



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS LARGA
VIDA MEDIANTE APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEMAND
DRIVEN MRP APOYADO EN ACUERDOS DE SERVICIO DE UNA
EMPRESA DE ALIMENTOS**

Janet Patricia Angulo Casares

Laura Marcela Atehortua Carvajal

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Departamento Ingeniería Industrial
Medellín, Colombia
2021



EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS LARGA VIDA MEDIANTE
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DEMAND DRIVEN MRP APOYADO EN
ACUERDOS DE SERVICIO DE UNA EMPRESA DE ALIMENTOS.

Janet Patricia Angulo Casares
Laura Marcela Atehortua Carvajal

Tesis o trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Especialista en Logística Integral

Asesores:

Jorge Andrés De La Cuesta Herrera
Especialista en logística Integral

Gloria Milena Osorno Osorio
Magíster en Ingeniería

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial
Medellín, Colombia
2021.

Evaluación de la distribución de productos Larga Vida mediante aplicación de la metodología Demand Driven MRP apoyado en acuerdos de servicio de una empresa de alimentos¹.

Laura Atehortúa Carvajal², Janet Patricia Angulo Casares³

Resumen.

En las cadenas de suministro existe un eslabón que conecta directamente las organizaciones con los clientes, la distribución; para que el proceso de distribución fluya sin contratiempos se debe tener una adecuada administración de inventarios que permita responder frente a las necesidades de los clientes y garantice la correcta sincronización de las partes que forman la cadena de suministro.

Esta propuesta monográfica se llevó a cabo en una empresa del sector alimentos de consumo masivo, que tiene implementada en su proceso de distribución la metodología Demand Driven MRP.

Esta metodología tiene como idea principal reabastecer el consumo de acuerdo al tendencia real de la demanda para el reabastecimiento de los centros de distribución, pero aun así presenta oportunidades cuando desde la parte comercial no dan señales sobre variaciones en los planes de demanda, lo cual afecta la debida reposición de inventario a los centros de distribución, con la identificación de esta oportunidad, se pretende evaluar distintas alternativas de ajustes que permiten adaptar y posicionar de una mejor forma los inventarios y así garantizar un excelente nivel de servicio.

En el desarrollo de este trabajo monográfico se analizó la situación actual de la organización de cara a la programación de la distribución y sus oportunidades en mejorar los acuerdos de servicio Empresa – Cliente; uno de los análisis evidenció que algunos productos que, por su

¹ Monografía Especialización en Logística Integral. Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia.

Asesor Temático: Jorge De La Cuesta

Asesor Metodológico: Gloria Osorno. Profesora, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Antioquia

² Especialista en Logística Integral. Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia.

³ Especialista en Logística Integral. Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia.

comportamiento en los consumos, el buffer normal no responde de manera adecuada y la forma de ayudarlo es utilizando otro tipo de buffer que se ajuste de la mejor manera en las temporadas. Por ello, Demand Driven MRP como metodología aplicada en el proceso de distribución debe presentarse como un modelo de revisión continua para la toma de decisiones acertadas, ya que continuamente se están enfrentando a un comportamiento de la demanda cada vez más inestable e incierto.

Palabras Clave: Demand Driven MRP, Planeación de demanda, Cadena de Suministro, Distribución, Acuerdos de Servicio.

Introducción.

El surgimiento de la Industria 4.0 representa para las cadenas de abastecimiento un gran reto que exige la adaptación de metodologías y nuevos procesos de formas innovadoras que representen una transformación integral en toda la cadena. Uno de los grandes retos de las empresas es generar valor agregado a sus estrategias y operaciones, está claro que uno de los factores que afecta todo el desempeño es enfrentarse con una demanda cada vez más exigente e impredecible que desfavorece todo su desempeño.

Tal es el caso de la empresa en que se basó esta propuesta monográfica, no es ajena a estos desafíos y por ende implementó en su proceso de distribución la metodología Demand Driven MRP que le permite una mejor planificación y gestión de inventarios, una alineación entre la producción y la demanda real del mercado, facilitando una mejor y más rápida toma de decisiones.

Esta empresa viene presentando una oportunidad de mejora en la programación de la distribución de sus productos bajo la metodología implementada, frecuentemente presentan agotados o no despachos (entregas incompletas o ninguno de los productos pedidos), esto se debe a que en ciertas ocasiones no tiene un inventario suficiente en el centro de distribución central para cubrir los consumos “atípicos” que se puedan tener en el día a día, o muy particularmente cuando hay eventos puntuales, tales como, licitaciones, aniversarios de alguna cadena de mercado, temporada de fin de año, entre otros que no se habían considerado inicialmente en las proyecciones.

Como objetivo general se planteó mejorar la programación de la distribución de los productos enlatados larga vida en una empresa del sector alimentos bajo la metodología Demand Driven MRP teniendo en cuenta acuerdos de servicio.

Ante este panorama se planteó los siguientes objetivos específicos, realizar un diagnóstico de los planes vs consumos para lograr establecer en el proceso donde se presentan esos quiebres y rupturas en los inventarios, sincronización de los nodos que componen toda la cadena de abastecimiento y la validación de los parámetros configurados en la herramienta de distribución con el fin de gestionar y evitar los agotados mejorando los acuerdos de servicios planteados.

Con la realización de las actividades planteadas se pretende alcanzar una efectiva articulación de los nodos de la cadena de suministro, lo cual permite un flujo de información continuo para tomar decisiones acertadas y la implementación de estrategias que aporten beneficios para la rentabilidad de la empresa.

Para la efectiva comprensión de las actividades y resultados obtenidos fueron planteadas ocho secciones en la estructura organizativa del documento representada de la siguiente manera: en la primer sección se encuentra el contexto general, también es importante comunicarle al lector acerca del marco referencial informando sobre las investigaciones realizadas en el tema abordado (Demand Driven MRP), consta de dos subsecciones marco conceptual y el marco teórico, como principales temas abordados esta las generalidades, pilares y componentes principales de la metodología, las cuales se discuten en la segunda sección. Como tercera sección, se propone la metodología, que conduce a todas las actividades y métodos que se llevaron a cabo en la investigación de esta monografía con el fin de realizar una serie de tareas explorativas logrando los objetivos planeados, está representada por tres grandes actividades: sincronización de los nodos de la cadena de suministro de la empresa, diagnóstico de planes vs consumos históricos y validación de la alineación de los parámetros configurados en la herramienta utilizada para la distribución. Como ingredientes importantes para el desarrollo de la sección tres se realizaron las siguientes tareas: esquema de distribución de la empresa, diagrama de Pareto – clasificación ABC, análisis de información histórica de planes y consumos, diagrama de flujo el proceso de planeación de ventas y operaciones, análisis de variabilidad, análisis de demanda y una simulación con el ánimo de tener escenarios con un mayor nivel de servicio. En la sección número cuatro se encuentran los resultados alcanzados por cada objetivo planteado en la solución del tema propuesto,

las conclusiones obtenidas e investigaciones futuras como quinta sección, en las últimas tres secciones está representada por los agradecimientos, referencias y apéndices.

2. Marco Referencial.

2. 1 Marco conceptual.

La *cadena de suministro* se puede definir como el conjunto de elementos que permiten que las empresas cuenten con la organización necesaria para el desarrollo de un producto o servicio, y que este pueda satisfacer las necesidades del cliente [1].

Los nodos de la cadena de suministro requieren de una *sincronización*, es decir, que todas sus áreas estén siempre integradas e interrelacionadas y cuando se haga un cambio en un nodo, el efecto se vea reflejado automáticamente en toda la cadena.

Uno de los nodos que hacen parte de la cadena es el de *distribución*, el cual es un proceso que involucra actividades que conllevan a buscar la planificación de procesos y actividades relacionadas con el movimiento de los productos desde su punto de fabricación hasta el lugar requerido por el cliente final, cumpliendo con las cantidades y condiciones pactadas por el cliente o también llamados *acuerdos de servicio* (aquellos términos o definiciones a los que se llegan después de que un grupo de personas hayan dado a conocer sus necesidades o hayan declarado sus objetivos).

Hay otros términos importantes que se mencionan en el desarrollo de este proyecto y se muestran a continuación:

Plan de Ventas: Documento donde se plasman las proyecciones o pronósticos de ventas de los productos que comercializa una empresa.

Nivel de Servicio: Es el indicador que permite tener el porcentaje de satisfacción de los clientes, y se calcula teniendo en cuenta el número de despachos realizados sobre el número total de los pedidos en un periodo de tiempo.

Lead Time: Es el tiempo que transcurre desde que se inicia un proceso de producción hasta que se completa, incluyendo normalmente el tiempo requerido para entregar ese producto al cliente.

Buffer (amortiguador): Nivel de inventario objetivo.

ADU: por sus siglas en inglés Average Daily Usage, y es el promedio de consumo diario para cada producto [2].

2.2 Marco Teórico

Actualmente, las empresas buscan satisfacer las necesidades de los clientes enfocándose siempre en mejorar sus niveles de servicio, por ello las organizaciones buscan implementar metodologías que cada vez les ayuden a mejorar sus procesos de manera continua para poder ser más competitivos ante una sociedad tan globalizada y cambiante, por ello las empresas buscan sincronizar todas las áreas que conforman la cadena de suministro obteniendo procesos más eficientes y capaces de soportar la variabilidad de los consumos (ventas).

DDMRP, es un sistema de planificación y ejecución de cadenas de suministro, con un sistema tipo Pull, es decir que se enfoca en monitorear la demanda real. Fundamentalmente, DDMRP es una metodología que modifica las reglas tradicionales de gestión de cadenas de suministro, que funcionan bajo la modalidad de “Empujar y Promover” (Push and Promote) hacia una modalidad de “Posicionar y tirar” (Position and Pull). La naturaleza tipo Pull del DDMRP implica que esta metodología no se basa en pronósticos de ventas que empujan los 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; aun así hay situaciones en que se debe “ayudar” a la metodología, y es por ello que en ciertas ocasiones para algunos tipos de productos prevalece el plan de demanda sobre los consumos históricos, y se hace con el fin de tener en cuenta los ajustes a las cantidades inicialmente propuestas y que presente variaciones importantes que impliquen cambios significativos en el proceso.

Se establecen inventarios o “buffers” en distintos puntos de la cadena y se generan órdenes de reposición sobre el consumo real [2].

DDMRP tiene como base las buenas prácticas de metodologías como MRP (Material Requirement Planning), DRP (Distribution Requirements Planning), Lean, Six Sigma, TOC (Theory Of

Constraints), además de innovaciones propias que permiten potencializar las buenas prácticas tomadas de las anteriores metodologías [2].

Los pilares en el cual se apoya esta metodología se muestra en la siguiente Figura 1.

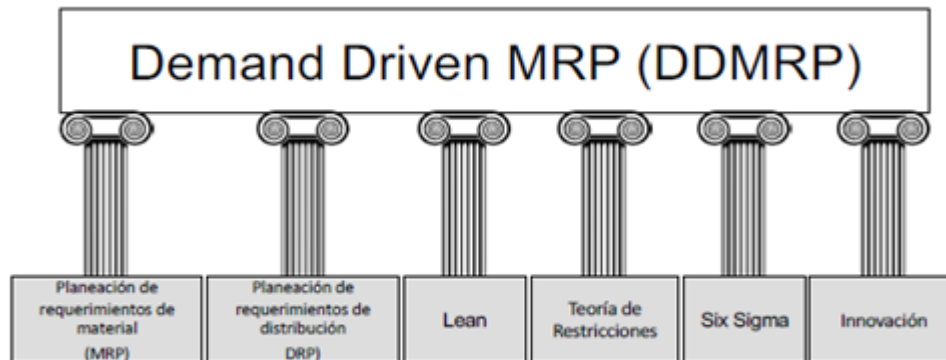


Figura 1. Pilares de la Metodología DDMRP.

Fuente: Ptak y Smith, 2016.

MRP: Conjunto de técnicas que utiliza datos de listas de materiales, datos de inventario y el programa maestro de producción para calcular los requisitos de los materiales. Hace recomendaciones para liberar pedidos de reposición [2].

DRP: La función de determinar la necesidad de reponer inventario en almacenes sucursales [2].

Lean: Filosofía de producción que enfatiza la minimización de la cantidad de recursos mediante la eliminación de desechos y simplificación de los procesos [2].

Six Sigma: Conjunto de conceptos y prácticas que son claves para reducir la variabilidad en los procesos [2].

TOC: filosofía de gestión holística que se basa en el principio de que los sistemas complejos exhiben simplicidad inherente, una restricción que limita la capacidad del sistema [2].

Componentes principales del DDMRP

Los componentes principales se dividen en cinco pasos importantes según Ptak y Smith [3] como se muestra en la Figura 2.

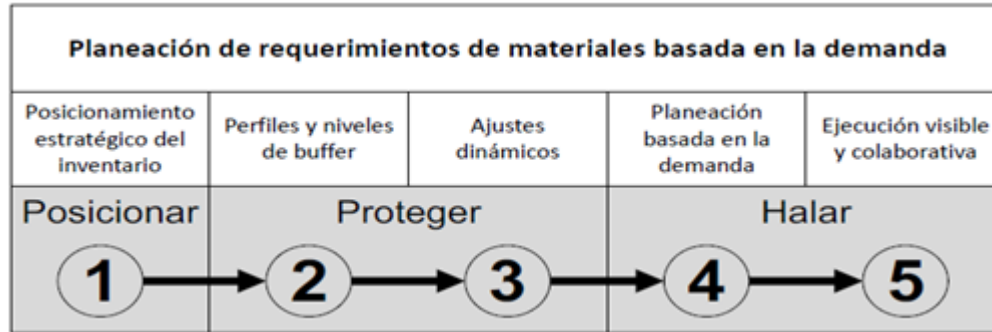


Figura 2. Componentes principales del DDMRP.

Fuente: Ptak y Smith, 2016.

El primer paso es el posicionamiento estratégico, en el cual se define la ubicación de los puntos de desacople; como segundo paso está perfiles y niveles de buffer, que determinan la cantidad de protección en dichos puntos de desacople; en el tercer paso están los ajustes dinámicos, que de acuerdo a los cambios que se presentan en el mercado y ante eventos futuros previstos define cómo se debe ajustar el nivel de protección (hacia arriba o hacia abajo). El cuarto y quinto paso están enfocados en los aspectos operacionales reales de DDMRP.

A continuación, se describe cada uno de ellos:

Posicionamiento estratégico de inventario: Una adecuada y eficiente gestión de inventario no parte de las preguntas ¿Cuánto inventario se debe tener? O ¿Cuánto se debe producir o comprar de algún material?, si no, ¿Dónde se debe situar el inventario (dentro de las listas de materiales e instalaciones) para tener la mejor protección?, dicha pregunta es fundamental en el entorno en el que se desenvuelven actualmente las compañías ya que permite a las mismas, analizar el entorno, posicionarse y posteriormente construir las paredes de roturas de inventario necesarias [3].

Perfiles de buffer y determinación de su nivel: Al momento de determinar posiciones de inventario para dar respuestas estratégicas, el buffer se debe fijar en función de diversos factores (Lead time, variabilidad de la demanda y la oferta, el origen de la pieza y la influencia de otros materiales dentro del proceso). Tanto materiales como piezas tienen o no similitudes en su comportamiento y son los perfiles de buffer los que disponen de zonas con una imagen de buffer única para cada pieza con sus respectivos rasgos individuales que permiten dar rasgos grupales [3].

Dentro de la metodología DDMRP, los buffers son considerados como el elemento más importante y para ello debe cumplir con tres propósitos principales, en primer lugar, la *absorción de la variabilidad*, que consiste en disminuir la variabilidad del suministro y la demanda con el propósito de eliminar la generación del efecto látigo. La *reducción del lead time* que ocurre cuando el lead time se reducen como consecuencia de desacoplar el lead time del proveedor del lado del consumo del buffer y por último la *generación de órdenes de suministro*, en esta parte surge un término muy importante dentro de la metodología DDMRP, como lo es la ecuación de flujo neto, la cual se produce al momento de combinar la información importante de la demanda, del suministro y del inventario físico en mano para la generación de órdenes [4].

Existen tres tipos de métodos que permiten calcular el buffer en los puntos de desacople dependiendo del tipo de referencia. Es decir, se puede clasificar como resurtido, resurtido limitado y Mín. – Max; siendo la clasificación de las referencias resurtidas como el método más utilizado dentro del sistema DDMRP [4]:

Referencias resurtidas: Utilizan buffers estratégicos y dinámicos en los puntos de desacople. Para este tipo de referencias se tiene un sistema dinámico de tres zonas distinguidas por colores que permiten llevar a cabo la planeación y ejecución [4].

Referencias con resurtido limitado: Utilizan buffers estratégicos pero estáticos en los puntos de desacople. Esto sucede cuando se tienen limitantes de recursos en cuanto el espacio o capacidad del proceso, niveles de inventario predefinidos con el cliente, por políticas internas dentro de todo el contexto de planeación [4].

Referencias mín. - máx.: Utilizado para referencias que no son consideradas estratégicas donde la cantidad de pedido es variable y se calcula a partir del resultado de la diferencia entre el valor máximo y el inventario disponible y físico. Teniendo como punto de pedido del resurtido cuando el nivel de inventario llega a un valor mínimo definido [4].

Los niveles de los buffers de las referencias se calculan cuando al momento de integrar las zonas que los componen. Para las referencias resurtidas, se tiene establecidas tres zonas las cuales corresponden a estratificaciones en el buffer de inventario donde cada una tiene su propio cálculo. A continuación, se ilustra la representación gráfica del buffer dentro de la metodología y se procede a definir cada zona, como se muestra en la siguiente Figura 3 [4]:



Figura 3. Descripción de las zonas del buffer.

Fuente: Tomado [4].

Zona Verde: Determina la frecuencia y la cantidad a pedir y está dada por el mayor de 3 datos: Cantidad mínima de pedido, frecuencia de pedido o % de uso multiplicado por el factor del Lead Time [4].

Zona amarilla: Es el cubrimiento de la demanda, y está dado por el resultado de multiplicar el ADU (Consumo Promedio Diario) por el Lead Time [4].

Zona Roja: Es la seguridad del buffer y se divide en dos, zona roja base (multiplicación de la zona amarilla por un factor de Lead Time) y zona roja de seguridad (multiplicación de la zona roja base por un factor de variabilidad) [4].

Los buffers dinámicos: Pasado el tiempo, tanto los grupos como los rasgos individuales utilizados tienden a cambiar debido a nuevos proveedores y materiales, a la variación de los mercados y las capacidades y métodos de fabricación. Por lo anterior, son necesarios los buffers dinámicos, ya que permiten a las empresas adaptarse a los cambios de una manera ágil ajustándose a la variabilidad o estrategia de la compañía [3].

Planificación controlada por la demanda: En este punto es necesario definir un conjunto de reglas de planificación que cumplan al menos algunos requisitos para evitar acciones complejas o simples. Dichas normas se basan en el aprovechamiento del cálculo del hardware y software de hoy en día además de los nuevos enfoques basados en la demanda, los anteriores puntos combinados generan

enfoque y herramientas relevantes para comprender cómo funciona el mundo actualmente, junto con un sistema que proporciona acciones para mejorar los niveles de planificación y ejecución [3].

Ejecución de alta visibilidad y de colaboración: La administración del sistema de planificación se ve afectada cuando se tienen órdenes de compra (PO), de fabricación (MO) y/o de transporte (TO); por lo tanto, es crucial manejarlos eficazmente para lograr una sincronía con el horizonte de ejecución, el cual es el que marca el inicio y el final del sistema con base en las necesidades registradas. Todo lo anterior con el fin de acelerar la comunicación de información y las prioridades relevantes tanto de la organización como de la cadena de suministros [3].

Casos de éxito del DDMRP en algunas organizaciones.

Debido a lo reciente de su desarrollo, Demand Driven MRP se ha implementado a la fecha en un grupo relativamente pequeño, pero muy significativo, de empresas. Tal vez la más connotada es Unilever que, con más de 400 marcas, distribuidas en 14 categorías de productos, fabrica productos para el cuidado personal y productos para el hogar. Todo esto, evidentemente, crea grandes desafíos en su cadena de suministro [5].

Ante la necesidad de optimizar su inventario, Unilever implementó Demand Driven MRP (DDMRP) como metodología de gestión de su cadena de suministro. De este modo, la compañía consiguió mejorar la planificación de su inventario, reducir los costos de su cadena de suministro y, sobre todo, mejorar considerablemente su nivel de servicio. Los resultados específicos no pueden ser publicados debido a acuerdos de confidencialidad, sin embargo, puede mencionarse que después de unos pocos meses de haberse iniciado la primera implementación en Norte América, el presidente de una de sus regionales calificó la metodología de DDMRP como “un milagro” [3]. En la actualidad, Unilever tiene planeado implementar DDMRP en muchas otras de sus plantas de todo el mundo, incluyendo la operación de Colombia. A lo largo de las implementaciones de DDMRP que se han realizado en las diferentes empresas se han logrado evidenciar mejoras radicales en alguna combinación de (o en todos) los siguientes factores [3]:

- Incrementos en niveles de ventas, hasta del 20%.
- Incrementos en disponibilidad hasta niveles del 100% y en casi todos los casos, superiores al 99%.

- Disminuciones en inventarios totales hasta del 60%.
- Incrementos radicales en el tiempo de respuesta al mercado, hasta en un 80%.
- Disminuciones radicales de urgencias y de las grandes tensiones laborales y personales de los funcionarios que las deben atender, en compras, en producción y en distribución [3].

3. Metodología.

En la empresa de estudio se pensó en definir una propuesta de mejora en la programación de distribución de productos larga Vida (enlatados) en la herramienta de distribución que se base en Demand Driven MRP, realizando actividades que permitan el control y la planificación de los planes vs consumos, la correcta sincronización de todos los nodos de la cadena de suministro y la validación de los parámetros configurados en la herramienta utilizada con el fin de gestionar y evitar los agotados mejorando el nivel servicio.

Para tener noción sobre el proceso de distribución de los productos enlatados, inicialmente se realizó un esquema donde se muestra las dos plantas de producción de los productos de línea o componentes para la fabricación de los productos maquilados que son almacenados en el cedi central, el cual hace las veces de planta de fabricación y bodega de almacenamiento de las maquilas, y por último se muestra los centros regionales a los que se les debe hacer reaprovisionamiento de acuerdo a las frecuencias establecidas, en la Figura 4 se detalla el proceso.

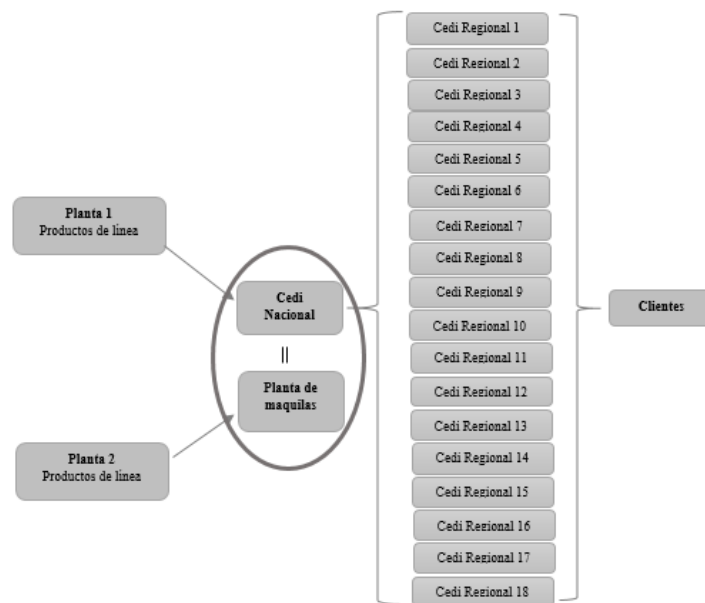


Figura 4. Proceso de distribución de los productos enlatados.

3.1 En busca de mejorar el proceso de distribución, es importante mantener una correcta **Sincronización** entre las áreas, permitiendo el flujo y coordinación de la información evitando demoras en las actividades de los procesos de abastecimiento que impidan la eficacia en la compañía, para ello se realizó un diagrama del proceso PVO – *Planeación de Ventas y Operaciones* que se maneja actualmente en el negocio.

Planeación de Ventas y Operaciones, proceso en el que se toman decisiones con el apoyo de un plan viable para alcanzar un equilibrio entre la demanda y la producción a través del mejoramiento de la comunicación [6] .

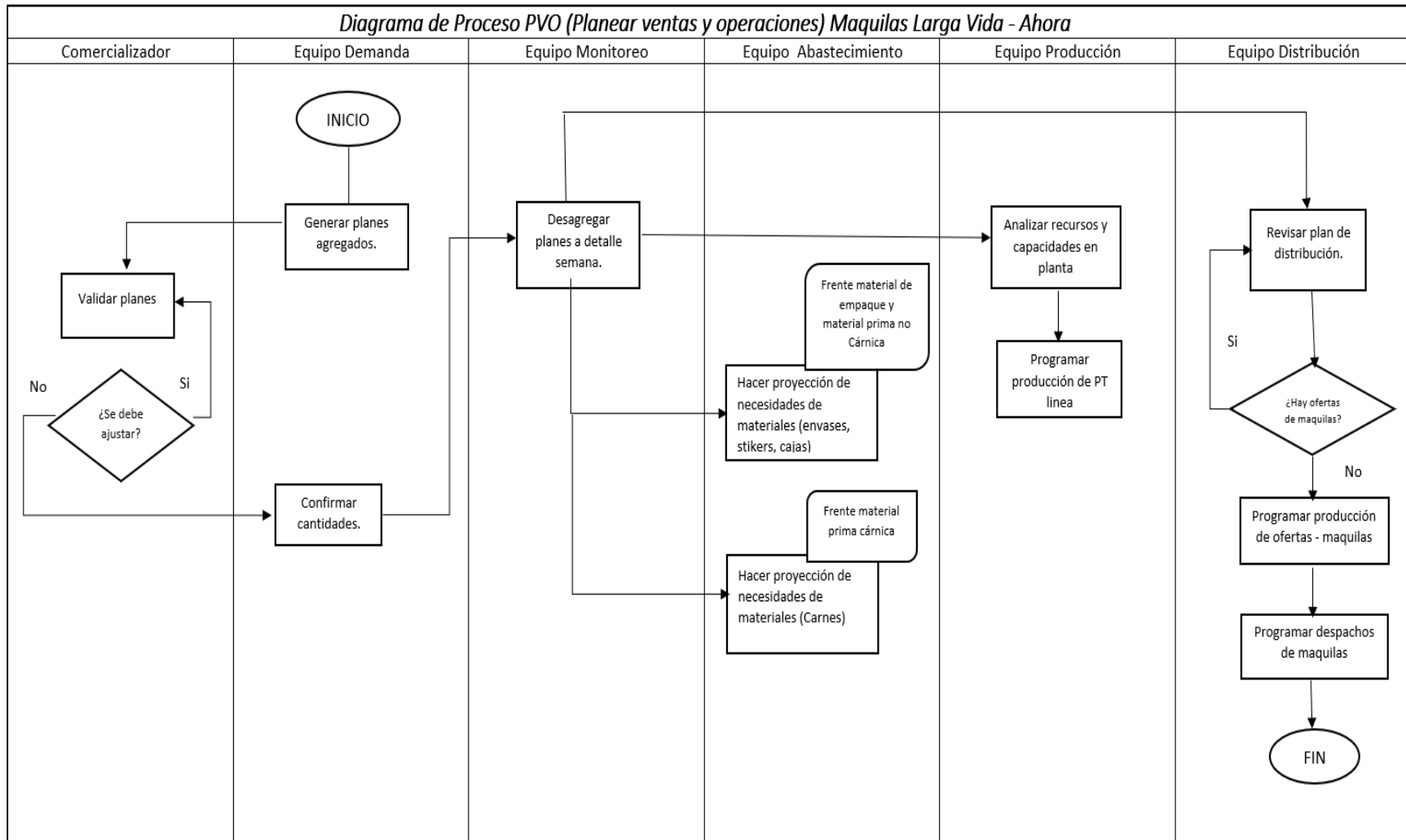


Figura 5. Diagrama actual del proceso PVO.

A continuación, se detallan algunas de esas actividades de la Figura 5:

- Generar planes agregados - el equipo de planeación de demanda del negocio se encarga actualmente de generar un archivo de los planes de venta para los próximos 12 meses, los cuales son validados por el equipo comercial.
- Desagregar planes a detalle semana - después de las respectivas validaciones, estos planes que están en meses, el equipo de monitoreo se encarga de desagregarlo a detalle semana.
- Hacer proyecciones de necesidades de materiales - desde los dos frentes de abastecimiento, material de empaque y materias primas cárnicas, se hacen las proyecciones de acuerdo a los respectivos leads times.
- Analizar recursos y capacidades de planta - de acuerdo a los planes pronosticados, el frente de producción hace los análisis pertinentes para saber si se cuentan con los recursos suficientes para responder a la demanda en el horizonte de tiempo estimado.
- Programar producción de maquilas (ofertas) - el equipo de distribución visualiza los planes de las 3 o 4 semanas futuras, sí hay ofertas para maquilar se programa su fabricación para tener el inventario y tenerlas en cuenta posteriormente para el despacho.

3.2 Diagnóstico, en esta etapa del proyecto se buscó diagnosticar los planes vs consumos, analizando por qué se presentan quiebres y rupturas en el inventario generando agotados.

En primer lugar, se recolectó información sobre los consumos de los productos maquilados de demanda regular o llamados comúnmente dentro del negocio como maquilas de línea, con esta información se procede a realizar una clasificación ABC teniendo como base el ADU por sus siglas en inglés Average Daily Usage (Consumo Promedio Diario) de estos materiales, dicho análisis o clasificación ABC se entiende como una técnica utilizada para la segmentación de referencias de una bodega según su importancia basándose en el *principio de Pareto*, para cada material se calculan las frecuencias, relativa y acumulada, de esta forma se logra identificar qué materiales conforman los distintos grupos, dicha asignación se realiza de la siguiente manera: A para porcentaje acumulado hasta 80 %, B para porcentaje acumulado hasta 95 % y C hasta 100 %.

La empresa de estudio actualmente maneja un portafolio 24 referencias de productos maquilados larga vida, de los cuales para facilidad y manejo de la información se decide elegir 10 referencias, de los cuales 5 son tipo A, 3 tipo B y 2 tipo C, que se resumen en la siguiente Tabla 1 y Figura 6:

Tabla 1. Resumen de productos seleccionados.

Denominación final	ADU	Frecuencia	Acumulado de frecuencia	Calsificacion ABC
Producto 1	4852	24%	24%	A
Producto 2	3920	19%	43%	A
Producto 3	2953	15%	58%	A
Producto 4	2114	10%	68%	A
Producto 5	1542	8%	76%	A
Producto 6	1369	7%	83%	B
Producto 7	568	3%	86%	B
Producto 8	399	2%	88%	B
Producto 9	247	1%	96%	C
Producto 10	221	1%	97%	C

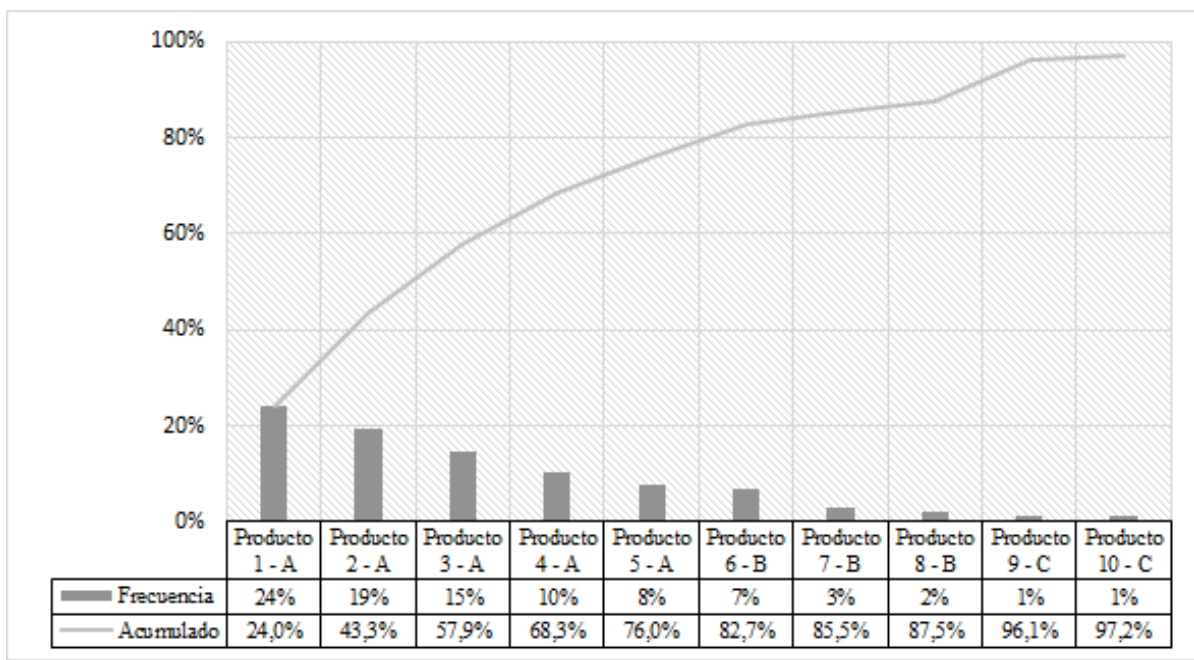


Figura 6. Resultado del diagrama de Pareto.

Posteriormente, se consolidó una base de datos de los planes y consumos del segundo semestre de los años 2018 y 2019 (el año 2020 no se tomó debido a la situación de salud a nivel mundial), se evidenció que en los últimos tres o cuatro meses de cada año los consumos siempre fueron mayores

a las cantidades reflejadas en los planes, representando una desviación superior al 20 % en la mayoría de los casos, un ejemplo de lo antes aludido se detalla a continuación por cada tipo de material (A,B,C):

Tabla 2. Desviación reflejada - Material tipo A.

Año	Mes	Planes	Consumos	Diferencia	% mape
2018	Julio	53.855	64.154	-10.299	19,1%
	Agosto	69.119	68.144	975	1,4%
	Septiembre	55.864	64.944	-9.080	16,3%
	Octubre	45.960	59.632	-13.672	29,7%
	Noviembre	68.663	88.736	-20.073	29,2%
	Diciembre	49.850	79.536	-29.686	59,6%
Total 2018		343.310	425.146	-81.836	23,8%
2019	Julio	51.136	62.176	-11.040	21,6%
	Agosto	67.432	69.280	-1.848	2,7%
	Septiembre	64.043	84.416	-20.373	31,8%
	Octubre	69.596	101.472	-31.876	45,8%
	Noviembre	77.446	53.328	24.118	31,1%
	Diciembre	65.035	70.304	-5.269	8,1%
Total 2019		394.687	440.976	-46.289	11,7%

Tabla 3. Desviación reflejada - Material tipo B.

Año	Mes	Planes	Consumos	Diferencia	% mape
2018	Julio	14.691	12.977	1.714	11,7%
	Agosto	18.897	17.592	1.305	6,9%
	Septiembre	16.400	23.568	-7.168	43,7%
	Octubre	14.631	19.260	-4.629	31,6%
	Noviembre	18.516	28.535	-10.019	54,1%
	Diciembre	22.754	25.883	-3.129	13,8%
Total 2018		105.888	127.815	-21.927	20,7%
2019	Julio	26.508	21.516	4.992	18,8%
	Agosto	28.202	22.686	5.516	19,6%
	Septiembre	13.880	13.524	356	2,6%
	Octubre	17.844	19.008	-1.164	6,5%
	Noviembre	17.284	23.736	-6.452	37,3%
	Diciembre	15.263	12.792	2.471	16,2%
Total 2019		118.980	113.262	5.718	4,8%

Tabla 4. Desviación reflejada - Material tipo C.

Año	Mes	Planes	Consumos	Diferencia	% mape
2018	Octubre		88	-88	0,0%
	Noviembre	1.882	886	996	52,9%
	Diciembre	1.597		1.597	100,0%
Total 2018		3.479	974	2.505	72,0%
2019	Julio	554	1.032	-478	86,2%
	Agosto	778	1.008	-230	29,5%
	Septiembre	787	1.128	-341	43,4%
	Octubre	1.011	576	435	43,0%
	Noviembre	806	2.712	-1.906	236,4%
	Diciembre	771	1.032	-261	33,9%
Total 2019		4.707	7.488	-2.781	59,1%

A continuación, se muestra un claro ejemplo del comportamiento que tuvieron de manera agregada los consumos con respecto a los planes en el año 2018, se visualiza la situación problemática, en los últimos meses siempre se presentan picos de demanda que ocasionan rupturas y quiebres de inventario poniendo en riesgo de desabastecimiento algunos centros de distribución.

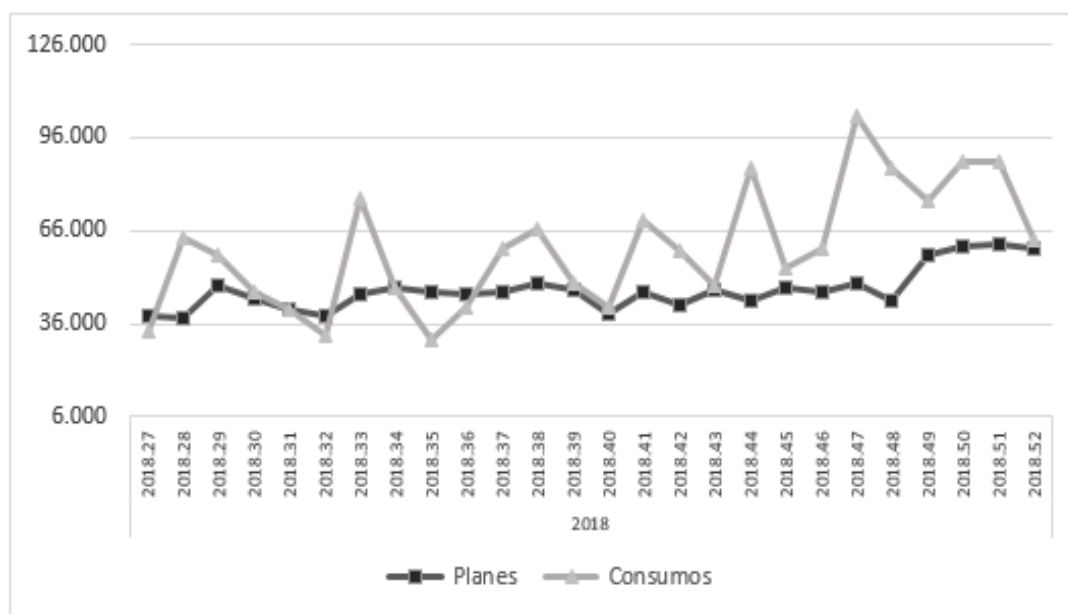


Figura 7. Comportamiento de los planes vs consumos 2018.

3.3 En busca de la revisión continua de la metodología empleada, es importante **validar los parámetros** que se tienen configurados en la herramienta utilizada para la programación de la distribución y adicionalmente se realizaron dos tipos de análisis, de variabilidad y de demanda.

En la evaluación de parámetros, lo primero que se analizó fue ver cómo estaba construido el buffer de los productos maquilados en la bodega central y cuál es la definición que se tiene frente a sus parámetros fundamentales.

El primer parámetro evaluado fue el lead time, ya que éste está presente en todas las zonas del buffer; y en la revisión que se hizo, se encontró que están parametrizados con dos días, es decir, desde que se monta la orden de fabricación de maquila hasta que está listo el producto transcurren 2 días.

Luego en la revisión de la frecuencia, se encontró que está configurado con 1 día, dado que cualquiera de las referencias se puede fabricar diariamente.

Por último, se miran los factores que se están trabajando, tanto el de variabilidad como el de lead time; la metodología es muy clara en sus indicaciones de que a menor lead time debe ser mayor la cobertura y al tener lead times tan cortos que son menor a los 3 días, la zona de cobertura debe ser garantizada mínimo con un 100%.

En entornos de consumos masivos y de apuestas agresivas de cara al mercado, trabajar únicamente con la historia, que es finalmente la base para la construcción de un buffer, suele ser una solución con brechas, ya que la mejor opción sería tener un híbrido o mixto entre lo que pasó y lo que va a pasar, en especial cuando se tienen importantes picos de consumo hacia el futuro lo que conlleva a realizar una pre - construcción del buffer para garantizar el inventario.

Como método de evaluación para comparar el ADU actual vs el ADU futuro, se utilizó el **análisis de variabilidad**, donde se toman las proyecciones de los planes de demanda para calcular el ADU que se tendría en un tiempo futuro y a partir de ahí se define si se mantiene el ADU actual o se aplica un PAF (Factor de Ajuste Planeado) para hacer el respectivo crecimiento o decrecimiento de las zonas del buffer.

En la realización de dicho análisis, desde la herramienta utilizada para la programación de la distribución (WA), que tiene por defecto un campo que permite obtener de forma automática el ADU futuro, se tomaron parámetros configurados tales como frecuencia, lead time y el consumo

promedio diario, los cuales se cruzaron con la información de los planes de venta de siete semanas futuras, con el fin de calcular el consumo acumulado (C), el consumo acumulado día (Cd) y un factor de ajuste (Fa).

No obstante, de nada sirve hacer todos los análisis si desde el proceso de PVO la proyección de los planes no concuerdan o no tienen ningún sentido frente a la realidad del mercado.

$$C = \sum \text{Planes} \quad (1)$$

$$Cd = \frac{C}{T} \quad (2)$$

$$Fa = \frac{Cd}{ADU} \quad (3)$$

C: Consumo acumulado

Cd: Consumo acumulado día

Fa: Factor de ajuste

T = # de días

ADU: Consumo promedio diario

*7semanas * # de días (6) = 42*

En la siguiente Tabla 5 se resume la información construida en el análisis de variabilidad:

Tabla 5. Análisis de Variabilidad.

Material	2021.13	2021.14	2021.15	2021.16	Inventario total	LT	ADU	Consumo Acumulado	Consumo Acumulado día	Diferencia ADU	Factor Ajuste	Factor Ajuste Suavizado
Producto 4	11.446	11.054	11.054	11.054	187	42	2.088	81.671	1.945	-143	93%	100%
Producto 5	6.509	7.157	7.157	7.157	3.312	42	947	48.040	1.144	197	121%	116%
Producto 2	21.596	20.857	20.857	20.857	2.800	42	3.340	147.676	3.516	176	105%	100%
Producto 8	2.100	2.065	2.065	2.065	576	42	370	14.815	353	-18	95%	100%
Producto 1	12.893	12.401	12.401	12.401	43.056	42	2.324	84.889	2.021	-303	87%	100%
Producto 10	363	364	364	364	1.272	42	31	2.467	59	28	188%	183%
Producto 6	5.121	5.193	5.193	5.193	3.666	42	1.146	37.172	885	-261	77%	100%
Producto 3	14.426	15.761	15.761	15.761	1.884	42	2.139	106.020	2.524	385	118%	113%
Producto 9	1.341	1.331	1.331	1.331	72	42	193	8.983	214	21	111%	106%
Producto 7	2.965	745	745	745	1.062	42	343	7.566	180	-163	52%	62%

La tabla anterior muestra unas diferencias entre el ADU real vs el ADU proyectado (consumo acumulado día) que se hace con base a los planes de venta semana a semana, con esto se define a qué referencias se les debe hacer ajustes en su programación de distribución.

Existe otro método de evaluación y de definición de buffers que se conoce como *análisis de tipo demanda*. En este proceso se determina a qué tipo de demanda se está enfrentado el buffer y si el buffer normal propuesto por la metodología es capaz de soportar demandas de características irregulares, regulares (suave), intermitentes o erráticas. Esto funciona muy bien si no se tiene un frente claro de los planes de demanda futuro, y ante la incertidumbre es preferible prepararse contra los peores escenarios a los que se puede enfrentar el buffer; para esto se utiliza el buffer tipo Min-Max dinámico, esto no garantiza que se proteja de los picos de demanda mayores a los vividos y tampoco es una solución adecuada para cubrir eventos o demandas proyectadas al alza como son fin de año o temporada, pero si es una opción viable en temporadas normales.

Como primer paso para la construcción de este análisis, desde la herramienta WA se obtuvieron los consumos de los últimos tres meses del presente año, se definen dos umbrales como se muestran en la siguiente tabla y se procede a ubicar la demanda de acuerdo con el comportamiento de sus consumos:

Tabla 6. Umbrales para el análisis de demanda.

Frecuencia promedio de consumo	4	<i>Variabilidad en frecuencia de consumo</i>
Variación en el consumo (CV²)	0,6	<i>Variaciones en la cantidad consumida</i>

La Frecuencia Promedio de consumo (ADI) se entiende como el número promedio de veces en que se pide un producto y el *coeficiente de variación* como la variabilidad en las cantidades de demanda.

A continuación, se muestra gráficamente qué tipo de demanda existen:

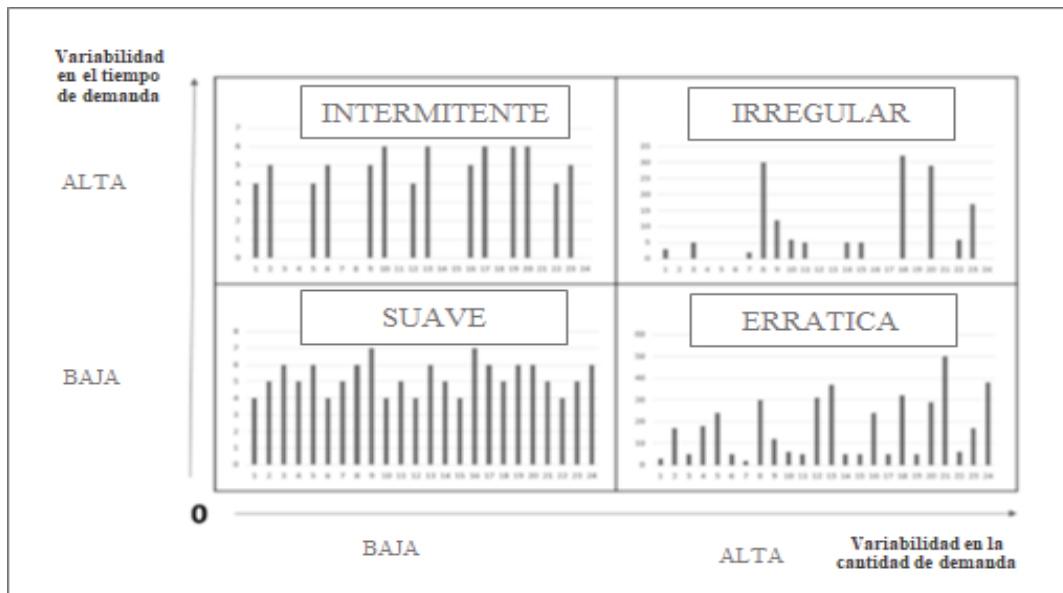


Figura 8. Tipos de comportamientos de la demanda.

Intermitente, se presenta cuando hay demanda en un periodo pero que no son variables entre ellas, luego hay un intervalo de tiempo donde la demanda es cero y este comportamiento es reiterativo en el tiempo.

Irregular, se presenta cuando hay altas variaciones en la cantidad de demanda y en el tiempo entre estas.

Suave, se presenta cuando hay una baja variabilidad entre las cantidades de demanda y el tiempo.

Errática, se presenta cuando hay variaciones altas en la cantidad de demanda, pero poca variación en el tiempo.

Con el resultado obtenido del análisis de tipo demanda, se puede observar información más amplia del comportamiento de los consumos de cada producto en el horizonte de tiempo definido, la desagregación de la información permite tener una mejor clasificación de estos, resumiéndose en la siguiente Tabla 7:

Tabla 7. Análisis de Demanda.

Material	Clasificación	Ventas (unidades)	ADI	DesvEst	CV2	Tipo de demanda
Producto 2	AA	216.608	1,35	2.500,41	0,56	Suave
Producto 1	A	172.296	3,52	4.585,01	0,44	Suave
Producto 3	BB	134.376	1,28	1.364,17	0,49	Suave
Producto 4	B	106.336	1,54	1.570,43	0,71	Erratica
Producto 6	C	100.816	1,28	1.015,06	0,48	Suave
Producto 5	D	70.944	1,76	1.262,87	0,79	Erratica
Producto 8	D	24.060	1,54	324,00	0,59	Suave
Producto 7	D	15.390	1,96	305,80	0,80	Erratica
Producto 9	D	12.400	2,44	306,68	0,79	Erratica
Producto 10	D	10.320	4,40	412,65	0,64	Irregular

Como resultado adicional, en la siguiente Tabla 8 se evidencia el porcentaje de participación que representa cada uno de los productos seleccionados para el desarrollo de esta monografía:

Tabla 8. Resultado del comportamiento de los consumos.

Tipos de demanda	Cantidad de productos	% Participación	Venta (unidades)	% Participación.
Suave	5	50%	648.156	75%
Erratica	4	40%	205.070	24%
Intermitente	0	0%	0	0%
Irregular	1	10%	10.320	1%
Total	10		863.546	100%

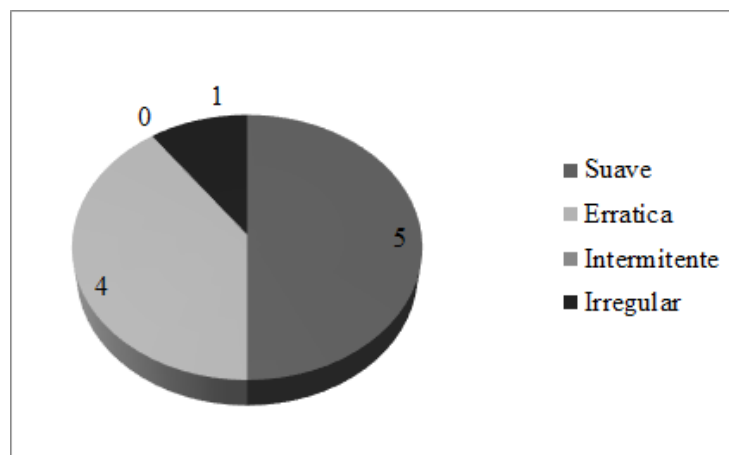


Figura 9. Comportamiento de la Demanda.

Como complemento a los análisis anteriores, se realizó una simulación con la información recolectada de inventarios y consumos del segundo semestre del año 2018 hasta diciembre del 2019, en el cual buscaba visualizar el nivel de servicio, en la Tabla 9 se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 9. Simulación sin optimización.

Indicador	Real	Simulado	% Variación
Consumo [Unidades]	5.205.481	4.552.202	-12,5%
Consumo [Costo]	\$ 18.413.221.386	\$ 16.407.782.583	-10,9%
Inventario [Unidades]	69.455	44.339	-36,2%
Inventario [Costo]	\$ 223.499.693	\$ 149.914.891	-32,9%
Fill Rate		89,1%	-9,1%

Se observa que para el tipo de buffer DDMRP se tiene un nivel de servicio del 89 % con una reducción de inventario del 36 %, pasando de 69.455 a 44.339 unidades; en este caso se puede visualizar que para tener una reducción de inventario se “sacrifica” el indicador de nivel de servicio.

Por otro lado, aplicando a la simulación una optimización, la cual evalúa las distintas reglas o parámetros para ver cómo se podría garantizar un mejor nivel de servicio, se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 10. Simulación Con optimización.

Indicador	Real	Simulado	% Variación
Consumo [Unidades]	5.205.481	5.007.738	-3,8%
Consumo [Costo]	\$ 18.413.221.386	\$ 17.916.689.390	-2,7%
Inventario [Unidades]	69.455	87.922	26,6%
Inventario [Costo]	\$ 223.499.693	\$ 274.526.150	22,8%
Fill Rate		97,3%	-0,7%

La simulación sugirió cambiar el tipo de buffer a Min-Máx. dinámico, dado que se debe estar evaluando y preparado los buffers para el peor escenario en tiempos de temporada o fin de año. Con esta optimización se logra incrementar en 8 puntos porcentuales el nivel de servicio con respecto al dato inicial quedando en 97,3 %, pero asumiendo un incremento del más del 20 % de los niveles de inventarios lo cual evita ventas pérdidas.

A continuación, se muestra un ejemplo para una de las maquilas tipo A (Producto 1) seleccionadas en el estudio:

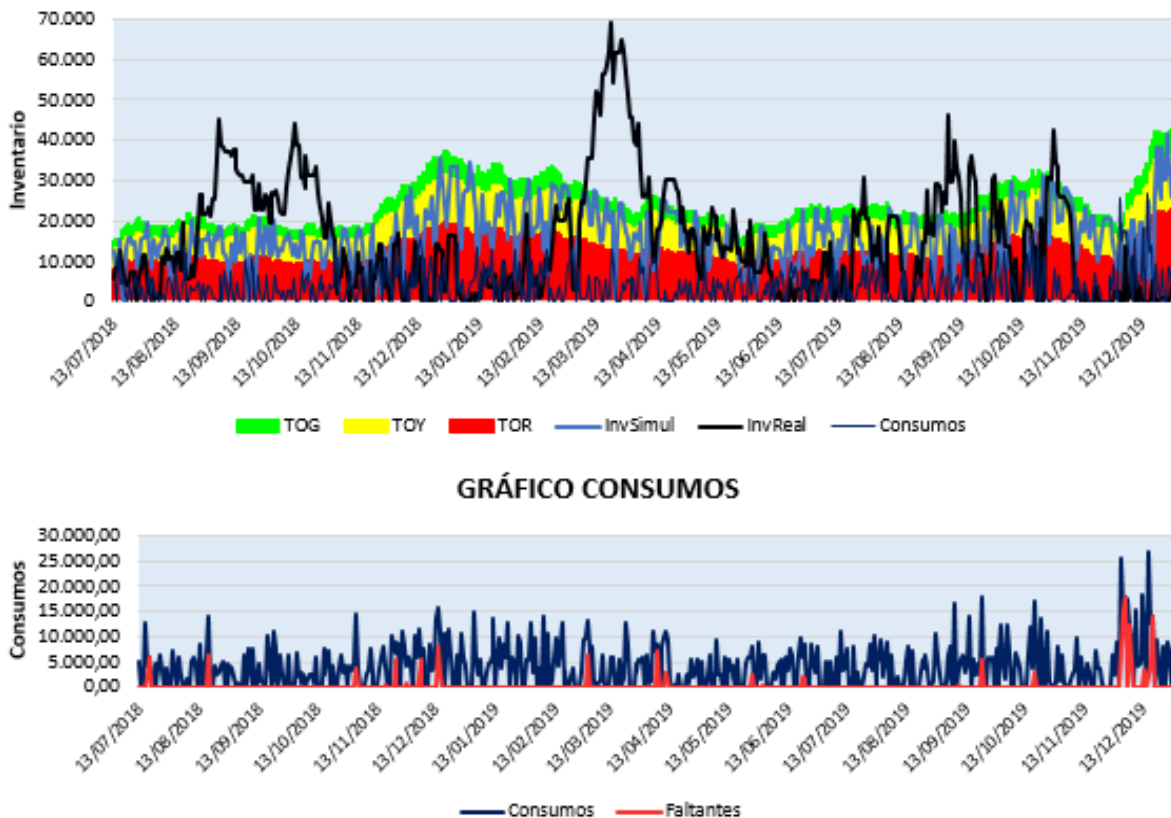


Figura 10. Simulación sin optimización – Producto 1

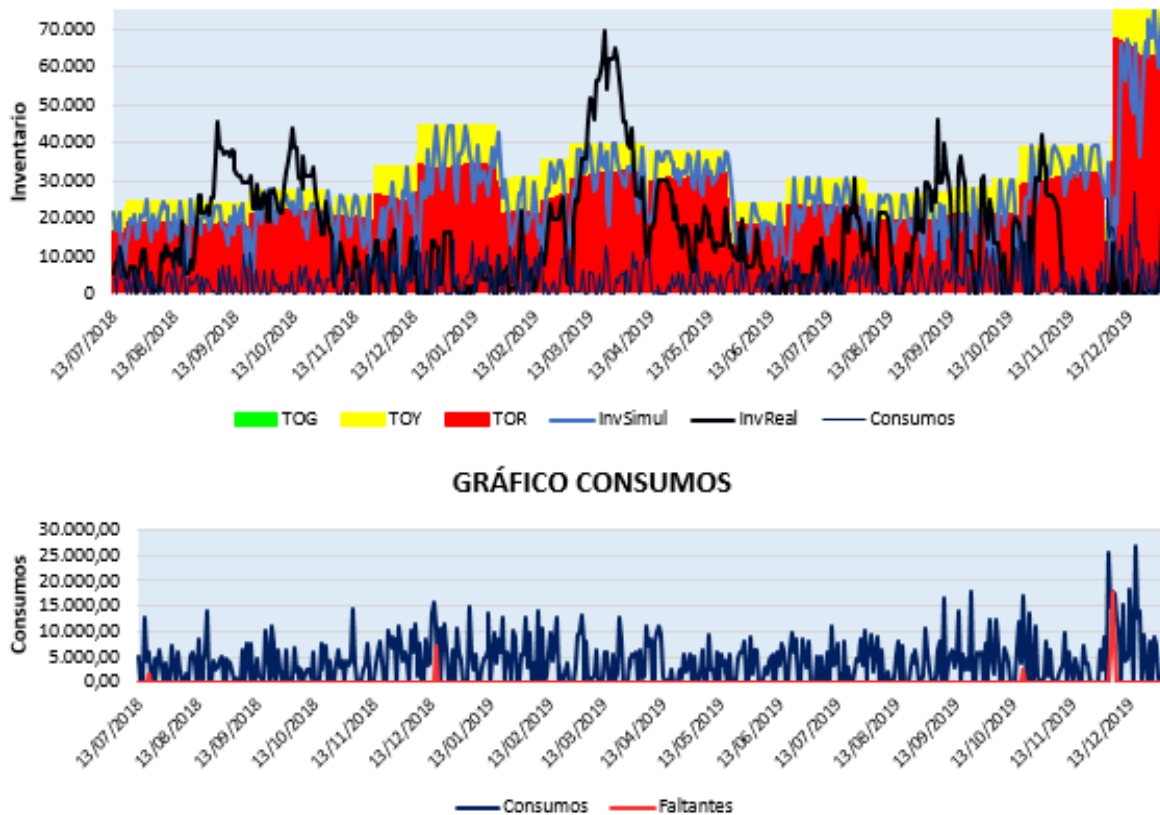


Figura 11. Simulación con optimización – Producto 1.

Se observa el cambio a tipo de buffer Min - Máx. dinámico, el cual hace que la zona roja sea más grande y absorba la variabilidad, protegiendo de la incertidumbre ante el incremento de los consumos, éste se ajusta de manera dinámica de acuerdo al comportamiento de la demanda, manteniendo el inventario en un nivel óptimo a lo largo del horizonte de tiempo seleccionado.

Se realizó una comparación con las dos simulaciones realizadas al producto 1 con tipo clasificación A, como se muestra en la Tabla 11, donde se evaluaron las variables más significativas a la hora de tomar decisiones para una compañía, un ejemplo es el nivel de servicio que pasa de un 92,8 % al 98 %, pero para esto se debe asumir un mayor costo en los inventarios pasando de \$ 65.828.665 a \$ 103.469.517.

Tabla 11. Resultado de las Simulaciones realizadas - Material tipo A.

Variables Evaluadas	Sin Optimizar	Con Optimizar
VentaUnidReal	1.993.548	1.993.548
VentaCostoReal	\$ 7.986.153.288	\$ 7.986.153.288
InventarioUnidReal	15.871,04	15.871,04
InventarioCostoReal	\$ 63.579.377	\$ 63.579.377
VentaUnidSimul	1.849.210	1.953.276
VentaCostoSimul	\$ 7.407.935.260	\$ 7.824.823.656
InventarioUnidSimul	16.433	25.829
InventarioCostoSimul	\$ 65.828.665	\$ 103.469.517
FillRate	92,8%	98,0%
% Var Inventario Costo	3,5%	62,7%
Días Inventario Simul	5	7
Días Inventario Real	5	5

4. Resultados.

En la solución de la problemática tratada en esta monografía, se realizaron una serie de fases que conllevaron a los siguientes resultados de cada objetivo planteado:

- El proceso PVO para los productos maquilados larga vida tuvo unas modificaciones en los últimos meses, ya que inicialmente los pronósticos eran realizados solamente por el área comercial, pero estos presentaban desfases en la ejecución de los mismos dado que no tenían en cuenta los incrementos o decrementos de los planes de las actividades comerciales; para ello el equipo de planeación de demanda del negocio tomó el control sobre estos pronósticos y en las reuniones de PVO se validaba las cantidades con el equipo comercial e indagaban sobre los eventos próximos para poder ajustar los planes y así tenerlos en cuenta en la planeación de toda la cadena de abastecimiento buscando la *sincronización* entre las áreas.
- En las actividades realizadas en la fase de *diagnóstico de planes vs consumos*, el análisis de la clasificación ABC ayudó a segmentar un grupo de materiales que facilitaron el desarrollo del proyecto, en éstos se evidenció una desviación importante entre las dos variables analizadas (planes - consumos), que presentaban en la mayoría de los casos un Wmape superior al 20 %.

- *El análisis de variabilidad* fue importante haberse realizado, dado que tiene en cuenta la proyección a futuro y permite preparar el buffer frente a variaciones significativas, de tal manera que cuando llegue la semana donde el plan de ventas esté alto ya se tenga el inventario disponible para suplir esa necesidad, adicionalmente da tiempo para en casos donde las materias primas tengan lead times largos estos se puedan tener a tiempo.

Se ratifica que trabajar con el ADU proyectado es la opción correcta, pero si hay variaciones importantes en el plan es importante que queden reflejados en la información que se carga a la herramienta de la programación de distribución (WA), para que los buffers se recalculen y tenga mapeado esa variación de las próximas semanas, cómo este tipo de materiales se trabaja con Lead time cortos no es posible tener excesos de inventarios porque se tiene capacidad de respuesta corta.

- Se realizó un *análisis de tipo demanda* donde algunos productos que por su comportamiento en los consumos, el buffer normal no responde de manera adecuada y la forma de ayudarlo es utilizando el tipo de buffer Min - Max Dinámico, pero solo en temporadas normales, dado que en temporadas altas se pueden quedar cortos desmejorando el nivel de servicio.

Por ejemplo, las referencias que presentan erratismo e irregularidad deben tener un factor de cobertura mayor en la zona roja del buffer o en su defecto se debe utilizar el tipo de buffer anteriormente mencionado, dado que estos cubren sobre el peor escenario al que se pudo haber enfrentado el producto en el mercado.

- La *simulación* realizada arroja dos resultados donde se deben analizar las variables que estén alineadas a la decisión estratégica y corporativa del negocio, es decir, si la prioridad es tener un alto nivel de servicio sin importar el incremento en el costo de gestión de inventarios o tener un nivel de servicio promedio que mantengan unos costos más favorables, apuntando a la rentabilidad de la empresa minimizando el capital de trabajo.

5. Conclusiones.

En la gestión de la cadena de suministro, Demand Driven MRP como metodología aplicada en el proceso de distribución de la monografía objeto de estudio, debe presentarse como un modelo de revisión continua para la toma de decisiones acertadas, ya que continuamente se están enfrentando a un comportamiento de la demanda cada vez más inestable e incierto, lo que conlleva analizar y comprender la información del mercado para poder perfilar correctamente los buffer y dar respuestas estratégicas y veraces ante cambios repentinos en el mercado.

Es importante que las empresas comprendan el ciclo y comportamiento de venta de los productos para poder mitigar los quiebres y el impacto de los inventarios, ya que esto conlleva a posibles desabastecimientos y a un nivel de servicio no tan favorable para la empresa; es por ello que para que un proceso de PVO – *Planeación de Ventas y Operaciones* fluya de la mejor manera, todas las áreas deben estar en permanente comunicación, especialmente cuando se tengan cambios significativos de los planes de venta de una semana a otra, ya que la cadena de suministro se ve impacta de manera importante. Las señales tempranas y la sincronización permiten activar a tiempo otras alternativas para cumplir con los requerimientos del cliente.

Los análisis hechos en el desarrollo del trabajo son una opción alterna que evitan que se tenga que hacer procesos adicionales por fuera de la herramienta, ya que con un ADU proyectado ayuda a que se pueda responder ante incrementos en los consumos. Una alternativa para ejecutar a final de año es hacer incrementos porcentuales según la desviación de los planes vs consumos que hayan presentado los productos en ese horizonte de tiempo, para así poder ajustar los planes y realizar una preconstrucción de inventario.

Dados los tiempos y las configuraciones del buffer, no se garantiza una mejor disponibilidad de los inventarios cambiando los parámetros configurados, la única forma sería revisando el factor de ajuste planeado y haciendo una pre - construcción de inventario del 30 % (con base al mape calculado al inicio) para soportar las actividades de temporada y sostenerlos hasta que esta finalice.

La sugerencia de cambio de buffer a Min - Máx. dinámico garantiza un mejor nivel de servicio en este tipo de productos maquilados larga vida, pero al finalizar la temporada se debe revisar para

que no se sigan teniendo en cuenta los picos de la historia en el cálculo del buffer, se pueda ajustar el amortiguador a los consumos reales y no se siga teniendo un alto nivel de inventario.

Para un *trabajo futuro* se recomienda seguir la siguiente línea de chequeo para evaluar alternativas de configuración de parámetros:

- Ajuste de planes semana a semana informando a las operaciones.
- Reestructurar algunas actividades del proceso.
- Si se presentan excesos de inventario cuando finaliza la temporada alta, se deberá reducir la capacidad de maquila.
- Tener en cuenta alternativas frente a la dinámica del mercado.

Adicionalmente se propone la Implementación de un “Onhand proyectado”, la cual es una herramienta que permita visualizar en el horizonte futuro el estado de las maquilas, ya que actualmente sólo se conoce el “hoy”, y esta herramienta funcional también simula proyecciones para la fabricación de maquilas y poder tener un mejor escenario.

6. Agradecimientos

Primero que todo, queremos darle gracias a Dios por habernos dado la oportunidad de cursar esta especialización, y a nuestras familias por su apoyo incondicional. Queremos también dar nuestro más sincero agradecimiento a nuestro asesor temático Jorge Andrés De La Cuesta, sin él no hubiese sido posible seguir un norte para darle enfoque al desarrollo de este trabajo monográfico, y la profesora Gloria Osorno por su dedicación para que pudiéramos presentar esta monografía de la mejor manera.

7. Referencias

- [1] M. Arcia, «Cadena de suministro, qué es y como funciona,» *Entrepreneur*.
- [2] Marco de Referencia para la implementación de DDMRP en la planta de NON STICK GSA, 2019.
- [3] ESTUDIO DEL DDMRP (DEMAND DRIVEN MATERIALS REQUIREMENT PLANNING), 2017.
- [4] Emulación de niveles óptimos de inventario en distribución primaria bajo la metodología DDMRP y TOC para una línea de productos en una empresa de alimentos., 2019.
- [5] P. Varela, «Demand Driven MRP o la gestión del pedido perfecto en la industria alimentaria,» *Canales Sectoriales* , 2018.
- [6] Z. Logística, «¿Qué es la Reunión S&OP?,» *Zona Logística*, 8 Agosto Agosto 8, 2014.