es igual a 1000, se aplica la misma fórmula de cálculo para todos los meses, de lo cual se obtiene:

Tabla 3. 20. Flujo de P4

P4	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico Inicial	1625	8625	10400	8800	10825	9675	11575	8400	9450	9750	8575	10425
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)	6000	6000	7000	7000	7000	6000	7000	7000	7000	6000	6000	7000
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)	15000	6000	6000	7000	7000	7000	6000	7000	7000	7000	6000	6000
Demanda Calificada	8000	4225	7600	4975	8150	5100	9175	5950	6700	8175	4150	7645
Flujo Neto	22625	20625	23400	22800	24825	22675	24575	22400	23450	22750	20575	23425
Inventario Físico Final	8625	10400	8800	10825	9675	11575	8400	9450	9750	8575	10425	8780
\$ Almacén	\$ 120,75	\$ 145,60	\$ 123,20	\$ 151,55	\$ 135,45	\$ 162,05	\$ 117,60	\$ 132,30	\$ 136,50	\$ 120,05	\$ 145,95	\$ 122,92
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 1.066,93	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de P9 que es un producto producido localmente se aplica el mismo criterio para la realización de los cálculos, de lo cual se obtiene:

Tabla 3. 21. Flujo de P9

P9	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Inventario Físico Inicial	22000	18475	15325	10600	6675	3525	5350	6425	3400	5825	3000	5925
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)					5000	5000		5000		5000		
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)						5000	5000		5000		5000	
Demanda Calificada	3525	3150	4725	3925	3150	3175	3925	3025	2575	2825	2075	2813
Flujo Neto	22000	18475	15325	10600	11675	13525	10350	11425	8400	10825	8000	5925
Inventario Físico Final	18475	15325	10600	6675	3525	5350	6425	3400	5825	3000	5925	3112
\$ Almacén	\$ 258,65	\$ 214,55	\$ 148,40	\$ 93,45	\$ 49,35	\$ 74,90	\$ 89,95	\$ 47,60	\$ 81,55	\$ 42,00	\$ 82,95	\$ 43,57
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Fuente: Elaboración propia.

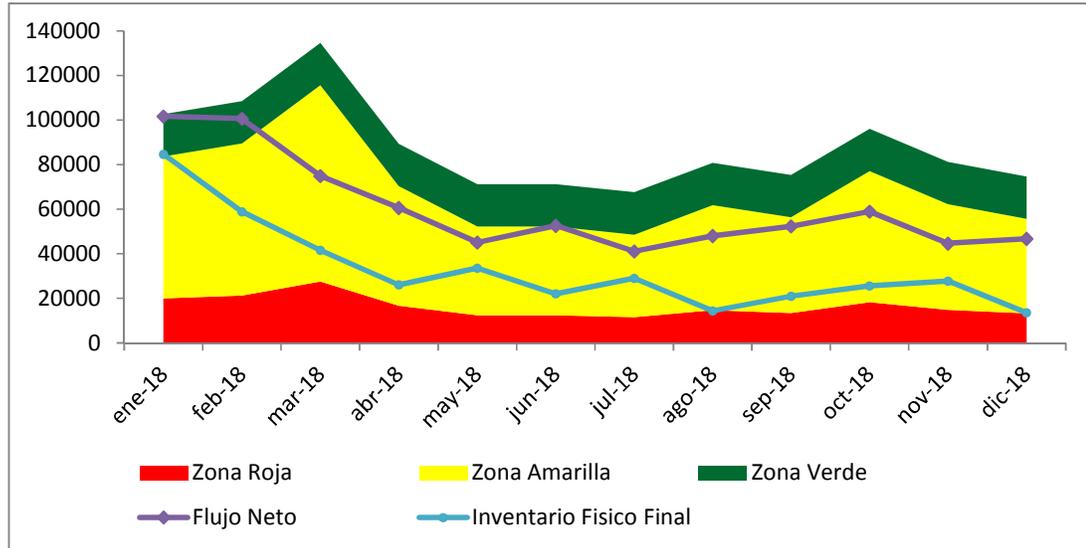
Con estos datos se obtiene el estado DDMRP de cada producto analizado, lo que se detalla en las siguientes ilustraciones:

Tabla 3. 22. Estado DDMRP de P1

P1	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	19922	21321	27546	16767	12440	12440	11576	14715	13413	18345	14832	13266
Zona Amarilla	63750	68228	88147	53654	39808	39808	37045	47089	42923	58705	47461	42450
Zona Verde	19000	19000	19000	19000	19000	19000	19000	19000	19000	19000	19000	19000
Flujo Neto	101625	100625	74850	60550	45050	52550	41025	47975	52325	58925	44575	46700
Inventario Físico Final	84625	58850	41550	26050	33550	22025	28975	14325	20925	25575	27700	13550

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 4. Simulación DDMRP P1



Fuente: Elaboración propia.

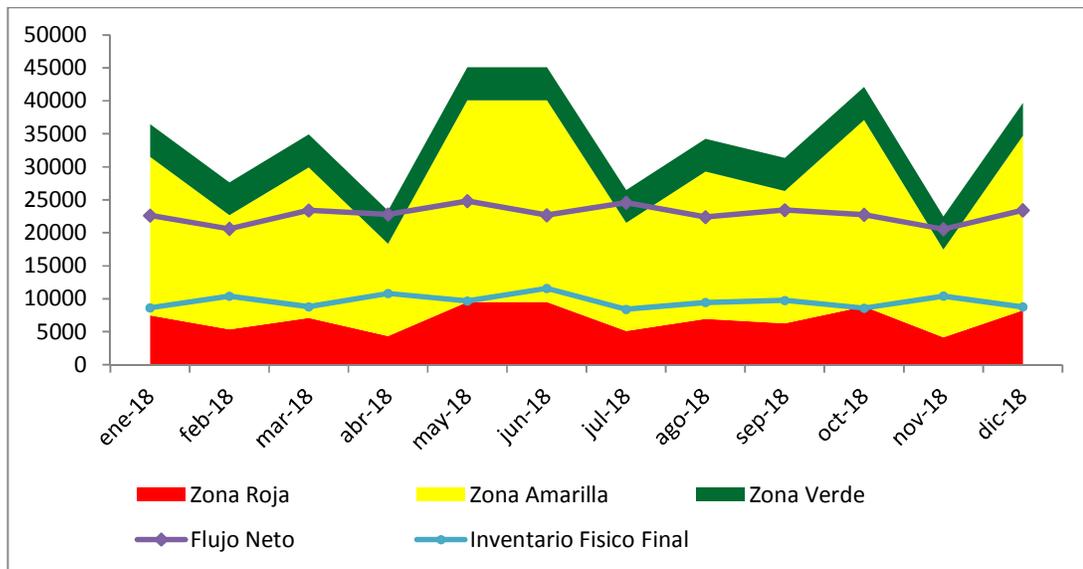
Realizada la simulación DDMRP en P1 se observa claramente que el inventario final casi siempre está dentro de la zona amarilla del buffer y el flujo del inventario de igual manera está casi siempre dentro de la zona amarilla y zona verde pero sin sobrepasar el máximo de esta zona. Dada la alta variabilidad y acompañado de un largo lead time que tienen este producto en algunos puntos se llega al límite inferior de la zona amarilla tocando la zona roja pero rápidamente es recuperado el flujo dentro de la zona amarilla.

Tabla 3. 23. Estado DDMRP de P4

P4	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	7500	5401	7125	4373	9551	9551	5123	6973	6281	8843	4169	8270
Zona Amarilla	24000	17284	22800	13992	30563	30563	16393	22313	20100	28298	13339	26463
Zona Verde	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Flujo Neto	22625	20625	23400	22800	24825	22675	24575	22400	23450	22750	20575	23425
Inventario Físico Final	8625	10400	8800	10825	9675	11575	8400	9450	9750	8575	10425	8780

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 5. Simulación DDMRP P4



Fuente: Elaboración propia.

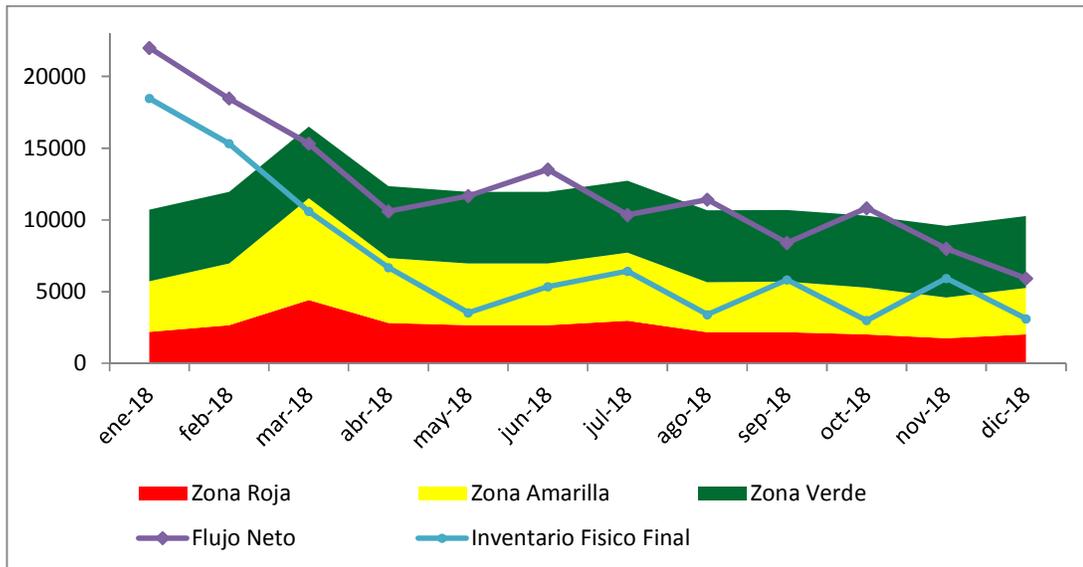
En el caso de P4 se puede evidenciar claramente un equilibrio del flujo versus lo que denota la variabilidad y el comportamiento de las zonas verde y amarilla, en un punto se nota que topa la zona roja pero se vuelve rápidamente a la zona amarilla, con esto se está logrando tener siempre producto para los clientes sin caer en el exceso del mismo.

Tabla 3. 24. Estado DDMRP de P9

P9	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sep-18	oct-18	nov-18	dic-18
Zona Roja	2203	2685	4430	2831	2685	2685	2977	2181	2195	2037	1768	2028
Zona Amarilla	3525	4295	7088	4529	4295	4295	4763	3490	3511	3260	2830	3245
Zona Verde	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Flujo Neto	22000	18475	15325	10600	11675	13525	10350	11425	8400	10825	8000	5925
Inventario Físico Final	18475	15325	10600	6675	3525	5350	6425	3400	5825	3000	5925	3112

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 6. Simulación DDMRP P9



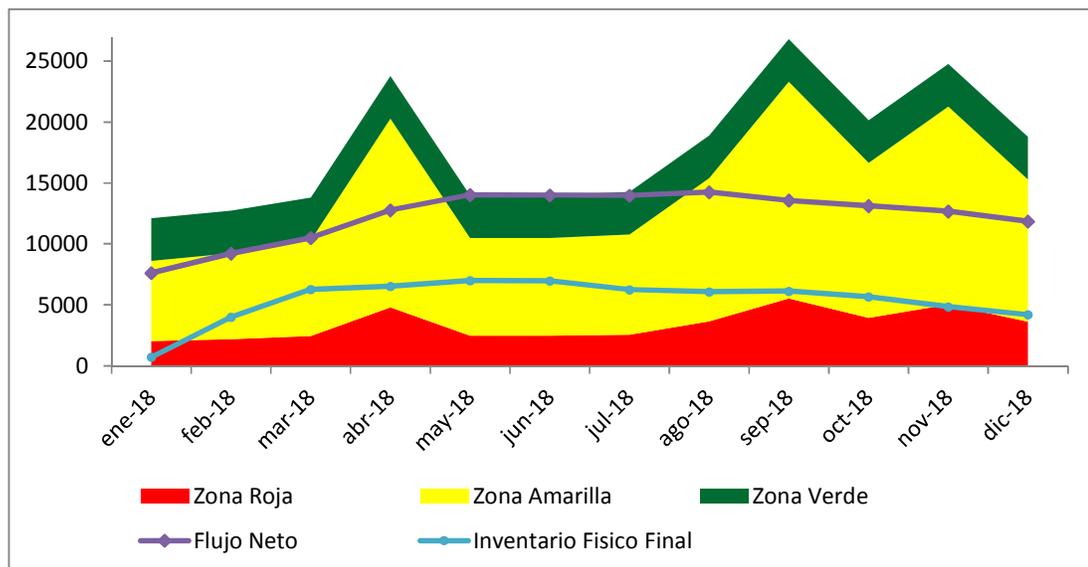
Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de P9 el cual es producido localmente al inicio del análisis se observa claramente un exceso en el inventario ya que sobrepasa el máximo de la zona verde, esto debido a la disminución consumos previstos durante el final del año 2017 y así mismo a la deserción de negocios que estaban en curso por parte del cliente. Pero así mismo, en los meses siguientes se observa un balanceo en el flujo del inventario físico final logrando el cumplimiento de la nueva demanda.

Esta implementación del modelo DDMRP nos permite una visibilidad y colaboración para la ejecución de las órdenes de pedido aplicando los criterios pertinentes y que las mismas sean generadas a tiempo para poder lograr el aprovisionamiento correcto.

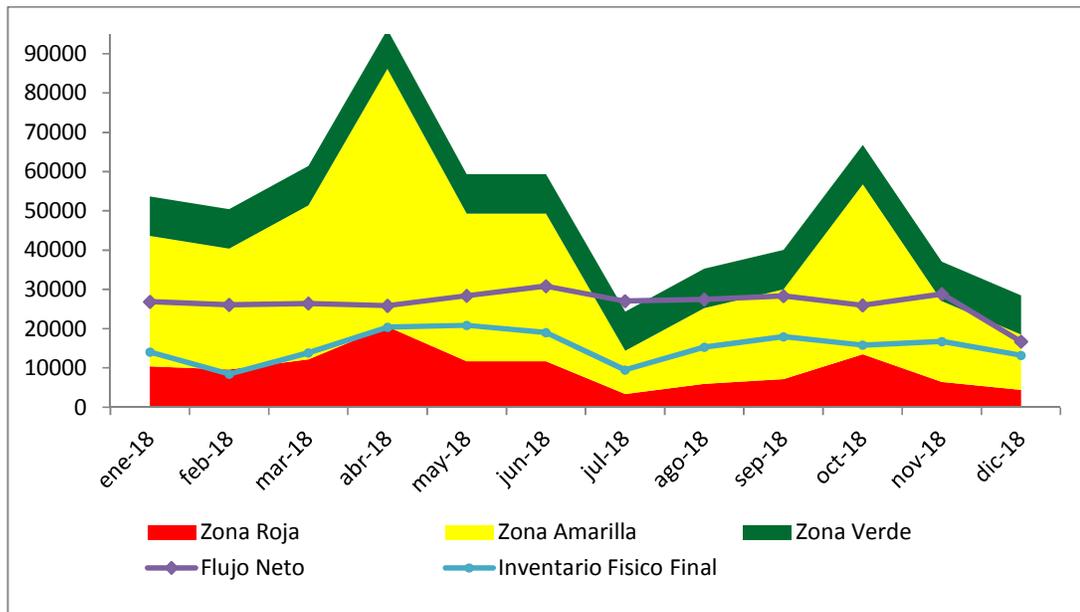
De la misma manera se ha aplicado la metodología DDMRP a los demás productos con la categoría A; las tablas de los buffers de los productos P2, P3, P5, P6, P7, P8, P10 se muestran en el anexo 1, a continuación se muestra los gráficos del comportamiento de los productos P2, P3, P5, P6, P7, P8, P10 luego de aplicada la metodología DDMRP.

Gráfico 3. 7. Simulación DDMRP P2



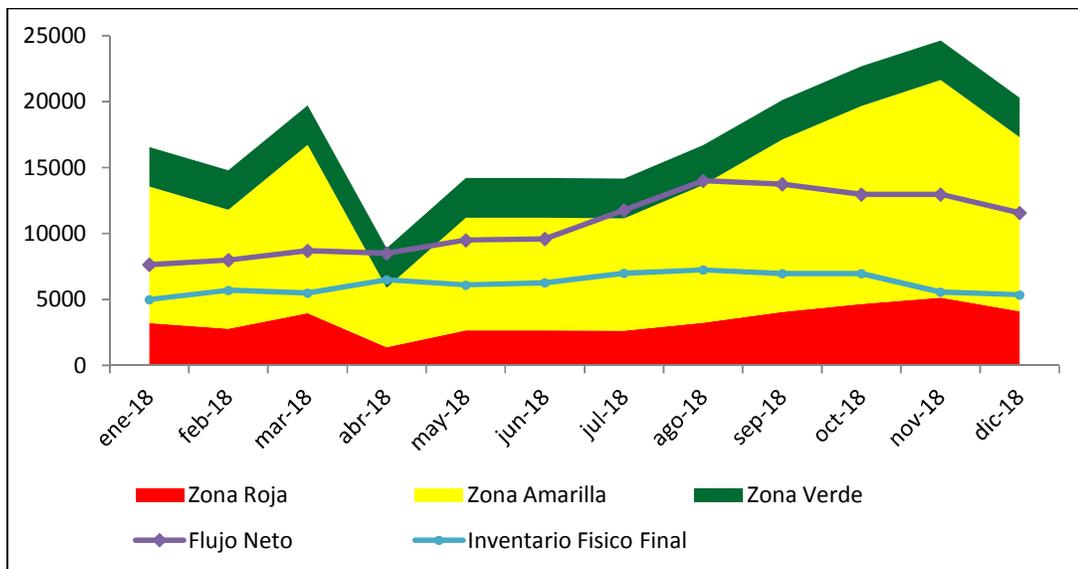
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 8. Simulación DDMRP P3



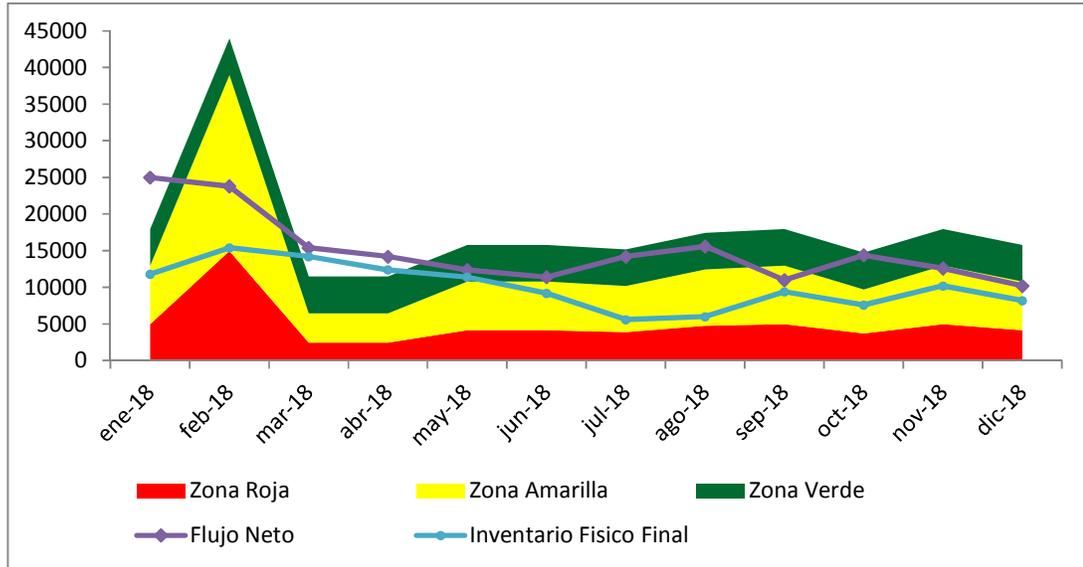
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 9. Simulación DDMRP P5



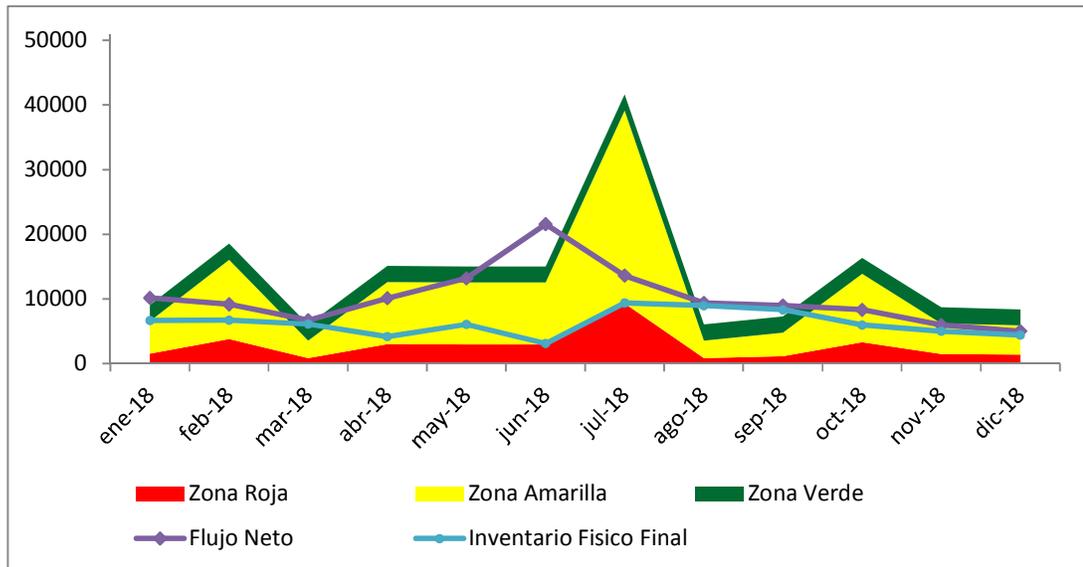
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 10. Simulación DDMRP P6



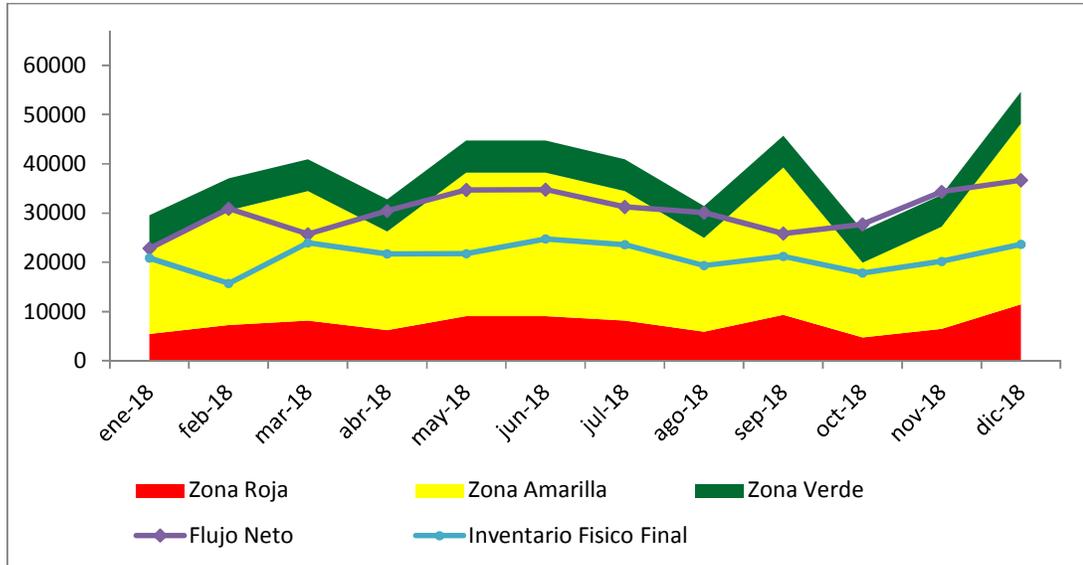
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 11. Simulación DDMRP P7



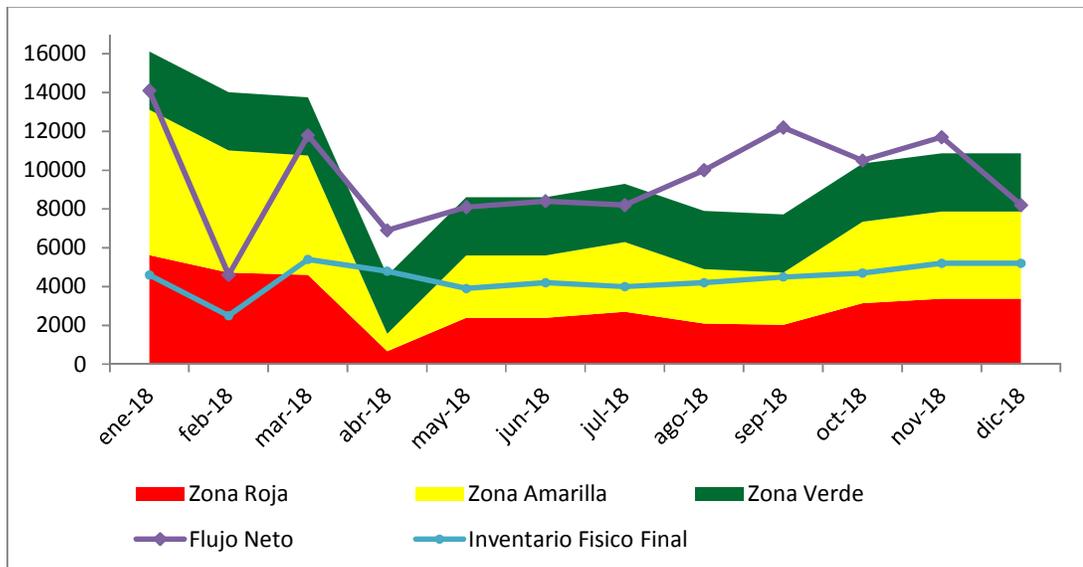
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 12. Simulación DDMRP P8



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 13. Simulación DDMRP P10



Fuente: Elaboración propia.

Para los casos de P3 y P10 los mismos que se describen en los gráficos 3.8 y 3.13. Los lead times son largos por lo cual gran parte de la gráfica tiene unos picos que sobrepasan las cantidades máximas.

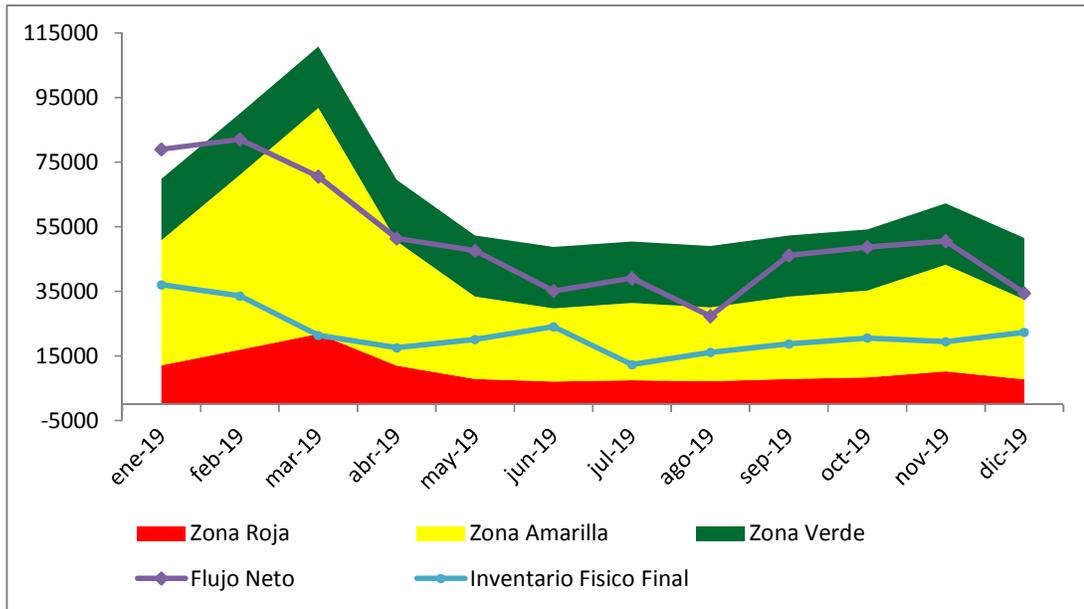
3.3. Implementación de DDMRP 2019

Como se aprecia la metodología DDMRP otorga muchos beneficios en su implementación, tales como que permite elevar el nivel de servicio con un menor costo de inventario, con una mayor rotación, con un mayor flujo, y por tal motivo que el aplicar DDMRP para el año 2019 se considera lo siguiente:

- Como inventario inicial se toma el inventario real final con el que la organización cerró su operación en el año 2018.
- Se volverá a analizar los 10 productos de la categoría A en la clasificación de inventarios ABC, así mismo el lead time y el MOQ se consideran los mismos que fueron indicados en la simulación del año 2018.
- Los factores de posicionamiento estratégico se consideran los mismos que en el año 2018.
- Para cálculo de buffers y topes de zona de los buffers se usarán las mismas fórmulas que se mencionan en este Capítulo 3 en la Figura 3.9, así como también en la descripción de la simulación del DDMRP 2018 en el inciso 3.2 se plantean ejemplos en el desarrollo de las tablas y gráficos de los productos mencionados.

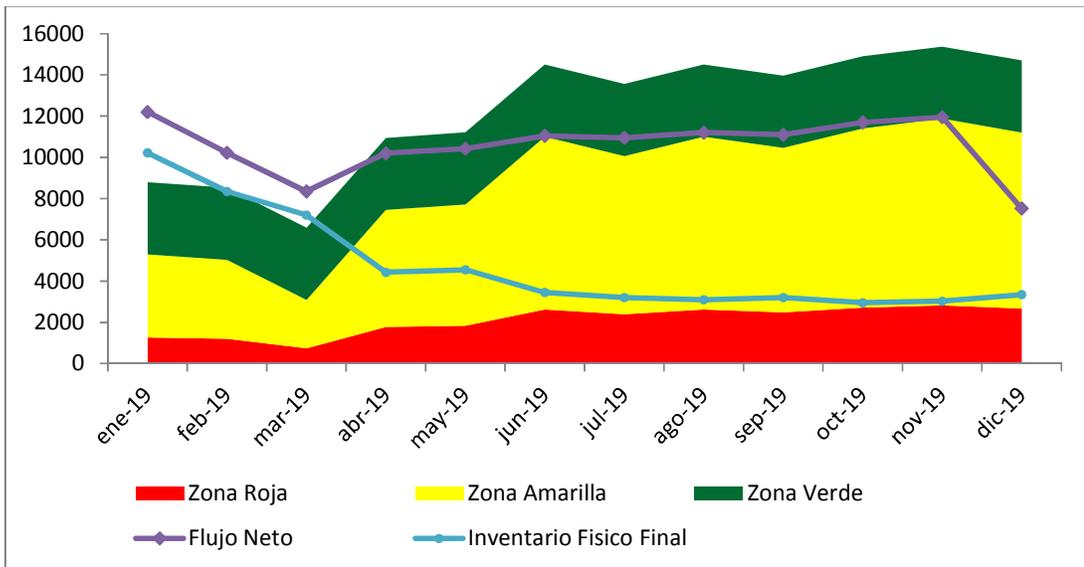
Una vez realizado el análisis del flujo de cada uno de los productos, considerar que las respectivas tablas demostrativas se las encuentra en el anexo 2, a continuación se ilustra las graficas DDMRP del 2019:

Gráfico 3. 14. Simulación de Buffer para P1 en el 2019



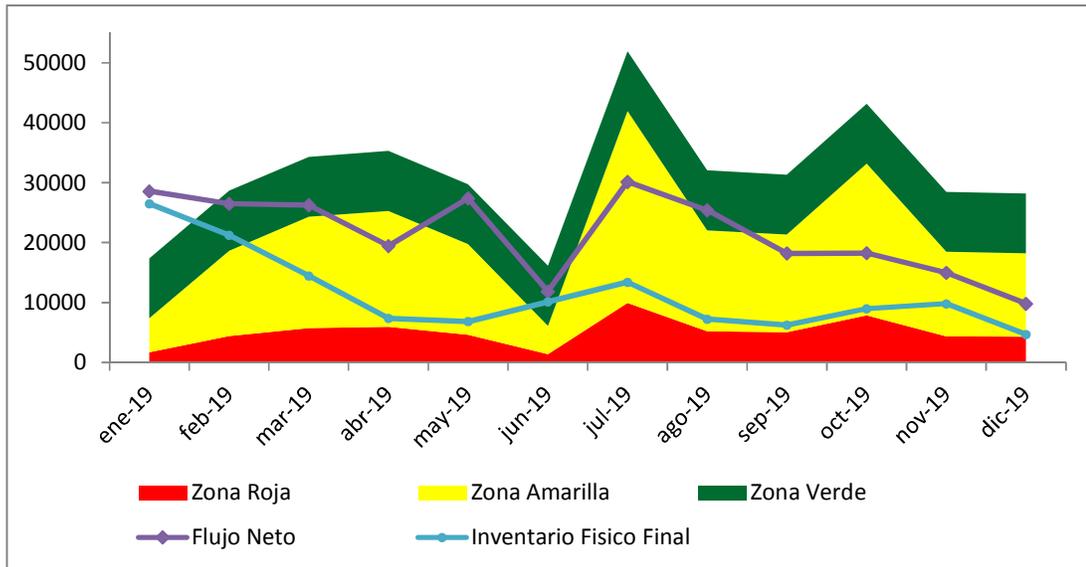
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 15. Simulación de Buffer para P2 en el 2019



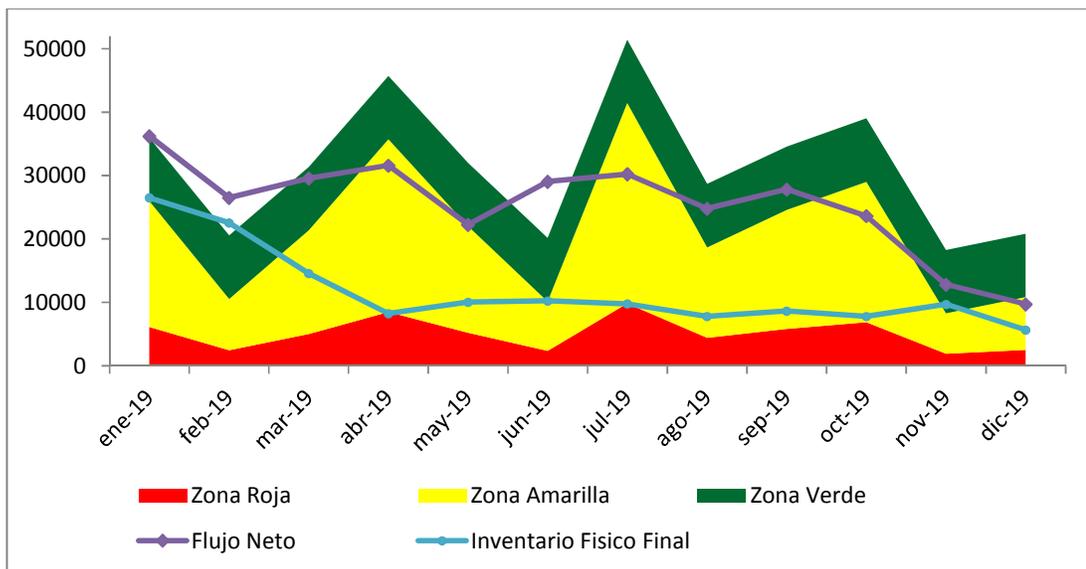
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 16. Simulación de Buffer para P3 en el 2019



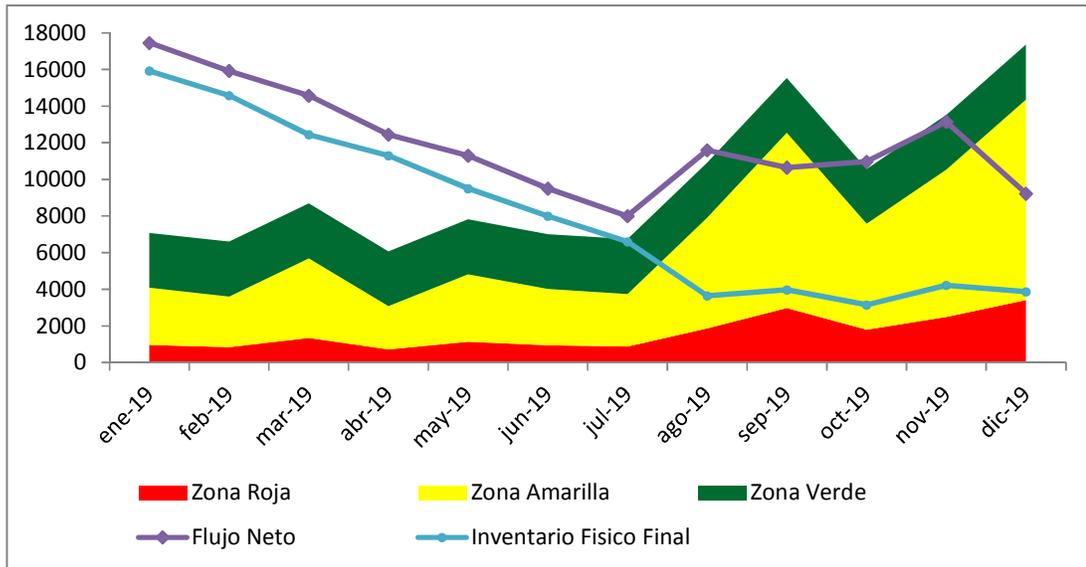
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 17. Simulación de Buffer para P4 en el 2019



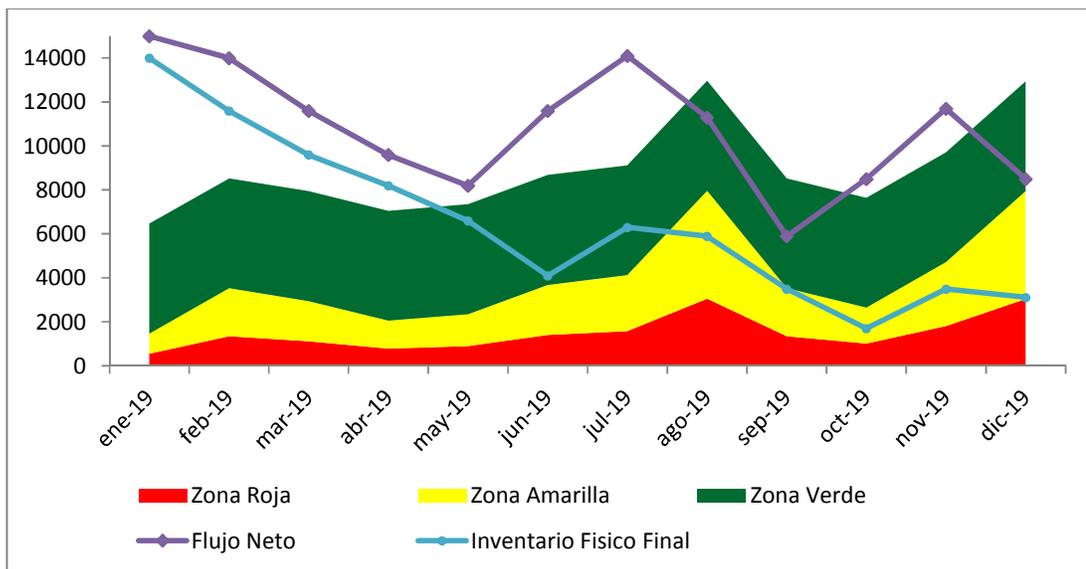
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 18. Simulación de Buffer para P5 en el 2019



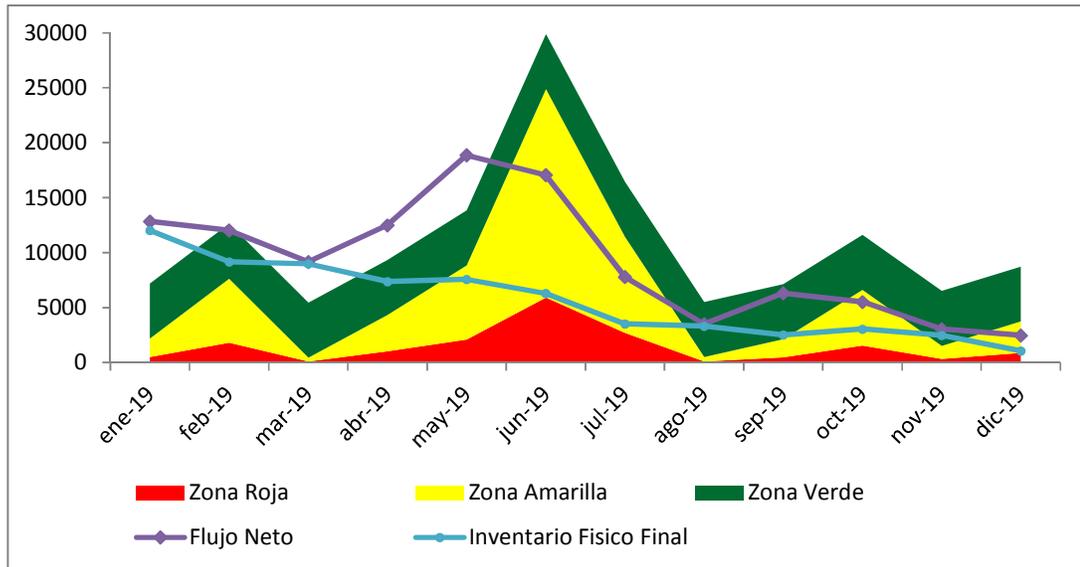
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 19. Simulación de Buffer para P6 en el 2019



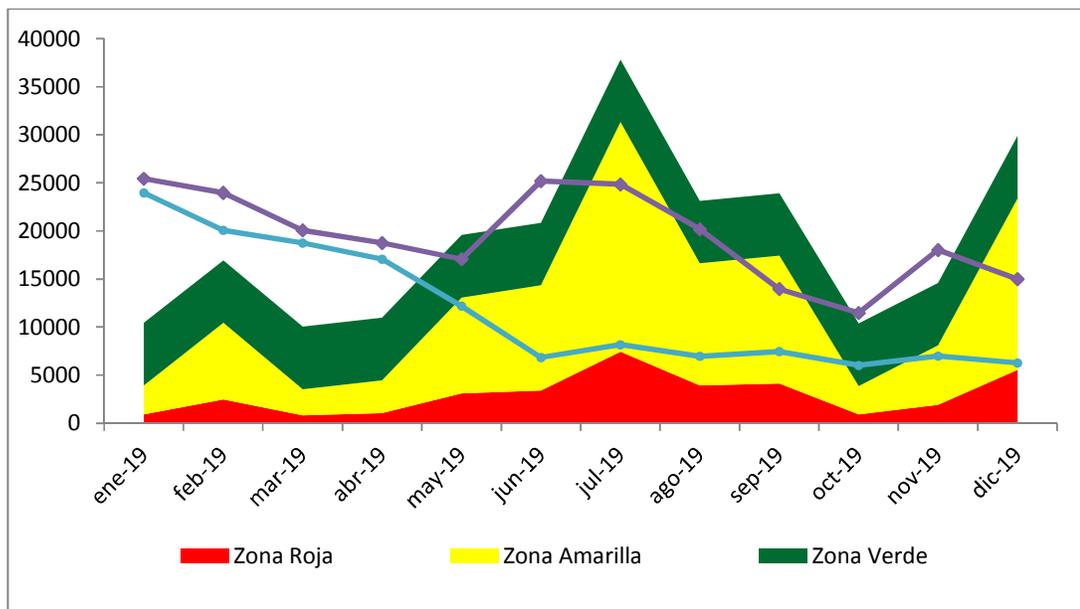
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 20. Simulación de Buffer para P7 en el 2019



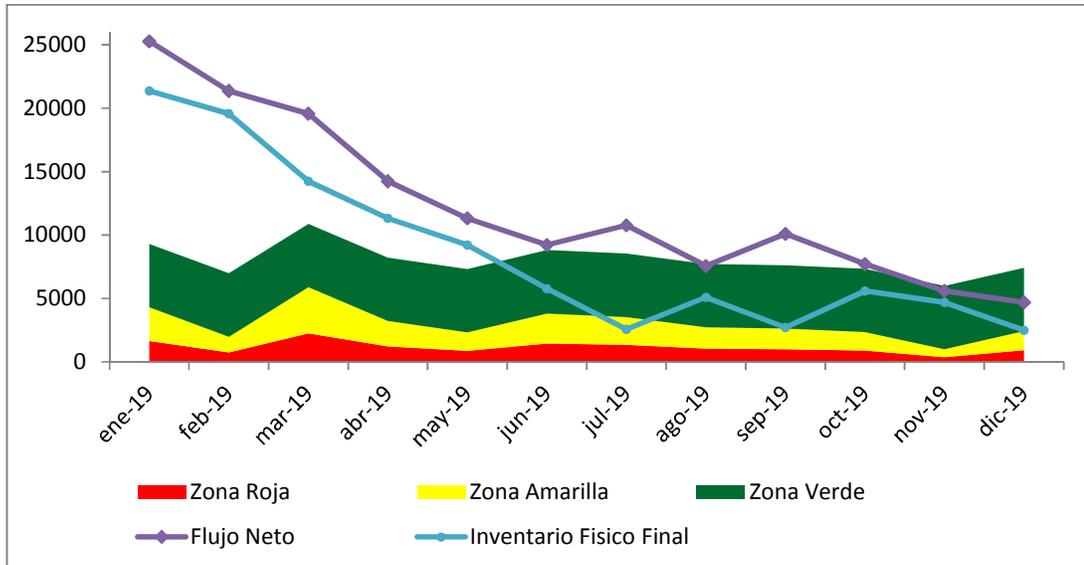
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 21. Simulación de Buffer para P8 en el 2019



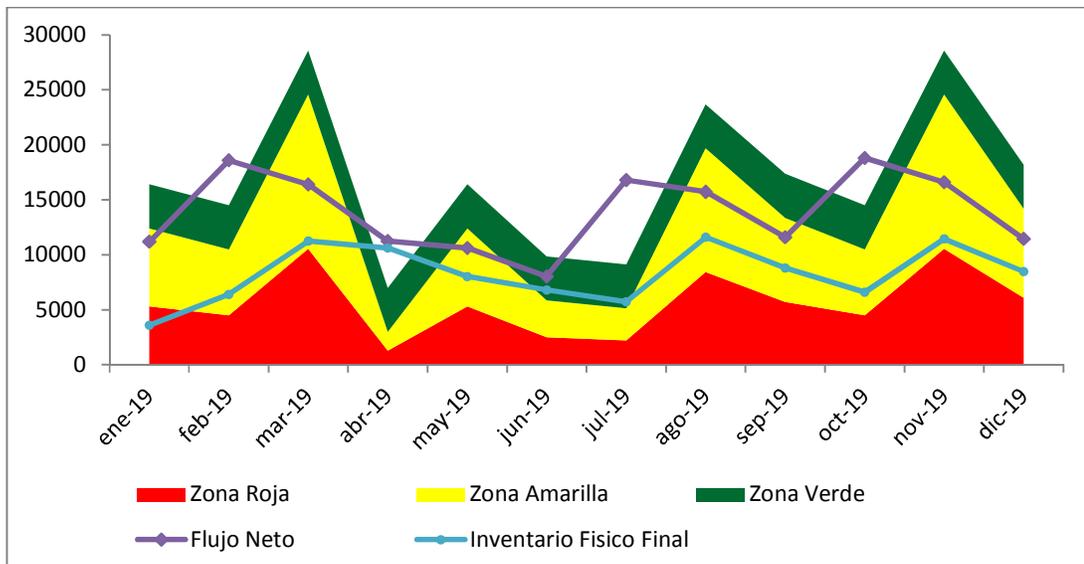
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 22. Simulación de Buffer para P9 en el 2019



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3. 23. Simulación de Buffer para P10 en el 2019



Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 4

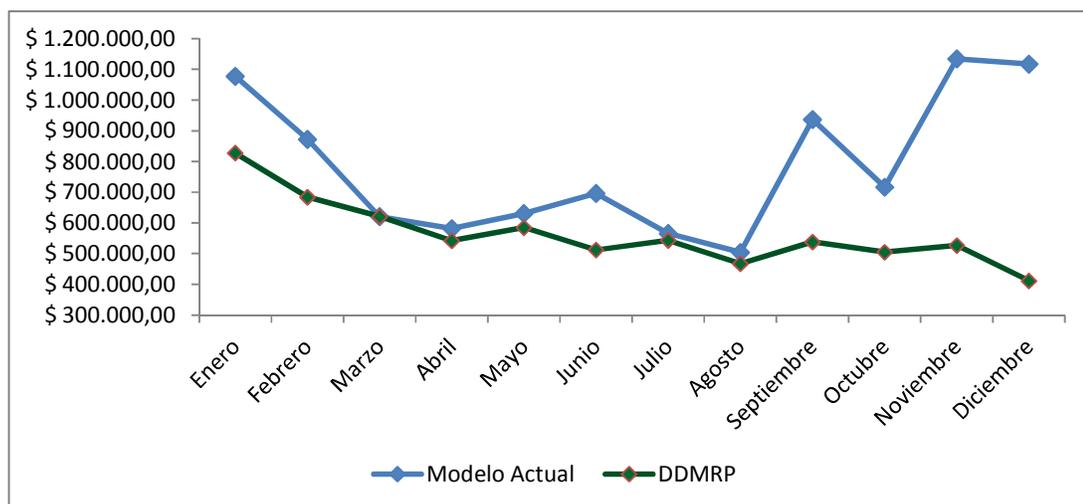
4. RESULTADOS

El DDMRP es una metodología de planificación basada en la demanda real, es decir de reposición por consumo. Como se comentó en el Capítulo 3 la metodología fue aplicada con la información real y operada durante el 2018 y con las proyecciones de demanda del 2019. A continuación se detallan los resultados de la implementación DDMRP:

4.1. Resultados de la implementación DDMRP 2018

Una vez realizada la implementación de la metodología DDMRP se logró dimensionar correctamente el inventario, logrando una reducción en comparación con el mismo año 2018 del 28% lo cual representa un valor aproximado de ahorro de \$ 224.186,25; adicional que al dimensionar correctamente el inventario se logra un mayor flujo de caja en la organización.

Gráfico 4. 1 Comparativo Modelo Actual vs DDMRP 2018

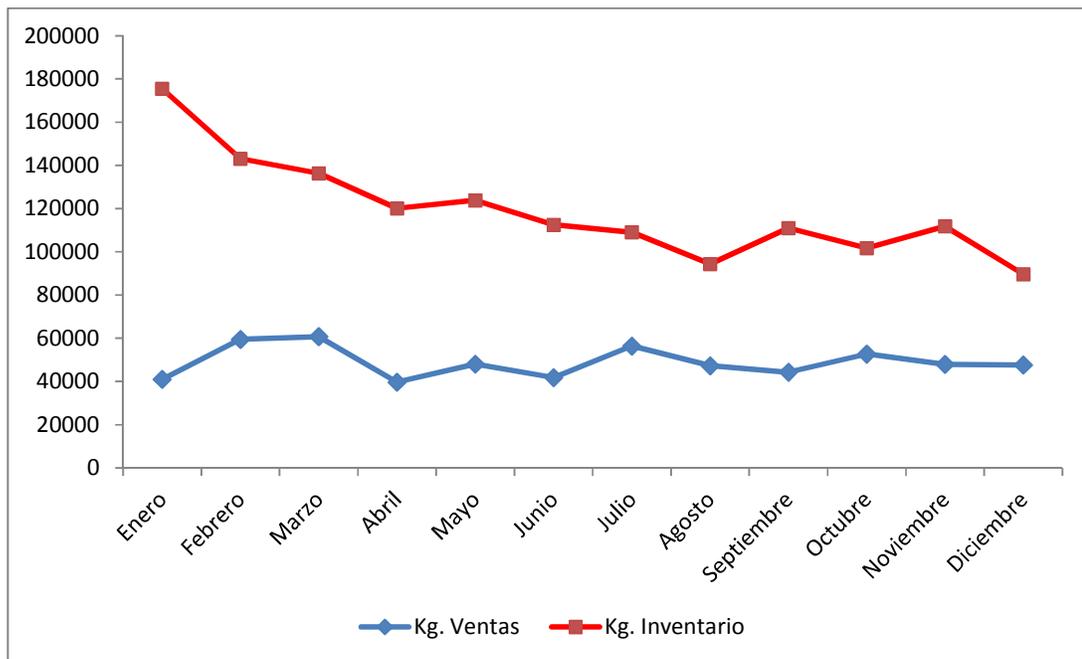


Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en el Gráfico 4.1 evidentemente con el modelo actual de gestión de los inventarios existe un exceso considerable de inventario, lo cual también corta liquidez, la rotación del inventario se ve limitada, hay un gran cantidad de inventario que permanece estancada en el almacenamiento lo que provoca otros problemas operativos.

Al realizar la implementación de DDMRP se mejora significativamente el servicio, ya que durante todo el intervalo de análisis no se genera stock-out y esto gracias a la planeación realizada en base a la demanda, así mismo hay un cumplimiento del 100% de todos los pedidos existentes durante el mismo periodo, ya que ninguno de los productos analizados en los buffers cae de forma prolonga en la Zona Roja, y como se puede observar en el Gráfico 4.2 toda la venta está cubierta por el inventario existente en bodega

Gráfico 4. 2. Comparativo Ventas vs Inventario en Kg.



Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4.1 se muestra un comparativo de los costos del inventario al final del periodo analizado (Ene. – Dic. 2018) por producto, en el mismo también se muestra el porcentaje de ahorro por cada producto si se hubiera implementado la metodología DDMRP en el 2018.

Tabla 4. 1. Comparativo Inventario Modelo Actual vs DDMRP

Código	Modelo Actual	DDMRP	% Ahorro
	\$ Inventario Anual	\$ Inventario Anual	
P1	\$ 2.902.248,55	\$ 2.133.751,15	26%
P2	\$ 689.053,11	\$ 586.156,31	15%
P3	\$ 961.020,33	\$ 716.931,00	25%
P4	\$ 886.771,57	\$ 331.160,29	63%
P5	\$ 523.242,53	\$ 697.417,46	-33%
P6	\$ 567.512,02	\$ 353.609,28	38%
P7	\$ 1.021.992,63	\$ 577.797,26	43%
P8	\$ 766.264,27	\$ 767.414,24	0%
P9	\$ 639.162,26	\$ 324.696,47	49%
P10	\$ 498.823,48	\$ 276.922,30	44%
	\$ 9.456.090,76	\$ 6.765.855,77	28%

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar P4 es el producto que mayor porcentaje de ahorro se obtiene implementando la metodología DDMRP, esto se atribuye a que el mismo se tiene un considerable exceso de inventario ya que por ser uno de los productos de mayor dinámica comercial se considera que el mismo en el transcurso del tiempo se comercializará progresivamente con la visión de la compra frecuente de los clientes, pero como se demostró en el Tabla 4.1 esto limita la rotación del producto y genera un alto capital estático dentro del inventario almacenado.

De la misma manera tenemos P5 el cual de manera opuesta nos indica que se debe aumentar los niveles de inventario puesto que con el modelo actual no se cumple de manera eficiente la demanda y esto se evidencia en los meses de Marzo y Abril en los cuales se estuvo

desabastecido de este producto a los clientes, generando una caída del nivel de servicio y el riesgo de un posible reemplazo con un producto sustituto del mercado.

De la misma manera P1, P2, P3, P6, P7, P8, P9, P10 basado en la dinámica comercial se realizan pedidos con el objetivo comercial de evitar incumplimientos pero que en la realidad están generando un costo de almacenamiento alto y el cual puede ser optimizado tal como se muestra en la Tabla 4.2., en donde se demuestra un ahorro del 32%. Por otro lado también se da que se genera un exceso de inventario debido a que las proyecciones comerciales no se realizan con pedidos en firme sino con la proyección de futuras negociaciones de volúmenes que en ocasiones al final no se dan, ocasionando también que se quede un inventario almacenado hasta que el mismo pueda ser ubicado en otra cartera o generar nuevas negociaciones, lo que eleva el riesgo de obsolescencia, deterioro, caducidad y la rotación del inventario se va afectada por estos particulares.

Tabla 4. 2. Costos de Almacenamiento Modelo Actual vs DDMRP

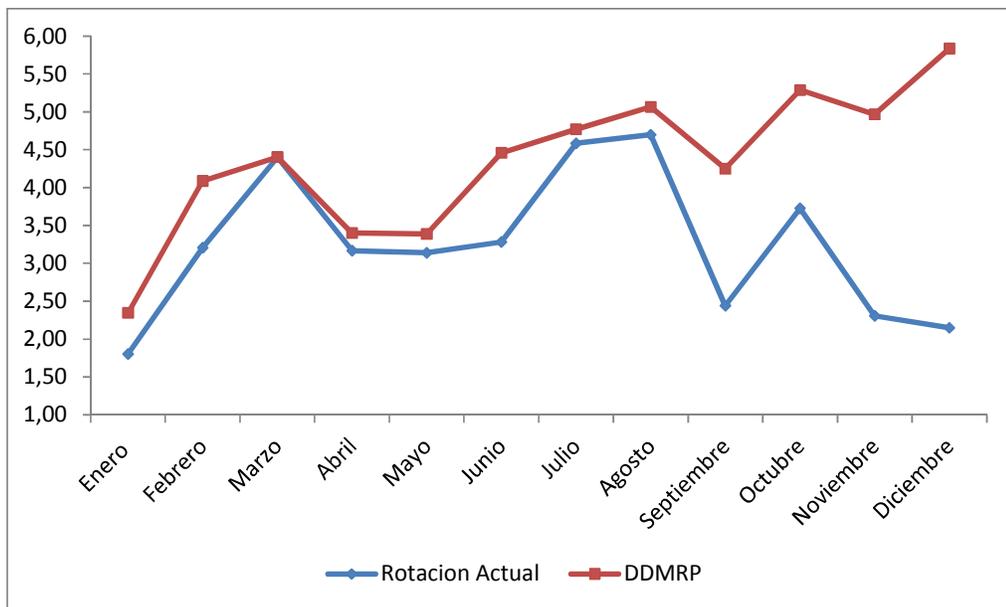
Código	Modelo Actual	DDMRP
	\$ Almacenamiento Anual	\$ Almacenamiento Anual
P1	\$ 7.504,70	\$ 5.567,80
P2	\$ 1.062,60	\$ 905,45
P3	\$ 3.463,57	\$ 2.591,40
P4	\$ 4.389,63	\$ 1.613,92
P5	\$ 772,45	\$ 1.038,80
P6	\$ 3.534,72	\$ 2.039,52
P7	\$ 1.860,95	\$ 1.050,70
P8	\$ 3.558,10	\$ 3.563,35
P9	\$ 2.414,35	\$ 1.226,92
P10	\$ 1.323,90	\$ 744,80
	\$ 29.884,96	\$ 20.342,66

Fuente: Elaboración propia.

Con la aplicación de la metodología DDMRP se evidencia que hay una mayor rotación del inventario, esto significa que los productos permanecen un menor tiempo almacenados en la bodega. Con el modelo actual de inventarios se tiene que el inventario tiene una rotación 3,62 veces al año, mientras que con la aplicación de la metodología DDMRP se obtiene que el inventario tiene una rotación de 5,06 veces al año, con lo cual se determina que el inventario permanece almacenado 2 meses usando la metodología DDMRP mientras que con el modelo actual el inventario permanece almacenado alrededor de 3 meses y medio.

En la Gráfico 4.3 se muestra el comparativo del índice de rotación de inventario con el modelo actual vs DDMRP.

Gráfico 4. 3. Rotación de Inventario Modelo Actual vs DDMRP



Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera en la Tabla 4.3 se muestra la cantidad de pedidos realizados durante el periodo de análisis (Ene. – Dic. 2018) y que de la misma manera con la implementación de la metodología DDMRP se permite optimizar y balancear la cantidad total de pedidos mensuales durante el periodo.

Tabla 4. 3. Costos de Pedidos Modelo Actual vs DDMRP 2018

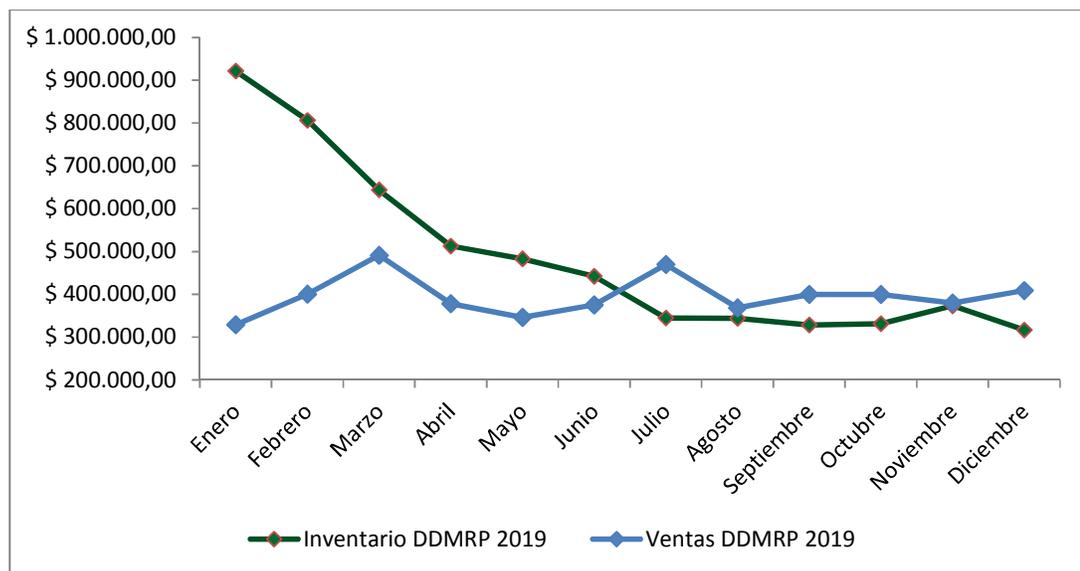
Detalle	Política Actual		DDMRP	
	# Órdenes Pedido	\$ Pedido	# Órdenes Pedido	\$ Pedido
ene-18	3	\$ 271,74	2	\$ 214,33
feb-18	1	\$ 90,58	2	\$ 224,16
mar-18	1	\$ 90,58	1	\$ 99,73
abr-18	2	\$ 181,16	2	\$ 196,71
may-18	3	\$ 271,74	2	\$ 137,24
jun-18	2	\$ 181,16	3	\$ 297,36
jul-18	5	\$ 452,90	2	\$ 144,96
ago-18	3	\$ 271,74	3	\$ 284,49
sep-18	3	\$ 271,74	2	\$ 194,43
oct-18	6	\$ 543,48	3	\$ 238,74
nov-18	4	\$ 362,32	2	\$ 148,68
dic-18	3	\$ 271,74	2	\$ 178,42
Total	36	\$ 3.260,88	26	\$ 2.359,25

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Resultados de la implementación DDMRP 2019

Si se realiza la implementación de la metodología DDMRP en el año 2019, se tendría que a lo largo del año se disminuirá el inventario almacenado en un 38%, lo que representa \$ 300.765,01 comparado con respecto a lo real operado durante el año 2018 y como se puede apreciar se lograr una disminución importante en los inventarios dando mayor flujo a la organización.

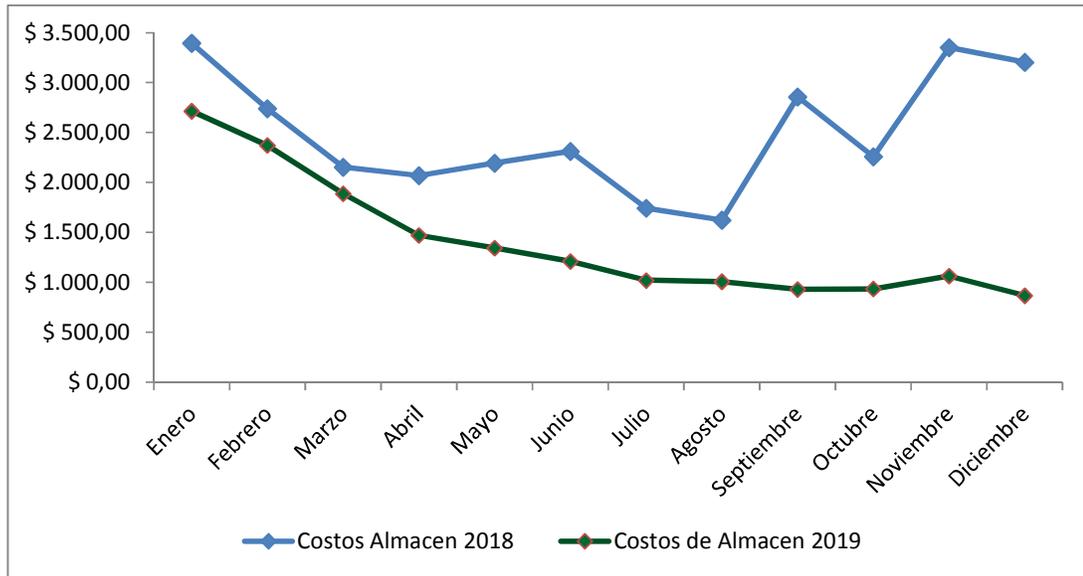
Gráfico 4. 4. Inventario vs Ventas en USD 2019



Fuente: Elaboración propia.

Se logra realizar una reducción en los excesos de inventario que incrementaban los costos de almacenamiento. En el Gráfico 4.5 se ilustra la disminución en los mismos, logrando un ahorro del 44% en costos de almacenamiento lo cual va directo a un rubro importante dentro del costo logístico.

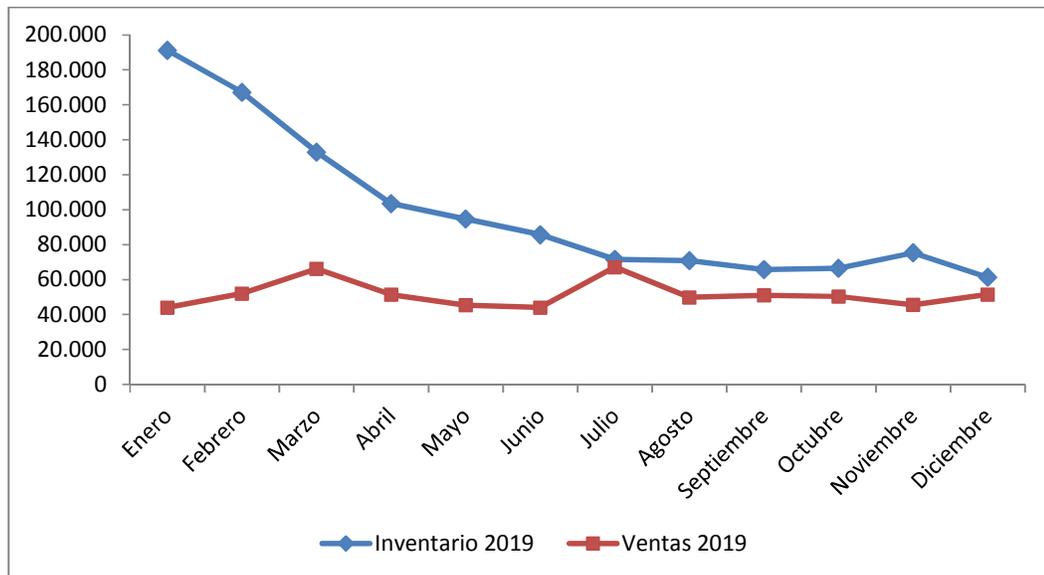
Gráfico 4. 5. Comparativo Costos de Almacenamiento 2018 vs 2019



Fuente: Elaboración propia.

De la misma se logra un mejor nivel de servicio puesto que se cumple sin problemas la política de despachos ya que se cuenta con suficiente inventario para poder cubrir la demanda.

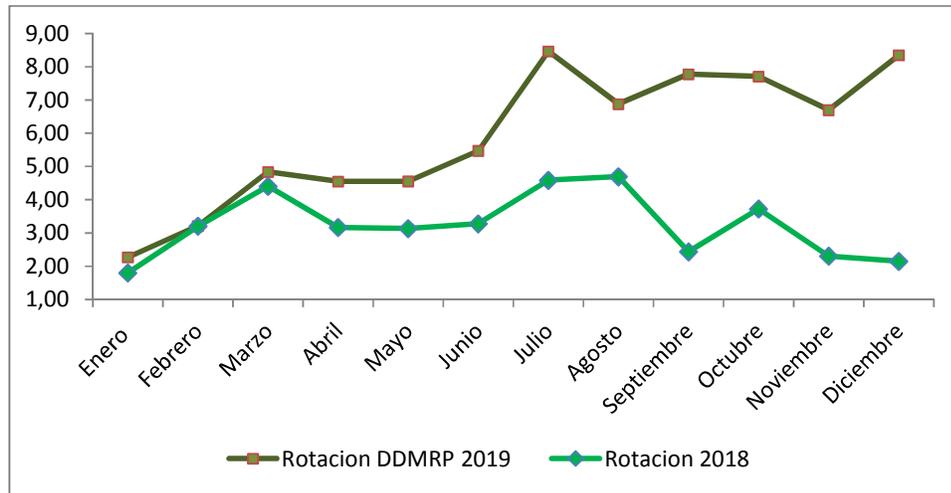
Gráfico 4. 6. Comparativo Kg. Inventario vs Ventas 2019



Fuente: Elaboración propia.

La rotación de los productos se incrementa a 6,22 veces en el año 2019 comparado con la del 2018 que fue 3,62 veces al año lo que nos quiere decir con la implementación del DDMRP en el 2019 el inventario rotara cada 2 meses aproximadamente.

Gráfico 4. 7. Comparativo Rotación de Inventario



Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera en la Tabla 4.4 se muestra la cantidad de pedidos que se deberían realizar dentro del periodo (Ene. – Dic. 2019).

Tabla 4. 4. Costos de Pedidos Modelo Actual vs DDMRP 2019

Detalle	# Órdenes Pedido	\$ Pedido
ene-19	1	\$ 128,09
feb-19	2	\$ 146,39
mar-19	1	\$ 123,52
abr-19	2	\$ 166,98
may-19	2	\$ 205,86
jun-19	2	\$ 179,27
jul-19	3	\$ 252,47
ago-19	2	\$ 173,84
sep-19	2	\$ 205,86
oct-19	3	\$ 227,31
nov-19	2	\$ 176,99
dic-19	0	\$ 0,00
Total	22	\$ 1.986,58

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El modelo de gestión de inventarios mediante la metodología DDMRP propuesto, disminuye considerablemente la frecuencia de ocurrencia de desabastecimiento, roturas de inventarios, aumenta la rotación del inventario, se implementan políticas de órdenes de compra, garantiza un flujo de los productos hasta su depósito final en las bodegas del OPL.

Este modelo de gestión de inventarios determina una planificación integral, es decir toma en cuenta desde la generación de los pedidos por parte de los clientes hasta la distribución de los productos en cada uno de las bodegas, garantizando una cobertura analítica completa de todos los procesos y en consecuencia un flujo correcto de los productos dentro de la cadena de suministro, asegurando de esta manera el abastecimiento necesario y que el mismo este en el momento indicado en la bodega, lo cual mejora el desempeño operacional de la organización.

La metodología DDMRP está basada en la demanda en tiempo real lo que significa que se puede percibir los cambios de la misma adaptando la planificación de pedidos y de la producción.

Luego de realizada la simulación de la implementación en la organización se puede observar claramente que la metodología es una excelente herramienta para optimizar la gestión de los inventarios, ya que mejora el nivel de servicio, se da un mejor dimensionamiento del inventario, ayuda a que la rotación del mismo aumente, lo que impacta en que los costos de almacenamiento disminuyan.

A continuación se ilustra un comparativo de los escenarios planteados en el 2018 y 2019:

Tabla 5. 1. Comparativo de Simulaciones

Descripción	Real 2018	DDMRP 2018	DDMRP 2019
Rotación de Inventario	3,62 Veces al año	5,06 Veces al año	6,22 Veces al año
Inventario en USD	\$ 788.007,56	\$ 563.821,31	\$ 487.245,87
Costos de Almacén	\$ 29.884,96	\$ 20.342,66	\$ 16.830,73
Costos de Pedidos	\$ 3.260,88	\$ 2.359,25	\$ 1.986,58
Cantidad de Órdenes de Pedido	36	26	22
Compras de Producto	\$ 2.575.841,48	\$ 2.281.709,00	\$ 1.951.265,00
Costo de Obsolescencia	\$ 19.973,24	\$ 19.973,24	\$ 0
% Obsolescencia	2,53 %	2,53 %	0%

Fuente: Elaboración propia.

Como recomendaciones u oportunidades de mejora la organización debe definir una guía de información unificada para todas las áreas, lo que facilitará la transferencia y manejo de la información para su posterior análisis y obtener una planeación óptima de las operaciones de la organización.

De la misma manera se propone gestionar las relaciones comerciales con los clientes y proveedores para así poder aumentar el poder negociación con respecto a la forma, frecuencia de realización de pedidos y tiempos de entrega de los productos.

6. Referencias

Fogarty, D. W., Blackstone, J. H., & Hoffmann, T. R. (1994). *Administración de la producción e inventarios* (Segunda edición ed.). México: Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., CECOSA.

E A. Silver, D F. Pyke, R. Peterson. *Inventory management and production planning and scheduling*.

Lee, W. Y., Goodwin, P., Fildes, R., Nikolopoulos, K., & Lawrence, M. (2007). *Providing support for the use of analogies in demand forecasting tasks* (Vol. 23). *International Journal of Forecasting*.

Ramanathan, R. (2006). *ABC inventory classification with multiple criteria weighted linear optimization* (Vol. 33). *Computers & Operations Research*.

Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). *Inventory Management and Production Planning and Scheduling* (Tercera edición ed.). John Wiley & Sons.

Supply Chain Logistics Management. Ed. McGraw-Hill, 2002.

MRP, D. D. (2013). *Conceptos Básicos de Demand Driven MRP*.

Muller, M. (2011). *Essentials of Inventory Management*. NY.

Muñoz Negrón, D. F. (2009). *Administración de Operaciones. Enfoque De administración de procesos de negocios*. México: Cengage Learning Editores.

Orlicky, J. (1975). *MRP, The New Way of Life in Production and Inventory*. McGraw-Hill.

Patk, C. A., & Smith, C. J. (2016). *Demand Driven Material Requirements Planning (DDMRP)*. Industrial Press Inc.

Yedra, Y. (28 de Marzo de 2017). *Sistema de Planificación de Recursos Empresariales ERP*. Obtenido de <https://www.slideshare.net>

Zhang, Y. & Downey K., (31 de 20 de 2017). *infoday*. Obtenido de <http://www.infoday.com/cilmag/jun17/Zhang-Downey--Ebook-ROI.shtml>

David Poveda J., (Noviembre 2013). Demand Driven MRP, DDMRP. Demand Driven Institute

Poveda J, David, (17 de julio de 2014), Recuperado en Diciembre de 2016 de:
[http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/Biblioteca/HDM% 20-%20Presentaci%C3%B3n%20junio%202017.pdf](http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/Biblioteca/HDM%20-%20Presentaci%C3%B3n%20junio%202017.pdf)

Demand Driven Insitute, recuperado en Noviembre de 2016 de:
<http://www.demanddriveninstitute.com/>.

Ríos, Eliana, (2014), La Guía del consultor, recuperado en Febrero de 2017 de:
<http://www.laguiadelconsultor.com/salario-en-consultoria-de-negocio/>.

Smith, Chad, (noviembre 2013), Documento del DDMRP, Consultoría Atai Consulting, recuperado en noviembre de 2016 de:
[http://www.atai.consulting/downloads/CDDP/Demand%20Driven%20MRP%20Buff ers.pdf](http://www.atai.consulting/downloads/CDDP/Demand%20Driven%20MRP%20Buff%20ers.pdf).

7. Apéndices y anexos

ANEXO 1

Simulación 2018

Tabla A1. 1. Buffer de P2

P2	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-18	3500	6577	1644	411	2055
feb-18	3500	7057	1764	441	2205
mar-18	3500	7875	1969	492	2461
abr-18	3500	15469	3867	967	4834
may-18	3500	8007	2002	500	2502
jun-18	3500	8007	2002	500	2502
jul-18	3500	8233	2058	515	2573
ago-18	3500	11742	2936	734	3669
sep-18	3500	17775	4444	1111	5555
oct-18	3500	12696	3174	794	3968
nov-18	3500	16219	4055	1014	5068
dic-18	3500	11672	2918	729	3647

Tabla A1. 2. Topes de Buffer P2

P2	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-18	12132	8632	2055
feb-18	12762	9262	2205
mar-18	13836	10336	2461
abr-18	23803	20303	4834
may-18	14010	10510	2502
jun-18	14010	10510	2502
jul-18	14306	10806	2573
ago-18	18912	15412	3669
sep-18	26830	23330	5555
oct-18	20164	16664	3968
nov-18	24787	21287	5068
dic-18	18819	15319	3647

Gráfico A1. 1. Buffer de P2

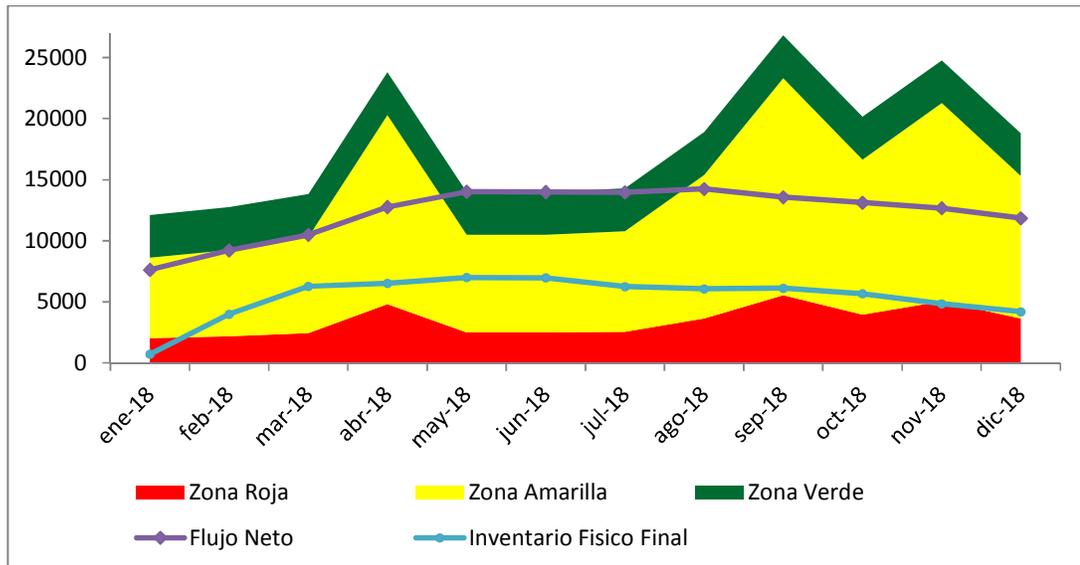


Tabla A1. 3. Buffer de P3

P3	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-18	10000	33300	8325	2081	10406
feb-18	10000	30818	7705	1926	9631
mar-18	10000	39214	9804	2451	12254
abr-18	10000	65700	16425	4106	20531
may-18	10000	37625	9406	2352	11758
jun-18	10000	37625	9406	2352	11758
jul-18	10000	10950	2738	684	3422
ago-18	10000	19269	4817	1204	6022
sep-18	10000	22929	5732	1433	7165
oct-18	10000	43286	10821	2705	13527
nov-18	10000	20625	5156	1289	6445
dic-18	10000	14100	3525	881	4406

Tabla A1. 4. Topes de Buffer P3

P3	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-18	53706	43706	10406
feb-18	50449	40449	9631
mar-18	61469	51469	12254
abr-18	96231	86231	20531
may-18	59383	49383	11758
jun-18	59383	49383	11758
jul-18	24372	14372	3422
ago-18	35291	25291	6022
sep-18	40094	30094	7165
oct-18	66813	56813	13527
nov-18	37070	27070	6445
dic-18	28506	18506	4406

Gráfico A1. 2. Buffer de P3

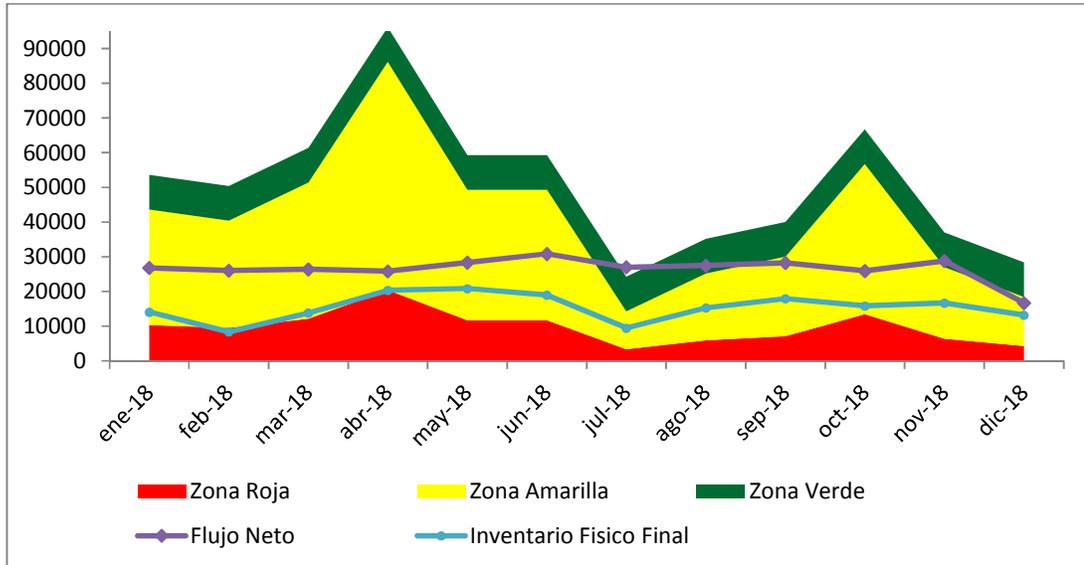


Tabla A1. 5. Buffer de P5

P5	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-18	3000	10350	2588	647	3234
feb-18	3000	9000	2250	563	2813
mar-18	3000	12750	3188	797	3984
abr-18	3000	4500	1125	281	1406
may-18	3000	8550	2138	534	2672
jun-18	3000	8550	2138	534	2672
jul-18	3000	8518	2129	532	2662
ago-18	3000	10446	2612	653	3265
sep-18	3000	13067	3267	817	4084
oct-18	3000	15000	3750	938	4688
nov-18	3000	16500	4125	1031	5156
dic-18	3000	13193	3298	825	4123

Tabla A1. 6. Topes de Buffer P5

P5	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-18	16584	13584	3234
feb-18	14813	11813	2813
mar-18	19734	16734	3984
abr-18	8906	5906	1406
may-18	14222	11222	2672
jun-18	14222	11222	2672
jul-18	14180	11180	2662
ago-18	16711	13711	3265
sep-18	20151	17151	4084
oct-18	22688	19688	4688
nov-18	24656	21656	5156
dic-18	20316	17316	4123

Gráfico A1. 3. Buffer de P5

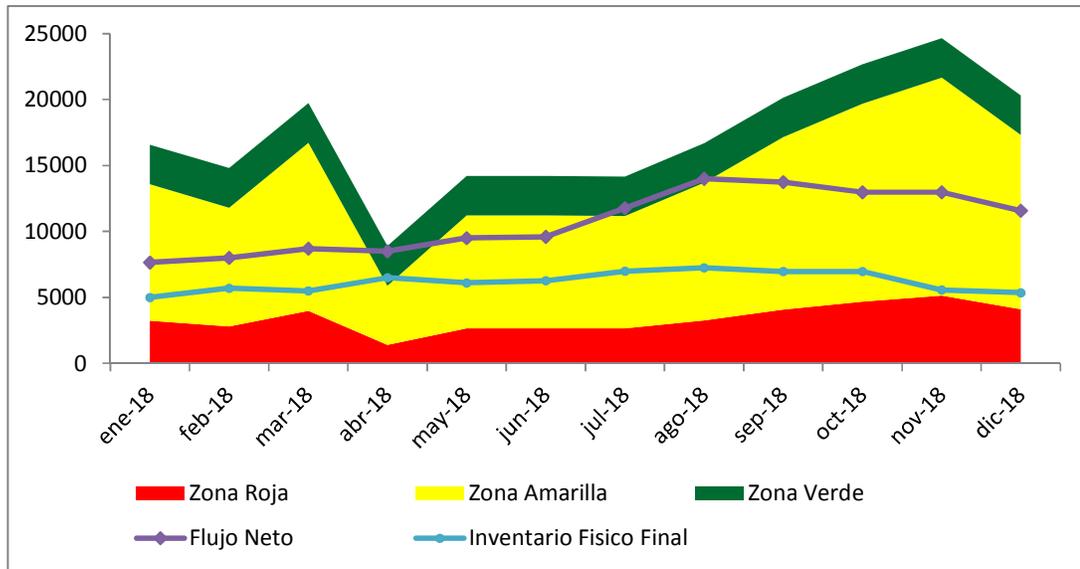


Tabla A1. 7. Buffer de P6

P6	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-18	5000	8000	4000	1000	5000
feb-18	5000	24000	12000	3000	15000
mar-18	5000	4000	2000	500	2500
abr-18	5000	4000	2000	500	2500
may-18	5000	6667	3333	833	4167
jun-18	5000	6667	3333	833	4167
jul-18	5000	6286	3143	786	3929
ago-18	5000	7667	3833	958	4792
sep-18	5000	8000	4000	1000	5000
oct-18	5000	6000	3000	750	3750
nov-18	5000	8000	4000	1000	5000
dic-18	5000	6667	3333	833	4167

Tabla A1. 8. Topes de Buffer P6

P6	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-18	18000	13000	5000
feb-18	44000	39000	15000
mar-18	11500	6500	2500
abr-18	11500	6500	2500
may-18	15833	10833	4167
jun-18	15833	10833	4167
jul-18	15214	10214	3929
ago-18	17458	12458	4792
sep-18	18000	13000	5000
oct-18	14750	9750	3750
nov-18	18000	13000	5000
dic-18	15833	10833	4167

Gráfico A1. 4. Buffer de P6

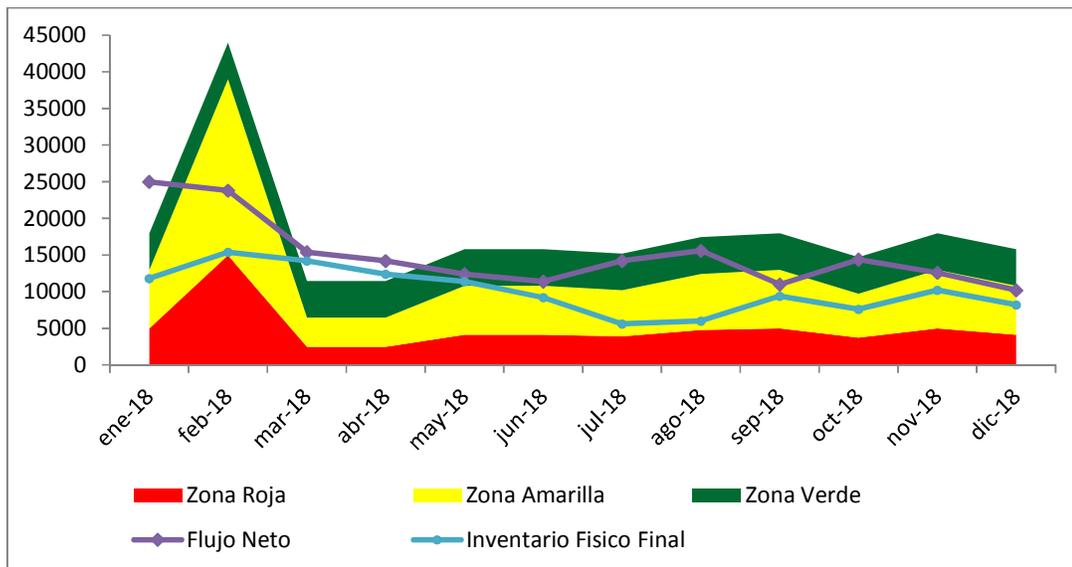


Tabla A1. 9. Buffer de P7

P7	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-18	2500	5000	1250	313	1563
feb-18	2500	12250	3063	766	3828
mar-18	2500	2700	675	169	844
abr-18	2500	9625	2406	602	3008
may-18	2500	9563	2391	598	2988
jun-18	2500	9563	2391	598	2988
jul-18	2500	29813	7453	1863	9316
ago-18	2500	2732	683	171	854
sep-18	2500	3656	914	229	1143
oct-18	2500	10575	2644	661	3305
nov-18	2500	4750	1188	297	1484
dic-18	2500	4500	1125	281	1406

Tabla A1. 10. Topes de Buffer P7

P7	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-18	9063	6563	1563
feb-18	18578	16078	3828
mar-18	6044	3544	844
abr-18	15133	12633	3008
may-18	15051	12551	2988
jun-18	15051	12551	2988
jul-18	41629	39129	9316
ago-18	6086	3586	854
sep-18	7299	4799	1143
oct-18	16380	13880	3305
nov-18	8734	6234	1484
dic-18	8406	5906	1406

Gráfico A1. 5. Buffer de P7

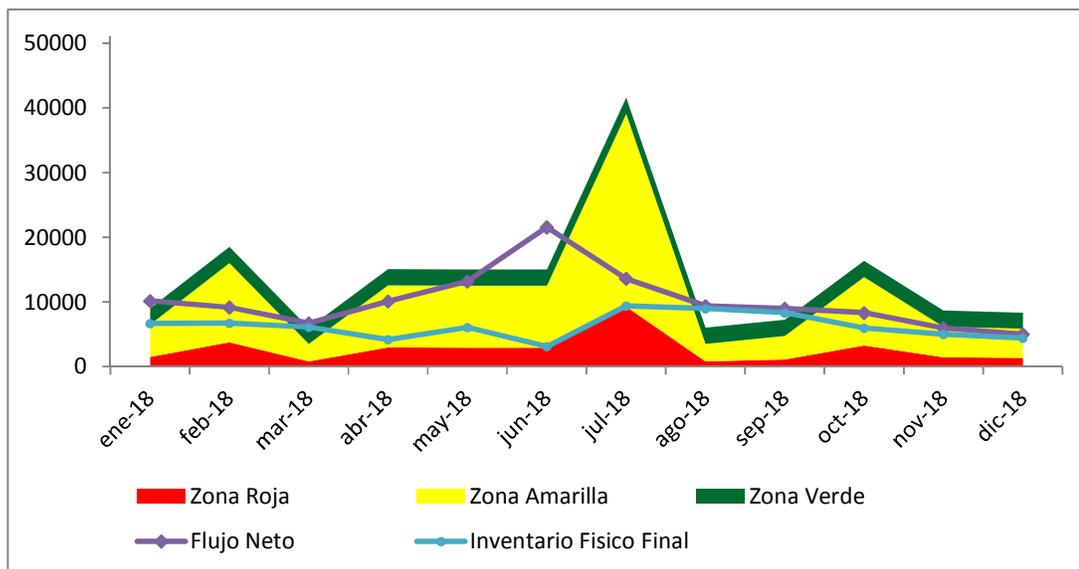


Tabla A1. 11. Buffer de P8

P8	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-18	6500	17550	4388	1097	5484
feb-18	6500	23288	5822	1455	7277
mar-18	6500	26250	6563	1641	8203
abr-18	6500	20025	5006	1252	6258
may-18	6500	29138	7284	1821	9105
jun-18	6500	29138	7284	1821	9105
jul-18	6500	26250	6563	1641	8203
ago-18	6500	19013	4753	1188	5941
sep-18	6500	29893	7473	1868	9342
oct-18	6500	15188	3797	949	4746
nov-18	6500	20750	5188	1297	6484
dic-18	6500	36703	9176	2294	11470

Tabla A1. 12. Topes de Buffer P8

P8	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-18	29534	23034	5484
feb-18	37065	30565	7277
mar-18	40953	34453	8203
abr-18	32783	26283	6258
may-18	44743	38243	9105
jun-18	44743	38243	9105
jul-18	40953	34453	8203
ago-18	31454	24954	5941
sep-18	45734	39234	9342
oct-18	26434	19934	4746
nov-18	33734	27234	6484
dic-18	54673	48173	11470

Gráfico A1. 6. Buffer de P8

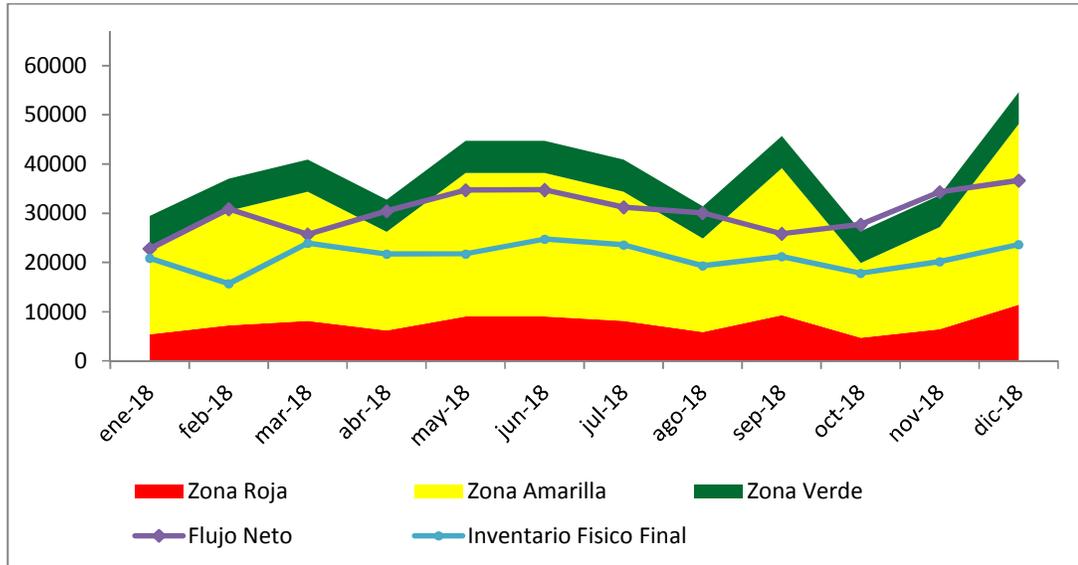


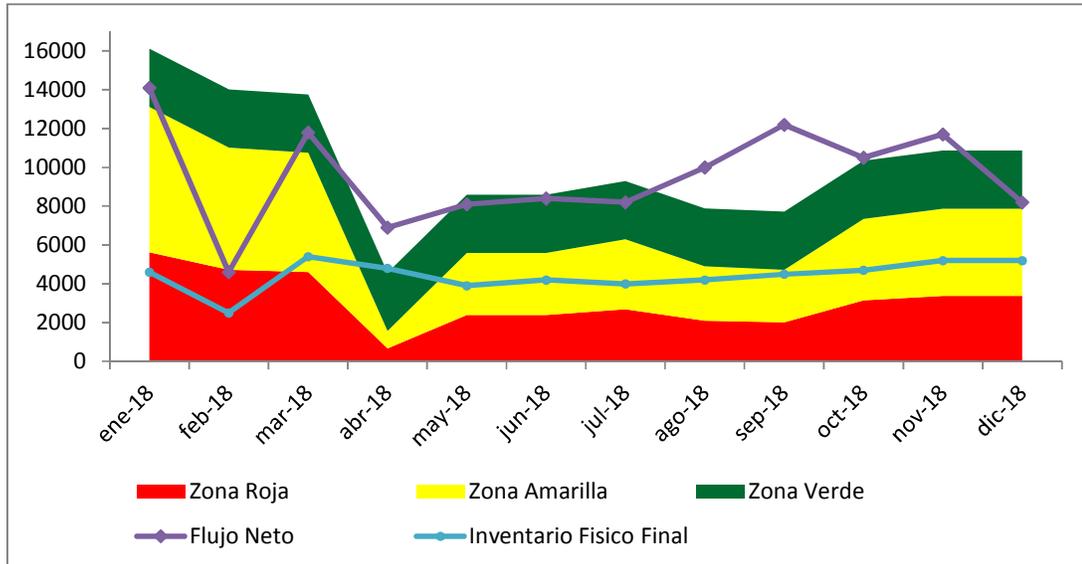
Tabla A1. 13. Buffer de P10

P10	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-18	3000	7500	3750	1875	5625
feb-18	3000	6300	3150	1575	4725
mar-18	3000	6150	3075	1538	4613
abr-18	3000	900	450	225	675
may-18	3000	3200	1600	800	2400
jun-18	3000	3200	1600	800	2400
jul-18	3000	3600	1800	900	2700
ago-18	3000	2800	1400	700	2100
sep-18	3000	2700	1350	675	2025
oct-18	3000	4200	2100	1050	3150
nov-18	3000	4500	2250	1125	3375
dic-18	3000	4500	2250	1125	3375

Tabla A1. 14. Topes de Buffer P10

P10	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-18	16125	13125	5625
feb-18	14025	11025	4725
mar-18	13763	10763	4613
abr-18	4575	1575	675
may-18	8600	5600	2400
jun-18	8600	5600	2400
jul-18	9300	6300	2700
ago-18	7900	4900	2100
sep-18	7725	4725	2025
oct-18	10350	7350	3150
nov-18	10875	7875	3375
dic-18	10875	7875	3375

Gráfico A1. 7. Buffer de P10



ANEXO 2

Simulación 2019

Para la elaboración de la metodología DDMRP se tomaron los datos históricos de ventas desde el año 2016 y se realizó una proyección de ventas del año 2019, la cual fue realizada en el software estadístico R, según el modelo Arima, Sarima, también realizó el uso del método de pronóstico con tendencia logarítmica y regresión lineal se los comparó y se analizó cuál de los modelos era el más ajustado y tenía el menor error el cual fue considerado para la elaboración del DDMRP 2019 y la información es la siguiente:

Tabla A2. 1. Proyección de la demanda del 2019

Producto	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
P1	18925	26475	34200	18825	12425	11075	11725	11200	12425	13125	16125	12125
P2	1975	1875	1150	2775	2875	4100	3750	4100	3900	4250	4425	4175
P3	2075	5225	6800	7075	5525	1725	11725	6175	5975	9275	5175	5100
P4	9700	3950	7975	13325	8225	3800	15450	6975	9175	10825	3100	4050
P5	1525	1350	2125	1150	1800	1500	1400	2950	4675	2825	3925	5350
P6	1000	2400	2000	1400	1600	2500	2800	5400	2400	1800	3200	5385
P7	825	2850	175	1625	3300	9275	4275	200	800	2475	575	1400
P8	1475	3900	1325	1675	4875	5350	11675	6200	6500	1450	3025	8725
P9	3900	1800	5325	2925	2100	3450	3200	2475	2375	2125	900	2200
P10	2600	2200	5150	625	2600	1225	1075	4125	2800	2200	5150	2975

Tabla A2. 2. Buffer de P1

P1	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-19	19000	38710	9678	2419	12097
feb-19	19000	54153	13538	3385	16923
mar-19	19000	69955	17489	4372	21861
abr-19	19000	38506	9626	2407	12033
may-19	19000	25415	6354	1588	7942
jun-19	19000	22653	5663	1416	7079
jul-19	19000	23983	5996	1499	7495
ago-19	19000	22909	5727	1432	7159
sep-19	19000	25415	6354	1588	7942
oct-19	19000	26847	6712	1678	8390
nov-19	19000	32983	8246	2061	10307
dic-19	19000	24801	6200	1550	7750

Tabla A2. 3. Topes de Buffer P1

P1	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-19	69807	50807	12097
feb-19	90076	71076	16923
mar-19	110815	91815	21861
abr-19	69539	50539	12033
may-19	52357	33357	7942
jun-19	48733	29733	7079
jul-19	50478	31478	7495
ago-19	49068	30068	7159
sep-19	52357	33357	7942
oct-19	54236	35236	8390
nov-19	62290	43290	10307
dic-19	51551	32551	7750

Tabla A2. 4. Flujo de Buffer P1

P1	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Inventario físico inicial	55950	37025	33550	21350	17525	20100	24025	12300	16100	18675	20550	19425
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)	23000	22000	15000	15000	15000		15000		15000	15000	15000	
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)		23000	22000	15000	15000	15000		15000	15000	15000	15000	15000
Demanda Calificada	18925	26475	34200	18825	12425	11075	11725	11200	12425	13125	16125	12125
Flujo Neto	78950	82025	70550	51350	47525	35100	39025	27300	46100	48675	50550	34425
Inventario Físico Final	37025	33550	21350	17525	20100	24025	12300	16100	18675	20550	19425	22300
\$ Almacén	\$ 518,35	\$ 469,70	\$ 298,90	\$ 245,35	\$ 281,40	\$ 336,35	\$ 172,20	\$ 225,40	\$ 261,45	\$ 287,70	\$ 271,95	\$ 312,20
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Tabla A2. 5. Estado DDMRP P1

P1	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Zona Roja	12097	16923	21861	12033	7942	7079	7495	7159	7942	8390	10307	7750
Zona Amarilla	38710	54153	69955	38506	25415	22653	23983	22909	25415	26847	32983	24801
Zona Verde	19000	19000	19000	19000	19000	19000	19000	19000	19000	19000	19000	19000
Flujo Neto	78950	82025	70550	51350	47525	35100	39025	27300	46100	48675	50550	34425
Inventario Físico Final	37025	33550	21350	17525	20100	24025	12300	16100	18675	20550	19425	22300

Tabla A2. 6. Buffer de P2

P2	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-19	3500	4040	1010	252	1262
feb-19	3500	3835	959	240	1199
mar-19	3500	2352	588	147	735
abr-19	3500	5676	1419	355	1774
may-19	3500	5881	1470	368	1838
jun-19	3500	8386	2097	524	2621
jul-19	3500	7670	1918	479	2397
ago-19	3500	8386	2097	524	2621
sep-19	3500	7977	1994	499	2493
oct-19	3500	8693	2173	543	2717
nov-19	3500	9051	2263	566	2828
dic-19	3500	8540	2135	534	2669

Tabla A2. 7. Topes de Buffer P2

P2	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-19	8802	5302	1262
feb-19	8534	5034	1199
mar-19	6587	3087	735
abr-19	10950	7450	1774
may-19	11218	7718	1838
jun-19	14507	11007	2621
jul-19	13567	10067	2397
ago-19	14507	11007	2621
sep-19	13970	10470	2493
oct-19	14910	11410	2717
nov-19	15380	11880	2828
dic-19	14708	11208	2669

Tabla A2. 8. Flujo de Buffer P2

P2	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Inventario físico inicial	12200	10225	8350	7200	4425	4550	3450	3200	3100	3200	2950	3025
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)				3000	3000	3500	4000	4000	4000	4500	4500	
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)					3000	3000	3500	4000	4000	4000	4500	4500
Demanda Calificada	1975	1875	1150	2775	2875	4100	3750	4100	3900	4250	4425	4175
Flujo Neto	12200	10225	8350	10200	10425	11050	10950	11200	11100	11700	11950	7525
Inventario Físico Final	10225	8350	7200	4425	4550	3450	3200	3100	3200	2950	3025	3350
\$ Almacén	\$ 143,15	\$ 116,90	\$ 100,80	\$ 61,95	\$ 63,70	\$ 48,30	\$ 44,80	\$ 43,40	\$ 44,80	\$ 41,30	\$ 42,35	\$ 46,90
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Tabla A2. 9. Estado DDMRP P2

P2	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Zona Roja	1262	1199	735	1774	1838	2621	2397	2621	2493	2717	2828	2669
Zona Amarilla	4040	3835	2352	5676	5881	8386	7670	8386	7977	8693	9051	8540
Zona Verde	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
Flujo Neto	12200	10225	8350	10200	10425	11050	10950	11200	11100	11700	11950	7525
Inventario Físico Final	10225	8350	7200	4425	4550	3450	3200	3100	3200	2950	3025	3350

Tabla A2. 10. Buffer de P3

P3	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-19	10000	5659	1415	354	1768
feb-19	10000	14250	3563	891	4453
mar-19	10000	18545	4636	1159	5795
abr-19	10000	19295	4824	1206	6030
may-19	10000	15068	3767	942	4709
jun-19	10000	4705	1176	294	1470
jul-19	10000	31977	7994	1999	9993
ago-19	10000	16841	4210	1053	5263
sep-19	10000	16295	4074	1018	5092
oct-19	10000	25295	6324	1581	7905
nov-19	10000	14114	3528	882	4411
dic-19	10000	13909	3477	869	4347

Tabla A2. 11. Topes de Buffer P3

P3	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-19	17428	7428	1768
feb-19	28703	18703	4453
mar-19	34341	24341	5795
abr-19	35325	25325	6030
may-19	29777	19777	4709
jun-19	16175	6175	1470
jul-19	51970	41970	9993
ago-19	32104	22104	5263
sep-19	31388	21388	5092
oct-19	43200	33200	7905
nov-19	28524	18524	4411
dic-19	28256	18256	4347

Tabla A2. 12. Flujo de Buffer P3

P3	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Inventario físico inicial	28575	26500	21275	14475	7400	6875	10150	13425	7250	6275	9000	9825
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)			5000	5000	15000		5000	12000	6000			
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)					5000	5000	15000		5000	12000	6000	
Demanda Calificada	2075	5225	6800	7075	5525	1725	11725	6175	5975	9275	5175	5100
Flujo Neto	28575	26500	26275	19475	27400	11875	30150	25425	18250	18275	15000	9825
Inventario Físico Final	26500	21275	14475	7400	6875	10150	13425	7250	6275	9000	9825	4725
\$ Almacén	\$ 371,00	\$ 297,85	\$ 202,65	\$ 103,60	\$ 96,25	\$ 142,10	\$ 187,95	\$ 101,50	\$ 87,85	\$ 126,00	\$ 137,55	\$ 66,15
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Tabla A2. 13. Estado DDMRP P3

P3	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Zona Roja	1768	4453	5795	6030	4709	1470	9993	5263	5092	7905	4411	4347
Zona Amarilla	5659	14250	18545	19295	15068	4705	31977	16841	16295	25295	14114	13909
Zona Verde	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Flujo Neto	28575	26500	26275	19475	27400	11875	30150	25425	18250	18275	15000	9825
Inventario Físico Final	26500	21275	14475	7400	6875	10150	13425	7250	6275	9000	9825	4725

Tabla A2. 14. Buffer de P4

P4	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-19	10000	19841	4960	1240	6200
feb-19	10000	8080	2020	505	2525
mar-19	10000	16313	4078	1020	5098
abr-19	10000	27256	6814	1703	8517
may-19	10000	16824	4206	1051	5257
jun-19	10000	7773	1943	486	2429
jul-19	10000	31602	7901	1975	9876
ago-19	10000	14267	3567	892	4458
sep-19	10000	18767	4692	1173	5865
oct-19	10000	22142	5536	1384	6919
nov-19	10000	6341	1585	396	1982
dic-19	10000	8284	2071	518	2589

Tabla A2. 15. Topes de Buffer P4

P4	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-19	36041	26041	6200
feb-19	20604	10604	2525
mar-19	31410	21410	5098
abr-19	45773	35773	8517
may-19	32081	22081	5257
jun-19	20202	10202	2429
jul-19	51478	41478	9876
ago-19	28725	18725	4458
sep-19	34632	24632	5865
oct-19	39061	29061	6919
nov-19	18322	8322	1982
dic-19	20873	10873	2589

Tabla A2. 16. Flujo de Buffer P4

P4	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Inventario físico inicial	36225	26525	22575	14600	8275	10050	10250	9800	7825	8650	7825	9725
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)			7000	10000	4000	15000	5000	10000	10000	5000		
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)				7000	10000	4000	15000	5000	10000	10000	5000	
Demanda Calificada	9700	3950	7975	13325	8225	3800	15450	6975	9175	10825	3100	4050
Flujo Neto	36225	26525	29575	31600	22275	29050	30250	24800	27825	23650	12825	9725
Inventario Físico Final	26525	22575	14600	8275	10050	10250	9800	7825	8650	7825	9725	5675
\$ Almacén	\$ 371,35	\$ 316,05	\$ 204,40	\$ 115,85	\$ 140,70	\$ 143,50	\$ 137,20	\$ 109,55	\$ 121,10	\$ 109,55	\$ 136,15	\$ 79,45
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Tabla A2. 17. Estado DDMRP P4

P4	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Zona Roja	6200	2525	5098	8517	5257	2429	9876	4458	5865	6919	1982	2589
Zona Amarilla	19841	8080	16313	27256	16824	7773	31602	14267	18767	22142	6341	8284
Zona Verde	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000
Flujo Neto	36225	26525	29575	31600	22275	29050	30250	24800	27825	23650	12825	9725
Inventario Físico Final	26525	22575	14600	8275	10050	10250	9800	7825	8650	7825	9725	5675

Tabla A2. 18. Buffer de P5

P5	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-19	3000	3119	780	195	975
feb-19	3000	2761	690	173	863
mar-19	3000	4347	1087	272	1358
abr-19	3000	2352	588	147	735
may-19	3000	3682	920	230	1151
jun-19	3000	3068	767	192	959
jul-19	3000	2864	716	179	895
ago-19	3000	6034	1509	377	1886
sep-19	3000	9563	2391	598	2988
oct-19	3000	5778	1445	361	1806
nov-19	3000	8028	2007	502	2509
dic-19	3000	10943	2736	684	3420

Tabla A2. 19. Topes de Buffer P5

P5	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-19	7094	4094	975
feb-19	6624	3624	863
mar-19	8705	5705	1358
abr-19	6087	3087	735
may-19	7832	4832	1151
jun-19	7027	4027	959
jul-19	6759	3759	895
ago-19	10920	7920	1886
sep-19	15551	12551	2988
oct-19	10584	7584	1806
nov-19	13537	10537	2509
dic-19	17363	14363	3420

Tabla A2. 20. Flujo de Buffer P5

P5	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Inventario físico inicial	17450	15925	14575	12450	11300	9500	8000	6600	3650	3975	3150	4225
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)								5000	2000	5000	5000	
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)									5000	2000	5000	5000
Demanda Calificada	1525	1350	2125	1150	1800	1500	1400	2950	4675	2825	3925	5350
Flujo Neto	17450	15925	14575	12450	11300	9500	8000	11600	10650	10975	13150	9225
Inventario Físico Final	15925	14575	12450	11300	9500	8000	6600	3650	3975	3150	4225	3875
\$ Almacén	\$ 222,95	\$ 204,05	\$ 174,30	\$ 158,20	\$ 133,00	\$ 112,00	\$ 92,40	\$ 51,10	\$ 55,65	\$ 44,10	\$ 59,15	\$ 54,25
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Tabla A2. 21. Estado DDMRP P5

P5	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Zona Roja	975	863	1358	735	1151	959	895	1886	2988	1806	2509	3420
Zona Amarilla	3119	2761	4347	2352	3682	3068	2864	6034	9563	5778	8028	10943
Zona Verde	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Flujo Neto	17450	15925	14575	12450	11300	9500	8000	11600	10650	10975	13150	9225
Inventario Físico Final	15925	14575	12450	11300	9500	8000	6600	3650	3975	3150	4225	3875

Tabla A2. 22. Buffer de P6

P6	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-19	5000	909	455	114	568
feb-19	5000	2182	1091	273	1364
mar-19	5000	1818	909	227	1136
abr-19	5000	1273	636	159	795
may-19	5000	1455	727	182	909
jun-19	5000	2273	1136	284	1420
jul-19	5000	2545	1273	318	1591
ago-19	5000	4909	2455	614	3068
sep-19	5000	2182	1091	273	1364
oct-19	5000	1636	818	205	1023
nov-19	5000	2909	1455	364	1818
dic-19	5000	4895	2448	612	3060

Tabla A2. 23. Topes de Buffer P6

P6	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-19	6477	1477	568
feb-19	8545	3545	1364
mar-19	7955	2955	1136
abr-19	7068	2068	795
may-19	7364	2364	909
jun-19	8693	3693	1420
jul-19	9136	4136	1591
ago-19	12977	7977	3068
sep-19	8545	3545	1364
oct-19	7659	2659	1023
nov-19	9727	4727	1818
dic-19	12955	7955	3060

Tabla A2. 24. Flujo de Buffer P6

P6	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Inventario físico inicial	15000	14000	11600	9600	8200	6600	4100	6300	5900	3500	1700	3500
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)						5000	5000			5000	5000	
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)							5000	5000			5000	5000
Demanda Calificada	1000	2400	2000	1400	1600	2500	2800	5400	2400	1800	3200	5400
Flujo Neto	15000	14000	11600	9600	8200	11600	14100	11300	5900	8500	11700	8500
Inventario Físico Final	14000	11600	9600	8200	6600	4100	6300	5900	3500	1700	3500	3110
\$ Almacén	\$ 235,20	\$ 194,88	\$ 161,28	\$ 137,76	\$ 110,88	\$ 68,88	\$ 105,84	\$ 99,12	\$ 58,80	\$ 28,56	\$ 58,80	\$ 52,08
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Tabla A2. 25. Estado DDMRP P6

P6	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Zona Roja	568	1364	1136	795	909	1420	1591	3068	1364	1023	1818	3060
Zona Amarilla	909	2182	1818	1273	1455	2273	2545	4909	2182	1636	2909	4895
Zona Verde	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Flujo Neto	15000	14000	11600	9600	8200	11600	14100	11300	5900	8500	11700	8500
Inventario Físico Final	14000	11600	9600	8200	6600	4100	6300	5900	3500	1700	3500	3115

Tabla A2. 26. Buffer de P7

P7	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-19	5000	1688	422	105	527
feb-19	5000	5830	1457	364	1822
mar-19	5000	358	89	22	112
abr-19	5000	3324	831	208	1039
may-19	5000	6750	1688	422	2109
jun-19	5000	18972	4743	1186	5929
jul-19	5000	8744	2186	547	2733
ago-19	5000	409	102	26	128
sep-19	5000	1636	409	102	511
oct-19	5000	5063	1266	316	1582
nov-19	5000	1176	294	74	368
dic-19	5000	2864	716	179	895

Tabla A2. 27. Topes de Buffer P7

P7	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-19	7215	2215	527
feb-19	12651	7651	1822
mar-19	5470	470	112
abr-19	9363	4363	1039
may-19	13859	8859	2109
jun-19	29900	24900	5929
jul-19	16477	11477	2733
ago-19	5537	537	128
sep-19	7148	2148	511
oct-19	11645	6645	1582
nov-19	6544	1544	368
dic-19	8759	3759	895

Tabla A2. 28. Flujo de Buffer P7

P7	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Inventario físico inicial	12850	12025	9175	9000	7375	7575	6300	3525	3325	2525	3050	2475
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)				3500	8000	1500			3000			
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)					3500	8000	1500			3000		
Demanda Calificada	825	2850	175	1625	3300	9275	4275	200	800	2475	575	1400
Flujo Neto	12850	12025	9175	12500	18875	17075	7800	3525	6325	5525	3050	2475
Inventario Físico Final	12025	9175	9000	7375	7575	6300	3525	3325	2525	3050	2475	1075
\$ Almacén	\$ 168,35	\$ 128,45	\$ 126,00	\$ 103,25	\$ 106,05	\$ 88,20	\$ 49,35	\$ 46,55	\$ 35,35	\$ 42,70	\$ 34,65	\$ 15,05
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Tabla A2. 29. Estado DDMRP P7

P7	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Zona Roja	527	1822	112	1039	2109	5929	2733	128	511	1582	368	895
Zona Amarilla	1688	5830	358	3324	6750	18972	8744	409	1636	5063	1176	2864
Zona Verde	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Flujo Neto	12850	12025	9175	12500	18875	17075	7800	3525	6325	5525	3050	2475
Inventario Físico Final	12025	9175	9000	7375	7575	6300	3525	3325	2525	3050	2475	1075

Tabla A2. 30. Buffer de P8

P8	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-19	6500	3017	754	189	943
feb-19	6500	7977	1994	499	2493
mar-19	6500	2710	678	169	847
abr-19	6500	3426	857	214	1071
may-19	6500	9972	2493	623	3116
jun-19	6500	10943	2736	684	3420
jul-19	6500	23881	5970	1493	7463
ago-19	6500	12682	3170	793	3963
sep-19	6500	13295	3324	831	4155
oct-19	6500	2966	741	185	927
nov-19	6500	6188	1547	387	1934
dic-19	6500	17847	4462	1115	5577

Tabla A2. 31. Topes de Buffer P8

P8	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-19	10460	3960	943
feb-19	16970	10470	2493
mar-19	10057	3557	847
abr-19	10997	4497	1071
may-19	19588	13088	3116
jun-19	20863	14363	3420
jul-19	37843	31343	7463
ago-19	23145	16645	3963
sep-19	23950	17450	4155
oct-19	10393	3893	927
nov-19	14621	8121	1934
dic-19	29924	23424	5577

Tabla A2. 32. Flujo de Buffer P8

P8	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Inventario físico inicial	25450	23975	20075	18750	17075	12200	6850	8175	6975	7475	6025	7000
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)						13000	5000	7000		4000	8000	
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)							13000	5000	7000		4000	8000
Demanda Calificada	1475	3900	1325	1675	4875	5350	11675	6200	6500	1450	3025	8725
Flujo Neto	25450	23975	20075	18750	17075	25200	24850	20175	13975	11475	18025	15000
Inventario Físico Final	23975	20075	18750	17075	12200	6850	8175	6975	7475	6025	7000	6275
\$ Almacén	\$ 335,65	\$ 281,05	\$ 262,50	\$ 239,05	\$ 170,80	\$ 95,90	\$ 114,45	\$ 97,65	\$ 104,65	\$ 84,35	\$ 98,00	\$ 87,85
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Tabla A2. 33. Estado DDMRP P8

P8	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Zona Roja	943	2493	847	1071	3116	3420	7463	3963	4155	927	1934	5577
Zona Amarilla	3017	7977	2710	3426	9972	10943	23881	12682	13295	2966	6188	17847
Zona Verde	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500	6500
Flujo Neto	25450	23975	20075	18750	17075	25200	24850	20175	13975	11475	18025	15000
Inventario Físico Final	23975	20075	18750	17075	12200	6850	8175	6975	7475	6025	7000	6275

Tabla A2. 34. Buffer de P9

P9	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-19	5000	2659	1330	332	1662
feb-19	5000	1227	614	153	767
mar-19	5000	3631	1815	454	2269
abr-19	5000	1994	997	249	1246
may-19	5000	1432	716	179	895
jun-19	5000	2352	1176	294	1470
jul-19	5000	2182	1091	273	1364
ago-19	5000	1688	844	211	1055
sep-19	5000	1619	810	202	1012
oct-19	5000	1449	724	181	906
nov-19	5000	614	307	77	384
dic-19	5000	1500	750	188	938

Tabla A2. 35. Topes de Buffer P9

P9	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-19	9321	4321	1662
feb-19	6994	1994	767
mar-19	10900	5900	2269
abr-19	8241	3241	1246
may-19	7327	2327	895
jun-19	8822	3822	1470
jul-19	8545	3545	1364
ago-19	7742	2742	1055
sep-19	7631	2631	1012
oct-19	7354	2354	906
nov-19	5997	997	384
dic-19	7438	2438	938

Tabla A2. 36. Flujo de Buffer P9

P9	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Inventario físico inicial	25275	21375	19575	14250	11325	9225	5775	2575	5100	2725	5600	4700
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)							5000		5000			
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)								5000		5000		
Demanda Calificada	3900	1800	5325	2925	2100	3450	3200	2475	2375	2125	900	2200
Flujo Neto	25275	21375	19575	14250	11325	9225	10775	7575	10100	7725	5600	4700
Inventario Físico Final	21375	19575	14250	11325	9225	5775	2575	5100	2725	5600	4700	2500
\$ Almacén	\$ 299,25	\$ 274,05	\$ 199,50	\$ 158,55	\$ 129,15	\$ 80,85	\$ 36,05	\$ 71,40	\$ 38,15	\$ 78,40	\$ 65,80	\$ 35,00
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Tabla A2. 37. Estado DDMRP P9

P9	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Zona Roja	1662	767	2269	1246	895	1470	1364	1055	1012	906	384	938
Zona Amarilla	2659	1227	3631	1994	1432	2352	2182	1688	1619	1449	614	1500
Zona Verde	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Flujo Neto	25275	21375	19575	14250	11325	9225	10775	7575	10100	7725	5600	4700
Inventario Físico Final	21375	19575	14250	11325	9225	5775	2575	5100	2725	5600	4700	2500

Tabla A2. 38. Buffer de P10

P10	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja Base	Zona Roja Seguridad	Zona Roja
ene-19	4000	7091	3545	1773	5318
feb-19	4000	6000	3000	1500	4500
mar-19	4000	14045	7023	3511	10534
abr-19	4000	1705	852	426	1278
may-19	4000	7091	3545	1773	5318
jun-19	4000	3341	1670	835	2506
jul-19	4000	2932	1466	733	2199
ago-19	4000	11250	5625	2813	8438
sep-19	4000	7636	3818	1909	5727
oct-19	4000	6000	3000	1500	4500
nov-19	4000	14045	7023	3511	10534
dic-19	4000	8114	4057	2028	6085

Tabla A2. 39. Topes de Buffer P10

P10	Zona Verde	Zona Amarilla	Zona Roja
ene-19	16409	12409	5318
feb-19	14500	10500	4500
mar-19	28580	24580	10534
abr-19	6983	2983	1278
may-19	16409	12409	5318
jun-19	9847	5847	2506
jul-19	9131	5131	2199
ago-19	23688	19688	8438
sep-19	17364	13364	5727
oct-19	14500	10500	4500
nov-19	28580	24580	10534
dic-19	18199	14199	6085

Tabla A2. 40. Flujo de Buffer P10

P10	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Inventario físico inicial	6200	3600	6400	11250	10625	8025	6800	5725	11600	8800	6600	11450
Inventario en Tránsito (Órdenes emitidas)	5000	10000					10000			10000		
Inventario en Tránsito (Órdenes recibidas)		5000	10000					10000			10000	
Demanda Calificada	2600	2200	5150	625	2600	1225	1075	4125	2800	2200	5150	2975
Flujo Neto	11200	18600	16400	11250	10625	8025	16800	15725	11600	18800	16600	11450
Inventario Físico Final	3600	6400	11250	10625	8025	6800	5725	11600	8800	6600	11450	8475
\$ Almacén	\$ 50,40	\$ 89,60	\$ 157,50	\$ 148,75	\$ 112,35	\$ 95,20	\$ 80,15	\$ 162,40	\$ 123,20	\$ 92,40	\$ 160,30	\$ 118,65
\$ Obsoles.	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00

Tabla A2. 41. Estado DDMRP P10

P10	ene-19	feb-19	mar-19	abr-19	may-19	jun-19	jul-19	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19
Zona Roja	5318	4500	10534	1278	5318	2506	2199	8438	5727	4500	10534	6085
Zona Amarilla	7091	6000	14045	1705	7091	3341	2932	11250	7636	6000	14045	8114
Zona Verde	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000	4000
Flujo Neto	11200	18600	16400	11250	10625	8025	16800	15725	11600	18800	16600	11450
Inventario Físico Final	3600	6400	11250	10625	8025	6800	5725	11600	8800	6600	11450	8475