

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS

**DISEÑO DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA
PRODUCCIÓN EN LA INDUSTRIA METALMECÁNICA. CASO DE
ESTUDIO: EMPRESA PROCESADORA VYM S.A.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGISTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD**

JONATHAN ALEXANDER CASA CHICAIZA

jonathan.casa@epn.edu.ec

DIRECTOR: MSC. PEDRO ENRÍQUE BUITRÓN FLORES

pedro.buitron@epn.edu.ec

Quito, julio 2024

AVAL

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jonathan Alexander Casa Chicaiza, bajo mi supervisión.

Msc. Pedro Enrique Buitrón Flores
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Jonathan Alexander Casa Chicaiza, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración dejo constancia de que la Escuela Politécnica Nacional podrá hacer uso del presente trabajo según los términos estipulados en la Ley, Reglamentos y Normas vigentes.

Jonathan Alexander Casa Chicaiza

DEDICATORIA

Todo el trabajo y esfuerzo realizado se lo dedico principalmente a Dios. Sus bendiciones, la salud y sabiduría que me brinda cada día, me permiten cumplir mis metas y sueños.

A mi esposa Erika, mis hijos Dante y Gema por alegrar mi vida, darme fuerzas renovadas y estar a mi lado en todo momento brindándome su amor y confianza, juntos cumpliremos esta y muchas metas más, sorteando todas las dificultades que se nos presenten a lo largo de nuestras vidas.

A mis padres por su amor infinito y apoyo condicional, sus consejos y palabras acertadas guían mi vida y son indispensables para mi crecimiento personal y profesional.

Jonathan

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por haberme dado la salud y fuerza necesaria en cada instante de mi vida.

A mi esposa por su amor, comprensión y apoyo durante el desarrollo de mis proyectos.

A mis hijos, por ser el motor de mi vida y mi más grande motivación en todo el mundo.

A mis padres y mi familia, por su soporte y fortaleza que me brindan durante todas las etapas de mi vida.

Al Ing. Pedro Buitrón M. Sc., por su ayuda y guía en el desarrollo de este proyecto.

A la empresa Procesadora VYM S.A. y su director general, por permitirme desarrollar el proyecto basado en su estructura y sistema de producción.

Jonathan

ÍNDICE DE CONTENIDO

AVAL	I
DECLARACIÓN DE AUDITORÍA	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO	V
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
ABSTRACT	XII
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo General	2
1.2. Objetivos Específicos	3
1.3. Hipótesis	3
1.4. Marco Teórico	3
1.4.1. Sistemas de producción	3
1.4.2. Planificación y control de la producción	7
1.4.3. Pronóstico de la demanda	10
1.4.4. Componentes de la Planificación de la producción	21
2. METODOLOGÍA	35
2.1. Enfoque de la investigación	35
2.2. Alcance de la investigación	35
2.3. Diseño de la investigación	35
2.4. Evaluación de resultados	37
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
3.1. Resultados	38
3.1.1. Análisis operacional de la empresa	38
3.1.2. Lay Out de la planta de producción BPH	52
3.1.3. Historial de producción de la familia de productos BPH	53

3.1.4. Diagnóstico actual de la administración del sistema de producción	53
3.1.5. Parámetros administrativos iniciales de producción	61
3.1.6. Propuesta de solución	63
3.1.7. Condiciones iniciales y horizontes de estudio	63
3.1.8. Diseño del modelo de Planificación de la Producción	64
3.2. Discusión	96
3.2.1. Análisis del pronóstico de la demanda	96
3.2.2. Análisis del plan agregado de producción	98
3.2.3. Análisis del plan maestro de producción	99
3.2.4. Análisis del plan de requerimiento de materiales MRP	101
3.2.5. Análisis comparativo de resultados de planificación	103
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
4.1. Conclusiones	109
4.2. Recomendaciones	107
5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	108
ANEXOS	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Unidades producidas y ventas promedio 2023	44
Tabla 2. Clasificación de productos de la familia BPH	45
Tabla 3. Actividades resultado del cursograma sinóptico	49
Tabla 4. Diagnóstico del sistema de administración actual	58
Tabla 5. Estrategia y seguimiento organizacional	65
Tabla 6. Demanda histórica de la familia BPH 2022-2024	66
Tabla 7. Indicadores de error con tres métodos de pronóstico BPH	72
Tabla 8. Pronóstico demanda BPH 2024-2025	72
Tabla 9. Datos del proceso de producción estrategia #1	75
Tabla 10. Plan agregado producción BPH estrategia #1	77
Tabla 11. Datos del proceso de producción estrategia #2	79
Tabla 12. Plan agregado producción BPH estrategia #2	81
Tabla 13. Ordenes en tránsito de los productos BPH mes de marzo	84
Tabla 14. Inventario inicial de los productos BPH	85
Tabla 15. Programa maestro de producción BPH 20 IZQ	86
Tabla 16. Lista de materiales BPH 20 IZQ	90
Tabla 17. Inventario físico inicial productos y componentes BPH	91
Tabla 18. Registro de inventario ampliado componentes BPH	94
Tabla 19. MRP para el componente Cuerpo BPH IZQ (TRP)	95
Tabla 20. Valores de error MAPE sistema actual vs propuesto	96
Tabla 21. Errores de pronóstico de demanda con ajuste mensual marzo	97
Tabla 22. Indicador CPP de producto terminado BPH enero-febrero 2024	98
Tabla 23. Resumen de resultados entre estrategias desarrolladas para el plan agregado de producción	99
Tabla 24. Resultados del PMP planificado vs demanda real	100
Tabla 25. Resultados del MRP para el Cuerpo BPH IZQ	102
Tabla 26. Producción año 2021 familia BPH	111
Tabla 27. Producción año 2022 familia BPH	111
Tabla 28. Producción año 2023 familia BPH	112

Tabla 29. Plan de ventas 2024	113
Tabla 30. Proyección BPH por suavizado exponencial doble	114
Tabla 31. Cálculo de índices de error en la proyección por suavizado exponencial doble	115
Tabla 32. Proyección BPH por la función Excel PRONOSTICO.ETS	116
Tabla 33. Cálculo de índices de error en la proyección con la función PRONOSTICO. ETS	117
Tabla 34. Proyección BPH por el método de regresión con ajuste estacional ...	118
Tabla 35. Cálculos índices de error en la proyección por regresión con ajuste estacional	119
Tabla 36. Porcentaje histórico y demanda de los productos BPH	120
Tabla 37. Planificación maestra para la producción de BPH	121
Tabla 38. Lista de materiales BPH	122
Tabla 39. Necesidades brutas componentes BPH	123
Tabla 40. Plan de requerimiento de materiales MRP	124
Tabla 41. Ordenes reales de producción	126
Tabla 42. Producción real de BPH 2024	127
Tabla 43. Plan maestro de producción datos reales marzo 2024	128
Tabla 44. MRP con datos reales marzo 2024	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Flujo físico de un sistema de producción	4
Figura 2. Flujo de información sistema de producción	4
Figura 3. Matriz Hayes-Wheelwright	7
Figura 4. Flujo general actividades de planificación y control	8
Figura 5. Proceso de la planeación de la producción	9
Figura 6. Estructura jerárquica de la planificación	9
Figura 7. El proceso de planeación	10
Figura 8. Ejemplos de tendencias	13
Figura 9. Patrón estacional de la demanda	14
Figura 10. Patrón aleatorio de la demanda	14
Figura 11. Método de mínimos cuadrados	17
Figura 12. Diseño de un sistema de pronósticos	20
Figura 13. Estrategia de nivelación	24
Figura 14. Estrategia de seguimiento	25
Figura 15. Estrategia combinada	25
Figura 16. Muestra de una lista de materiales	26
Figura 17. Tipos de niveles de PMP según el entorno de producción	28
Figura 18. Entradas para el requerimiento de materiales	30
Figura 19. Representación gráfica de carga y capacidad	32
Figura 20. Esquema metodológico de la investigación	37
Figura 21. Organigrama Procesadora VYM S.A.	40
Figura 22. Mapa de procesos Procesadora VYM S.A.	41
Figura 23. Clasificación de productos Procesadora VYM S.A.	42
Figura 24. Bisagra puerta de horno BPH VYM S.A.	43
Figura 25. Diagrama de bloques del Proceso de Producción BPH	47
Figura 26. Cursograma sinóptico del Proceso de Producción BPH	48
Figura 27. Cursograma analítico del Proceso de Producción BPH	50
Figura 28. Diagrama de flujo actual para la producción BPH	51

Figura 29. LAYOUT planta baja producción BPH	52
Figura 30. LAYOUT planta alta producción BPH	52
Figura 31. Flujograma del proceso de administración en la cadena de valor	54
Figura 32. Diagrama causa-efecto problemas de administración de la producción BPH	57
Figura 33. Demanda 2021-2023 para la familia BPH	67
Figura 34. Comportamiento de la demanda familia BPH	68
Figura 35. Demanda vs Proyección Suavizado exponencial doble	69
Figura 36. Demanda vs Proyección método Suavizado exponencial triple	70
Figura 37. Demanda vs Proyección método Regresión con ajuste estacional	71
Figura 38. Esquema de la lista de materiales familia BPH	89
Figura 39. Sistemas de planificación y componentes de la BPH	92
Figura 40. Producción vs Demanda real 2024	104
Figura 41. Sistema de producción actual vs Sistema de planificación propuesto	104

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo general, diseñar un modelo de planificación de la producción en la industria metalmecánica, caso de estudio Procesadora VYM S.A, empresa ecuatoriana con más de 30 años de experiencia en la elaboración de partes y piezas para el sector de la línea blanca. Este estudio se centra en el proceso productivo de la bisagra puerta de horno BPH, producto que presenta el mayor porcentaje de ventas y volumen de producción con relación a los otros tipos de productos elaborados en la empresa.

Se evaluó el sistema de administración de la producción y caracterizó el proceso en su estado actual, a través de herramientas gráficas, analíticas y descriptivas, dando como resultado los parámetros y condiciones iniciales para el diseño del Sistema de Planificación de la Producción.

Inicialmente, se analiza el plan estratégico de la organización para determinar los lineamientos con los que se desarrollará la planificación de la producción, el plan de ventas establecido por el departamento de comercialización muestra el objetivo de facturación para el producto bisagra puerta de horno BPH y con el cual se realiza el plan agregado de producción en conjunto con los pronósticos de la demanda, calculados por medio de un método cuantitativo de series de tiempo.

El plan maestro de producción se realiza a partir del plan agregado de producción, en él se determinan las cantidades exactas de los distintos tipos de bisagra BPH que se fabricarán semanalmente. El plan maestro de producción permite elaborar el plan de requerimiento de materiales MRP que permite administrar eficientemente el inventario de los materiales y componentes para la bisagra BPH.

El sistema de planificación de la producción permitirá la administración óptima de recursos utilizados en los procesos productivos de la empresa, para cumplir con los requerimientos y necesidades de los clientes internos y externos de manera rentable para la organización.

Palabras clave: Sistema de Planificación y Control de la Producción, Plan de Ventas y Operaciones, Plan Agregado de la Producción, Plan Maestro de la Producción, Plan de Requerimiento de Materiales.

ABSTRACT

The general objective of this research work is to design a production planning model for the metal-mechanic industry, a case study of Procesadora VYM S.A., an Ecuadorian company with more than 30 years of experience in the production of parts and pieces for the white goods sector. This study focuses on the production process of the BPH oven door hinge, a product that presents the highest percentage of sales and production volume in relation to the other types of products manufactured in the company.

The production management system was evaluated and characterized the process in its current state, through graphic, analytical and descriptive tools, resulting in the parameters and initial conditions for the design of the Production Planning System.

Initially, the strategic plan of the organization is analyzed to determine the guidelines with which the production planning will be developed, the sales plan established by the marketing department shows the turnover target for the oven door hinge product BPH and with which the aggregate production plan is made together with the demand forecasts, calculated by means of a quantitative method of time series.

The master production plan is based on the aggregate production plan, which determines the exact quantities of the different types of BPH hinges to be manufactured on a weekly basis. The master production plan allows the MRP material requirement plan to be drawn up, which allows the inventory of materials and components for the BPH hinge to be efficiently managed.

The production planning system will allow the optimal management of resources used in the production processes of the company, to meet the requirements and needs of internal and external customers in a profitable way for the organization.

Keywords: Manufacturing Planning and Control, Sales and Operations Planning, Production Plan Aggregate, Master Planning Schedule, Material Requirements Planning.

1. INTRODUCCIÓN

Según Sipper y Bulfín (1 998), los sistemas de producción forman parte activa de la comunidad y son la base para el desarrollo económico de los países a nivel mundial. El desarrollo y operación de los sistemas de producción cada vez es más complejo, los cambios que experimenta el sistema productivo hacen que cada vez nuevos desafíos aparezcan y las necesidades de los consumidores sean más exigentes.

Según Chapman (2 006), la principal función de casi toda organización de manufactura sin importar su tamaño es la creación, a través de ciertos procesos, de un tipo de producto. Con el fin de que las organizaciones tengan una efectividad y eficiencia en el cumplimiento de los requerimientos de sus clientes, la alta dirección y su administración deben entender y emplear conceptos elementales de planeación para elaborar un producto, y también para controlar la ejecución del plan productivo.

Sin tener un proceso establecido de administración de la producción, que contenga sistemas de planificación lógicos y secuenciales, las organizaciones no pueden ser competentes en el actual mundo globalizado en el que vivimos. (Sipper y Bulfín, 1 998).

El conjunto de organizaciones que forman parte del sector metalmeccánico en el país es uno de los principales actores económicos en la industria dedicada a la fabricación en el Ecuador. El sector tiene un porcentaje participativo significativo en el total del PIB de manufactura sin contar el sector petrolero. (Ekos, 2 018).

El sector de la metalmeccánica en el país atraviesa una etapa de crecimiento, la mayoría de las empresas no son grandes complejos industriales más bien son pequeños y medianos talleres dedicados a la manufactura metálica. Ahora bien, que exista tanto trabajo artesanal en este sector, abre la oportunidad de generar programas para el desarrollo integral de sus organizaciones, ya que en su mayoría no cuentan con fundamentos firmes sobre administración, sus directivos dirigen las empresas, basados en la experiencia que han obtenido a lo largo de sus carreras, se hace inminente un cambio total del enfoque en la administración especialmente de las operaciones del negocio (Flacso-Mipro, 2 010).

En el año 1 983 nació Procesadora VYM S.A., bajo el nombre de su gestor principal Raúl Mendizábal, como resultado de la inquietud emprendedora de sus accionistas, dedicada en sus inicios a la fabricación de estructuras metálicas, Procesadora VYM S.A. en más de 30 años se desarrolló como una empresa innovadora ya que concentraba sus esfuerzos en desarrollar productos que no se realizaban en el Ecuador, orientando su giro del negocio

a la sustitución de importaciones, a través de abastecimiento a empresas de línea blanca de todas aquellas partes y componentes que hasta ese momento provenían de importaciones tanto de Italia como de Estados Unidos, consolidada en la industria como uno de los proveedores de Indurama. (Procesadora VYMSA, 2 023)

Sus procesos de manufactura se desarrollan bajo la norma ISO 9 001-2 015 y cuenta con una estructura organizacional clásica en donde está ubicada el área de operaciones, la cual es responsable de la planificación y ejecución del sistema productivo de la planta.

La planificación y control de la producción en VYM S.A. ha venido desarrollándose a lo largo de los años de una forma un tanto empírica y basada en su mayor parte por la experiencia de la persona encargada de las operaciones.

La industria metalmecánica, y en particular la empresa Procesadora VYM S.A. no tiene en su administración un modelo de planificación de la producción formal y eficiente que permita aumentar la satisfacción y cumplimiento de requisitos que demanda el cliente, optimizando los recursos de la organización.

La falta de una gestión eficiente de la planificación y control de la producción ha hecho que se generen problemas en el proceso productivo tales como: atrasos en órdenes de compra, uso ineficiente de recursos, inventarios excesivos, desperdicios y problemas de calidad.

El retraso en las órdenes de compra, el uso ineficiente de recursos, inventarios excesivos, desperdicios y problemas de calidad, tienen una causa raíz identificada, esta es la ausencia de un modelo de administración del sistema de producción eficiente y efectivo. Las posibles soluciones se gestionarán por medio de herramientas y metodologías de administración de la producción.

Si las empresas del sector metal mecánico y en el caso particular VYM S.A. no son conscientes del efecto que tiene la ausencia de un modelo de planificación y control de la producción en sus procesos, estos se desarrollarán de manera ineficiente y los planes en sus distintos niveles no serán los adecuados, todo esto por no poder desarrollar estrategias basadas en el análisis integral de las operaciones productivas. Además, se seguirá teniendo problemas en visibilizar la afectación implícita en planes de producción empíricos y sin fundamentos teóricos.

1.1. Objetivo General

Diseñar un modelo de planificación de la producción en la industria metalmecánica. Caso de estudio: Empresa Procesadora VYM S.A.

1.2. Objetivos Específicos

- I. Realizar el diagnóstico actual de la planificación de la producción en la empresa VYM S.A.
- II. Evaluar los parámetros y condiciones bajo los cuales se diseñará un modelo de planificación de la producción para la empresa VYM S.A.
- III. Proponer y definir el diseño de los distintos niveles de planificación y programación de la producción que formen parte del modelo final de planificación para la empresa VYM S.A.

1.3. Hipótesis

Para el presente proyecto no se plantea hipótesis. El estudio no es correlacional ni explicativo, y, en su parte descriptiva no busca pronosticar un hecho o dato, no necesariamente las investigaciones cuantitativas presentan hipótesis. Para el presente proyecto se trabajará con datos propios de la empresa y conseguidos en condiciones normales de funcionamiento sin simular ningún ambiente de producción.

1.4. Marco Teórico

En este capítulo se procede a abordar los conceptos, fundamentos e identificar las técnicas apropiadas que sirvan como base para el desarrollo de un modelo de planificación de la producción para la empresa Procesadora VYM S.A.

1.4.1. Sistemas de producción

Según Sipper y Bulfin (1 998), la actividad de tomar un insumo y transformarlo en un producto con valor agregado que cubra cierta necesidad, se lo denominará un sistema de producción, los sistemas de producción pueden ser de manufactura y/o de servicios, por lo general en la manufactura el producto e insumos son de carácter tangible mientras que en el servicio son intangibles.

En los sistemas de producción el proceso más importante es el de la manufactura, este proceso se encarga de converger dos flujos de características distintas, uno es el flujo de información y el otro es un flujo físico (materiales) según Sipper y Bulfin (1 998).

En la Figura 1, se muestra un flujo físico general que se dan en un sistema de producción donde, el material empieza a fluir de izquierda a derecha desde un participante externo como es el proveedor hacia el almacenamiento de materia prima en planta, según los

requerimientos la materia prima pasa a producción donde se desarrollan los procesos de transformación de la materia e insumos hasta convertirse en producto terminado, el cual puede almacenarse en una bodega previo a la salida y distribución que llega a las manos del cliente final. Si bien el proceso es mucho más complejo que eso, esta diagramación básica nos ayuda a entender la esencia del flujo de material dentro del sistema.

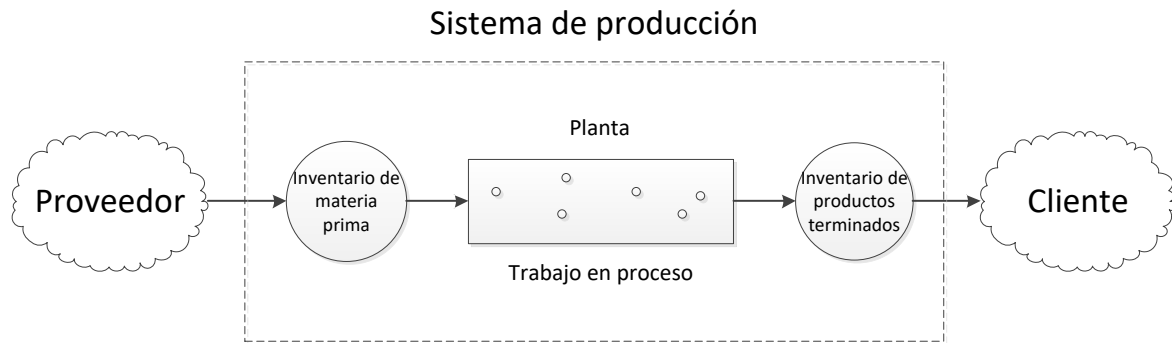


Figura 1. Flujo físico de un sistema de producción. (Sipper y Bulfín, 1 998, pág. 8)

En la Figura 2, se presenta un flujo genérico de información que se dan en el sistema de producción, todo este flujo se ve centralizado por una base de datos que será común para todas las funciones, básicamente podemos tener una idea clara de este flujo cuando pensamos que cada función recoge los datos generales, les da un tratamiento específico y está información es entregada a la siguiente función, el proceso se repite continuamente en un ciclo de retroalimentación de manera que todas las funciones se integran en un proceso, donde cada resultado es necesario para que funcione el sistema.



Figura 2. Flujo de información sistema de producción. (Sipper y Bulfín, 1 998, pág. 9)

Según Chapman (2 006), en el sistema de producción se tiene cuatro dimensiones importantes que el cliente tomará en cuenta al momento de adquirir un producto:

- Precio: Factor que se obtiene a través de los costos relativos al producto
- Calidad: Características del producto para los cuales se pueden desarrollar mediciones específicas o representar valor para el cliente de manera que alcance la satisfacción de este.
- Tiempo (Entrega): El producto o servicio debe entregarse a tiempo al cliente, siempre.
- Flexibilidad: Dentro de esta dimensión se puede identificar dos cuestiones principales, el volumen y la variedad.

Estas funciones son aspectos clave para una buena ejecución del sistema de producción, y como se establecerá más adelante son parámetros que influirán en el diseño de un modelo administrativo de la producción.

El cliente tiene capacidad de influir directamente en el diseño de un producto y por ende en los entornos de producción, los factores claves de esta influencia son los mencionados en la dimensión de la flexibilidad, el volumen y la variedad. Según Chapman (2 006), la influencia del cliente se puede describir con los siguientes rangos especificados de la siguiente manera:

- Fabricación para almacenamiento: En este caso los productos son finalizados en su totalidad y se almacena stock como producto terminado, los clientes tienen cierta influencia inicial en el bosquejo del producto, más tarde el cliente individual solo tiene el poder de decisión de comprar o no el producto.
- Armado bajo pedido: El cliente empieza influenciar de mayor manera, ya que puede escoger entre varios subensambles predefinidos para que el fabricante arme el producto final, sin embargo, el cliente tendrá la posibilidad solamente de elegir entre alternativas previamente definidas
- Fabricación bajo pedido: Los clientes pueden definir las especificaciones exactas del diseño, en tanto en cuanto en la manufactura del producto se use materia prima e insumos normalizados.

- Ingeniería bajo pedido: la decisión sobre la materia prima y el diseño es básicamente del cliente, él puede definir las características del producto desde su inicio.

El layout de la planta se ve directamente relacionado con el volumen y la variedad del elemento que se va a producir, según Sipper y Bulfín (1998).

Según Chapman (2006), el cliente mediante las variables de volumen y variedad no solo puede influir en los entornos de producción sino también en los procesos necesarios en la creación del producto final. Existen algunos tipos de procesos para la manufactura del producto, a pesar de que realmente los sistemas de producción son una combinación de estos procesos, a continuación, los vamos a definir a todos ellos por separado.

- Proyecto: En este tipo de proceso, el resultado por lo general es único, es decir se lo concibe totalmente para el desarrollo de ese producto.
- Taller de trabajo: Su principal objetivo es la variedad en los productos y para ello cuenta con equipo multi propósito, el personal tiende a ser más calificado en ciertos procesos ya que se necesita cumplir con varias especificaciones singulares.
- Procesamiento por lotes o intermitente: Es un tipo de proceso intermedio, y por lo general todas las plantas recaen en esta distinción, la manufactura es por lotes moderados. El equipo puede producir con cierta variedad, pero para eso necesita tener más especialización que en el de la categoría anterior.
- Procesamiento repetitivo o de flujo: Para este tipo de proceso el equipo es costoso y específico para cada campo de aplicación, en él se busca un volumen de producción elevado con una variedad limitada, por otro lado, la mano de obra es escasa y poco calificada.
- Continuo: Aplicaciones altamente especializadas y casi nada de fuerza laboral, además, los equipos son extremadamente especializados como en los procesos químicos en masa y la elaboración de hidrocarburos.

La planificación de la producción está influenciada por el entorno de producción y el tipo de procesos en los que se desarrollan las actividades de producción.

Como podemos observar en la Figura 3, se ilustra sencillamente las diferencias entre variedad y volumen para cada tipo de proceso, en el gráfico podemos identificar la relación entre variedad-volumen y el grado de especialización del proceso.

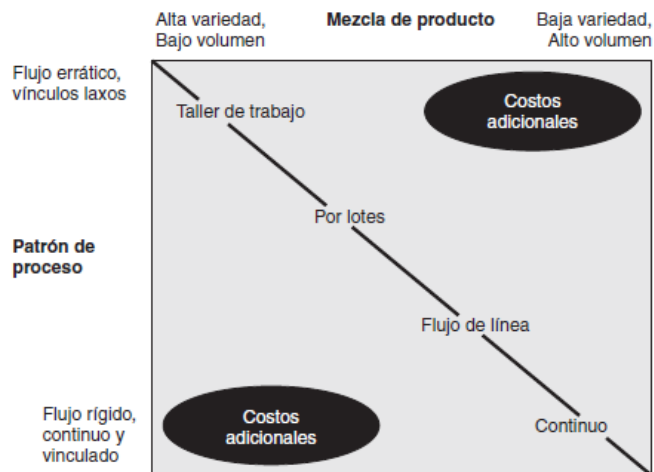


Figura 3. Matriz Hayes-Wheelwright. (Chapman, 2 006, pág. 7)

De esta matriz se puede concluir que los procesos que se encuentren sobre la diagonal funcionan de una manera óptima, ahora bien, los procesos que se encuentren alejados entrarán en costos adicionales que afectarán su optimización.

Por lo mencionado anteriormente, podemos deducir que un sistema productivo es intrincado y variable, una correcta dirección y gestión es imperiosa.

1.4.2. Planificación y control de la producción

Partiendo con la premisa que el objetivo central de una organización es la creación de un bien en un entorno productivo establecido y con procesos definidos, es indispensable tener una actividad para gestionar lo que tiene que producirse y así atender las necesidades del mercado, dimensionando los recursos que debe conseguir la misma para viabilizar un plan productivo.

Según Sipper y Bulfín (1 998), la administración de la producción tiene la necesidad de resolver dificultades que se presentan a lo largo de los procesos y durante todo el ciclo de vida del producto, las dificultades se pueden presentar en todos los niveles y con distinta intensidad, dependiendo de esas características la tecnología aplicada puede ser indistinta, además debe poder confluir en el medio en el que se desarrolla y con la estructura que tenga.

Las resoluciones que se toman en los sistemas de producción se apoyan en modelos de gestión de la producción. En función de la longitud del horizonte temporal, las decisiones y los horizontes que les corresponden se denominan estratégicos, tácticos u operativos. En

un sistema de producción pueden utilizarse tres factores para categorizar las decisiones: el tema, el tiempo y la jerarquía organizativa, según Sipper y Bulfín (1 998).

La planificación de la producción, calidad, el tipo de proceso y el entorno son elementos que forman parte de los modelos administrativos desarrollados para los sistemas productivos.

La planificación y control de la producción es una tecnología administrativa para los sistemas de producción que gestiona lo que se va a producir en cantidad, tiempo, costo y recursos, de tal manera que se pueda atender las necesidades de un cliente tanto externo como interno. Esta gestión se desarrolla bajo un contexto empresarial que es impactado por variables cercanas y ajenas a las entrañas de la organización, estas influyen en las determinaciones que se abordan en los distintos niveles de administración.

La planificación de la producción debe estar basada en una estrategia empresarial.

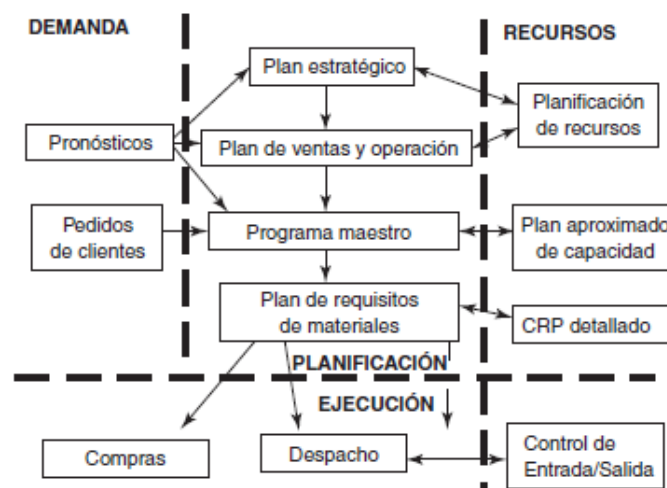


Figura 4. Flujo general actividades de planificación y control. (Chapman, 2 006, pág. 12)

Según Chapman (2 006), en la Figura 4, se ilustra los flujos de actividades que se desarrollan para una planeación secuencial del sistema productivo, podemos observar que en el nivel de arriba tenemos las actividades que necesitan de mayores horizontes de tiempo en su planificación, que son más agregados y generales mientras que, abajo se tienen los planes más específicos y detallados que se dan en un horizonte de tiempo más corto. Lateralmente podemos identificar las actividades que proveen los recursos y la información necesaria para la planificación.

Al final confluyen todas las actividades en la ejecución de un plan de producción que es regularizado por un sistema de control y retroalimentación a todo el sistema.

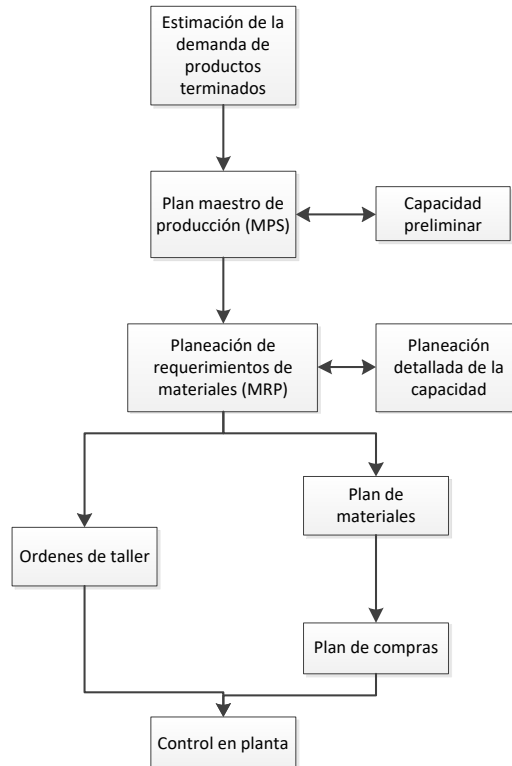


Figura 5. Proceso de la planeación de la producción. (Sipper y Bulfín, 1 998, pág. 337)

El proceso de planeación de la producción según Sipper y Bulfín (1 998), se muestra en la Figura 5, la estructura jerárquica que va desde una planificación estratégica hasta un plan de requerimiento de materiales es el fundamento del proceso de planificación de la producción



Figura 6. Estructura jerárquica de la planificación.

En la Figura 6, se puede identificar más claramente los niveles de un sistema de planificación de la producción, desde el gobernante en la parte superior hasta los que se encuentran más íntimamente relacionados con la ejecución del plan. Cada nivel tiene su

índice de incidencia en las determinaciones, el horizonte de tiempo, el detalle y en los datos utilizados para completar el diseño del modelo de administración, cabe mencionar que todos ellos funcionan de manera integrada en un ciclo de retroalimentación constante.

En la Figura 7, se muestra el proceso de planeación, según Heizer (2 009), a nivel general y de manera sistemática se puede evidenciar las interacciones entre todas las áreas de la empresa y que son parte de la cadena productiva, cada una de ellas provee información y/o material para que el sistema realice sus actividades internas.

Todo el análisis de las técnicas de administración de la producción es realizado de la misma manera y secuencia que se dan en muchas de las organizaciones a nivel mundial, esta forma de abordar los diseños de planificación son común denominador en la teoría desarrollada por varios autores.

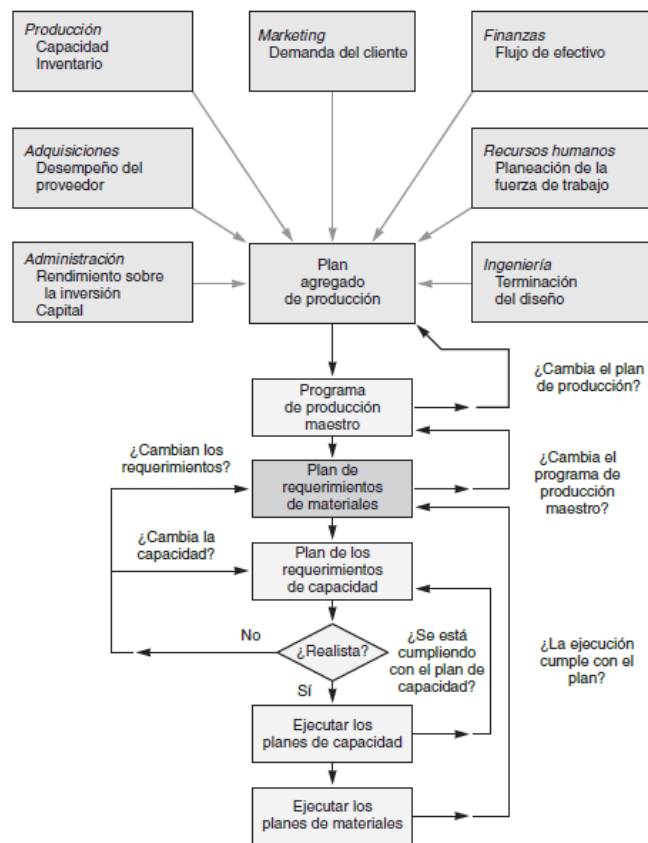


Figura 7. El proceso de planeación. (Heizer, 2 009, pág. 563)

1.4.3. Pronóstico de la demanda

Según Chase y Jacobs (2 011), el objetivo de la administración de la demanda es gestionar de manera eficiente la información proveniente de las necesidades del cliente con respecto a un producto y su entrega pertinente y sin retrasos.

La demanda de un producto se puede dar de dos maneras:

- Dependiente: es la demanda que está directamente relacionada con el flujo de utilización de otros productos.
- Independiente: es el nivel de necesidad de un producto si que se vea influenciado por otro tipo de producto.

La teoría de pronósticos es un tema demasiado amplio y puede ser orientado a muchos campos de aplicación llegando a ser todo un tema propio de estudio, sin embargo, para propósitos de administración de la producción se definirán los métodos de estimación de la demanda previo a conceptualizar la planificación de la producción. Las estimaciones de la demanda son consideradas como una base en el diseño de modelos de planificación ya que son una fuente de información válida para prever condiciones futuras, cambios del mercado y proyecciones de demanda.

Según Chapman (2 006), todo diseño de modelos de planificación de la producción empieza con la estimación de la demanda que tendrá el cliente como necesidad real o proyectada, esto debido a que como casi siempre sucede, el tiempo en que se manufactura un producto es superior al que el cliente necesita su pedido, es decir un plan de producción debe empezar a correr antes de que se presente la necesidad por parte del cliente, esto lo logramos con la estimación de la demanda.

La estimación de la demanda es una técnica para predecir necesidades futuras basadas en comportamientos y vivencias pasadas, menciona Chapman (2 006).

Chapman (2 006) afirma, independientemente del campo de aplicación en que se usen las estimaciones de la demanda, los pronósticos tienen ciertas propiedades básicas para su comprensión y utilización:

- En la mayoría de los casos resultan erróneos.
- A nivel de agregación de productos, los pronósticos son más precisos.
- Si su análisis se hace en intervalos cortos de tiempo, pueden ser más exactos.
- El cálculo de error en su estimación es indispensable.
- Por ninguna razón se puede remplazar los pronósticos por demanda real.

Según Chase y Jacobs (2 011), el modelo para la estimación de la demanda que una organización seleccione tiene que precisar de ciertas consideraciones:

- I. El periodo para el cual se va a hacer la estimación.
- II. Los antecedentes e información para el análisis.
- III. La exactitud necesaria del pronóstico.
- IV. Los recursos para realizar el estudio de estimación.
- V. Especialistas competentes para el desarrollo de un pronóstico.

Existen varias técnicas de previsión, cada una con un conjunto único de aplicaciones y sistemas. Algunos modelos son agregados a largo plazo y se utilizan en planificaciones con horizontes de tiempo extensos, algunos de ellos pueden ser planificaciones de ventas, planificación de capacidad, importaciones de materiales y adquisición de equipos. Otras estimaciones son utilizadas para ejecutar programas de producción diarios o semanales ya que su análisis se basa en un periodo corto de tiempo, según Chapman (2 006).

Heizer (2 009) menciona, para clasificar los métodos de pronóstico se tiene dos perspectivas principales, uno cualitativo y otro cuantitativo.

1.4.3.1 Pronósticos Cualitativos

Los procesos cualitativos se basan en experiencias, instintos, perspicacia y emociones de los responsables de realizar la estimación, según Heizer (2 009).

Según Chapman (2 006), algunos de los métodos más comunes de pronóstico cualitativo incluyen:

- Encuestas de mercado: Estudio de mercado orientado a clientes por medio de encuestas especializadas.
- Delphi o consenso de panel: Se utiliza conjuntos de profesionales experimentados a los cuales se les aplica formularios referentes al tipo de mercado.
- Analogía de ciclo de vida: En el lanzamiento de un producto, se puede vincular la demanda esperada del nuevo producto con uno de iguales características que anteriormente se haya distribuido o a uno al que vaya a remplazar.
- Valoración o juicio formado: El responsable de ventas de la compañía solicita proyecciones a cada vendedor para después integrar esa información en un solo informe general.

1.4.3.2. Pronósticos Cuantitativos

Los procesos cuantitativos se desarrollan por medio de arquetipos numéricos lógicos soportados por información pasada y/o en métodos causales que estimen la demanda, según Heizer (2 009).

En los pronósticos cuantitativos podemos encontrar dos subcategorías, los causales y las series de tiempo.

- Método causal

Según Krajewski (2 008), los métodos causales son utilizados cuando existen evidentes relaciones entre las estimaciones y variables internas o externas, es decir una variable “causa” que el factor cambie de forma predecible. Los resultados de estos pronósticos pueden llegar a ser complicados y se representan con modelos numéricos.

Dentro de este método podemos tener varias técnicas como la de entrada-salida, econométricos, de simulación y regresión.

- Método de series de tiempo

Schroeder (2 011) menciona, los métodos de análisis de series de tiempo se utilizan para analizar en detalle las tendencias históricas de la demanda y proyectarlas hacia el futuro. Es necesario que en la demanda se pueda identificar un nivel, ciclo, tendencia, error y estacionalidad, estas conjeturas simplificarán y harán viables los métodos de estimación.

- Tendencia: orientación de los datos en un gráfico tiempo vs demanda, pueden ir arriba o abajo como se muestra en la Figura 8.

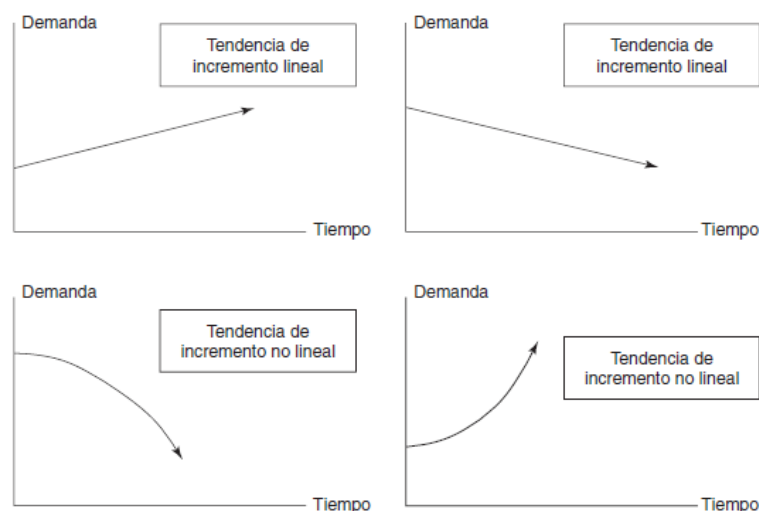


Figura 8. Ejemplos de tendencias. (Chapman, 2 006, pág. 24)

- Estacionalidad: Los datos una vez que son expresados en la gráfica tiempo vs demanda, presentan un patrón identificado en el transcurso de la unidad de tiempo establecida.

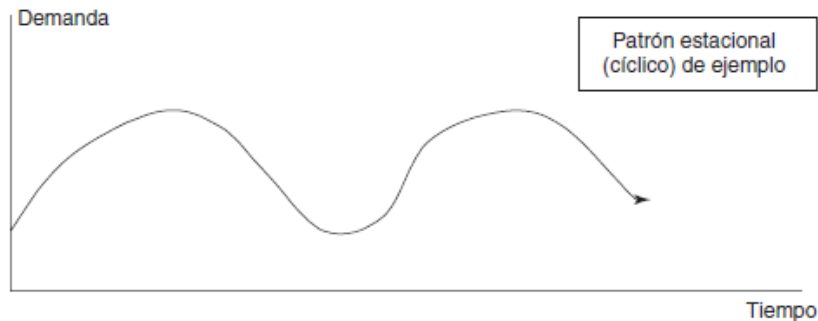


Figura 9. Patrón estacional de la demanda. (Chapman, 2 006, pág. 25)

- Variaciones aleatorias: En eventos aislados e imprevistos se presentan marcas creadas de forma incierta.

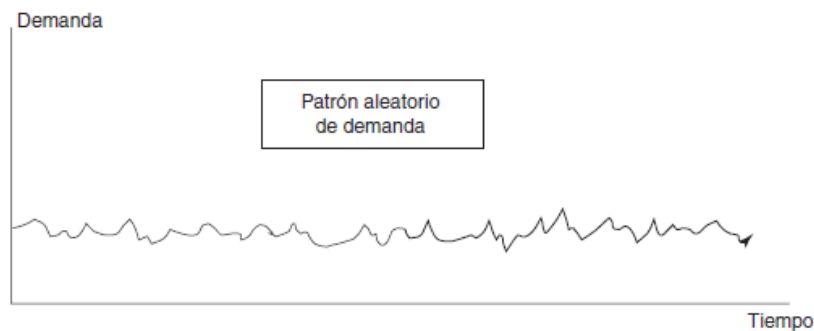


Figura 10. Patrón aleatorio de la demanda. (Chapman, 2 006, pág. 24)

- Ciclos: Patrones que tienen ocurrencia en grandes periodos de tiempo.

Dentro de los patrones de la demanda podemos tener una demanda irregular, con alto nivel de incertidumbre en la cantidad y tiempo en el que se realizará la venta. En estos casos no es conveniente aplicar métodos de cálculo de pronóstico estadístico.

Una vez que se conoce los patrones de la demanda procedemos a analizar los métodos más comunes para el cálculo de pronósticos.

- a) Promedio móvil simple: técnica para la estimación de la demanda que elimina variaciones en el comportamiento de los datos y utiliza datos históricos en su cálculo, según Krajewski (2 008).

El valor del pronóstico se consigue con la siguiente expresión:

$$F_t = \frac{A_{t-n} + A_{t-n+1} + \dots + A_{t-1}}{n} \quad [1]$$

Dónde:

F es el pronóstico

t es el periodo de tiempo actual, lo que significa que F_t es el pronóstico para el periodo de tiempo actual

A_t es la demanda real en el periodo t

n es el número de periodos que se utiliza

Los promedios móviles presentan tres problemas, primero que al aumentar el tamaño de n resta sensibilidad al método ante cambios reales en los datos, el segundo es que no reflejan muy bien las tendencias ya que retrasan los valores reales y el tercero es que se requiere amplios registros de datos históricos.

- b) Promedio móvil ponderado: a diferencia del anterior método, donde todas las demandas tienen la misma ponderación en el promedio, en este cada una de las demandas históricas que interviene en el promedio puede tener su propia ponderación de tal manera que la suma de las ponderaciones (W) es igual a 1, según Krajewski (2 008).

$$F_t = W_1 A_{t-1} + W_2 A_{t-2} + \dots + W_n A_{t-n} \quad \text{donde} \quad \sum_{i=1}^n W_i = 1 \quad [2]$$

El promedio móvil ponderado tiene el beneficio de que da notoriedad al dato actual sobre su predecesor, a pesar de eso tiene los mismos problemas que la técnica de promedio simple.

- c) Suavizado exponencial simple: hace posible la estimación de datos dando un mayor peso a la última demanda en relación con los datos más antiguos. El método de suavizamiento exponencial requiere tan solo, la previsión del último periodo, la demanda de ese periodo y un factor de suavización, alfa (α), valor que varía entre 0 y 1. Para el desarrollo de una estimación con suavizamiento exponencial, se realiza un promedio ponderado de los datos, con diferentes pesos asignados los últimos periodos analizados, este cálculo lo define la siguiente expresión, según Krajewski (2 008).

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad \text{donde} \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad [3]$$

Para la constante de suavización, mientras más alto, es más sensible a los cambios, se le puede asignar un mayor valor cuando su promedio puede cambiar y al contrario una constante baja cuando su promedio es constante.

El objetivo de seleccionar valores de alfa es que se pueda encontrar el estimado más exacto posible. Cuando se fija un valor alto de alfa, se busca que el proceso se más idóneo para tratar las variaciones en los datos. Si la tendencia es estable históricamente, la regla más usada es que alfa, se fije entre 0.01 y 0,3, pero el modelo debe ser monitoreado y alfa ajustada, de acuerdo con el asertividad del pronóstico

- d) Suavizado exponencial doble: cuando se desarrolla una estimación con series de tiempo que presentan tendencia marcada, las técnicas de suavizamiento exponencial tienen que ser rectificadas, si no, las estimaciones se encontrarán situadas arriba o por debajo de los datos reales, según Krajewski (2 008).

La suavización de la tendencia y promedio en los pronósticos calculados es el objetivo de está técnica. En este método se utilizan dos constantes de suavizamiento, alfa (α) para el promedio y beta (β) para la tendencia. Finalmente, el método necesita que se encuentre el promedio y la tendencia en cada ciclo, las siguientes expresiones nos ayudan con el cálculo:

$$F_t = \alpha A_{t-1} + (1 - \alpha)(F_{t-1} + T_{t-1}) \quad \text{donde } 0 \leq \alpha \leq 1 \quad [4]$$

$$T_t = \beta(F_t - F_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad \text{donde } 0 \leq \beta \leq 1 \quad [5]$$

$$FIT_t = (F_t + T_t) \quad [6]$$

Donde:

F_t es pronóstico suavizado para el periodo t

T_t es tendencia suavizada para el periodo t

A_t es demanda real para el periodo t

α es constante para el promedio

β es constante para la tendencia

Una β mayor ocasiona una respuesta ágil a variaciones actuales de la tendencia, una β menor entrega menos ponderación a las tendencias recientes y en consecuencia la tendencia final es proclive de suavizamiento.

- e) Regresión lineal: es un modelo estadístico que utiliza la conceptualización del mínimo error cuadrado completo entre los datos dispersos y los que se asientan sobre una línea que se ajusta al conjunto de datos, la ventaja de esta técnica es que nos facilita encontrar ecuaciones para líneas con orientación marcada, según Chapman (2 006).

Este modelo matemático busca adecuar una línea recta a un conjunto de datos pasados, posteriormente esta línea es proyectada a periodos en el futuro, obteniendo estimados en horizontes de tiempo superiores, según Heizer (2 009).

Heizer (2 009) menciona que, si queremos obtener una estimación muy exacta por medio de una línea recta proyectada en el futuro se utiliza la técnica de mínimos cuadrados. En la Figura 11, se ilustra el método de mínimos cuadrados.

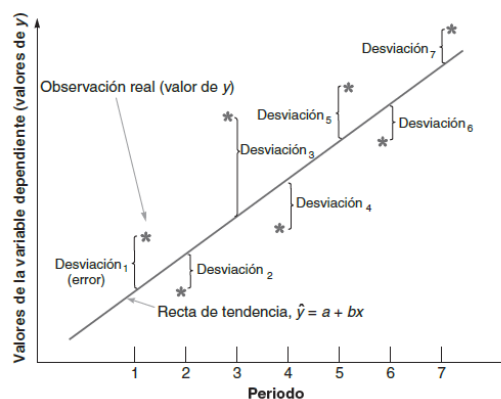


Figura 11. Método de mínimos cuadrados. (Heizer 2 009, pág. 121)

Una recta proyectada en el futuro se expresa en términos de su intersección con el eje y y su pendiente. Si definimos estos dos factores la recta se expresa con la siguiente ecuación:

$$\hat{y} = a + bx \quad [7]$$

Donde:

\hat{y} es el estimado que se calculará

a es intersección con el eje y

b es la pendiente de la recta proyectada

x es la variable independiente, en las estimaciones representa el tiempo

Los valores de a y b para la recta de proyectada se pueden obtener con expresiones desarrolladas estadísticamente y se presentan a continuación:

$$b = \frac{\sum xy - n\bar{x}\bar{y}}{\sum x^2 - n\bar{x}^2} \quad [8]$$

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad [9]$$

Donde:

b es la pendiente

x son valores de la variable independiente

y son valores de la variable dependiente

\bar{x} es el promedio de los valores de x

\bar{y} es el promedio de los valores de y

n es el número de puntos de datos

- f) Regresión con ajuste estacional: Los patrones estacionales que se presentan en algunas series de datos se definen como movimientos regulares ascendentes o descendentes localizados en una serie de tiempo y que se relacionan con acontecimientos recurrentes como el clima o las vacaciones. La presencia de estacionalidad hace necesario ajustar los pronósticos con una recta de tendencia. Las estaciones se expresan en términos de la cantidad en que difieren los valores reales de los valores promedio en la serie de tiempo. Analizar los datos en términos de meses o trimestres suele facilitar la detección de los patrones estacionales. Los índices estacionales pueden desarrollarse mediante varios métodos comunes, según Heizer (2 009).

El método estacional tiene un proceso secuencial de promedios estacionales periódicamente y promedios totales (anuales), los cálculos se complementan utilizando un índice estacional para estimar la demanda total para el siguiente periodo anual. Cuando se divide el pronóstico de la demanda total sobre la cantidad de ciclos y se multiplica por el índice para ese periodo, se obtiene el pronóstico estacional.

Estos cálculos se clarifican de mejor manera, más adelante en los cálculos del desarrollo del proyecto.

1.4.3.3. Errores de pronóstico

Para un periodo dado de tiempo t el error está dado por:

$$e_t = A_t - F_t \quad [10]$$

Donde:

e_t es el error de pronóstico

A_t es la demanda real en el periodo t

F_t es el valor pronosticado

Entre todos los métodos disponibles para obtener el error de pronósticos podemos definir los más apropiados:

- Error promedio de pronóstico (MFE): Se obtiene en base del error de pronóstico promedio sobre un periodo en particular, según Chapman (2 006).

$$MFE = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{n} \quad [11]$$

Donde:

n es el número de puntos de datos u observaciones

El error promedio de pronóstico puede evaluarse no por el valor numérico que se calcula sino por el signo que lo acompaña, cuando el signo es positivo significa que la demanda real fue mayor que el estimado, mientras que cuando es negativo las estimaciones fueron mayores que las cantidades reales.

- Desviación Media Absoluta (MAD): Es el promedio de las desviaciones absolutas matemáticas de los errores de las previsiones, según Chapman (2 006).

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}{n} \quad [12]$$

Este valor representa el error de pronóstico como valor absoluto promedio sobre el periodo analizado.

- Raíz del error cuadrático medio (RMSE): Los errores se magnifican cuando sus valores son elevados, debido al exponencial que presenta la expresión con la que se calcula.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}} \quad [13]$$

- Error porcentual absoluto medio (MAPE): Los errores son más apreciables cuando sus valores son altos y a su vez son relativos a la dimensión de las previsiones. Son directamente proporcionales.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|A_t - F_t|}{A_t}}{n} * 100\% \quad [14]$$

Sipper y Bulfín (1 998) plantea que, las estimaciones de la demanda permiten seleccionar mejores determinaciones con respecto al tratamiento de problemas y la búsqueda de propósitos de índole productivo, en la Figura 12, se muestra el proceso en el diseño de un pronóstico.

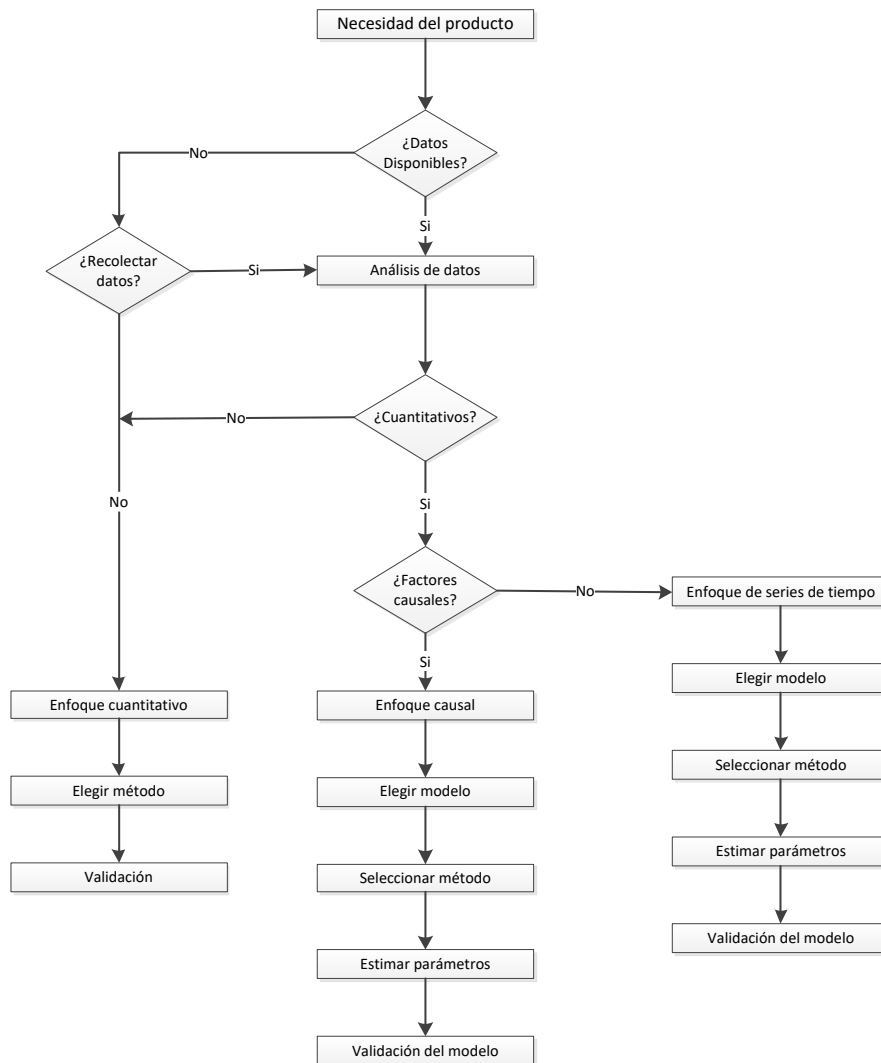


Figura 12. Diseño de un sistema de pronósticos. (Sipper y Bulfín, 1 998, pág. 98)

1.4.4. Componentes de la Planificación de la producción

Como se mencionó anteriormente toda la planificación de la producción está basada en un plan estratégico establecido por la organización, se define a nivel gerencial y la cual, junto con la estimación de la demanda, son fuentes de información para formular un modelo de administración y control productivo.

1.4.4.1. Planificación estratégica

La planeación estratégica se da al plazo más largo de todos, son de gran importancia para la empresa ya que es el lineamiento base de la organización, todas las determinaciones a partir de los límites físicos que restringe lo que puede producirse, necesitan de grandes cantidades de financiamiento lo que hace que esta planificación se la realice en conjunto con todas las áreas administrativas, en los niveles más altos de dirección que tengan el poder de decisión corporativo incluyendo la junta directiva en pleno, según Schroeder (2011).

Según Chapman (2006), los planes estratégicos en una organización tienden a ser demasiado generales para especificar las necesidades y el momento en que se hace presente su necesidad; la planificación de ventas y operaciones se encarga de gran parte de las planificaciones detalladas, incluyendo el tipo, la cantidad de recursos y su programación. Los planes estratégicos y de negocio de una empresa especificarán la combinación de productos que la empresa debe perseguir, así como los cambios previstos en la penetración en el mercado, el enfoque de mercado y otros factores esenciales en la actividad comercial.

1.4.4.2. Planificación de Ventas y Operaciones (Planeación Agregada)

Schroeder (2011) menciona, la planeación de las ventas y operaciones tiene una definición con la que muchas organizaciones se identifican, aunque usualmente se conoce como planeación agregada, dependiendo del tipo de negocio también es conocida con el nombre de planificación de la producción y en el sector de servicios se la denomina planificación de personal.

En el desarrollo de este proyecto se tomará como nombre de Planificación Agregada por temas de concepto y, de manera que ayude a entender de mejor forma el funcionamiento de este tipo de planificación

La planificación agregada por lo general no tiene la función de ser el plan que programe la producción del día a día en una empresa más bien su objetivo principal es gestionar y

planear los recursos. El intervalo de tiempo en el que se realice el análisis dependerá de lo que le tome a la empresa para hacerse del recurso necesario y garantizar su existencia en el proceso, pero la principal actividad de esta planificación es balancear la oferta y la demanda en un periodo específico, por lo general es de un año, según Chapman (2 006).

- Diseño general de la Planificación agregada

En la planeación agregada los productos se acumulan o agregan en familias de productos y es de ahí de donde proviene su nombre, la función principal es congregar productos con características idénticas, desde el punto de vista de los pronósticos resulta muy efectivo ya que las estimaciones resultan ser más exactas cuando se aplica a grupos de elementos.

Este plan se lo desarrolla para un año, su revisión y actualización comúnmente se la hace cada mes.

Según Schroeder (2 011), se da por sentado que la demanda es variable, inestable o cíclica. Además, se debe tener en cuenta que la oferta y la demanda pueden ser variables, las instalaciones e infraestructura no sufren alteraciones durante esta etapa de planificación

Entre los planes estratégicos que pueden llegar a afectar la demanda pueden ser estudios de otros nichos de mercado, publicidad, evaluación de precios y lanzamiento de nuevos productos, etc.

Para cambiar la variable de oferta se toman decisiones o se generan políticas en cuanto a la fuerza laboral, niveles de inventario y capacidad de producción.

En la planificación de ventas y operaciones se utiliza un equipo multidisciplinario formado por las áreas de comercialización, abastecimiento, diseño, recursos humanos, operaciones y financiero para balancear la oferta y la demanda. Este equipo se reúne con un director general para decidir la previsión de ventas, los planes de requisiciones y las acciones necesarias para modificar la oferta y/o la demanda, según Schroeder (2 011).

- Métodos de Planificación agregada

El proceso de planificación estratégica nos puede dar la política de inventario en la cual se desarrollará el diseño de la planificación agregada, para tal efecto podemos

distinguir dos lineamientos el primero, una fabricación para inventario y la segunda, una fabricación bajo pedido.

Una política de fabricación para inventario es utilizada para crear stock durante cierta época del año y utilizar ese excedente de producto en las temporadas altas de demanda, según Krajewski (2 008).

Chapman (2 006) menciona, la manufactura bajo pedido no tiene inventario de producto terminado, cuando entra una orden de compra se activa la producción del lote solicitado y las ordenes que ingresan a la cola de espera se las denomina cartera de pedidos.

- Técnicas para el desarrollo de la Planificación Agregada

Existen algunas formas con modelos numéricos para el desarrollo de planes agregados, el primero basado en algoritmos matemáticos que buscan maximizar una función objetivo resulta práctico en organizaciones con parámetros productivos establecidos y simples, un segundo método consiste en la simulación por ordenador con un software que busca encontrar desenlaces óptimos , por último un tercer método que es muy usado en la realidad y que consiste en elaborar una hoja de cálculo en ordenador con la cual se pueda imitar condiciones y características de un sistema de producción consiguiendo la interacción entre ellas, según Chapman (2 006).

Este último método aun cuando no concluye con la optimización de resultados, es de gran aceptación, por la popularidad que tiene el uso de hojas electrónicas desde hace mucho tiempo atrás y el entendimiento de sus funciones. Por lo mencionado anteriormente, será este método el que utilizemos en el diseño del plan de producción.

- Estrategias de la Planificación Agregada

En el desarrollo de una estrategia para la planificación agregada ya se ha mencionado varios factores que influyen tanto a la demanda como a la oferta, de todos ellos se puede resumir que, niveles de inventario, fuerza laboral, tasas de producción, no atender la demanda, cartera de pedidos y subcontratación impactan la oferta mientras que fijar precios, promociones, publicidad, órdenes pendientes y mezclar estacionalidad de productos impacta a los requerimientos del producto.

Aunque cada una de las opciones puede producir una programación agregada efectiva, la combinación de ellas puede generar resultados mejores.

Una vez que el administrador entiende todos los factores y variables que tiene como alternativas para gestionar un plan agregado y, además cuenta con la información pertinente a la demanda proveniente de los pronósticos, está en la capacidad de escoger un plan que represente una estrategia definida, con el objetivo de alinear los recursos y satisfacer la demanda esperada siguiendo algunos factores operacionales.

Existen tres tipos básicos de estrategias. Éstas son:

a) Nivelación

Según Chapman (2 006), en este método de planificación se establece un nivel determinado de recursos como se observa en la Figura 13, es decir se realiza una producción promedio a lo largo del tiempo y el área de comercialización trabaja para que las órdenes de compra se alineen al nivel programado, aquí los recursos no son fáciles de variar e incluso el costo es elevado, es una estrategia comúnmente utilizada en ambientes con “producción esbelta”.

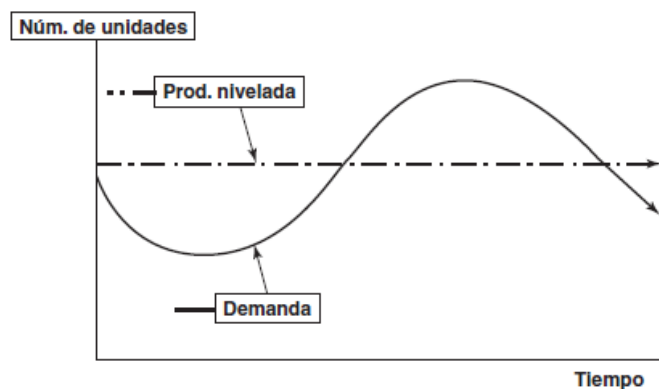


Figura 13. Estrategia de nivelación. (Chapman, 2 006, pág. 54)

b) Seguimiento

La Figura 14 ilustra, esta estrategia en cambio se centra en la modificación de los recursos y no de la demanda. En realidad, en un sistema de seguimiento total se añaden o restan recursos constantemente para adaptarse a las fluctuaciones de la demanda que se producen en un mercado típico, la variación de los recursos de producción son pertinentes en este caso pero la posibilidad de variar la demanda es irrealizable, la producción se alinea al comportamiento de la demanda pero con esta estrategia eventualmente se puede caer en una emergencia por la falta de algún recurso que no estuvo disponible a tiempo, según Chapman (2 006).

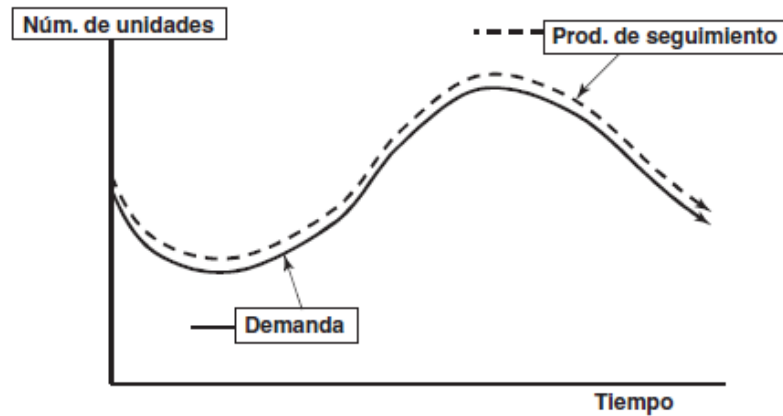


Figura 14. Estrategia de seguimiento. (Chapman, 2 006, pág. 54)

c) Combinación

Chapman (2 006) menciona que, esta estrategia es la más utilizada en las organizaciones ya que se realiza un seguimiento escalonado de la demanda, evitando que haya un sobre stock en ciertos periodos de tiempo, pero que haya suficiente producto para contener una posible falta de recursos. En la Figura 15, se ilustran gráficamente la estrategia.

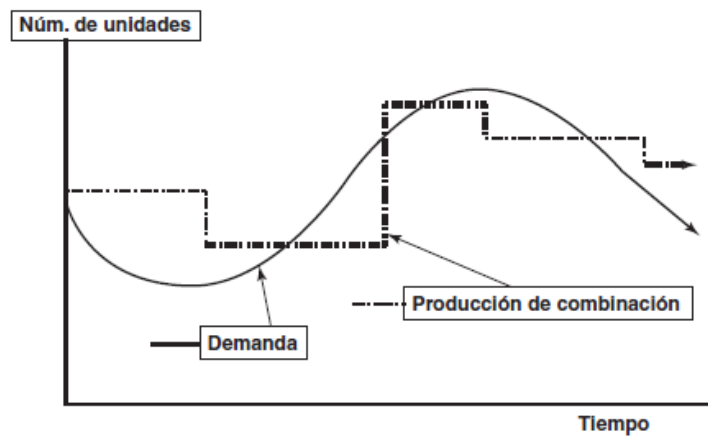


Figura 15. Estrategia combinada. (Chapman, 2 006, pág. 55)

1.4.4.3. Plan maestro de producción

Cuando se inicia la elaboración del plan maestro de producción se da por hecho la disponibilidad de recursos de material y capacidad para la producción. Este plan cuenta con un nivel de detalle mas alto que el del plan agregado, pero el periodo de tiempo en el que se desarrolla es menor. Es una herramienta de administración para planificar sobre todo productos que ya alcanzaron todo su procesamiento.

Según Heizer (2 009), el programa de producción maestro nos especifica que debemos hacer, en que tiempo hacerlo y la cantidad necesaria de producto terminado, la planificación maestra debe estar todo el tiempo alineado con el plan agregado de producción ya que este es el que gobierna el sistema de planificación a nivel global, al desagregar las familias de productos el plan maestro nos proporciona requerimientos para llegar al objetivo del plan de ventas en su más alto nivel.

- Horizonte del Programa maestro

El horizonte de planificación se determina por medio del tiempo total que se necesita esperar para completar un lote de productos planificados, esto se realiza a través del BOM de materiales en donde consta los tiempos de espera de cada elemento, según Chapman (2 006).

- Lista de materiales (BOM)

Heizer (2 009) menciona, la lista de materiales es una enumeración de todos los elementos, piezas e insumos que se necesitan para elaborar un producto, la materia prima es también una información clave en la estructura de esta fuente de especificaciones que tiene entre sus muchas aplicaciones entender la composición de un producto e incluso la determinación de algunos costos de producción.

Juntamente con la lista de materiales se debe tener la información del tiempo de espera que son necesarios para finalizar cada elemento que forma parte del producto, ya que la suma de estos tiempos nos proporciona un dato determinante para el horizonte de planificación.

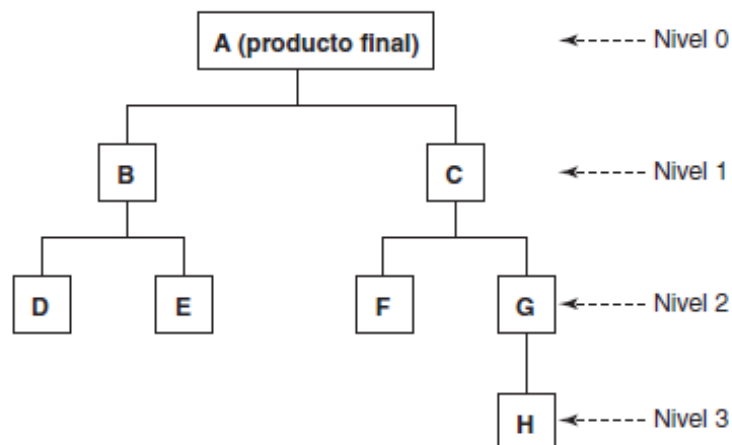


Figura 16. Muestra de una lista de materiales. (Chapman, 2 006, pág. 73)

En la Figura 16, se puede observar un diagrama que representa la lista de materiales distribuidos en varios niveles de producción, revisando nivel por nivel, podemos identificar el tiempo de espera mayor en cada uno de los elementos y tomamos en cuenta la suma de todos esos tiempos para la planificación.

- Metodología del programa maestro

- 1) Utilizar la demanda, ya sean por las estimaciones o por una fuente real de pedidos de clientes, es información preliminar para su desarrollo.

- 2) Equilibrar las cantidades iniciales que arrojan la programación maestra con la capacidad instalada.

- 3) Alinear al programa con las prioridades de la empresa (establecidas también en la planificación agregada), estas pueden ser a nivel de inventario, fuerza laboral, ciclo de vida del producto y restricciones de recursos.

- Impacto de los entornos de producción

Cuando elaboro el plan maestro con algún método en especial, se debe tomar en cuenta la influencia que tiene el entorno de producción, es decir la capacidad de decisión que tiene el cliente sobre el diseño del producto. Las características que debe tener el plan maestro son definidas con respecto al entorno de producción que ya se analizó con anterioridad:

Fabricación para almacenamiento: Creación de stock de producto terminado, ningún poder de decisión del cliente en el diseño.

Armado bajo pedido: El cliente tiene cierta influencia para seleccionar entre algunos tipos de ensamble que formaran el producto final, por lo tanto, el plan maestro puede darse a nivel de subensambles.

Fabricación bajo pedido: El cliente tiene gran poder de decisión sobre el producto terminado, en este ambiente el programa maestro define las necesidades de materia prima y capacidad efectiva para la producción.

En la Figura 17, se observa el nivel donde la programación maestra se desarrolla, para los tres entornos de producción.

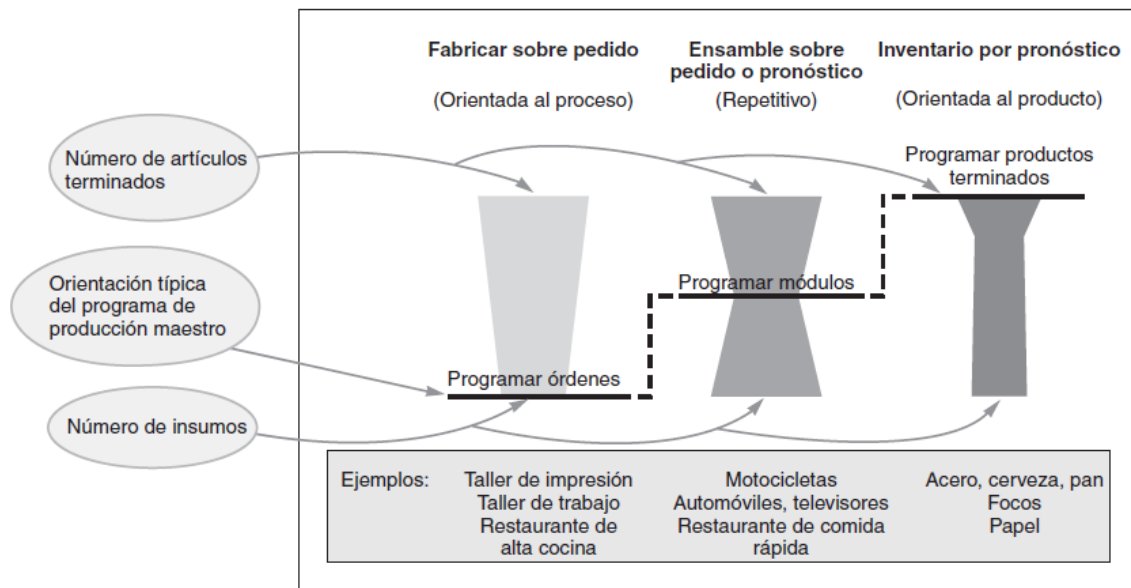


Figura 17. Tipos de niveles de PMP según el entorno de producción. (Heizer, 2 009, pág. 564)

1.4.4.4. Administración de inventarios

Chapman (2 006) menciona que, entender la conceptualización de la administración de inventarios es clave al momento de planificar y controlar un sistema de producción, debido a que los inventarios representan un activo de la empresa, la mayoría de los departamentos contables consideran que mantenerlos resultan en gastos significativos y la misión es minimizarlos todo lo que se pueda.

Sipper y Bulfín (1 998) definen inventario como, una cantidad stock de producto terminado propiedad de una organización controlada por operaciones para ser utilizado en el momento que la demanda así lo requiera.

Existen dos consideraciones muy importantes respecto a los inventarios que hay que tomar en cuenta en su análisis y estudio:

- a) Capacidad almacenada es un símil de inventario.
- b) El inventario no siempre es un problema, más bien es una señal de la forma en que se gestiona una organización.
 - Categorías de Inventario

Existen dos categorías en la que se pueden clasificar los inventarios, la primera de ellas se basa en la fuente de la demanda:

- Inventario de demanda independiente: Depende de factores externos a la empresa, por lo tanto, se necesita stock de producto terminado.
 - Inventario de demanda dependiente: Los factores internos marcan la pauta para fabricar inventario y en que magnitud hacerlo.
- Costos de inventario

Al ser el inventario, una cantidad adquirida de un producto es consecuente que se incurra en costos de distintas características algunos de ellos se definen a continuación:

Costos de contar con inventario. - Contar con un inventario nos da como resultado costos en temas de almacenamiento, seguros, impuestos, inversión y caducidad.

Costos de no contar con inventario. - Si no se cuenta con un inventario, las organizaciones pueden caer en costos relativos a desbaste, sobre producción, atrasos, subutilización de infraestructura y gastos en reposiciones emergentes.

- Costo de mantenimiento anual de todo el inventario

Según Chapman (2 006), el costo anual de mantener todo el inventario se expresa con la fórmula:

$$Cma = \frac{Q}{2}H \quad [15]$$

Donde:

Cma es el costo anual de mantenimiento

C es el costo por producto

$\frac{Q}{2}$ es el inventario anual promedio

H es el costo anual en unidades monetarias

1.4.4.5. Requerimiento de materiales (MRP)

Las empresas cambiaron su forma de llevar los sistemas de inventario, en vez de tener un enfoque relativo a los factores externos de la empresa con el sistema de punto de reorden, ahora manejan un enfoque relacionado con las decisiones internas de la empresa como lo tiene la planificación de requerimiento de materiales, según Sipper y Bulfín (1 998).

Según Krajewski (2 008), se creó un sistema de información lógico denominado planificación de necesidades de material para ayudar a los directivos a programar los

pedidos de reaprovisionamiento y gestionar las existencias en función de la demanda, de modo que pudieran satisfacer las exigencias de calidad y puntualidad de los clientes.

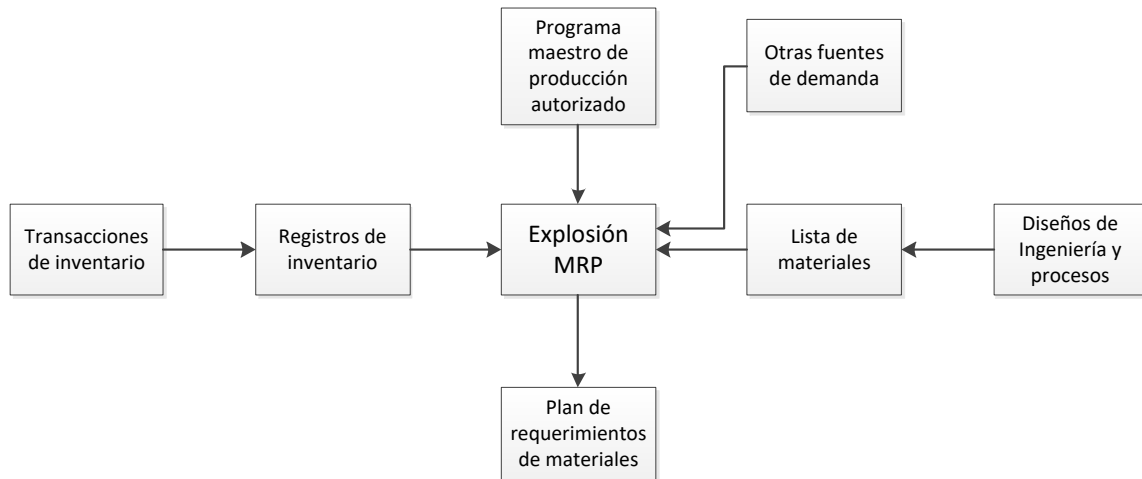


Figura 18. Entradas para el requerimiento de materiales. (Krajewski, 2 008, pág. 630)

- Información para elaborar un MRP

La Figura 18 nos muestra, los insumos más importantes de un sistema MRP y estos son:

- Programa maestro de producción. - Es el sistema principal del MRP, ya que el requerimiento de materiales tiene como objetivo principal tomar las necesidades que tiene el producto terminado y transformarlos en requerimientos de cada elemento.
- Registros del estado de inventario. – son registros únicos de inventario de cada parte, pieza, ensamble y producto terminado que se almacena en la planta y deben permanecer actualizados en todo momento y cada que se realice un movimiento de material.
- Lista de materiales. - Se conoce también como estructura de producto, se definen todos los componentes del producto con su nivel de profundidad.
- Explosión MRP. - Una vez que se tiene toda la información proveniente de los tres primeros insumos se necesita un archivo maestro de elementos, donde se tiene tiempos de espera y tamaños de lote.

- **Proceso Requerimiento de Materiales**

Aunque la mayoría de los sistemas MRP son automatizados en ordenador, su desarrollo se puede realizar manualmente y con herramientas más simples como hojas de cálculo. A continuación, se establecerán los pasos para el proceso MRP.

- a) Definir los insumos de información iniciales.
- b) Elaborar un plan de necesidades brutas de material, en él se indica cuando se ejecuta y el momento en que inicia la orden de producción. Es la cantidad de elementos, partes, ensambles, insumos y material necesarios para elaborar el producto, la fuente de información de las cantidades viene del plan maestro y de la explosión de requerimientos.
- c) Preparar un plan de requerimientos netos, básicamente depende de si el inventario disponible es o no idóneo para cubrir las necesidades, en un caso puede ser cero y en otro se debe levantar un pedido de fabricación para obtener el material en el momento adecuado.
- d) Compensar consiste en establecer los tiempos de entrega de cada orden para cubrir las necesidades netas.
- e) Lanzar una orden, significa crear una orden con anterioridad a la necesidad de modo que esté lista cuando se necesite, el lead time define el tiempo que transcurre desde que se libera la orden hasta cuando llega a producción.
- f) Establecer el tamaño de lote que debe comprarse o producirse.

1.4.4.6. Planificación de la capacidad

Schroeder (2 011) menciona que, la capacidad es la producción nominal máxima que es posible producir en una planta dentro de un periodo de tiempo establecido, la capacidad puede estar en unidades de producción, ya sean de peso, volumen, etc. Al planificar la capacidad, el objetivo radica en garantizar que la capacidad instalada de los distintos recursos como maquinaria, personal, infraestructura, existentes en planta estén disponibles cuando se ponga en marcha los planes de producción.

Dentro de la planificación de la capacidad tenemos una expresión que es de uso común como es la carga, dentro de los procesos la carga es toda la producción que tiene orden de fabricación lanzada según planificación y que debe ser cumplida en un tiempo establecido, según Chapman (2 006).

En la Figura 19, se puede identificar gráficamente el concepto de capacidad y carga.

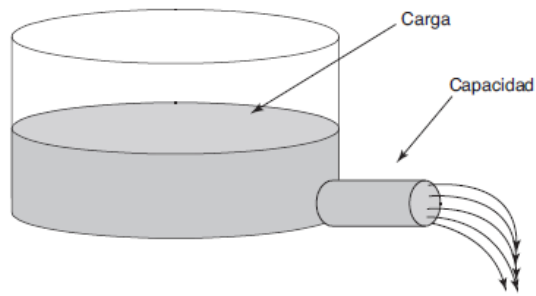


Figura 19. Representación gráfica de carga y capacidad. (Chapman, 2 006, pág. 164)

La planificación de la capacidad cumple una actividad que tiene por propósito balancear la capacidad instalada y la capacidad necesaria para gestionar eficientemente la carga de producción que esté vigente en ese momento, los clientes tanto externos como internos demandan sus pedidos (cargas) a tiempo y esa es la meta implícita de la planificación de carga, según Chapman (2 006).

- **Planificación gruesa de la capacidad**

Existen varios métodos de planificación gruesa:

Planificación de la capacidad utilizando factores globales. – Es el método más exacto de los de este tipo, consiste generalmente en la multiplicación del tiempo nominal para fabricar cada elemento según el PMP y el tiempo nominal necesario para elaborar el producto final, posteriormente se encuentra la capacidad para cada estación de trabajo, utilizando el porcentual de ocupación en anteriores periodos, según Chapman (2 006).

Listas de capacidad. – No es tan sencilla, pero entrega información útil y puntual, utilizan dos elementos principales uno de ellos es la lista de materiales y otro la información de ruteo. Con los datos puntuales fundamentados en valores normalizados y en el BOM de materiales, se puede establecer las necesidades de capacidad con exactitud de manera que las estaciones de trabajo logren completar la planificación maestra, según Chapman (2 006).

Perfiles de recursos. – Es una técnica más refinada, en ella se adiciona el parámetro de tiempo de espera para las operaciones numéricas, según Chapman (2 006).

- **Planificación de requerimientos de capacidad**

Las fuentes de información para la planificación de la capacidad vienen directamente del MRP, en él se considera el producto en proceso, la administración de inventario de entrada

y desperdicio previsto. Es un proceso más complejo ya que entrega información más detallada y aun cuando el plan de capacidad no es sencillo de gestionar por su estructura variable en los datos y la falta de exactitud, es una herramienta muy importante para la dirección general en las determinaciones que tome de la empresa, según Chapman (2 006).

- **Planificación estratégica de la capacidad**

Heizer (2 009) menciona, las determinaciones referentes a capacidad deben unificarse con las políticas y estrategias de la empresa, su misión es establecer el estándar de capacidad de recurso e inversión para dar soporte a la dirección y competitividad de la organización en un periodo extenso de tiempo.

Cuando se planifica sumar o restar capacidad, se debe tomar en cuenta varias consideraciones entre ellas las más trascendentales son: simetría del sistema, variación de la capacidad y utilización de capacidad por fuera, según Chase y Jacobs (2 011).

- **Medidas de capacidad**

Existen varias medidas para administrar las capacidades, las más comunes son:

Utilización. – Es el tiempo (unidad específica) máximo que estará ocupada la estación de trabajo.

Eficiencia. – Es un indicador que cuantifica la relación entre la producción real con una medida nominal en un mismo periodo de tiempo.

Capacidad de diseño. – Valor teórico de producción máximo que se da con parámetros iniciales.

Capacidad efectiva. - Es la producción planeada tener cuando se tiene un procesos típico y normal de funcionamiento.

Capacidad nominal. - Producto del tiempo disponible, la eficiencia y la utilización.

Capacidad demostrada. – Son los valores de producción que se obtiene de registros reales en un turno normal trabajo.

- **Administración general de la capacidad**

Según Chapman (2 006), la planificación de la capacidad tiene por objetivo balancear la capacidad instalada con la necesidad de capacidad que satisfagan las ordenes solicitadas por los clientes y que a su vez sigan los lineamientos globales del plan maestro y el plan

de requerimiento de materiales. Cuando no se logra este equilibrio hay tomar decisiones para la modificación de la carga o la capacidad dependiendo de los escenarios que se presenten.

Las acciones principalmente de corto plazo para administrar la capacidad disponible son:

- Tiempo extra
- Subcontratación
- Variación de personal (contratación-liquidación)
- Trabajo por periodos
- Movimiento de personal entre áreas.
- Crear diferentes trayectorias para el proceso de producción de manera de hacer eficiente el trabajo. Si se trabaja con procesos ineficientes se puede perder rentabilidad, en ese caso sería mejor perder ese compromiso con el cliente.

2. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque de la investigación

El trabajo investigativo es de naturaleza cuantitativa, la misma parte de una idea, plantea un problema, se revisa la literatura para construir un marco teórico, visualiza el alcance del proyecto, además se definen variables y estiman magnitudes, según lo menciona Sampieri (2014). Para el presente proyecto se desarrollará un diseño de investigación en la empresa Procesadora VYM S.A., la misma que nos permitirá la recolección y análisis de datos, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para determinar ciclos de comportamiento y evaluar postulados con los que finalmente se crearán un reporte de resultados.

2.2. Alcance de la investigación

El presente proyecto será descriptivo, inicialmente se detallará el panorama y características actuales de la organización y su contexto.

Según Sampieri (2014), el objetivo de un estudio descriptivo es describir las características y comportamientos de procesos que se sometan a análisis.

Posterior al análisis inicial de la empresa, se continuará con la etapa de diseño del modelo de planificación, en donde con los datos obtenidos y calculados con las herramientas metodológicas de planificación y control de producción se definirán en secuencia: el plan agregado de producción, PMP y MRP que son las planificaciones en distintos niveles que conforman el modelo de diseñado.

El modelo diseñado será caracterizado y descrito en una estructura para la planificación y control de la producción que permita entregar a la empresa todos los resultados concluyentes que proporcionen a sus directivos la opción de una posible implementación posterior del modelo en el campo real de la empresa Procesadora VYM S.A.

2.3. Diseño de la investigación

En la investigación se analizarán los datos y las variables obtenidas de su estructura funcional. Se realizará el diseño del modelo de planificación de la producción en base a las condiciones y restricciones que se encuentren en la empresa.

El enfoque cuantitativo tiene características de continuidad, es decir cada actividad tiene una secuencia, no se pueden dejar actividades pendientes o incompletas, es imperativo

seguir un orden establecido, lo único posible es modificar una etapa de forma lógica e informada, según lo menciona Sampieri (2 014).

La investigación será de carácter no experimental, toda la información recabada se la obtendrá en un ambiente real de trabajo sin que haya modificaciones influenciadas por algún factor externo, Sampieri (2 014). Adicionalmente, la investigación es transversal porque se centra en analizar el estado de las variables en un momento dado. Las investigaciones son de tipo transversal cuando se obtienen datos en un punto específico del tiempo Sampieri (2 014).

Para la fase de diagnóstico se utilizará herramientas cuantitativas como procedimientos estadísticos y observaciones estructuradas, por medio de las cuales se recaban información confiable. Estas herramientas permitirán conseguir de forma ágil información acerca de las variables, dependiendo de las respuestas al tratamiento de datos se realiza conjeturas o arquetipos y se exponen sus bases teóricas, además estos datos son expuestos a evaluaciones y se convierten a números cuantitativos. Por otro lado, la investigación documental, consistirá en encontrar relaciones, estado actual y posturas referentes al tema, provenientes de fuentes encontradas en la literatura, tales como papers, libros, tesis y artículos científicos, Bernal (2 010).

Respecto a la herramienta de recolección de datos, se hará uso de herramientas acorde a la naturaleza de la investigación como, registros de datos numéricos estadísticos, pruebas estandarizadas y sistemas de mediciones predeterminados.

Se obtendrá los datos de la empresa como: procesos de producción, tiempos estimados, listados de productos, capacidades de producción, listados de materiales, planes y estrategias operativas.

Respecto a la fase de diseño, se establecerá métodos y técnicas para el diseño de un modelo de planificación de producción basado en los datos obtenidos y pronosticados con herramientas estadísticas, más tarde son analizados y evaluados con la estructura y formulaciones encontradas en el marco teórico de la investigación documental.

Para el análisis de datos se utilizarán técnicas como: análisis estadístico, descripción de tendencias y comparación con predicciones o estudios previos. La estadística descriptiva nos permitirá ordenar y clasificar los datos obtenidos de las observaciones. En la Figura 20, se muestra el esquema metodológico del diseño de la planificación de producción, y la secuencia de actividades para aplicarlas en Procesadora VYM S.A.

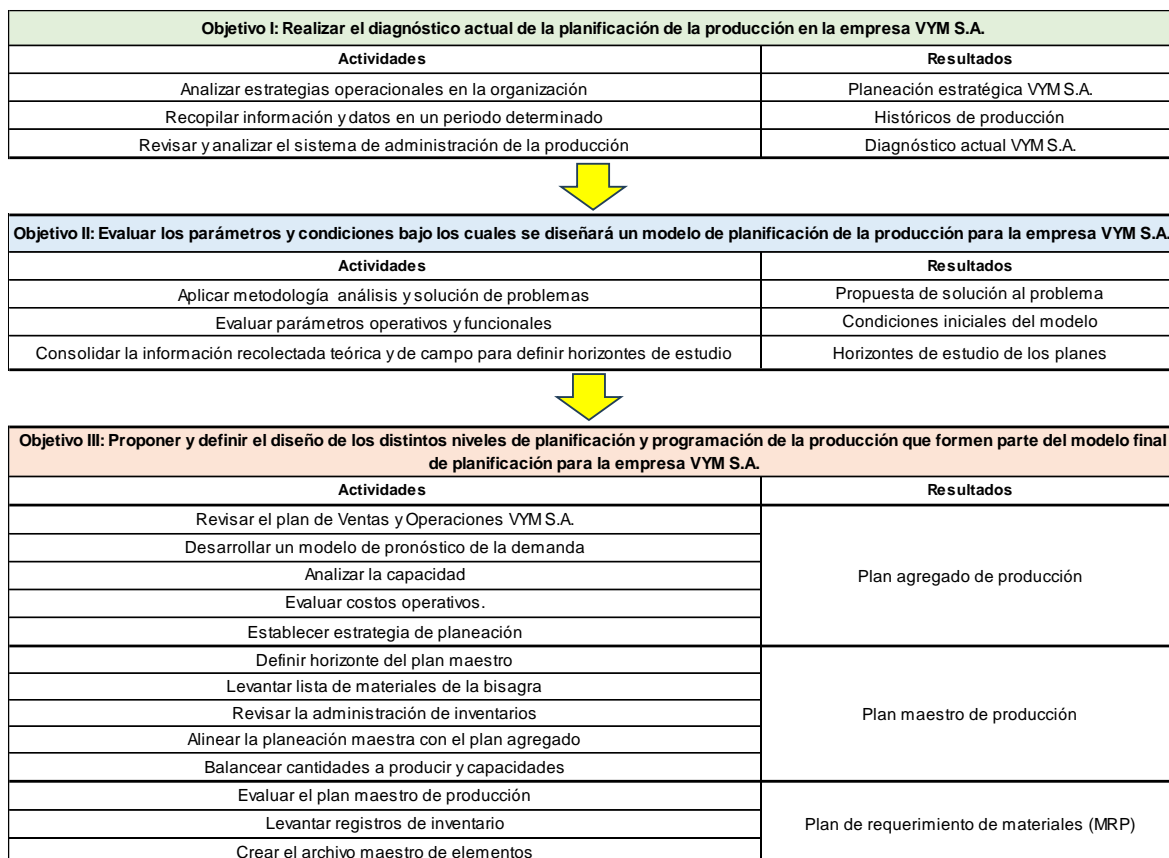


Figura 20. Esquema metodológico de la investigación (Fuente: Propia)

2.4. Evaluación de resultados

Se evaluarán los resultados del modelo de producción diseñado, por medio, de indicadores como el de error de pronóstico con respecto a la demanda real y el de cumplimiento del plan de producción, que mide el porcentaje de cumplimiento con respecto a un plan al inicio de un periodo.

Hay muchas maneras de analizar la eficacia de un modelo de planificación de la producción, se puede considerar la evaluación en la gestión de algunas de ellas como son: cumplimiento de la programación de producción, el error que obtenemos del proceso de estimación de la demanda, el costo total operativo de la planificación de la producción, cumplimiento de la estrategia de operaciones asumida por la empresa y las políticas operativas entregadas por la dirección.

Al no aplicar una fase de implementación, la empresa tendrá la potestad de usar varias de las técnicas de administración de la producción utilizadas o el diseño completo del modelo de planificación desarrollado en el presente proyecto, para el manejo de su proceso operativo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Análisis operacional de la empresa

Inicialmente se hizo una caracterización global del funcionamiento de la organización, con el objetivo de clarificar los antecedentes y el contexto productivo en el que se desenvuelve.

A continuación, se hizo una descripción más específica del área de producción, donde se analizaron los productos, los procesos de producción, la materia prima, los equipos y recursos necesarios para que funcione que se desarrolle el sistema de producción.

Toda esta información es primordial para la evaluación del proceso actual de la producción e identificar las capacidades utilizadas de cada recurso en el proceso.

3.1.1.1. Antecedentes

Procesadora VYM S.A. con más de 40 años de experiencia e innovación, tiene su dirección en la ciudad de Quito puntualmente en la zona industrial de Carcelén bajo. Se especializa en la fabricación de estructuras y piezas metálicas. Provedora de componentes que no se manufacturan en el país, es por eso por lo que su producción se orienta principalmente a partes y piezas para la línea blanca, puntos fijos, elementos mecánicos, perfiles especiales de acero conformados, racks, estanterías, flejes de acero, sistema de almacenamiento industrial y bisagras.

El 95% de la producción de línea blanca nacional se concentra en tres empresas: Indurama, Fibroacero y Mabe. Existen alrededor de 200 pequeñas empresas que se especializan en la producción de componentes y accesorios para electrodomésticos y son proveedores de las grandes líneas de ensamble en el país.

El sector de la línea blanca es una industria variable y en continua renovación. En esta línea, ingresan modernos productos y avanzada tecnología, la cadena comercial prácticas de consumo también se modifican. Las empresas deben someterse a nuevas exigencias, todo el tiempo están ingresando nuevos proveedores y mercados innovadores lo que exige que el sector tenga cada vez más dinamismo y mucha flexibilidad para adaptarse a las nuevas y cambiantes condiciones. De acuerdo con eso, es importante reformar el sistema de planificación de la producción en las empresas dentro del giro de negocio. La empresa VYM S.A., procesadora de acero, ha venido desarrollando bisagras para las puertas de los hornos de las cocinas INDURAMA y FIBROACERO.

3.1.1.2. Direccionamiento estratégico

La planeación estratégica es un proceso que comienza determinando las metas institucionales. Procesadora VYM S.A. establece estrategias y políticas que le permitan alcanzar estas metas y elabora planes específicos que garanticen la implementación de las estrategias y así llegar al objetivo planteado. Esta planificación entra en ejecución como respuesta a los factores internos y externos que están siendo modificados constantemente, el resultado es que la organización siga siendo competitiva en el sector productivo.

a. Misión

Potenciar al 100% de la industria de electrodomésticos y de almacenaje en Latinoamérica al ser una empresa competitiva, vanguardista y disruptiva al exceder las expectativas de los clientes a través de productos y servicios innovadores, apoyados en un equipo humano apasionado por el éxito comprometido con los valores y principios de la organización, la satisfacción del cliente, la cultura de calidad y la rentabilidad sostenida.

b. Visión

Convertirnos en el principal fabricante latinoamericano de partes, piezas y mecanismos técnicos para las industrias de línea blanca, automotriz y de la construcción, mediante tecnología apropiada y parámetros internacionales de calidad.

c. Política de calidad

Gestionar el uso adecuado de los recursos para cumplir con los requisitos legales y reglamentarios aplicables.

Trabajar bajo una cultura de valores que potencie a nuestro capital humano, formando colaboradores comprometidos con los objetivos empresariales.

Mejorar continuamente nuestros procesos internos bajo el concepto de un crecimiento sostenible.

Las estrategias en la planificación son direccionadas a las partes pertinentes y tienen que ser construidas por algunos líderes como:

- El Gerente tiene que direccionar su atención a los dueños y accionistas a diferencia de otros grupos que llevan menos protagonismo.

- El Comercial tiene por objetivo las ventas por la remuneración extra que estas implican en su beneficio, aún cuando por hacerlo ofrezcan tiempo de entrega muy cortos.
- El equipo de producción tiene como consigna cumplir las ordenes de compra en los tiempos y con la calidad especificada para cada producto.

Básicamente la organización desea gestionar el incremento de ventas a partir de la apertura de nuevos clientes, el incremento de ventas a partir de la entrega de productos nuevos a los clientes actuales y asegurar la oportunidad de entrega de pedidos de clientes actuales, con un acompañamiento permanente a los clientes durante el proceso de entrega de sus pedidos

3.1.1.3. Estructura Organizacional

En la Figura 21, se muestra que Procesadora VYM S.A. presenta una estructura organizativa caracterizada por una cadena de mando jerárquica.

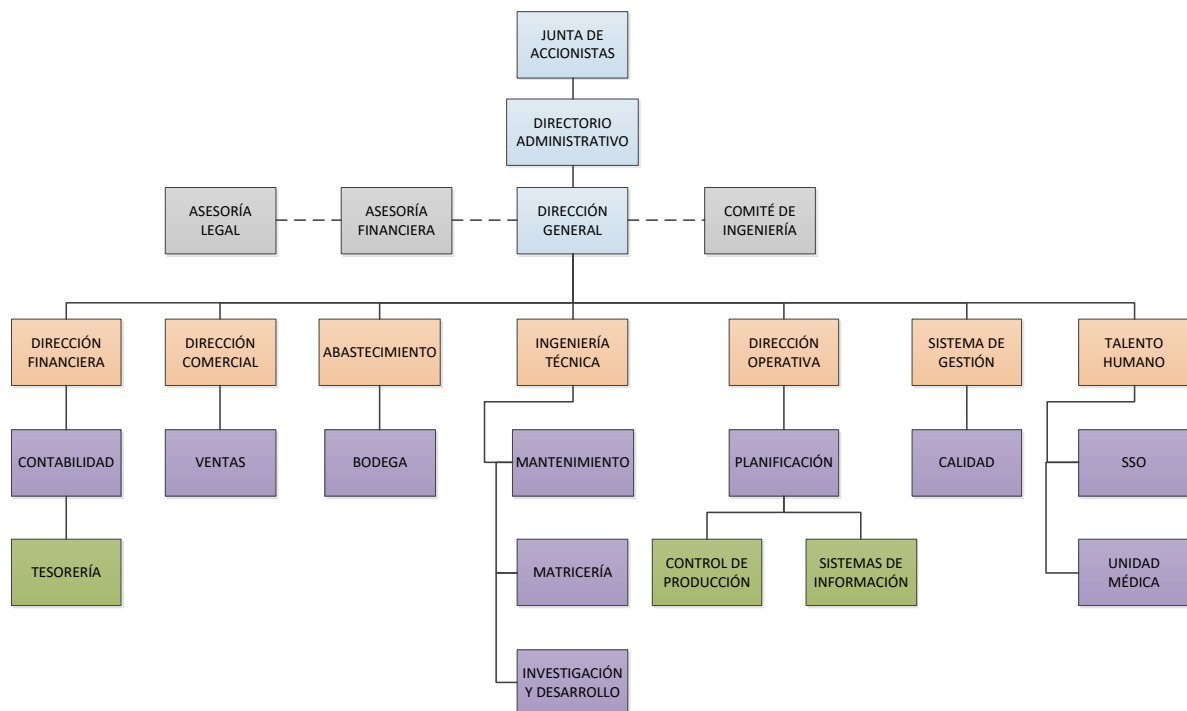


Figura 21. Organigrama Procesadora VYM S.A. (Fuente: La empresa)

Definida hacia abajo y conformada por unidades funcionales tradicionales, la junta de accionistas, el directorio administrativo y la dirección general se encuentran en el nivel más

alto de jerarquía y que es donde se gesta la planificación estratégica, que entrega los lineamientos para las áreas en el siguiente nivel jerárquico.

Los procesos con jefaturas esenciales son: Dirección Financiera, Dirección Comercial, Abastecimiento, Ingeniería Técnica, Dirección Operativa, Sistema de Gestión y Talento Humano.

Las unidades específicas de control y ejecución son: Contabilidad, Ventas, Bodega, Mantenimiento, Matricería, I+D, Planificación de la producción, Calidad, SSO y la Unidad médica.

Todas las áreas en el organigrama funcionan de manera interrelacionada, entre ellas existe un flujo bidireccional principalmente de información, sin embargo, el proyecto se concentra en el departamento operativo, el cual se encarga de los procesos de manufactura y su administración. La dirección operativa está dirigida por el director de operaciones, quien reporta directamente al director general, lidera las unidades de planificación y control de la producción, estas unidades cuentan con un líder cada una y la de control está a cargo del grupo de colaboradores operativos.

3.1.1.4. Estructura por Procesos

En la Figura 22, se muestra el mapa de procesos de la empresa Procesadora VYM S.A., en el mismo se identifican tres macroprocesos:

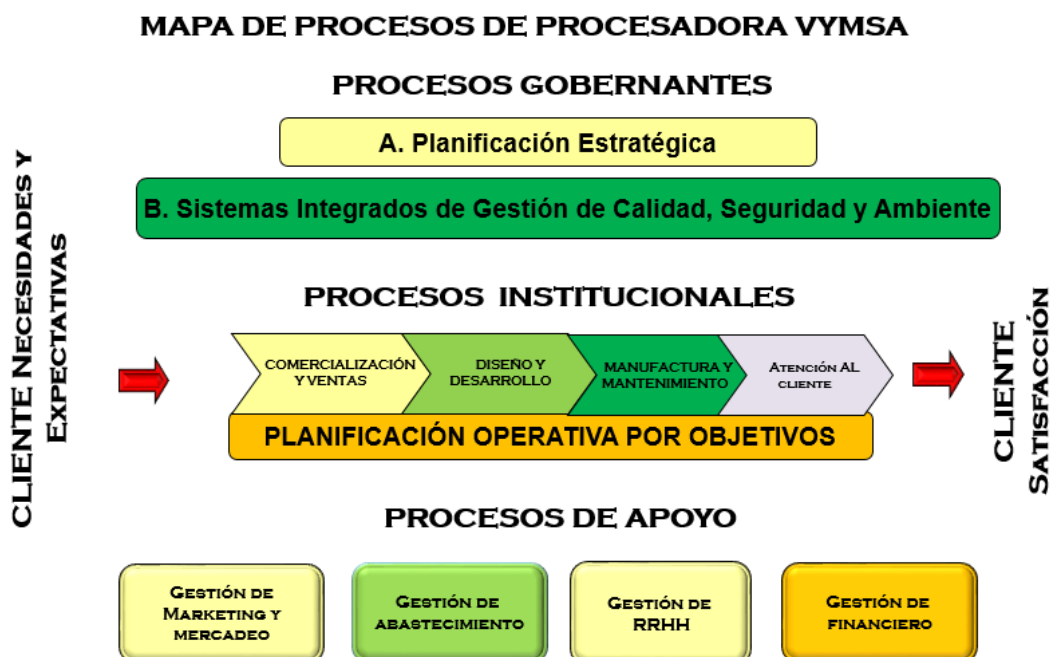


Figura 22. Mapa de procesos Procesadora VYM S.A. (Fuente: La empresa)

- Procesos Gobernantes, son los procesos a nivel gerencial de planificación y control estratégico.
- Procesos Institucionales, son los procesos netamente relacionados con la producción, dirigidos por una planificación operativa, estos cuentan con entradas y producen salidas que influyen directamente con la satisfacción del cliente, aquí tenemos los procesos de comercialización, diseño, manufactura y servicio al cliente.
- Procesos de Apoyo, son procesos internos habilitantes que dan soporte a los gobernantes e institucionales, entre ellos tenemos al marketing, abastecimiento, talento humano y financiero.

3.1.1.5. Productos

La planta está constituida productivamente por líneas de producción, las mismas que se denominan: línea blanca, racks y puntos fijos. En la Figura 23, se puede observar un esquema de la distribución de los productos de la Línea Blanca.

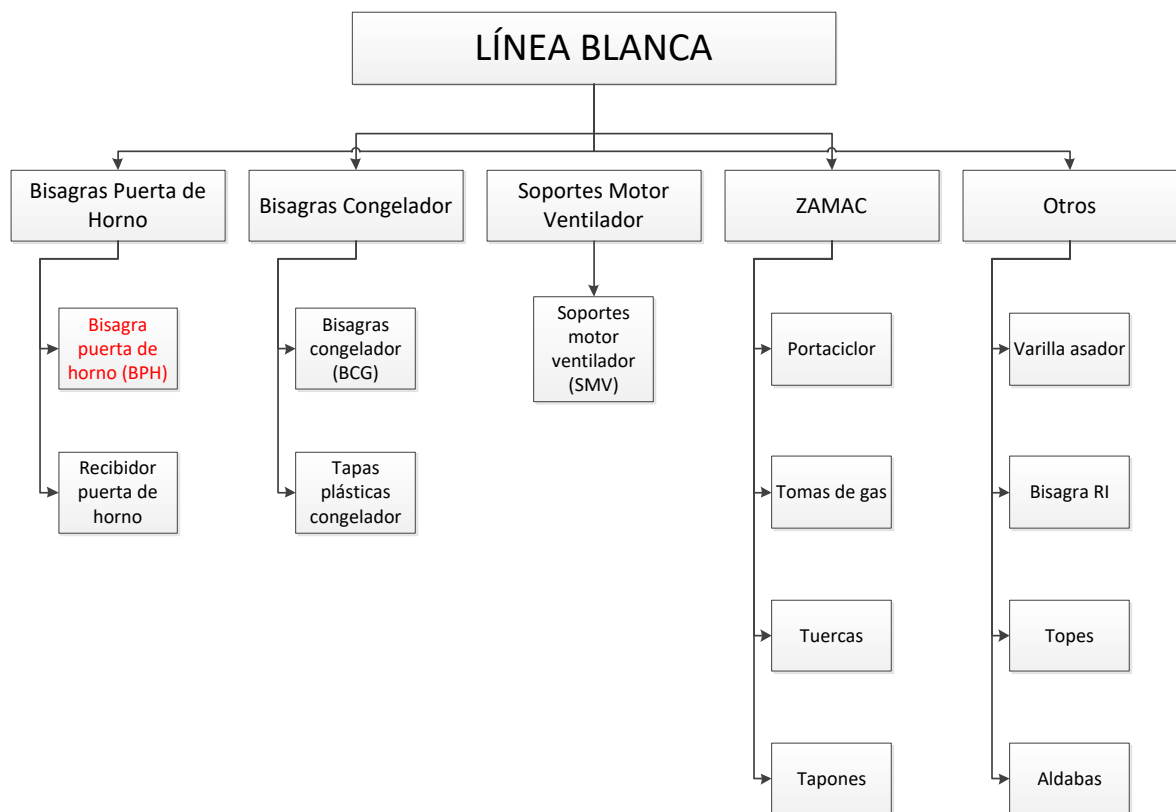


Figura 23. Clasificación de productos Procesadora VYM S.A. (Fuente: La empresa)

La línea blanca es la principal de todas las líneas de producción, mientras que, las otras dos, son líneas de productos en desarrollo.

La línea blanca está formada por varias macro familias de productos, entre ellas se tienen: bisagras puerta de horno, bisagras congelador, soportes motor ventilador, zamac y otros.

Dentro de cada macro familia se despliegan familias de productos más específicas y cada una de ellas cuenta con varios tipos de productos que se distinguen por los tipos de procesos, materiales y elementos utilizados en su fabricación.

Producto representativo

La familia de productos representativa en la empresa Procesadora VYM S.A. es la Bisagra Puerta de Horno (BPH), que se muestra en la Figura 24, históricamente es uno de los productos con los que la organización incursionó en la fabricación de partes y piezas para la línea blanca. Actualmente, la BPH es el producto con más volumen de producción en toda la planta y por ende utiliza la mayoría de capacidad instalada y recursos disponibles.



Figura 24. Bisagra puerta de horno BPH VYM S.A. (Fuente: La empresa)

En la Tabla 1, se puede observar los datos de unidades y ventas promedio mensuales durante el año 2023 para todas las familias de productos que fabrica VYM S.A. en línea blanca. De los valores se puede concluir que la BPH es el primer producto con más unidades producidas al igual que el recibidor, sin embargo, el volumen del producto es mucho mayor al recibidor, lo que significa que la BPH es el producto con más kg de material producidos mensualmente, en cuanto a las ventas, la BPH es la principal fuente de efectivo que ingresa por concepto de ventas mensuales.

El proyecto centró su análisis de producción en la familia de productos BPH, su representación en volumen de producción y ventas hace que la empresa debe fijar prioridad sobre estos productos en la planificación de la producción y en la toma de decisiones.

Tabla 1. Unidades producidas y ventas promedio 2023. (Fuente: Propia)

MACRO FAMILIA	FAMILIA	MENSUALIDAD 2023	
		Unidades promedio	Ventas promedio
Bisagras puerta de horno	Bisagras puerta de horno (BPH)	32000	\$ 41,600.00
	Recibidor puerta de horno	32000	\$ 12,160.00
Bisagras congelador	Bisagras congelador (BCG)	2300	\$ 4,347.00
	Tapas plásticas congelador	2300	\$ 529.00
Soportes motor ventilador	Soportes motor ventilador (SMV)	13500	\$ 6,304.50
ZAMAC	Portaciclор	30000	\$ 11,874.00
	Tomas de gas	8500	\$ 2,720.00
	Tuercas	7000	\$ 1,144.50
	Tapones	280	\$ 72.60
Otros	Varilla asador	150	\$ 165.00
	Bisagra RI	1300	\$ 1,164.80
	Topes	7500	\$ 1,186.50
	Aldabas	1000	\$ 716.00
		137830	\$ 83,983.90

Especificaciones de la BPH

La familia de la BPH tiene varias características funcionales y de producción las principales se detallan a continuación:

- Línea de producción: Línea Blanca
- Macro familia: Bisagras puerta de horno
- Familia: Bisagras puerta de horno (BPH)
- Producto: BPH
- Número de productos por familia: 10
- Procesos de producción: Slitter-Troquelado-Galvanizado-Roscado-Conformado-Ensamble-Empaque
- Número de elementos por producto: 11
- Clientes: Induglob - Fibroacero

Clasificación de productos de la familia BPH

La familia BPH tiene varios productos con distintas especificaciones, cada tipo se diferencia por la combinación de los elementos de los que se componen, ocho tipos de productos se fabrican para el cliente Induglob y dos tipos para Fibroacero. En la Tabla 2, se muestra la clasificación de todas las BPH existentes en la familia de bisagras.

Tabla 2. Clasificación de productos de la familia BPH. (Fuente: Propia)

FAMILIA BISAGRA PUERTA DE HORNO (BPH)			
#	CLIENTE	CÓDIGO	NOMBRE
1	INDUGLOB	BPH 20 IZQ	Bisagra puerta de horno 20 izquierda
2		BPH 20 DER	Bisagra puerta de horno 20 derecha
3		BPH 30 IZQ	Bisagra puerta de horno 30 izquierda
4		BPH 30 DER	Bisagra puerta de horno 30 derecha
5		BPH 40 IZQ	Bisagra puerta de horno 40 izquierda
6		BPH 40 DER	Bisagra puerta de horno 40 derecha
7		BPH 30 CH	Bisagra puerta de horno 30 chile
8		BPH 40 CH	Bisagra puerta de horno 40 chile
9	FIBROACERO	BPH 01	Bisagra puerta de horno 01
10		BPH 41	Bisagra puerta de horno 41

La codificación que en adelante se utilizará para identificar a los tipos de bisagras de la familia puerta de horno es con el siguiente sistema.

BPH XX XXX

Donde:

BPH= Bisagra Puerta de Horno (FACTOR FAMILIA)

XX= 20 resorte #2; 30 resorte #3; 40-41 resorte #4; 01 resorte #1 (TIPO)

XXX= IZQ cuerpo izquierdo; DER cuerpo derecho; CH palanca chile; (CARACTERÍSTICA)

Ejemplo:

BPH 20 IZQ: Bisagra puerta de horno con resorte #2 ensamblado en cuerpo izquierdo

3.1.1.6. Entorno de producción

El entorno de producción y el tipo de proceso utilizado en la empresa Procesadora VYM S.A. influye fuertemente en el diseño y uso de los métodos para la planificación de la producción.

- Entorno de producción

La empresa trabaja mediante el Armado Bajo Pedido (ATO, Assemble to Order), sus clientes cuentan con influencia sobre el diseño, ellos pueden seleccionar varias opciones a partir de subensambles predefinidos. VYM S.A. ensambla los distintos tipos de bisagras que desea el cliente. Sin embargo, el cliente solo puede hacer su selección a partir de los tipos de bisagras ya definidos en la familia de producto existente.

- Tipo de proceso

Procesamiento por lotes o intermitente es utilizado en la empresa Procesadora VYM S.A., los productos comúnmente son elaborados en pequeños lotes, cada lote puede estar conformado por varias centenas de bisagras, empleando varias horas o turnos completos antes de cambiar la disposición de las estaciones de trabajo para producir un modelo diferente, pero de la misma familia. El equipo es especializado, pero suficientemente flexible para realizar todos los modelos de bisagras de la familia de producto.

3.1.1.7. Tipos de operaciones en el proceso de manufactura

Son las operaciones encargadas de la transformación de la materia prima y de agregarle valor al producto que será entregado al cliente, cada familia de productos puede tomar diferente ruta de manufactura, a continuación, se detalla todas las operaciones fabricación existentes en la planta.

- a) Slitter: operación de corte para la materia prima, desde bobinas de acero hasta flejes con dimensiones específicas de cada producto.
- b) Troquelado: operación de estampado y corte por medio de matrices (troqueles) específicas para cada tipo de producto.
- c) Inyección zamac: operación de inyección metálico, que utiliza zamac para elaborar piezas inyectadas en moldes montados a una máquina de cámara caliente.
- d) Inyección de plástico: operación de inyección de material plástico a través de moldes en una máquina de inyección con tolva y tornillo.
- e) Galvanizado: operación de recubrimiento superficial de materiales electroquímico, el proceso se realiza en tinas con baños de zinc en caliente.
- f) Conformado de resortes: La fabricación de resortes constituye una operación específica con equipos automáticos, progresivos, para diferentes tamaños de resortes de compresión y de tracción. Entre los equipos de servicio se integra un horno progresivo para el tratamiento térmico pos-conformado.
- g) Roscados: la operación de roscado se desarrolla en taladros roscadores simples, dobles y triples en los que se acoplan mordazas para los distintos tipos de productos que necesitan roscas en sus especificaciones.

- h) Remachados y embocinados: son operaciones que consisten en la unión de dos o más elementos por medio de un remache o la fijación de bocín plástico en un agujero, por medio de pistones neumáticos que presionan pines de remachado y embocinado sobre las piezas.
- i) Ensamblajes: la operación de ensamble se realiza de manera manual y semi-automática, corresponde al ensamble de dos o más piezas en una disposición específica y con la ayuda o no de herramientas mecánicas.
- j) Conteo y empaque: operación que se refiere a realizar el conteo de un lote específico de producto y empacarlo en las condiciones finales establecidas en cada orden de compra y con la trazabilidad adecuada.

3.1.1.8. Descripción del proceso de producción BPH

Como resultado de las observaciones realizadas al proceso de producción de las bisagras BPH, se identificaron ocho operaciones, tal como se muestra en la Figura 25, en el diagrama de bloques del proceso.

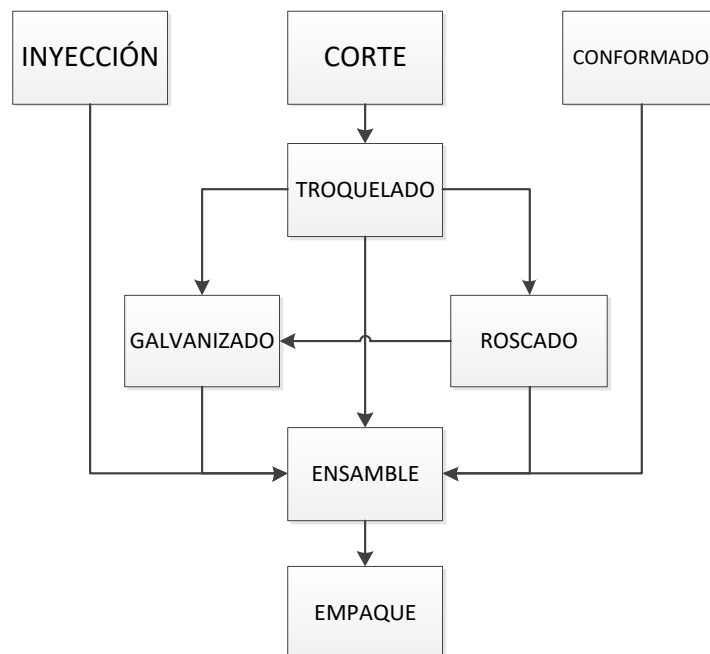


Figura 25. Diagrama de bloques del Proceso de Producción BPH. (Fuente: Propia)

A continuación, en la descripción del proceso productivo se utilizó el cursograma sinóptico el mismo que se presenta en la Figura 26. Este gráfico permitió visualizar las actividades principales y su secuencia dentro de las operaciones del proceso.

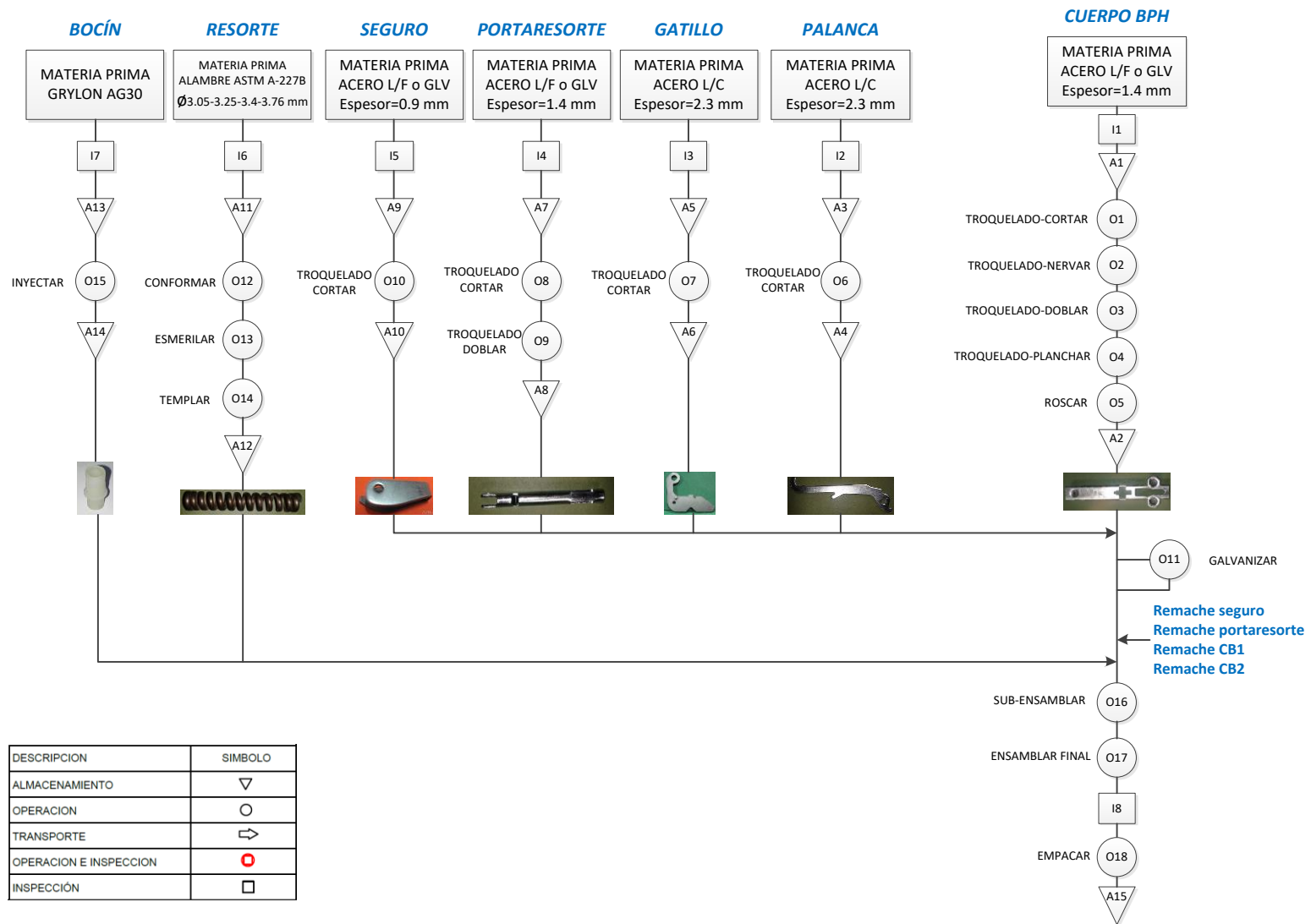


Figura 26. Cursograma sinóptico del Proceso de Producción BPH. (Fuente: Propia)






En la Tabla 3, se presentan los resultados obtenidos del cursograma sinóptico para el proceso de fabricación de la bisagra BPH. Se identificó un total de 41 actividades en el proceso, distribuidas en: 18 operaciones/transformaciones, 8 actividades de inspección y 15 almacenamientos comprendidos en todas las operaciones, los transportes se desprecian al ser distancias recorridas muy cortas, y por ende tiempos mínimos en relación con los de operaciones.

Tabla 3. Actividades resultado del cursograma sinóptico. (Fuente: Propia)

Tipo de actividad	# de actividades
Operaciones	18
Inspección	8
Almacenamiento	15
TOTAL	41

En la Figura 27, se muestra el cursograma analítico de las actividades para la producción de una bisagra BPH. Por medio del formato de cursograma analítico evidenciamos todas las actividades que conforman la operación y el tiempo que toma cada una de ellas, este tiempo es brindado de la base de datos del departamento de operaciones de Procesadora VYM S.A. y que básicamente fueron hallados por un proceso de registro de tiempos con vuelta a cero individualmente.

Los resultados de todas las operaciones del proceso obtenidos del cursograma analítico se presentan en la sección de resumen del formato utilizado. El tiempo total estándar de la operación para elaborar una unidad de bisagra puerta de horno BPH es igual a 0.05 horas.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO				Hoja Núm.1
Objetivo y nivel del análisis: Estudio de método (EM)		OPERARIO <input type="checkbox"/>	MATERIAL <input checked="" type="checkbox"/>	EQUIPO <input type="checkbox"/>
Actual		RESUMEN		
		ACTIVIDAD	Actual	Propuesto
				Economía
Proceso analizado: Manufactura Recibidor		Operación 	18	
		Transporte 	0	
Método: Actual: <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto: <input type="checkbox"/>		Espera 	0	
Localización: Procesadora VYM S.A.		Inspección 	8	
Operador (es):		Almacenamiento 	15	
		Distancia (m)	N/A	
Elaborado por: Jonathan Casa		Tiempo (horas)	0.05	
Fecha: 12/04/2024		Costo (\$)		
Aprobó:		Comentarios		
Fecha:		TOTAL		

Operación	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DISTANCIA (m)	TIEMPO (horas)	SÍMBOLO						OBSERVACIONES
					●	→	□	■	▲		
CUERPO BPH											
I1	Inspeccionar MP	1		0.0001					X		
A1	Almacenar MP	1		0.0001						X	
O1	Cortar cuerpo	1		0.0014	X						
O2	Nervar cuerpo	1		0.0022	X						
O3	Doblar cuerpo	1		0.0022	X						
O4	Planchar cuerpo	1		0.0022	X						
O5	Roscar cuerpo	1		0.0018	X						
A2	Almacenar producto en proceso	1		0.0001						X	
O11	Galvanizar cuerpo	1		0.0016	X						
PALANCA											
I2	Inspeccionar MP	1		0.0001					X		
A3	Almacenar MP	1		0.0001						X	
O6	Cortar palanca	1		0.0012	X						
A4	Almacenar producto en proceso	1		0.0001						X	
O11	Galvanizar palanca	1		0.0011	X						
GATILLO											
I3	Inspeccionar MP	1		0.0001					X		
A5	Almacenar MP	1		0.0001						X	
O7	Cortar gatillo	1		0.0014	X						
A6	Almacenar producto en proceso	1		0.0001						X	
O11	Galvanizar gatillo	1		0.001	X						
PORTARESORTE											
I4	Inspeccionar MP	1		0.0001					X		
A7	Almacenar MP	1		0.0001						X	
O8	Cortar portaresorte	1		0.0011	X						
O9	Doblar portaresorte	1		0.0020	X						
A8	Almacenar producto en proceso	1		0.0001						X	
O11	Galvanizar portaresorte	1		0.001	X						
SEGURO											
I5	Inspeccionar MP	1		0.0001					X		
A9	Almacenar MP	1		0.0001						X	
O10	Cortar seguro	1		0.0014	X						
A10	Almacenar producto en proceso	1		0.0001						X	
RESORTE											
I6	Inspeccionar MP	1		0.0001					X		
A11	Almacenar MP	1		0.0001						X	
O12	Conformar resorte	1		0.0028	X						
O13	Esmerilar resorte	1		0.0009	X						
O14	Templar resorte	1		0.0006	X						
A12	Almacenar producto en proceso	1		0.0001						X	
BOCÍN											
I7	Inspeccionar MP	1		0.0001					X		
A13	Almacenar MP	1		0.0001						X	
O15	Inyectar bocín	1		0.0003	X						
A14	Almacenar producto en proceso	1		0.0001						X	
ENSAMBLE BPH											
O16	Subensamblar	1		0.0106	X						
O17	Ensamblar producto final	1		0.0106	X						
I8	Inspeccionar producto terminado	1		0.0001					X		
O18	Empacar bisagras	1		0.0022	X						
A15	Almacenar bisagras	1		0.0003						X	
TOTAL					0.05						
		Núm. de plano:			DIAGRAMA NÚM.: 1				REVISIÓN:		
		Nivel de ingeniería:									

BISAGRA PUERTA DE HORNO BPH

Figura 27. Cursograma analítico del Proceso de Producción BPH. (Fuente: Propia)

Luego de realizar la caracterización del proceso y de los equipos, se procedió a desarrollar el diagrama de flujo, el cual se presenta en la Figura 28.

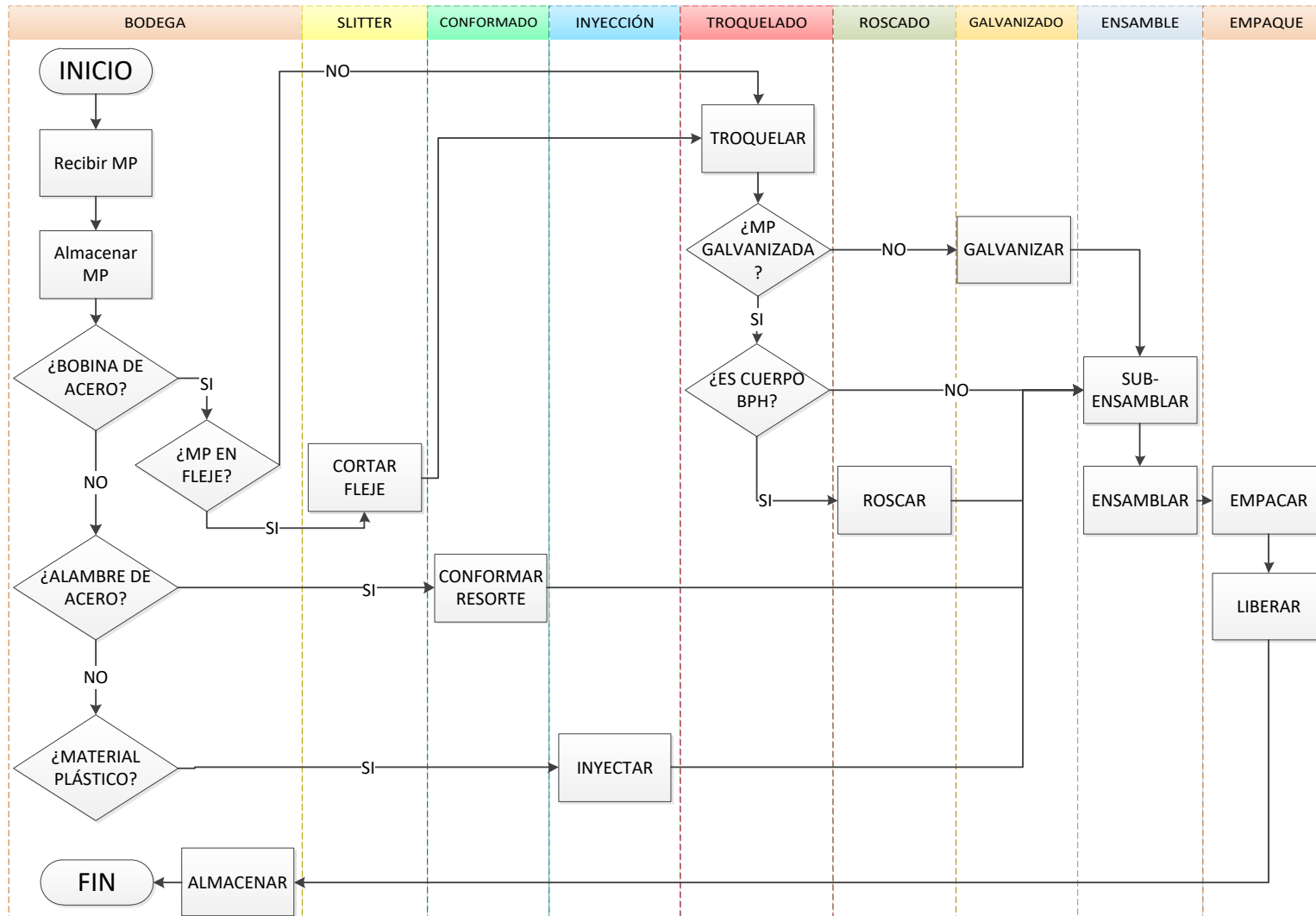


Figura 28. Diagrama de flujo actual para la producción BPH. (Fuente: Propia)

3.1.2. Lay Out de la planta de producción BPH

En la Figura 29 y 30, se presenta el LAY OUT actual de la planta, en él se muestra las áreas productivas que se identificaron el flujograma del proceso.

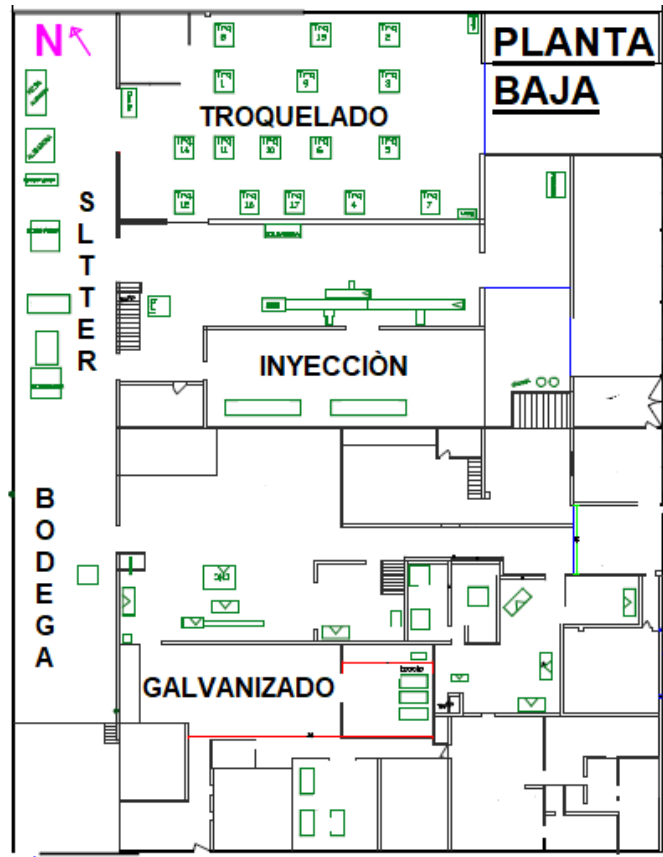


Figura 29. LAYOUT planta baja producción BPH.

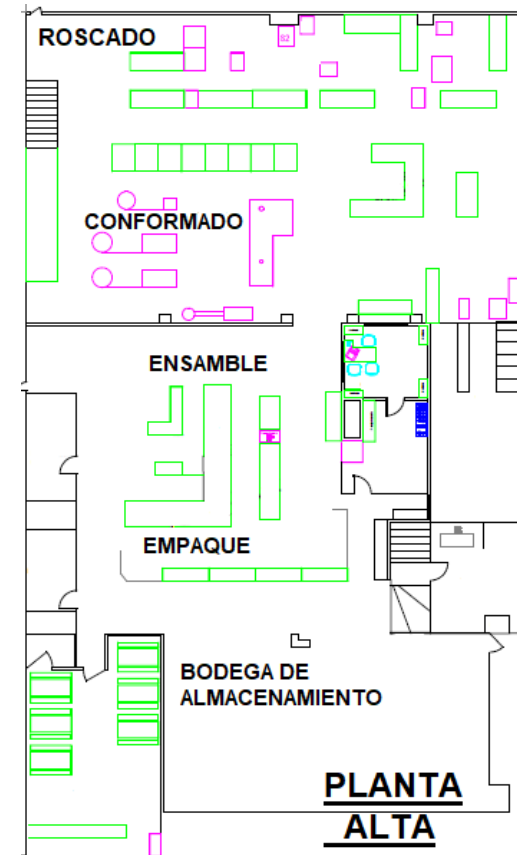


Figura 30. LAYOUT planta alta producción BPH. (Fuente: La empresa)

3.1.3. Historial de producción de la familia de productos BPH

En la determinación del histórico productivo de la línea de bisagras puerta de horno (BPH), se tomó en cuenta la información de producción para los años 2 021, 2 022 y 2 023. La evaluación de esta información permitió identificar el valor de unidades producidas por cada tipo de bisagra BPH, el porcentaje de participación de cada modelo y el número total de bisagras fabricadas. Estos datos nos permiten estar al corriente del histórico y establecer un valor posible de material que se puede almacenar en inventario. Para determinar un pronóstico real se debe trabajar con la estimación de la demanda para los distintos tipos de BPH. En el giro de negocio de Procesadora VYM S.A. es importante tomar en cuenta la variabilidad en la demanda mensual de las bisagras debido a la estacionalidad. La información nos ayuda igualmente con la determinación de la capacidad de producción instalada analizando la eficiencia y tiempo de trabajo de cada estación.

En el Anexo I, se presenta el resumen del historial de producción de la planta. Los registros de producción recopilados durante los años de operación fueron proporcionados por el departamento de producción y permite establecer los tipos de productos que se fabrican en VYM S.A. y son parte activa en el desarrollo del diseño del plan de producción

3.1.4. Diagnóstico actual de la administración del sistema de producción

Para poder diagnosticar el funcionamiento actual del modelo de administración se requirió de la opinión y experiencia de los líderes que gestionan la planificación y control en la planta, además se analizaron datos e información provista por el área de operaciones de la empresa Procesadora VYM S.A.

3.1.4.1. Proceso de administración de la producción

En la Figura 31, se puede observar los procesos administrativos que comprenden desde la recepción de la orden de compra hasta la entrega del producto a los clientes.

Una vez que anualmente la Dirección General en consenso con la junta directiva y los directores de área establecen un plan estratégico que entregará a todo el sistema productivo los lineamientos de presupuesto, capacidad, políticas de calidad y objetivos estratégicos para alcanzar durante ese año, el área de operaciones es la encargada de administrar el proceso de planificación y control de la producción en VYM S.A., a continuación, se describirá como se desarrolla actualmente el proceso:

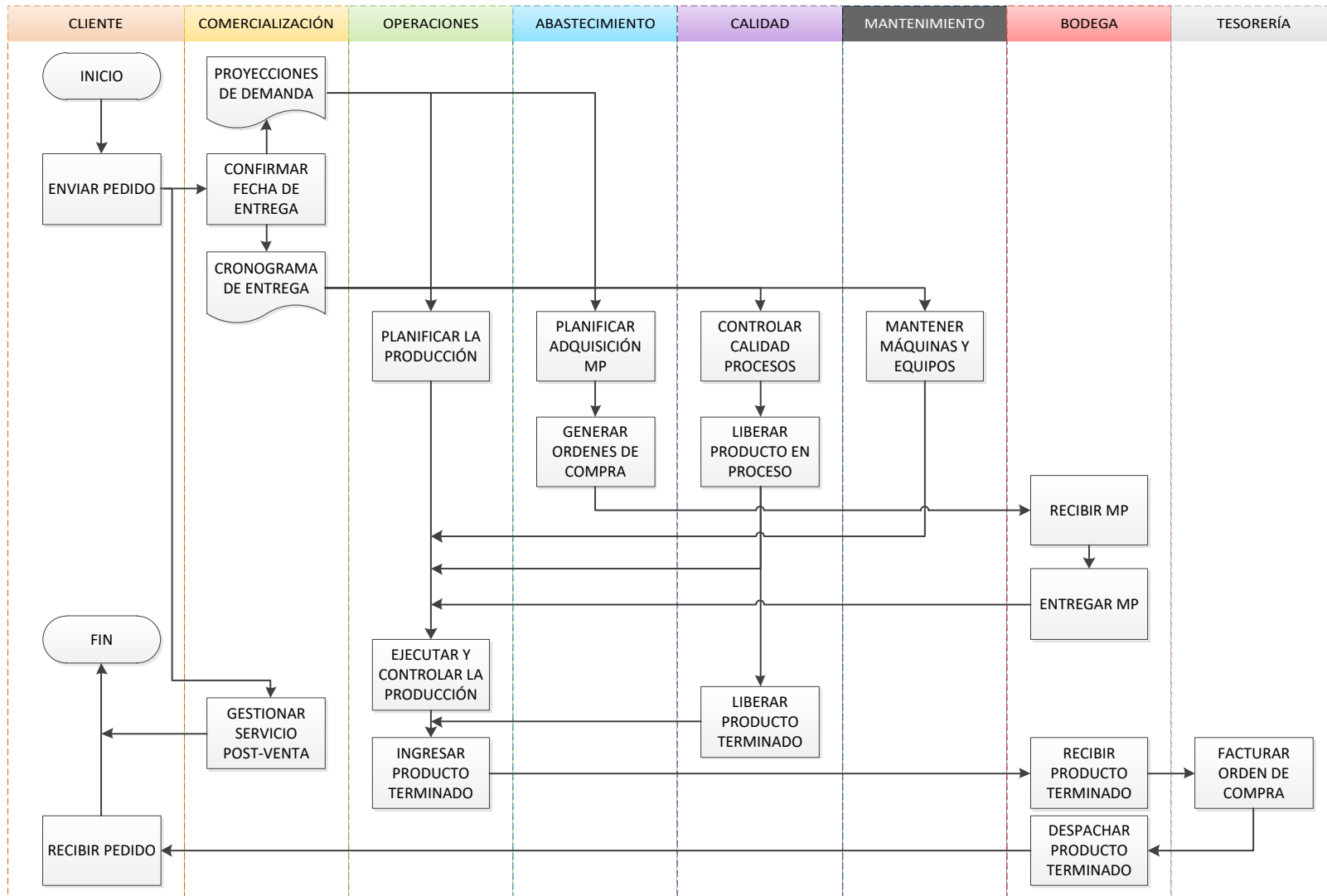


Figura 31. Flujograma del proceso de administración en la cadena de valor. (Fuente: Propia)

- Proyecciones de demanda: el cliente principal, envía periódicamente proyecciones de la demanda mensual para todos los productos que son requeridos, comercialización recibe las proyecciones y se las envía al director de operaciones.
- Ingreso de órdenes de compra: los clientes ingresan sus requerimientos semanalmente al área de comercialización, el líder de comercialización crea la orden de compra donde especifica códigos, fechas, cantidades y otros detalles que se necesiten saber acerca de los lotes a despachar, una vez creada la orden se entrega un documento con todas las ordenes en tránsito ya sean nuevas o pendientes por entregar a los líderes de las áreas de abastecimiento, calidad, mantenimiento y principalmente a operaciones. El documento es actualizado cada vez que haya un movimiento de requerimiento o despacho de material.
- Adquisición de materia prima e insumos: los directores de operaciones, abastecimiento y comercialización planifican las órdenes de compra de materia prima e insumos, en reuniones semanales pueden actualizar información y replanificar con respecto a las órdenes de compra y proyecciones entregadas por comercialización.
- Planeación de capacidad: la capacidad instalada depende en gran medida del mantenimiento de la maquinaria y de los herramientas utilizados en la producción, así como también de las automatizaciones y desarrollo en los procesos. Los líderes de las áreas de Ingeniería Técnica y Operaciones mantienen reuniones semanales, para definir las capacidades necesarias y disponibilidad de máquinas y equipos, que se requieren para la planificación de producción.
- Recurso humano: mediante reuniones, el director de operaciones y el líder de talento humano definen las necesidades en cuanto a mano de obra y turnos de trabajo, la capacidad operativa puede modificarse con horas extras o contratación siguiendo los lineamientos de presupuestos y plan estratégico.
- Planificación de la producción: el director de operaciones se encarga de realizar una planificación de la producción agregada, esta planificación la hace cada mes y actualiza semanalmente, utiliza la información de la cliente entregada por comercialización y los datos, planes de capacidad, recursos y materiales con los que se acordó disponer en las reuniones mantenidas con las distintas áreas de la cadena productiva. Adicionalmente hace un análisis de inventarios de stock y seguridad, el plan es socializado a los supervisores de cada área productiva.

- Ejecución y control de la producción: los supervisores de las distintas áreas productivas, una vez que tienen la planificación de producción entregada por el director operativo, realizan planes maestros para cada área, planificaciones que ejecutan y controlan con todo el recurso disponible. Todo el proceso administrativo es direccionado por el director y evaluado con indicadores de gestión, la información procedente de los procesos es retroalimentada periódicamente en reuniones con todo el departamento operativo para la toma de decisiones.
- Aseguramiento de la calidad: el control de la calidad, inspección y liberación de producto se lo hace durante el proceso de producción, y en coordinación con el área operativa, directamente se trabaja con los supervisores y se gestionan procesos con indicadores de calidad para controlar no conformidades y desperdicio.
- Despacho de órdenes de compra: el supervisor del área de empaque y despacho gestiona el ingreso de producto terminado con bodega para atender las órdenes de compra y posterior entrega al cliente.
- Post-venta: comercialización realiza el seguimiento de órdenes entregadas, pendientes y canceladas, también recibe alarmas de calidad y quejas de clientes, toda la información obtenida por parte del cliente es condensada y retroalimentada principalmente con el director de operaciones y el área de manufactura.

3.1.4.2. Identificación y análisis de problemas en la planificación

Se elaboró un diagrama causa-efecto (Ishikawa) para identificar las causas de la administración de la producción actual y sus efectos en retrasos, sobre producción, altos costos operativos, etc. En la Figura 32, se presenta el diagrama en el cual se destacan las cinco dimensiones para definir el problema y las causas.

La Tabla 4, nos muestra un primer diagnóstico del modelo de administración de la producción resultado del diagrama causa-efecto, en la cual se presenta las actividades de la administración de la producción, la situación actual (posibles causas) y las consecuencias (problemas) que conlleva gestionar la planificación de la manera en la que se hace.

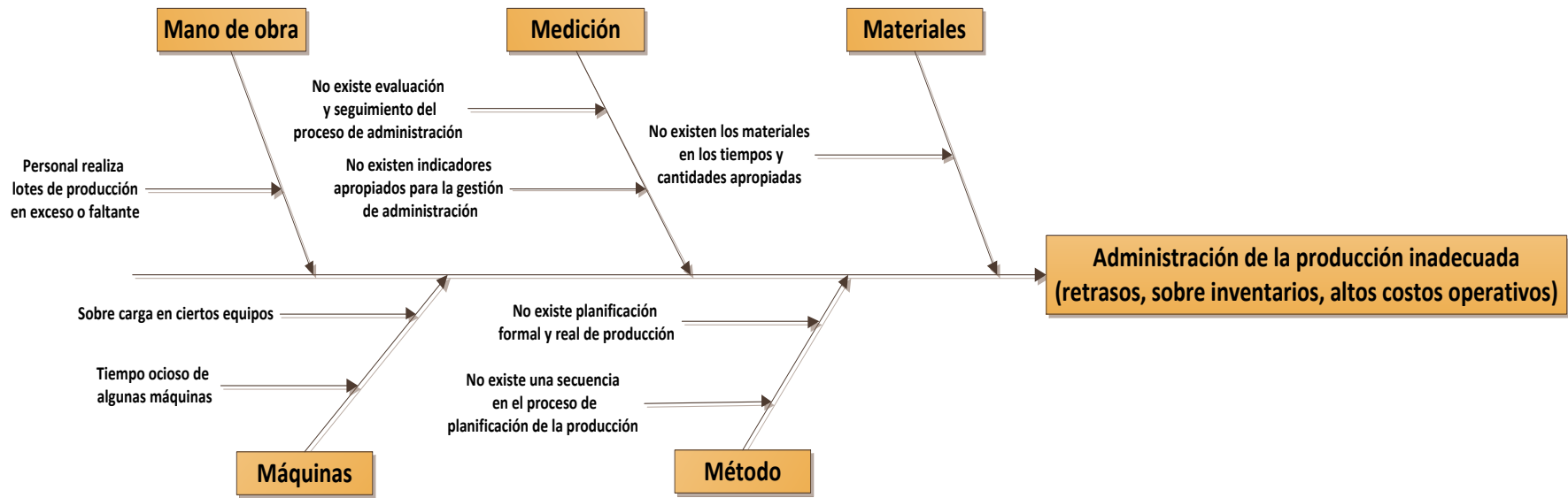


Figura 32. Diagrama causa-efecto problemas de administración de la producción BPH. (Fuente: Propia)

Tabla 4. Diagnóstico del sistema de administración actual. (Fuente: Propia)

#	Actividades de administración de la producción	Situación actual (posibles causas)	Consecuencia (problemas específicos)
1	Estimación de la demanda	Proyecciones entregadas por el cliente con un alto error de estimación. Pronóstico interno inexacto.	Operaciones no cuenta con información válida para realizar planificaciones de producción, materiales y capacidad.
4	Planificación de la producción	La planificación que realiza Operaciones no se realiza de manera técnica y estratégica.	La línea de producción no sigue una planificación general.
5	Programación maestra	La programación maestra es realizada principalmente con la información de las órdenes de compra.	Se produce de forma desorganizada y sin un objetivo de producción, ocurren retrasos, sobreproducción y desperdicio.
6	Planeación de materiales	No existe un modelo de planificación de requerimiento de materiales basado en el plan maestro.	Sobre inventarios de materia prima y suministros, retrasos en la entrega de proveedores y cuellos de botellas entre procesos por la falta o excedente de producto en proceso.
7	Administración de inventarios	Los inventarios se crean a partir de las necesidades que aparecen en el momento, existe políticas de inventario que no se las cumple.	Sobre inventarios y retrasos en la producción.
8	Planeación de la capacidad	No se planifica la capacidad necesaria para cumplir la producción, tan solo se estima capacidades basados en la experiencia de los gestores.	No se puede cumplir las planificaciones de producción ocasionando retrasos.
9	Seguimiento y control de la producción	Se ejecuta y controla el plan de producción empíricamente y con indicadores que no tienen la suficiente claridad en sus datos así como en las metas que se desea alcanzar.	No existe un control y seguimiento eficiente, además la producción no tiene un horizonte definido de trabajo.
10	Establecimiento de órdenes de trabajo	No existen órdenes de trabajo que sigan una trazabilidad y una planificación formal.	Producción descontrolada, ineficiencia y falta de productividad.

Por medio de una consulta simple a los administradores de la producción como son supervisores, planificador y jefe de operaciones podemos seleccionar las tres causas principales a la problemática, y de las cuales se analizará la causa raíz por medio de la herramienta 5 porqués.

Causa principal 1: No existe planificación y real de la producción.

¿Porqué? La planificación en tránsito no concuerda con las necesidades de producción.

¿Porqué? Para hacer la planificación no se usó información validada y su tratamiento no fue técnico.

¿Porqué? No se utilizan herramientas administrativas que orienten la información y resultados.

¿Porqué? La administración gestiona sus actividades basadas en sus experiencias y sin el seguimiento adecuado de resultados para generar un ciclo de mejora continua en el proceso administrativo.

¿Porqué?

Causa raíz: No existe un proceso establecido y validado de planificación y control de la producción.

Causa principal 2: No existe una secuencia en el proceso de planificación de la producción.

¿Porqué? Se trabaja de acuerdo con las ordenes que se tienen que entregar sin importar ningún orden establecido.

¿Porqué? La planificación que se ejecuta es basada en las metas, pero no en los recursos necesarios y capacidades que tiene la planta.

¿Porqué? La administración gestiona sus actividades basadas en sus experiencias y sin el seguimiento adecuado de resultados para generar un ciclo de mejora continua en el proceso administrativo.

¿Porqué?

Causa raíz: No existe un proceso establecido y validado de planificación y control de la producción.

Causa principal 3: No existe evaluación y seguimiento al proceso de administración.

¿Porqué? Ningún responsable le interesa evaluar el proceso de administración mientras las cifras sean positivas

¿Porqué? La empresa ha trabajado durante años confiando en la seguridad de tener la demanda constante de su principal cliente y ese “bienestar” económico no permita observar los errores en la administración.

¿Porqué? La administración gestiona sus actividades basadas en sus experiencias y sin el seguimiento adecuado de resultados para generar un ciclo de mejora continua en el proceso administrativo.

¿Porqué?

Causa raíz: No existe un proceso establecido y validado de planificación y control de la producción.

CONCLUSIÓN: La herramienta nos da como resultado que las 3 causas principales de los problemas administrativos en la producción tienen como origen la no existencia de Sistema de Planificación de la Producción.

Además, podemos hacer varias deducciones, entre ellas tenemos:

- a. Procesadora VYM S.A. en la actualidad no tiene un modelo de planificación de la producción sólido, todas las planificaciones están basadas principalmente en la experiencia del planificador.
- b. Los pronósticos no cuentan con una técnica de estimación adecuada, cada área trabaja con valores pronosticados distintos, esto crea un error considerable entre las planificaciones de producción materiales y de capacidad.
- c. La planificación de materiales que tienen actualmente no es la óptima, la falta de material indistintamente en varias partes del proceso es repetitivo. El planificador lanza una producción con la materia prima que tiene y confía que los materiales e insumos que faltan lleguen a tiempo caso contrario tiene que producir otro producto a pesar de no necesitarlo.
- d. No existe una política definida para determinar el tamaño de lote óptimo que se gestionará, tan solo se hace pedidos según lo que se necesita.
- e. No hay una administración de inventarios, generalmente las cantidades con los que se cuenta de ciertos productos no son suficientes para cubrir las desviaciones de la demanda, en esos casos se realiza pedidos de emergencia corriendo el riesgo de que el proveedor no tenga el tiempo de reacción suficiente para cubrir una necesidad.

3.1.5. Parámetros administrativos iniciales de producción

Una vez que se definió los problemas existentes en el modelo de administración de la producción, es conveniente conocer la situación en la que se encuentran los procesos del sistema productivo en la actualidad.

3.1.5.1. Direccionamiento estratégico

La empresa está pasando por una inestabilidad a nivel direccional, la rotación en la alta dirección en muy poco tiempo crea incertidumbre en toda la organización, Los resultados esperados no llegan, y la dirección actual tiene la consigna de producir de la manera más eficiente, evitando perdidas, desperdicios, sobre inventarios, retrasos y reduciendo costos de producción.

3.1.5.2. Gestión con clientes

La empresa durante años se ha mantenido con la seguridad de tener en sus clientes de la línea blanca, una demanda sostenible en el tiempo y suficiente para presentar utilidades representativas, sin embargo, el periodo post pandemia trajo consigo una serie de cambios en la demanda y mercado actual. Los clientes han optado por buscar nuevos proveedores, abaratar costos e incursionar en nuevos proyectos, esto ocasionó que desde el año 2 022 se redujo la demanda de línea blanca a un tercio de lo que fue el año 2 021. Ahora la empresa está poniendo todos sus esfuerzos para mantener la demanda actual en el nivel promedio con el que se terminó el 2 023, y aumentar el nivel de ventas, a través de ingresar al mercado nuevos modelos de línea. Para todo esto la gestión de comercialización jugará un papel clave para mantener la relación con los clientes antiguos y buscar nuevos potenciales compradores.

3.1.5.3. Gestión de productos

Como se mencionó en el párrafo anterior dentro de la línea blanca y específicamente en la familia de BPH se retiró del mercado gran parte de los pedidos de ciertos modelos de bisagras, disminuyendo hasta 60% aproximadamente la demanda es estos productos. El 2 022 fue un año para estabilizar la demanda de la familia BPH que comenzó su declive a inicios del mismo año, una vez que se ha mantenido reuniones comerciales con los principales clientes se puede manejar la estimación de la demanda para el año 2 024 como equivalente al año pasado, para el proyecto se utilizó los datos de la demanda del año 2 022 y 2 023. El 2 024 será un año para que el sistema productivo se concentre en trabajar de manera planificada y eficiente para no tener más perdidas en las ventas anuales.

3.1.5.4. Gestión de proveedores

En medio de los esfuerzos para disminuir costos, la empresa busca administrar los requerimientos de manera efectiva y planificada, evitando un sobre stock en las materias primas e insumos, y que a su vez no se comprometa la producción por faltantes o retrasos en las órdenes de compra, es una etapa para volver a evaluar proveedores y trabajar con ellos estratégicamente en cuanto a tiempos de entrega, precios y crédito de compra para las requisiciones.

3.1.5.5. Administración de la planificación

La organización busca de manera acelerada una administración efectiva de la producción, planificaciones técnicas adecuadas al tipo de ambiente de producción y una utilización óptima de los recursos, para esto es indispensable crear un modelo de planificación de la producción y un líder que dirija, evalúe y realice el seguimiento del sistema de planificación.

3.1.5.6. Gestión de recursos humanos

La empresa después de varias reducciones de personal consecuencia de la baja demanda, se estabiliza con un total de 16 personas, de las cuales 8 se encargan de la producción de la BPH en turnos de 8 horas diarias 5 días a la semana, la capacidad puede aumentarse por medio de horas extras y en caso de ser necesario contratos eventuales de 3 meses o por obra cierta.

3.1.5.7. Control de inventarios

Actualmente, no existe una política de inventarios, se produce lo que se necesita y lo que resulta de planificaciones empíricas, muchas veces se tiene que producir productos planificados solamente porque no se tiene materia prima o por no parar a todo el personal. La cantidad de inventario de producto en proceso y determinado lo definen con el criterio y experiencia del planificador solamente.

3.1.5.8. Control de los procesos

Los procesos a pesar de que ya están establecidos por medio de procedimientos de fabricación son controlados por los supervisores, que, a su vez, pueden ser modificados en cuanto a capacidad de equipos, distribución de personal y estándares de producción, con el único objetivo de cumplir con las órdenes de compra y planes maestros establecidos por la propia supervisión.

3.1.6. Propuesta de solución

La propuesta de solución a los problemas identificados en la empresa Procesadora VYM S.A., se dio mediante el análisis del contexto en el que se lleva a cabo la planificación de operaciones y su funcionamiento actual, en forma general se encontró que los problemas principales se resumen en el diseño actual del sistema de producción y la planeación, análisis y control de las operaciones. Fue necesario determinar un curso de acción, utilizando técnicas de administración de la producción ya investigadas y que sean aplicables de acuerdo con los requerimientos de la empresa.

La propuesta abarca el análisis de la demanda y el desarrollo de los pronósticos para la familia de BPH, posteriormente se elaboró un plan agregado utilizando la información de los pronósticos y se realizó el plan maestro de producción para cada producto. A continuación, se analizó la administración de inventarios, materia prima y el desarrollo del plan de requerimientos de materiales, finalmente se analizó la capacidad teniendo en cuenta la planificación propuesta en el MRP.

3.1.7. Condiciones iniciales y horizontes de estudio

Para el diseño del sistema de planificación de la producción se establecieron los siguientes parámetros y condiciones iniciales de estudio que se resumen a continuación:

- Datos para el cálculo de pronósticos: se utilizó la información de la demanda correspondiente de marzo 2 022 a febrero 2 024, donde la demanda se estabilizó para cálculos de estimación.
- Línea de estudio para el plan agregado: el plan agregado se realizó para la familia de BPH.
- Horizonte de estudio del plan agregado: el plan agregado se realizará para un horizonte de 1 año, en el periodo comprendido de marzo 2 024 hasta febrero 2 025.
- Recursos y capacidades de cálculo: se utilizó la información actual de los recursos y capacidades con los que está funcionando la empresa, para que el estudio se apegue a la realidad de la organización y proporcione resultados validos que sean base para el diseño final de la planificación.
- Producto objetivo del plan maestro: el plan maestro se realizó desagregando la familia de BPH, el objetivo fueron todos los modelos de bisagras BPH.

- Horizonte de estudio del plan maestro: el plan maestro se desarrolló para periodos mensuales durante el año, marzo 2 024 hasta febrero 2 025.
- Materiales planificados en el MRP: dentro de la planificación MRP se abordó la materia prima, insumos y producto en proceso necesarios para cumplir con el plan maestro.
- Horizonte de estudio del MRP: el plan de requerimiento de materiales se desarrolló para periodos establecidos durante el año, marzo 2 024 hasta febrero 2 025.

3.1.8. Diseño del modelo de Planificación de la Producción

El objetivo principal del proyecto es diseñar el modelo de planificación de la producción de la planta Procesadora VYM S.A., por medio de tres planificaciones ordenadas de la siguiente manera: planeación agregada, programa maestro de producción y plan de requerimiento de materiales.

3.1.8.1. Planificación estratégica

Para realizar la planeación agregada primero se revisó los planes estratégicos de la empresa y los planes comerciales específicos para la familia de productos seleccionada anteriormente, además la planificación estratégica se realiza para que la organización repunte en el sector productivo del país y muestre una flexibilidad adecuada a los cambios dentro y fuera de la empresa.

Los factores que inciden directa o indirectamente en la producción de VYM S.A. son las fluctuaciones del precio del acero, la presencia de productos de acero elaborados en el extranjero con precios inferiores y la flexibilidad en el desarrollo de nuevos productos, esta influencia crea una serie de decisiones tácticas comerciales y operativas con las que se crea la S&OP.

Las estrategias para lograr los objetivos en la organización son de desplegar, reasignar y ajustar los recursos a fin de aprovechar las oportunidades y afrontar las amenazas que se presentan en el desarrollo de actividades en la empresa.

La dirección general en su esfuerzo por restablecer la posición dentro del mercado, primero con sus principales clientes y después con potenciales nuevos compradores en lo que respecta a la línea blanca y a nuevos proyectos en el sector metalmecánico, tiene varios lineamientos estratégicos entre ellos, tanto el área administrativa como operativa reducirá su recurso humano a la más mínima expresión para su funcionamiento básico y óptimo.

- a. Cumplir con las órdenes de compra bajando el tiempo de entrega de 30 a 10 días desde que se emite el pedido por parte del cliente.
- b. Evaluar, mejorar y dar seguimiento a los procesos para encontrar eficiencia en cada área del sistema productivo de la empresa y con ello obtener beneficios económicos por reducción de costos.
- c. Realizar una recalificación de proveedores de materia prima, suministros y equipos, en busca de mejorar tiempos de entrega, tiempo de crédito, calidad y precios.

La Tabla 5, muestra la estrategia organizacional y como se da su seguimiento.

Tabla 5. Estrategia y seguimiento organizacional. (Fuente: La empresa)

Perspectivas	Objetivos Estratégicos	Indicadores	Metas
Financiera	1. Crecimiento del negocio. 2. Participación del mercado	1. Utilidad Operativa 2. Crecimiento de VYMSA	1. Aumento en la utilidad anual. 2. Aumento en la facturación anual
Clientes	1. Satisfacción del cliente. 2. Fidelidad del cliente	1. Porcentaje de retención de clientes. 2. Porcentaje de satisfacción de clientes. 3. Crecimiento ventas / año	1. Aumento del 50% en la retención de clientes. 2. Aumento en la satisfacción. 3. Aumento del 30% en el crecimiento de ventas, una vez establecido el monto inicial de cada línea.
Procesos	1. Mejoría de calidad de producción. 2. Mayor eficiencia	1. Porcentaje de productos fabricados sin defectos	1. Mejora en la calidad del producto. 2. Aumento en la eficiencia.
Innovación y Aprendizaje	1. Entrenar al personal. 2. Mayor motivación del personal	1. Productividad del personal. 2. Mejora del clima laboral	1. Aumento en la productividad. 2. Mejora del clima laboral

3.1.8.2. Plan de ventas

Para alcanzar los objetivos estratégicos, a nivel comercial la empresa ha elaborado un plan de ventas que marque las pautas con las que se debe planificar el plan de operaciones y las planificaciones de producción, a continuación, se muestra el plan de ventas anual.

Objetivo principal: Mantener el volumen de ventas por \$1000 K con los clientes principales, en donde la línea de BPH tiene un 50% de participación que serían 500K en ventas.

En el Anexo II, se presenta el plan de ventas propuesto y detallado para el año 2024.

3.1.8.3. Pronósticos

Las áreas de comercialización, abastecimiento y operaciones realizan proyecciones de demanda individuales a través de varios métodos, la mayor parte de los cuales están basados en la experiencia del analista, en casi todos los casos al final no se comparte los resultados obtenidos para poder afinar un pronóstico general válido y común para las distintas planificaciones. Además, existe una gran diferencia entre las demandas pronosticadas, las proyecciones trimestrales entregadas por el cliente y la demanda real.

El desarrollo de los pronósticos se hizo para la familia de productos BPH, es decir, para la familia conformada por 10 tipos de bisagras puerta de horno.

En la Tabla 6, se muestra los datos históricos de la demanda en el periodo de marzo 2 022 a febrero 2 024, que se utilizarán para el pronóstico, periodo en el cual el departamento de comercialización con base en la comunicación con el cliente manifiesta una posible estabilización de la demanda, esto posterior al recorte de un 60% de la producción realizada en la etapa post pandemia y que causaron dos años de incertidumbre

La proyección pronosticada fue para 12 meses, que comprenden desde marzo 2 024 a febrero 2 025, se utilizó los métodos más adecuados al tipo de demanda que se presenta en el lapso seleccionado.

Tabla 6. Demanda histórica de la familia BPH 2022-2024. (Fuente: Propia)

2022-2024 MES	FAMILIA DE BISAGRAS PUERTA DE HORNO BPH (UNIDADES)
MARZO	34450
ABRIL	41900
MAYO	34500
JUNIO	16600
JULIO	31950
AGOSTO	45100
SEPTIEMBRE	14550
OCTUBRE	23300
NOVIEMBRE	30050
DICIEMBRE	22650
ENERO	14250
FEBRERO	9950
MARZO	32600
ABRIL	39200
MAYO	41150
JUNIO	32950
JULIO	36350
AGOSTO	29450
SEPTIEMBRE	57000
OCTUBRE	37250
NOVIEMBRE	36100
DICIEMBRE	26200
ENERO	27000
FEBRERO	20400
TOTAL	734900

- Análisis de la demanda

Antes del desarrollo del pronóstico, se debe analizar el comportamiento de la demanda y así encontrar algún patrón de estacionalidad o tendencia y, en base a lo identificado, se propone el método de pronóstico que se deberá usar para la familia de productos BPH.

En la Figura 33, se muestra la demanda histórica de los años 2 021, 2 022 y 2 023 donde se aprecia claramente la disminución abrupta de la demanda entre los años 2 021 y 2 022 por motivos socioeconómicos y comerciales que ya fueron analizados anteriormente, entre los años 2 022 y 2 023 fue un periodo de transición y negociación para establecer condiciones comerciales entre el principal cliente de la línea blanca y Procesadora VYM S.A., para este periodo el cliente decidió reducir la demanda de los productos BPH en más de la mitad con relación al año 2 021, además notifica la salida de producción de varios de los productos que forman parte de la familia, empezando así la etapa de declive de dichos productos.

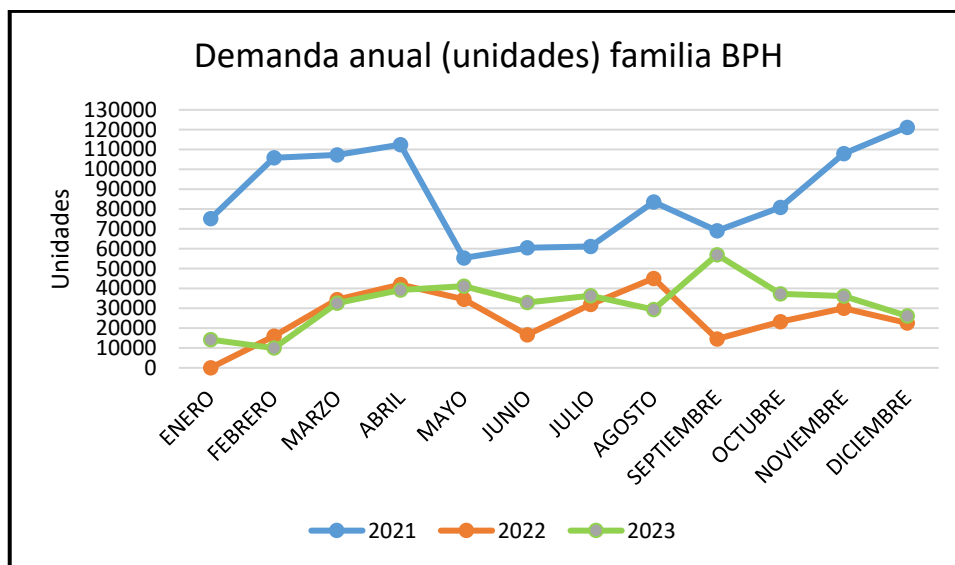


Figura 33. Demanda 2021-2023 para la familia BPH. (Fuente: Propia)

En la Figura 34, se presenta el comportamiento de la demanda en el periodo enero 2 022 a febrero 2 024. Se pudo concluir que tenemos una demanda aleatoria con patrón nivelado (sin tendencia) y con estacionalidad. La tendencia casi nula es resultado de la estabilidad alcanzada una vez que el cliente principal disminuyera en un porcentaje considerable los pedidos de productos BPH.

La estacionalidad presente la podemos observar con picos entre los meses de abril y mayo, temporada del día de la madre y también en los meses de agosto septiembre donde se abastece para la producción de fin de año.

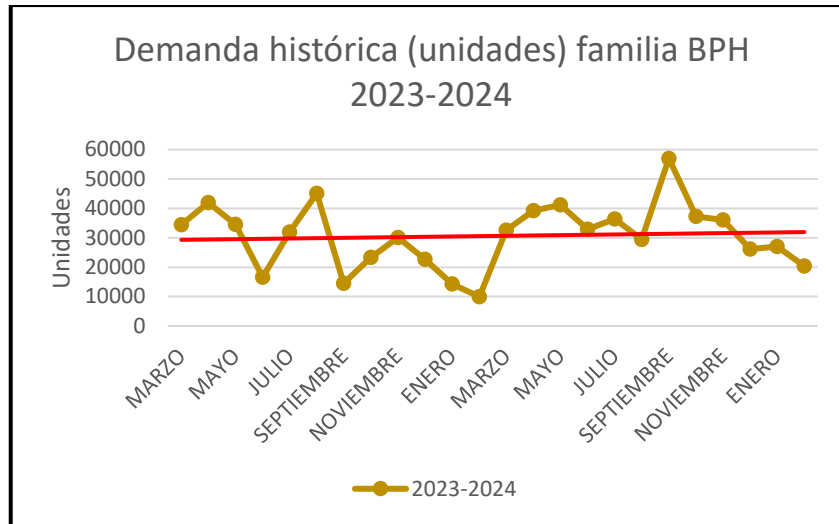


Figura 34. Comportamiento de la demanda familia BPH. (Fuente: Propia)

- Desarrollo de pronósticos

El patrón que sigue la demanda en el análisis es estacional con una tendencia despreciable, la estacionalidad no se encuentra claramente marcada, es difusa e indeterminada pero mediante la experiencia del analista se la puede definir, por ende, se propone el uso de métodos de cuantitativos de series de tiempo para las proyecciones, más específicamente se proponen tres métodos: el suavizado exponencial doble con tendencia, suavizado exponencial triple con estacionalidad así como, el método de regresión lineal con ajuste estacional, el objetivo es minimizar el error de pronóstico.

El desarrollo del pronóstico consistió en realizar una proyección para los 24 periodos entre marzo 2 022 y febrero 2 024, utilizando los métodos escogidos y en base a los datos históricos de la demanda. Después, se procedió con el cálculo de cada tipo de indicador de error, con la finalidad de seleccionar el cual tenga como resultado un error menor en comparación con los otros métodos, el indicador MAPE es esencial para escoger el método que se utiliza en los cálculos del proyecto. Una vez seleccionado el método se calcula el pronóstico para un año desde marzo 2 024 hasta febrero 2 025.

Se elaboró una hoja electrónica con el software Excel para determinar los cálculos de pronósticos con cada método, empleando las fórmulas y conceptos definidos en el capítulo 1.

a. Método Suavizado Exponencial Doble

Se desarrolló la proyección con el método suavizado exponencial doble, este método es utilizado para periodos cortos y con tendencia, pero no con estacionalidad, se realizó el método para analizar si la estacionalidad que no está claramente definida tiene una afectación en la proyección.

Debido a que el método utiliza datos iniciales de pronóstico y tendencia, se desarrolló la proyección a partir del periodo 3, para utilizar los dos primeros valores de demanda en el cálculo del dato inicial de pronóstico por medio de un promedio móvil simple.

Para realizar el método se utilizó los siguientes parámetros:

Pronóstico periodo 3 (F_3)= 38 175; calculado por promedio móvil simple.

Tendencia periodo 3 (T_3)= -3 000; definido para seguir tendencia inicial.

Suavizamiento para el promedio (α)= 0.2; valor bajo por tendencia establemente histórica.

Suavizamiento para la tendencia (β)= 0.9; valor alto para responder al cambio de tendencia.

En el Anexo III, se presenta la tabla de la proyección calculada por el método de suavizado exponencial doble.

En la Figura 35, se muestra la línea de proyección calculada con respecto a la demanda real, se evidencia la suavización, pero pierde muchos el detalle de los cambios periódicos.

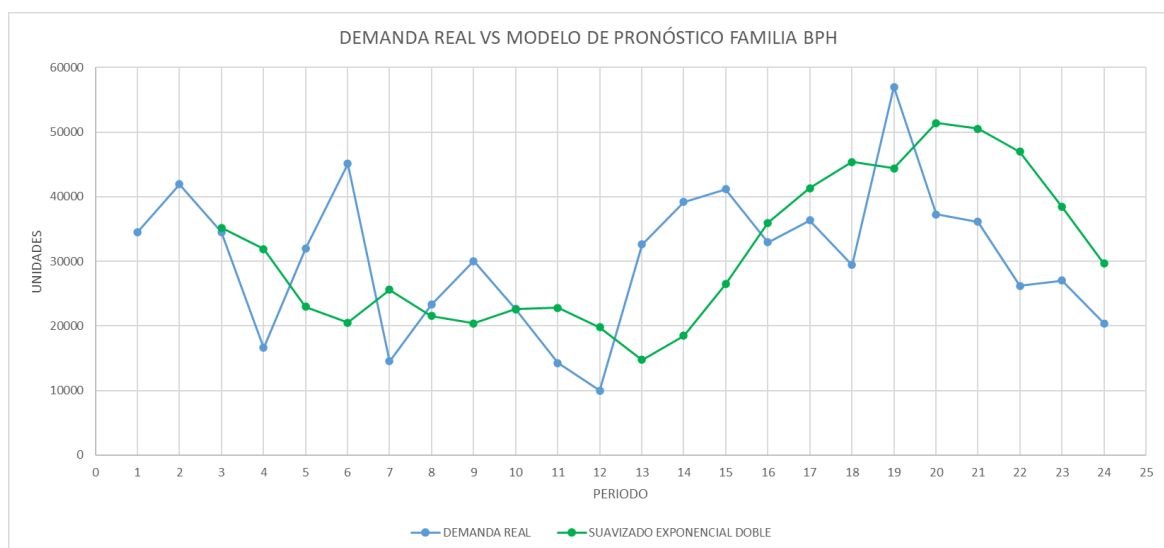


Figura 35. Demanda vs Proyección Suavizado exponencial doble. (Fuente: Propia)

En el Anexo IV, se presenta el cálculo de los índices de error en el tipo de pronóstico utilizado y que más adelante se analizan en conjunto con los demás métodos.

b. Método Suavizado Exponencial Triple

Para esta proyección se utilizó una función de Excel, la función PRONOSTICO.ETS es estadística y está basada en el método de suavizado exponencial triple, a diferencia del exponencial triple con este método se proyectan los valores, teniendo en cuenta las tendencias y estacionalidad presente en los datos.

Los parámetros para ingresar en la función son los siguientes:

Fecha objetivo (obligatorio)= es el periodo para el cual se desea predecir el valor.

Valores (obligatorio)= son los datos históricos de la demanda utilizada para la proyección.

Escala de tiempo (obligatorio)= es el rango de los periodos en los que se encuentran los datos de la demanda.

Estacionalidad (opcional)= 12; valor numérico de la longitud del patrón estacional.

En el Anexo V, se presenta el cálculo de la función PRONOSTICO.ETS para la proyección de la demanda por el método de suavización exponencial triple

En la Figura 36, se muestra la línea de proyección calculada con respecto a la demanda real, esta curva es más sensible a los cambios y presenta suavización en los picos pronunciados, además, replica la estacionalidad existente en el histórico.

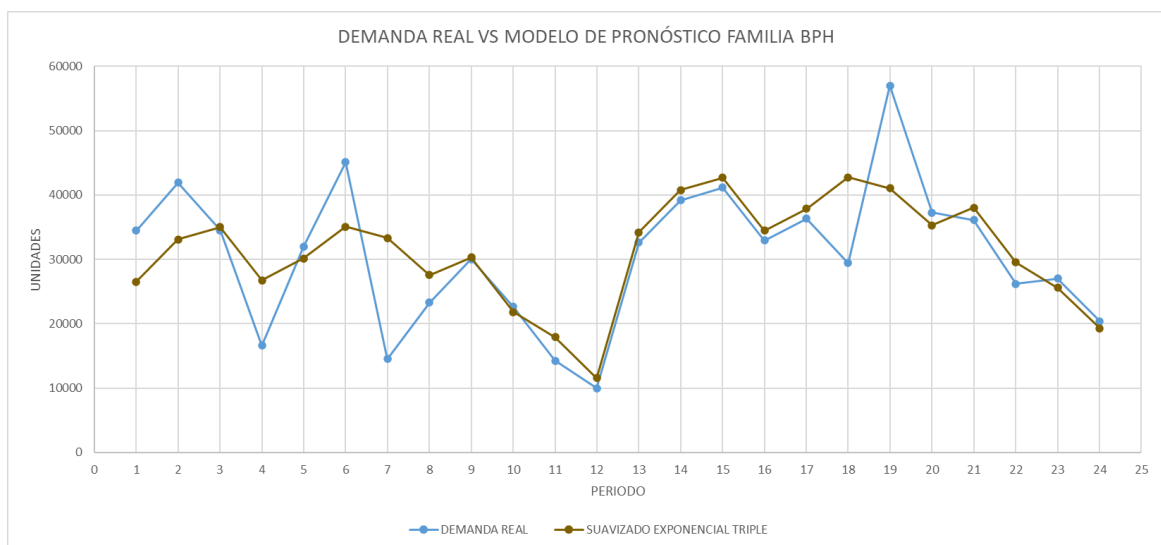


Figura 36. Demanda vs Proyección método Suavizado exponencial triple.
(Fuente: Propia)

En el Anexo VI, se presenta el cálculo de los índices de error para el método de suavizado exponencial triple, más adelante se evaluará esos resultados.

c. Método Regresión con Ajuste Estacional

Para esta proyección se utilizó la regresión lineal de los datos históricos basados en la suma de errores cuadrados entre los puntos reales y los puntos de la línea, además debido a la estacionalidad presente, se hizo el ajuste estacional del método. Al igual que el método exponencial triple se necesitó identificar la estacionalidad, ésta es igual a 12 ya que el patrón se repite cada año.

Los parámetros utilizados para la regresión fueron los siguientes:

Ecuación de línea de tendencia= ecuación definida de la forma $y = 114.61x + 29\ 188$.

Estacionalidad= 12; valor numérico de la longitud del patrón.

En el Anexo VII, se presenta el cálculo de la proyección por el método de regresión con ajuste estacional,

En la Figura 37, se muestra la línea de proyección calculada con respecto a la demanda real, esta curva es similar a la presentada en la suavización triple, sensible a los cambios y presenta suavización de los picos, replica la estacionalidad existente en el histórico visualmente en menor grado que el anterior método.

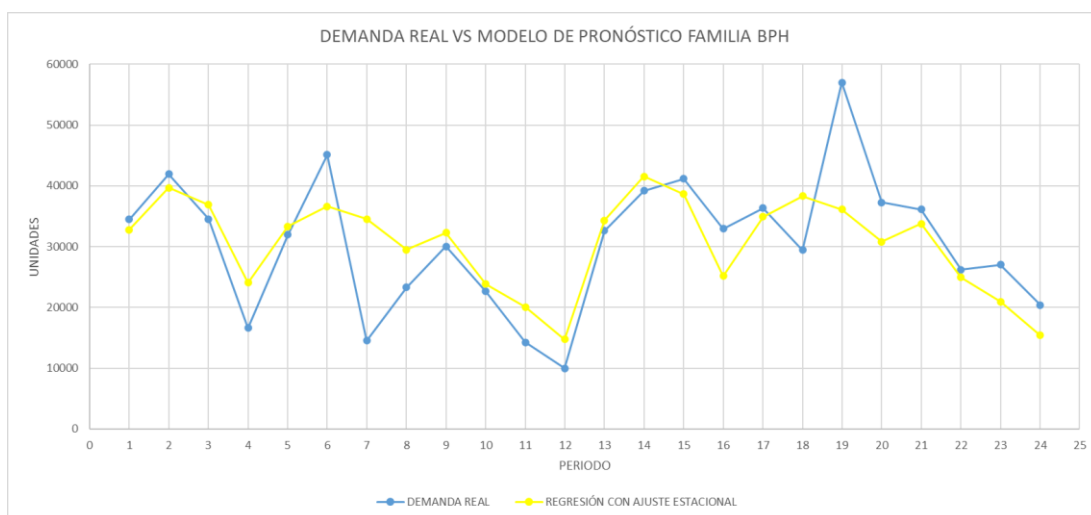


Figura 37. Demanda vs Proyección método Regresión con ajuste estacional.

(Fuente: Propia)

En el Anexo VIII, se presenta el cálculo de los índices de error para el método de regresión con ajuste estacional, más adelante se evaluará esos resultados.

- **Indicadores de error y desviación del pronóstico**

Después de realizar el cálculo de las proyecciones para un lapso de 24 meses en donde se tiene datos de demanda real, por medio de los tres métodos de pronóstico seleccionados, se debe escoger el método con el menor error calculado. En la Tabla 7, se muestran los indicadores de error para cada método.

Tabla 7. Indicadores de error con tres métodos de pronóstico BPH. (Fuente: Propia)

INDICADORES	SUAVIZADO EXPONENCIAL DOBLE	SUAVIZADO EXPONENCIAL TRIPLE	REGRESIÓN CON AJUSTE ESTACIONAL
ERROR PROMEDIO (MFE)	-1294	-653	74
DESVIACIÓN MEDIA ABSOLUTA (MAD)	11373	4810	5436
RAIZ DEL ERROR CUADRÁTICO MEDIO (RMSE)	13096	7077	7487
ERROR PORCENTUAL ABSOLUTO MEDIO (MAPE)	42.68%	19.05%	22.40%

- **Evaluación y selección del método de pronóstico**

Se concluye que el método con los indicadores más bajos es de Suavizado Exponencial Triple, tiene un MAPE de 19.05% que es un valor aceptable si tomamos en cuenta el 42,68% del método Suavizado Exponencial doble, la demanda aleatoria tiene valores intermitentes y cierta incertidumbre que complica el desarrollo de un método de pronóstico, todo esto debido al proceso de estabilidad en el que se encuentra pasando la organización.

Finalmente, se desarrolla el pronóstico mensual para 12 periodos comprendidos entre marzo 2 024 y febrero 2 025 por medio de la función Excel PRONOSTICO.ETS, basado en el método suavizado exponencial triple. En la Tabla 8, se presenta el pronóstico para la demanda de la familia BPH, los valores pronosticados son válidos en el contexto comercial actual en el que se desarrollan las actividades productivas de la empresa y están sujetos de ajustes dependiendo de las condiciones externas inherentes al sector productivo.

Tabla 8. Pronóstico demanda BPH 2 024-2 025. (Fuente: Propia)

SUAVIZADO EXPONENCIAL TRIPLE		
AÑO	MES	PRONÓSTICO (ETS)
2024	MARZO	41908
	ABRIL	48481
	MAYO	50394
	JUNIO	42157
	JULIO	45544
	AGOSTO	50455
	SEPTIEMBRE	48722
	OCTUBRE	42972
	NOVIEMBRE	45716
	DICIEMBRE	37211
2025	ENERO	33308
	FEBRERO	26985
TOTAL		513853

3.1.8.4. Plan agregado de producción

Se hace la simulación de la demanda en un entorno de recursos de producción, mediante la utilización de una hoja de cálculo electrónica, para desarrollar este método se establece varios parámetros operativos como:

- Capacidad operativa

Una vez que se determinó el pronóstico de la demanda para la familia de bisagras puerta de horno BPH, fue necesario conocer la capacidad operativa Horas-Hombre con las que se cuenta para la producción. La empresa cuenta con 8 trabajadores dedicados al proceso de producción de BPH, lo que representa aproximadamente 15 360 Horas-Hombre al año, trabajando 8 horas diarias y 20 días al mes. Esta capacidad operativa es la base con la que se contó para cubrir la demanda anual pronosticada, sin embargo, se puede aumentar o disminuir la capacidad según los requerimientos mensuales, por medio de estrategias internas relacionadas con la fuerza laboral.

- a. Contratar y despedir: se tiene la posibilidad de alterar el número de trabajadores actuales, cada trabajador que se suma a la producción puede aportar 160 Horas-Hombre aproximadamente al mes o en su defecto disminuir la capacidad en la misma relación.
- b. Tiempo extra: la alternativa de tiempo extra ha sido muy común en los últimos años dentro de la empresa, la organización ha establecido un intervalo máximo de 4 horas después de un turno normal para realizar horas extras con un número indistinto de operadores según la necesidad.

Se debe cumplir la planificación de producción dentro de los días y las horas laborales normales, de no conseguirlo se prefiere trabajar horas extras que empezar un proceso de contratación.

El valor exacto de las Hora –Hombre necesarias para la planificación se presenta más adelante, en la simulación del entorno de producción adecuado a los parámetros de la planificación agregada.

- Inventario

A nivel de la planificación estratégica la empresa opta por mantener un inventario al inicio y final de cada mes de 10 000 bisagras BPH (producto terminado) en las proporciones definidas para cada tipo de bisagra.

- **Modificación de las tasas de producción**

Ofrecer un alto nivel de servicio al cliente, siempre y en cuanto se mantenga productos de calidad y con precios competitivos.

- **Subcontratación**

No aplica en la organización para ninguno de los elementos y/o productos de manufactura.

- **No atender la demanda**

No es una opción válida para las operaciones en VYM S.A., de incurrir en un atraso, empieza un proceso de evaluación y tratamiento de No Conformidad que tiene que ser levantado, corregido y con un seguimiento que evite su recurrencia.

- **Costo**

- a. Costo de contratación y despido: los costos de contratación se los determinó en tres etapas, el reclutamiento, la selección y la capacitación. Dentro de estos gastos se presentan los sistemas de evaluación y selección actuales, con plataformas virtuales y metodologías de selección. Ya en la etapa misma de selección se considera gastos de tiempo invertido en entrevistas, exámenes médicos y captación de documentos. Para el proceso de capacitación se toma en cuenta que el trabajador va a requerir den un tiempo para adaptación y aprendizaje, por lo general toma un par de semanas para que su rendimiento en las actividades designadas sea aceptable, con esa premisa se asigna un costo al tiempo de preparación. Considerando las tres etapas anteriores, se tiene que, contratar a una persona tiene un costo de 400\$.

Por otro lado, el costo de despedir un trabajador tiene que regirse a los derechos laborales según el Código de trabajo y el tiempo de servicio que haya prestado el colaborador al momento de su separación, un dato promedio de este costo es de 800\$ por cada despido.

- b. Costo de tiempo extra: para definir el costo de horas extras se analiza el valor vigente de la hora normal de trabajo en un turno de 8 horas y se lo relaciona con la capacidad de producción de cada bisagra y así definir un valor adicional que presenta producir cada bisagra en horario extendido. El costo adicional por bisagra en horas extras es de 0.11\$.

- c. Costo de mantenimiento de inventarios: el costo relacionado con el mantenimiento de inventario, principalmente se relaciona con el almacenamiento y capital invertido por cada bisagra producida, para el cálculo se utilizó la expresión del costo anual que se incurre por mantener inventario (H) de la Fórmula [15], se realiza una variación para el cálculo mensual quedando que: $H = \text{costo unitario} * \text{porcentaje mensual de mantener inventario}$, si el costo unitario es 0.55\$/u y el porcentaje mensual es del 3% el valor adicional por cada bisagra que se encuentre almacenada en inventario es de aproximadamente 0.02\$.

Desarrollo y evaluación del plan agregado

Se desarrollaron dos planes agregados, considerando los parámetros y costos definidos anteriormente, así como las estrategias de planificación como seguimiento, nivelación o una combinación de las dos, junto con las políticas de la empresa se obtuvieron la simulación de las opciones mediante la hoja de cálculo, desarrollo que se presenta a continuación:

- Plan #1 Estrategia de seguimiento con cantidad de personal fija

Para esta estrategia Procesadora VYM S.A. cuenta con un pronóstico de la demanda para bisagras BPH en los siguientes 12 meses, actualmente hay 8 trabajadores asignados a la línea de producción y el número de colaboradores se mantiene fijo, no se contrata ni se despide a nadie, la capacidad operativa se modifica por medio de horas extras dentro del rango posible. La demanda se cubre con un inventario de previsión.

Lo datos para la simulación de la primera estrategia se presentan en la Tabla 9.

Tabla 9. Datos del proceso de producción estrategia #1. (Fuente: Propia)

DATOS ESTRATEGIA #1		
Denominación	Cantidad	Unidad
Horas por turno (normal)	8	hora/día
Horas laborales requeridas (aproximadas)	0.05	hora/unidad
Máxima producción diaria en turno normal	3000	unidad/día
Número de trabajadores fijos (actualmente)	8	operario
Costo de producción	0.55	\$/unidad
Costo adicional por bisagra en tiempo extra	0.08	\$/unidad
Costo mensual extra por inventario	0.02	\$/unidad
Inventario inicial (marzo)	10000	unidad
Máxima producción diaria en tiempo extra	1500	unidades/día
Precio de venta	1.3	\$/unidad
Inventario final de cada mes	10000	unidad

El primer paso es trasladar los valores del pronóstico para los 12 meses siguientes calculados anteriormente, la producción regular es resultado de la multiplicación del número de trabajadores fijos por los días laborables de cada mes y las horas en un turno normal, todo esto se lo divide para el número de horas requeridas para fabricar una unidad.

La producción en tiempo extra será resultado de la suma del total de bisagras que se necesitará en cada mes por concepto del inventario de previsión, la demanda pronosticada y alguna orden atrasada que se necesite cubrir durante ese mes, todo esto menos la producción regular y el inventario inicial.

Tanto el inventario o déficit que puede presentarse al final de cada mes es resultado de la suma de bisagras disponibles por producción o inventario inicial menos la demanda pronosticada u órdenes atrasadas.

El costo regular de producción se obtiene multiplicando el total de bisagras producidas durante el mes por el valor en dólares que cuesta producir una unidad en condiciones normales.

Para obtener el costo extra que representa la producción de bisagras en horario extendido, multiplicamos las unidades de BPH producidas en tiempo extra por el valor en dólares adicionales que representa producir una unidad en jornada extra.

De la misma manera para el costo de mantener inventario durante el mes, se multiplica las unidades que quedan en inventario de previsión por el valor que representa mantener una unidad de BPH en inventario.

Para evaluar la estrategia en el plan agregado propuesto se analiza el costo total de producción durante el mes, que se obtiene con la suma de los valores de costo regular de producción, costo adicional por tiempo extra y el costo adicional por mantener inventario. El valor resultante nos ayuda como indicador de costo de producción y que lo podemos relacionar frente a otras estrategias en el plan agregado de producción.

Para comprender mucho mejor el proceso de cálculo realizado en la estrategia #1, se tomará como ejemplo los datos de marzo para realizar la simulación del plan agregado durante ese mes.

Los cálculos referentes a producción, niveles de inventario y a los costos asociados con este plan basado en la estrategia #1, se presenta en la Tabla 10.

Tabla 10. Plan agregado producción BPH estrategia #1. (Fuente: Propia)

PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN FAMILIA BPH - ESTRATEGIA DE HORAS EXTRAS												
AÑO	MES	# DÍAS LABORALES	DEMANDA	TRABAJADORES	PRODUCCIÓN REGULAR	PRODUCCIÓN TIEMPO EXTRA	INVENTARIO FIN DE MES	DÉFICIT	COSTO REGULAR PRODUCCIÓN	COSTO ADICIONAL TIEMPO EXTRA	COSTO POR INVENTARIO	
2024	MARZO	20	41908	8	25600	16308	10000	0	\$23,049	\$1,305	\$ 200.00	
	ABRIL	22	48481	8	28160	20321	10000	0	\$26,665	\$1,626	\$ 200.00	
	MAYO	21	50394	8	26880	23514	10000	0	\$27,717	\$1,881	\$ 200.00	
	JUNIO	21	42158	8	26880	15278	10000	0	\$23,187	\$1,222	\$ 200.00	
	JULIO	23	45544	8	29440	16104	10000	0	\$25,049	\$1,288	\$ 200.00	
	AGOSTO	21	50455	8	26880	23575	10000	0	\$27,750	\$1,886	\$ 200.00	
	SEPTIEMBRE	21	48723	8	26880	21843	10000	0	\$26,798	\$1,747	\$ 200.00	
	OCTUBRE	22	42972	8	28160	14812	10000	0	\$23,635	\$1,185	\$ 200.00	
	NOVIEMBRE	19	45716	8	24320	21396	10000	0	\$25,144	\$1,712	\$ 200.00	
DICIEMBRE	18	37212	8	23040	14172	10000	0	\$20,467	\$1,134	\$ 200.00		
2025	ENERO	22	33309	8	28160	5149	10000	0	\$18,320	\$412	\$ 200.00	
	FEBRERO	20	26986	8	25600	1386	10000	0	\$14,842	\$111	\$ 200.00	
TOTAL		250	513858		320000	193858			\$282,622	\$15,508.64	\$ 2,400.00	\$300,531

Marzo tiene 20 días laborables y se pronostica una demanda de 41 908 bisagras BPH, el inventario inicial al comenzar el mes es de 10 000 unidades, como en este plan no se va a variar el número de trabajadores tendremos que cumplir las proyecciones en turnos normales y con horas extras limitadas por la capacidad inicial.

Con los ocho trabajadores fijos de planta, trabajando los veinte días del mes de marzo, ocho horas diarias y con el dato de producción que para producir una unidad se necesita 0.05 horas, nos da que tenemos una producción regular de 25 600 unidades.

Al inicio del mes de marzo se tiene el inventario de previsión de 10 000 unidades por lo que en la planificación no existirá la necesidad de realizar para inventario y tampoco se tiene órdenes atrasadas, la producción neta durante el mes será la demanda pronosticada.

Por lo mencionado anteriormente, la producción en horas extras será 41 908 de demanda menos las 25 600 unidades de la producción regular, esto es igual a 16 308 unidades. La producción máxima de bisagras en horas extras para el mes de marzo es de 30 000 unidades por lo que está dentro de la capacidad permitida.

Al final del mes se tendrá que el inventario de previsión se mantiene, a menos de que la demanda pronosticada sea diferente a las órdenes reales, en ese caso se tendrá mayor o menor inventario o en su defecto un déficit que se tendrá que cubrir para el siguiente mes.

El costo regular de producción es resultado de multiplicar las 41 908 unidades por el costo de producción de cada bisagra en este caso 0.55\$ por cada unidad con un total de 23 049\$, el costo adicional por producción en horas extras se obtuvo multiplicando las 16 308 unidades elaboradas en horario extendido por 0.08\$ por adicional por cada BPH producida fuera del turno normal, esta operación da como resultado un costo de 1 305\$. Finalmente, el costo por mantener el inventario de previsión es resultado de la multiplicación de las 10000 unidades de inventario por 0.02\$ por cada unidad en almacenamiento de inventario, nos da como resultado un valor de 200\$ durante el mes de marzo.

Como conclusión tenemos que el plan agregado con la estrategia #1, nos arroja un valor de producción de 24 554\$ durante el mes de marzo.

El costo total de producción durante el año planificado con el plan agregado estrategia #1 es igual a 30 0531\$.

- **Plan #2 Estrategia de seguimiento con cantidad de personal variable**

Para esta estrategia Procesadora VYM S.A. cuenta con un pronóstico de la demanda para bisagras BPH en los siguientes 12 meses, actualmente hay 8 trabajadores asignados a la línea de producción en este plan la capacidad operativa se modifica por medio de contratar o despedir operarios según la necesidad de producción, se puede también utilizar horas extras dentro del rango posible. La demanda se cubre con un inventario de previsión.

Lo datos para la simulación de la segunda estrategia se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Datos del proceso de producción estrategia #2. (Fuente: Propia)

DATOS ESTRATEGIA #2		
Denominación	Cantidad	Unidad
Horas por turno (normal)	8	hora/día
Horas laborales requeridas (aproximadas)	0.05	hora/unidad
Máxima producción diaria en turno normal	3000	unidad/día
Número de trabajadores fijos (actualmente)	8	operario
Costo de contratar	400	\$/operario
Costo de despedir	800	\$/operario
Costo de producción	0.55	\$/unidad
Costo adicional por bisagra en tiempo extra	0.08	\$/unidad
Costo mensual extra por inventario	0.02	\$/unidad
Inventario inicial (marzo)	10000	unidad
Máxima producción diaria en tiempo extra	1500	unidades/día
Precio de venta	1.3	\$/unidad
Orden atrasada inicial (marzo)	0	unidad
Inventario final de cada mes	10000	unidad

Similar que, con la primera estrategia, el primer paso es trasladar los valores del pronóstico para los 12 meses siguientes calculados anteriormente, la producción regular es resultado de la multiplicación del número de trabajadores variables por los días laborables de cada mes y las horas en un turno normal, todo esto se lo divide para el número de horas requeridas para fabricar una unidad.

En este caso se aumenta el cálculo del número de trabajadores que se necesita para la producción, este valor se obtiene mediante el cálculo de la producción neta que se debe realizar multiplicado por las horas requeridas en la producción de una BPH y todo esto dividido para el número de días laborales por la demanda pronosticada.

La producción en tiempo extra se da debido a que el número de trabajadores tiene que ser un número entero, entonces en algunos casos se necesitará completar un remanente de la producción con horas extras y las cuales serán resultado de la suma del total de bisagras

que se necesitará en cada mes por concepto del inventario de previsión, la demanda pronosticada y alguna orden atrasada que se necesite cubrir durante ese mes, todo esto menos la producción regular y el inventario inicial.

Tanto el inventario o déficit que puede presentarse al final de cada mes es resultado de la suma de bisagras disponibles por producción o inventario inicial menos la demanda pronosticada u órdenes atrasadas.

El costo regular de producción se obtiene multiplicando el total de bisagras producidas durante el mes por el valor en dólares que cuesta producir una unidad en condiciones normales.

Para obtener el costo extra que representa la producción de bisagras en horario extendido, multiplicamos las unidades de BPH producidas en tiempo extra por el valor en dólares adicionales que representa producir una unidad en jornada extra.

El costo que representa el contratar o despedir una persona se calcula mediante el número de personas adicionales o en disminución con respecto al número de operarios fijos que tiene actualmente la empresa, multiplicado por el costo de contratar o despedir respectivamente.

De la misma manera para el costo de mantener inventario durante el mes, se multiplica las unidades que quedan en inventario de previsión por el valor que representa mantener una unidad de BPH en inventario.

Para evaluar la estrategia en el plan agregado propuesto se analiza el costo total de producción durante el mes, que se obtiene con la suma de los valores de costo regular de producción, costo adicional por tiempo extra, el costo de contratar o despedir personal y el costo adicional por mantener inventario. El valor resultante nos ayuda como indicador de costo de producción y que lo podemos relacionar frente a otras estrategias en el plan agregado de producción.

Para comprender mucho mejor el proceso de cálculo realizado en la estrategia #2, al igual que en el primer plan, se tomará como ejemplo los datos de marzo para realizar la simulación del plan agregado durante ese mes.

Los cálculos referentes a producción, niveles de inventario y a los costos asociados con este plan basado en la estrategia #2, se presenta en la Tabla 12.

Tabla 12. Plan agregado producción BPH estrategia #2. (Fuente: Propia)

PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN FAMILIA BPH - ESTRATEGIA CONTRATACIÓN														
AÑO	MES	# DÍAS LABORALES	DEMANDA	TRABAJADORES	PRODUCCIÓN REGULAR	PRODUCCIÓN TIEMPO EXTRA	INVENTARIO FIN DE MES	DÉFICIT	CONTRATAR /(-DESPEDIR)	COSTO CONTRATAR/ DESPEDIR	COSTO REGULAR PRODUCCIÓN	COSTO ADICIONAL TIEMPO EXTRA	COSTO POR INVENTARIO	
2024	MARZO	20	41908	13	41600	308	10000	0	5	\$2,000.0	\$23,049.4	\$24.6	\$200.0	
	ABRIL	22	48481	13	45760	2721	10000	0	0	\$0.0	\$26,664.6	\$217.7	\$200.0	
	MAYO	21	50394	14	47040	3354	10000	0	1	\$400.0	\$27,716.7	\$268.3	\$200.0	
	JUNIO	21	42158	12	40320	1838	10000	0	-2	\$1,600.0	\$23,186.9	\$147.0	\$200.0	
	JULIO	23	45544	12	44160	1384	10000	0	0	\$0.0	\$25,049.2	\$110.7	\$200.0	
	AGOSTO	21	50455	15	50400	55	10000	0	3	\$1,200.0	\$27,750.3	\$4.4	\$200.0	
	SEPTIEMBRE	21	48723	14	47040	1683	10000	0	-1	\$800.0	\$26,797.7	\$134.6	\$200.0	
	OCTUBRE	22	42972	12	42240	732	10000	0	-2	\$1,600.0	\$23,634.6	\$58.6	\$200.0	
2025	NOVIEMBRE	19	45716	15	45600	116	10000	0	3	\$1,200.0	\$25,143.8	\$9.3	\$200.0	
	DICIEMBRE	18	37212	12	34560	2652	10000	0	-3	\$2,400.0	\$20,466.6	\$212.2	\$200.0	
	ENERO	22	33309	9	31680	1629	10000	0	-3	\$2,400.0	\$18,320.0	\$130.3	\$200.0	
	FEBRERO	20	26986	8	25600	1386	10000	0	-1	\$800.0	\$14,842.3	\$110.9	\$200.0	
TOTAL		250	513858		496000	17858				\$14,400.00	\$282,622	\$1,428.64	\$ 2,400.00	\$300,851

Marzo tiene 20 días laborables y se pronostica una demanda de 41 908 bisagras BPH, el inventario inicial al comenzar el mes es de 10 000 unidades, como en este plan se va a variar el número de trabajadores tendremos que cumplir la mayoría de la producción en un turno normal de ocho horas y con horas extras tan solo el remanente que falte para completar la demanda pronosticada.

Para la demanda necesaria en el mes de marzo se calculó un número de operarios de 13, con los cuales, trabajando los veinte días del mes de marzo, ocho horas diarias y con el dato de producción que para producir una unidad se necesita 0.05 horas, nos da que tenemos una producción regular de 41 600 unidades.

Al inicio del mes de marzo se tiene el inventario de previsión de 10 000 unidades por lo que en la planificación no existirá la necesidad de realizar para inventario y tampoco se tiene órdenes atrasadas, la producción neta durante el mes será la demanda pronosticada.

Por lo mencionado anteriormente, la producción en horas extras será 41 908 de demanda menos las 41 600 unidades de la producción regular, esto es igual a 308 unidades. Al final del mes se tendrá que el inventario de previsión se mantiene, a menos de que la demanda pronosticada sea diferente a las órdenes reales, en ese caso se tendrá mayor o menor inventario o en su defecto un déficit que se tendrá que cubrir para el siguiente mes.

El costo regular de producción es resultado de multiplicar las 41 908 unidades por el costo de producción de cada bisagra en este caso 0.55\$ por cada unidad con un total de 23 049\$, el costo adicional por producción en horas extras se obtuvo multiplicando las 308 unidades elaboradas en horario extendido por 0.08\$ por adicional por cada BPH producida fuera del turno normal, esta operación da como resultado un costo de 24.6\$.

En el mes de marzo se tuvo que contratar 5 personas adicionales a las 8 fijas de planta, para sacar el costo se multiplica las 5 personas contratadas por el costo que representa contratar una persona que es de 400\$, dando un total de 2 000\$.

Finalmente, el costo por mantener el inventario de previsión es resultado de la multiplicación de las 10 000 unidades de inventario por 0.02\$ por cada unidad en almacenamiento de inventario, nos da como resultado un valor de 200\$ durante el mes de marzo. Como conclusión tenemos que el plan agregado con la estrategia #2, nos arroja un valor de producción de 25 274\$ durante el mes de marzo.

El costo total de producción durante el año planificado con el plan agregado estrategia #2 es igual a 30 0851\$.

Selección del plan agregado y estrategia de producción

La diferencia entre la estrategia #1 y la estrategia #2 es de apenas 300 dólares anuales, por ser un valor relativamente pequeño, se puede asumir que las dos estrategias pueden funcionar de manera similar en relación con costos de producción, sin embargo, la estrategia #2 no compensaría la necesidad de cumplir ciertos parámetros de funcionamiento del proceso de producción como son:

- El plan estratégico dicta que, tan solo se deben utilizar horas extras en el proceso de producción, no debe haber rotación de personal.
- La rotación de personal por lo general trae consigo incertidumbre y desmotivación en el personal.
- La calidad se ve afectada por la aleatoriedad en el manejo de los procesos productivos, consecuencia del nuevo personal.

Se concluye que el plan agregado con la estrategia #1 de seguimiento ya que se ajusta mejor al tipo de sistema de producción que se tiene en VYM S.A., en el plan con menor costo de producción y se alinea con los planes estratégicos de la organización.

- **Indicador de Cumplimiento del Plan de Producción (CPP)**

$$CPP = \frac{\text{Cantidad de unidades producidas}}{\text{Cantidad de unidades planificadas}} \times 100\% \quad [16]$$

El CPP en el mes de marzo, si se cumple el plan agregado de producción, debe ser equivalente al 100% ya que, las unidades producidas son 41908 sobre las mismas 41908 que fueron planificadas, sin embargo, tomando en cuenta que, en el plan maestro ya se consideran las ordenes reales, el indicador a nivel de PMP va a ser el efectivo para una posterior comparación con el estado actual de cumplimiento del plan en VYM S.A.

3.1.8.5. Plan maestro de producción

Al tener un entorno de ensamble bajo orden se desarrolló un programa maestro a nivel de opciones, es decir se pronosticó la demanda del producto final, el plan maestro de producción definirá los distintos tipos de ensamble que se desarrollarán en base a los componentes únicos que se dan en el proceso de conformado.

Para diseñar el PMP es necesario de cuatro fuentes de información. Estas son: el pronóstico de la demanda para cada producto de la familia BPH, las órdenes de compra vigentes, la planeación agregada y los registros de inventario.

A continuación, se especifica los pasos a seguir para adquirir la información.

- Estimación de la demanda para cada producto

Al tener VYM S.A. un entorno de producción de ensamble bajo orden (ATO) se desarrolla el plan maestro a nivel de opciones, por lo tanto, se obtiene la estimación de la demanda para el producto terminado y posteriormente se utiliza los históricos porcentuales de las ventas de cada tipo de bisagra y con esto prever la demanda actual para todas las combinaciones posibles.

Se multiplican los porcentajes de cada tipo de producto por el pronóstico general calculado para cada mes, los porcentajes y pronósticos para cada producto durante 12 meses se presenta en el Anexo IX.

El plan maestro de producción se diseña empleando un patrón semanal, por lo tanto, es necesario dividir cada demanda mensual de todos los productos para cuatro, con el fin de obtener una previsión semanal de la demanda para cada tipo de producto.

Para entender claramente cómo se dio el cálculo de la estimación semanal de cada producto, utilizamos como ejemplo el producto BPH 20 IZQ en el mes de marzo. El porcentaje histórico de ventas de la BPH 20 IZQ con relación al total de bisagras BPH vendidas es del 18%, este valor multiplicado por el pronóstico general del mes de marzo, el cual es de 41 908 unidades, da como resultado 7 543 unidades estimadas para el mes de marzo de la BPH 20 IZQ. El valor mensual lo divido para 4 y obtengo 1 885 unidades estimadas para cada semana del mes de marzo.

- Las ordenes de los clientes

Las órdenes de compra se ingresan todos los lunes de cada semana, en ellas se especifican las unidades requeridas, la fecha en la que el cliente debe recibir el producto, el tipo de producto y el cliente que solicita la orden. En la Tabla 13, se presenta los pedidos realizados por los clientes para las dos primeras semanas de marzo.

Tabla 13. Ordenes en tránsito de los productos BPH mes de marzo. (Fuente: Propia)

Semanas		Marzo			
		1	2	3	4
BPH 20 IZQ	Pedidos de clientes	1200	4000		
BPH 20 DER	Pedidos de clientes	1200	4000		
BPH 30 IZQ	Pedidos de clientes	1000	1900		
BPH 30 DER	Pedidos de clientes	1000	1900		
BPH 40 IZQ	Pedidos de clientes	1000	1100		
BPH 40 DER	Pedidos de clientes	1000	1100		
BPH 30 CH	Pedidos de clientes	0	0		
BPH 40 CH	Pedidos de clientes	0	0		
BPH 01	Pedidos de clientes	1000	0		
BPH 41	Pedidos de clientes	0	0		

Los pedidos nuevos son ingresados al plan maestro cada semana; para así poder hacer replanificaciones a medida que se avanza con la planificación, es el único punto del sistema de planificación donde los pedidos reales representan un insumo principal para obtener la satisfacción del cliente.

- **Plan agregado**

El plan maestro de producción se desenvuelve autónomamente con respecto a la planificación agregada, sin embargo, al finalizar el plan es necesario que las cifras del plan maestro de producción estén de acuerdo con las cifras de la planificación agregada, adicionalmente el programa maestro debe incorporar restricciones adicionales marcadas por el plan agregado pero con un nivel de detalle distinto entre ellas podemos mencionar: atención a los requerimientos de suministro de las ordenes de los clientes, equilibrar los valores iniciales de la programación maestra con la capacidad disponible y determinar niveles de inventario que concuerden con la planificación agregada.

- **Registros de inventario**

Para poder correr el plan maestro de producción se necesitó conocer el inventario inicial que tiene la organización en el momento actual, de esta manera se puede planificar la cantidad correcta a producir y evitar niveles inadecuados de inventario.

Para llevar el seguimiento del inventario se debe revisar y actualizar semanalmente el inventario inicial, la producción, los despachos y el inventario final.

En el PMP el inventario final es el inventario inicial de la siguiente semana, solo el primer valor del inventario inicial con el que arranca el plan maestro se lo obtiene de un inventario físico, contando todos los productos. En la Tabla 14, se muestra el inventario inicial de los productos terminados que se planificarán en el MPS.

Tabla 14. Inventario inicial de los productos BPH. (Fuente: Propia)

Descripción	Cantidad
BPH 20 IZQ	1800
BPH 20 DER	1800
BPH 30 IZQ	1400
BPH 30 DER	1400
BPH 40 IZQ	800
BPH 40 DER	800
BPH 30 CH	50
BPH 40 CH	250
BPH 01	850
BPH 41	850

Cabe mencionar que por políticas de la empresa el inventario inicial es igual a un inventario de previsión que no debe variar en el desarrollo del plan de producción, por lo tanto, ese inventario permanecerá constante durante todos los meses y no constará como inventario inicial en el plan maestro de producción, toda vez que las cantidades estimadas de producción contemplan el mantenimiento del inventario de previsión.

Desarrollo del plan maestro de producción para la BPH

Una vez que contamos con todas las fuentes de información necesarias para desarrollar el plan maestro de producción, se describe el formato donde se ejecuta el MPS, el mismo que se presenta en el Anexo X.

Para describir el formato y los cálculos realizados en el plan maestro de producción tomaremos la planificación del producto BPH 20 IZQ como ejemplo, en la Tabla 15, se muestra el programa maestro del producto BPH 20 IZQ.

Tabla 15. Programa maestro de producción BPH 20 IZQ. (Fuente: Propia)

PLAN MAESTRO DE ENSAMBLE									
Familia BPH									
Tamaño de lote	100	Marzo				Abril			
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8
BPH 20 IZQ	Inventario Inicial	0	15	15	30	45	64	83	2
	Unidades pronosticadas	1885	1885	1885	1885	2181	2181	2181	2181
	Pedidos de clientes	1200	4000						
	Inventario final	15	15	30	45	64	83	2	21
	PMP	1900	4000	1900	1900	2200	2200	2100	2200

- Parámetros de planificación

Familia: Bisagra puerta de horno (BPH)

Plan agregado de producción: 41 908 unidades (marzo) y 48 481 unidades (abril)

Tipo de producto: BPH 20 IZQ

Porcentaje de participación mensual sobre la demanda agregada: 18%

Unidades mensuales pronosticadas BPH 20 IZQ: 7 543 unidades (marzo) y 8 727 unidades (abril)

Unidades semanales pronosticadas BPH 20 IZQ: 1 885 unidades (marzo) y 2 181 unidades (abril)

Inventario físico inicial (previsión) BPH 20 IZQ: 1 800 unidades

Inventario inicial BPH 20 IZQ: 0 unidades

Pedidos BPH 20 IZQ (marzo): 1 200 unidades (semana 1) y 4 000 unidades (semana 2)

Horizonte de planificación: 2 meses

- **Descripción del plan maestro de producción**

Inventario inicial. - cuando empieza el plan de maestro se toma como inventario inicial una cantidad conocida del producto existente, sin tomar en cuenta el inventario de previsión, para la BPH 20 IZQ es igual a 0, para las semanas consecuentes el inventario inicial será el valor del inventario final de la semana anterior.

Unidades pronosticadas. - son los valores estimados para cada semana, que como se explicó anteriormente, es el producto de la producción planificada en el plan agregado por el porcentaje histórico de ventas mensual para la BPH 20 IZQ y dividido para las cuatro semanas que tiene el mes. En el ejemplo del tipo de bisagra que se analiza, se tiene que para el mes de marzo el pronóstico semanal es de 1 885 y para abril 2 181 unidades.

Pedidos de clientes. - las primeras dos semanas cuentan con pedidos reales, a medida que el plan avanza en el tiempo se pueden seguir ingresando las ordenes semanales. Para la BPH 20 IZQ se tuvo el ingreso de dos órdenes de compra, en la semana 1 una orden de 1 200 unidades y en la semana 2 de 4 000 unidades.

Inventario final. - este valor resultado a fin de mes, se calcula sumando el inventario inicial con el valor planificado en el plan maestro y restando el mayor de los valores entre el estimado semanal y el pedido real. El hecho de tomar el valor más alto entre el estimado y el pedido se da con el razonamiento de que si el valor de la estimación de demanda es más grande, significa que todavía existe la probabilidad de recibir órdenes de compra, en cambio si el valor del pedido de los clientes es mayor, resulta obvio que el pronóstico fue demasiado bajo y, por lo tanto, necesitamos reflejar lo que realmente desean los clientes. En la semana 1 tenemos que, las 1 900 unidades del PMP menos el estimado 1 885 unidades nos da como resultado 15 unidades de inventario final, mientras que para la semana 2 se tiene que, a las 4 000 unidades del PMP se le suman las 15 unidades iniciales en esa semana y se le resta las 4 000 unidades del pedido real dando como resultado 15 unidades.

PMP. - es el valor por producir en una semana del producto BPH 20 IZQ, se desarrolla de manera que nunca se presentará un valor negativo en el inventario final ya que la situación equivaldría a dar un mal servicio al cliente. Si el valor del inventario inicial es mayor que el

máximo valor entre el estimado y el pedido, entonces el PMP es cero, no se tendrá que producir en el caso contrario se tendrá que producir la diferencia para cumplir con el requerimiento del pedido o estimado con la premisa que debe ser un múltiplo del tamaño de lote mínimo que es 100 unidades. Para la semana 1 se tiene que, el valor estimado 1 885 dividido para 100 nos da igual 18.85, este resultado redondeándolo al mayor valor y multiplicándolo por 100 nos da como resultado un valor planificado de 1 900 unidades, mientras que para la semana 2 tenemos, el valor del pedido 4 000 unidades menos el inventario inicial que son 15 unidades dividido para 100 nos da igual a 39.85, este resultado redondeándolo al mayor valor y multiplicándolo por 100 nos da como resultado un valor planificado de 4 000 unidades.

- **Indicador CPP en el Plan Maestro de producción**

$$CPP = \frac{\text{Unidades producidas PMP}}{\text{Unidades producidas Plan agregado}} * 100 = \frac{48100}{41908} * 100 = 114\%$$

3.1.8.6. Plan de requerimiento de materiales

Una vez que se ha establecido los valores que se producirán de cada producto de la familia BPH, es necesario planificar los requerimientos de cada componente y planificarlos a lo largo de las semanas y poder contar con ellos en el momento justo que se necesiten.

Para el desarrollo del MRP se toma en cuenta parámetros como son: el plan maestro de producción, la lista de materiales y los registros del estado de inventario.

A continuación, se describe cada factor y el procedimiento realizado para obtener los valores planificados en el MRP.

- **Plan maestro de producción**

El plan maestro de producción es la fuente de información más importante para empezar con el plan de requerimiento de materiales, como ya se desarrolló en el apartado anterior el MPS nos entregó los valores de productos terminados que deben producirse semanalmente durante los dos primeros meses de planificación, junto con los otros dos factores se podrá calcular las necesidades reales de los componentes para los distintos tipos de bisagras BPH.

- **Lista de materiales**

En este punto se analizó con más detalle la estructura y utilización de la lista de materiales y componentes para el ensamble de bisagras BPH, la lista de materiales se clasificó

utilizando cuatro niveles de profundidad, el primer nivel, designado por el producto final, suele denominarse nivel cero. El siguiente, en donde se enumeran el Ensamble cuerpo-gatillo-palanca (CGP), el resorte calibrado y el remache CB1 se denomina nivel uno, el nivel donde aparece el remache CB2, cuerpo BPH, palanca embocinada, gatillo embocinado, resortes y porta resorte remachado se denomina nivel dos, y el nivel en donde están la palanca, bocín, seguro, gatillo, remache seguro, porta resorte y remache porta resorte se le denomina nivel dos. En la Figura 38, se presenta el esquema de la lista de materiales general para todas las bisagras BPH.

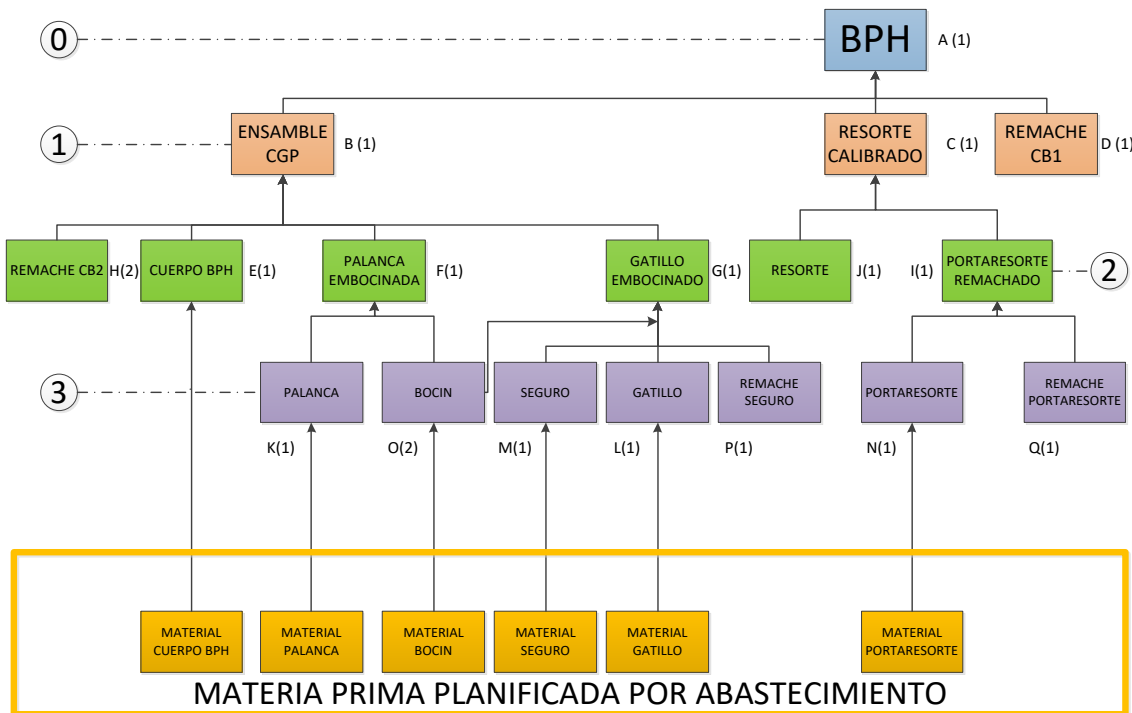


Figura 38. Esquema de la lista de materiales familia BPH. (Fuente: Propia)

El esquema presentado es general para la bisagra BPH, sin embargo, para poder identificar las diferencias estructurales de cada tipo de bisagra un sistema de información en forma de lista, la misma se presenta en el Anexo XI.

La lista indica los distintos niveles en donde al producto o ensamblaje que utiliza un componente dado suele llamárselo “padre”, en nuestro proceso las bisagras BPH finales son padre de los componentes en el nivel 1, estos a su vez son padre de componentes en el nivel 2, por ende, los componentes del nivel 2 son padre de aquellos en el nivel 3. En esta lista también se puede deducir que existe una relación multiplicativa, por ejemplo, para realizar una BPH necesito un Ensamble CGP y éste a su vez necesita dos remaches CB2

es decir que cada BPH producida el número de remaches CB2 tienen que multiplicarse por dos para obtener el valor necesario.

En la Tabla 16, se muestra el formato utilizado para presentar la información de los componentes del producto BPH 20 IZQ, el conjunto de todos ellos forma la lista de materiales.

Tabla 16. Lista de materiales BPH 20 IZQ. (Fuente: Propia)

LISTA DE MATERIALES			
CÓDIGO	CANTIDAD	NIVEL	PRODUCTO
A	1	0	BPH 20 IZQ
B	1	1	Ensamble CGP
C	1	1	Resorte calibrado
D	1	1	Remache CB1
E	1	2	Cuerpo BPH izquierdo
F	1	2	Palanca embocinada
G	1	2	Gatillo embocinado
H	2	2	Remache CB2
I	1	2	Portaresorte remachado
J	1	2	Resorte #2
K	1	3	Palanca normal
L	1	3	Gatillo
M	1	3	Seguro
N	1	3	Portaresorte
O	2	3	Bocín
P	1	3	Remache seguro
Q	1	3	Remache portaresorte
			MP

Podemos mencionar que el plan de requerimiento de materiales se realizó para todos los componentes de la bisagra BPH, cada componente que se analizó tienen competencia en el área de producción pues en él se evalúan factores de inventarios, almacenamiento y capacidades, sin embargo la materia prima para elaborar cada componente es planificada por el área de abastecimiento y compras una vez que el departamento de producción socializa los planes agregado, plan maestro de producción y plan de requerimiento de componentes.

- Registros de inventario

Al igual que con el plan maestro de producción, el plan de requerimiento de materiales necesita conocer cuál es el inventario inicial de todos los componentes para las BPH que se encuentran en almacenamiento al momento de iniciar el plan MRP. Todos estos valores se los obtienen de los inventarios físicos que se realizan cada fin de mes, este registro inicial está actualizado con las transacciones de ingresos y salidas de material.

En la Tabla 17, presentamos el registro del inventario físico al inicio del mes en el que se elaboró el sistema de planificación, en el mismo consta las cantidades de todos los componentes y producto terminado de los distintos tipos de bisagras BPH.

Tabla 17. Inventario físico inicial productos y componentes BPH. (Fuente: Propia)

Código	Descripción	Cantidad
A1	BPH 20 IZQ	1800
A2	BPH 20 DER	1800
A3	BPH 30 IZQ	1400
A4	BPH 30 DER	1400
A5	BPH 40 IZQ	800
A6	BPH 40 DER	800
A7	BPH 30 CH	50
A8	BPH 40 CH	250
A9	BPH 01	850
A10	BPH 41	850
B1	Ensamble CGP BPH IZQ	0
B2	Ensamble CGP BPH DER	0
B3	Ensamble CGP IZQ TRP	0
B4	Ensamble CGP DER TRP	0
B5	Ensamble CGP 2 OREJAS CH	0
B6	Ensamble CGP 2 OREJAS CH TRP	0
B7	Ensamble CGP 2 OREJAS	0
B8	Ensamble CGP2 OREJAS TRP	0
C1	Resorte calibrado #2	500
C2	Resorte calibrado # 3 TRP	142
C3	Resorte calibrado #4	2192
C4	Resorte calibrado #3	367
C5	Resorte calibrado #1	0
D	Remache CB1	200000
E1	Cuerpo BPH izquierdo	6130
E2	Cuerpo BPH derecho	7580
E3	Cuerpo BPH izquierdo TRP	1392
E4	Cuerpo BPH derecho TRP	1033
E5	Cuerpo BPH 2 orejas	1695
E6	Cuerpo BPH 2 orejas TRP	78
F1	Palanca embocinada	4366
F2	Palanca embocinada	1500
G	Gatillo embocinado	4857
H	Remache CB2	400000
I1	Portaresorte remachado	1295
I2	Portaresorte remachado	647
J1	Resorte #2	7782
J2	Resorte #3	6606
J3	Resorte #4	1252
J4	Resorte #1	3968
K1	Palanca normal	8470
K2	Palanca chile	5000
L	Gatillo	14126
M	Seguro	22250
N1	Portaresorte	4000
N2	Portaresorte TRP	2000
O	Bocín	21300
P	Remache seguro	200000
Q	Remache portaresorte	100000

Desarrollo del plan de requerimiento de materiales MRP

Para desarrollar el plan de requerimiento de materiales, se diseñó un formato Excel con seis componentes que forman la estructura del MRP:

- Necesidades brutas

Para determinar las necesidades brutas, se consideran las cantidades de componentes sobre una base semanal, en la lista de materiales se definió cuatro niveles en los que se clasifican los componentes a fabricar, el esquema sirvió para entender la estructura del producto, sin embargo de una manera funcional y de manufactura, la empresa tiene un proceso de producción que puede definir dos etapas marcadas de producción: conformado y ensamblado, el conformado se refiere a elaborar cada componente único e independiente que será utilizado más adelante para los procesos de ensamblado mientras que, el ensamblado serán los procesos en línea que para fines prácticos se desarrollan simultáneamente y que se ensamblan una vez que se dispongan de todos los componentes conformados. En la Figura 39, se muestra las etapas de producción en las cuales se identifican los componentes de la BPH y su sistema de planificación.

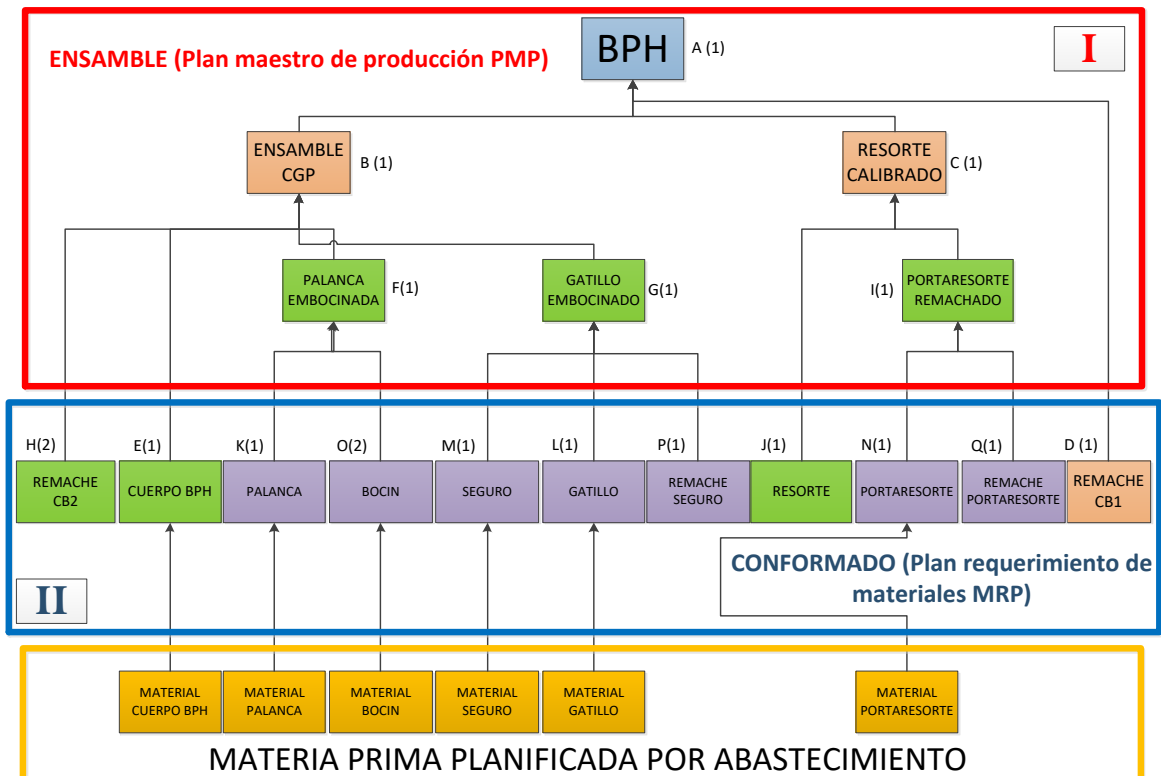


Figura 39. Sistemas de planificación y componentes de la BPH. (Fuente: Propia)

En el esquema de componentes y materiales por proceso podemos identificar el nivel I que representa el ensamble de todos los tipos de bisagras BPH y que fue planificado en el plan maestro de producción, para el análisis del MRP tomamos como “referencia padre” el ENSAMBLE I para todos los componentes en el nivel II, todos los ellos guardan una relación 1:1 es decir por cada ensamble padre se necesita 1 de cada tipo de componente a excepción del remache CB2 y del bocín, en este caso por cada ensamble padre se necesitan 2 componentes.

Las necesidades brutas para cada componente serán principalmente los valores del plan maestro de producción para cada tipo de bisagra BPH, en el caso del remache CB2 y bocín se multiplicará por dos.

En el Anexo XII, se presentan las necesidades brutas mensuales de cada componente y que se las distribuye semanalmente conforme con el plan maestro de producción.

- **Recepciones programadas**

Se refiere a las cantidades y el tiempo en el cual se espera recibir un lote de un componente específico y que ya fue solicitado con anterioridad, se llenan los casilleros en la semana que llega la orden. Para el caso de Procesadora VYM S.A. se toma en cuenta los lotes que ya fueron programados antes de diseñar la planificación de producción.

- **Inventario disponible**

Representa el inventario disponible del componente al término del periodo semanal, para calcular este valor se debió considerar las recepciones programadas y las necesidades brutas en esa semana, así como el inventario disponible de la semana anterior. En el caso de la primera semana de planificación se puede obtener los datos iniciales del registro de inventario ampliado para cada componente y que se presenta en la Tabla 18.

En el registro ampliado podemos también encontrar el stock de seguridad dispuesto para cada componente y que fue definido a nivel estratégico de la empresa como la cantidad necesaria para el proveer de material de trabajo en una semana.

El Lead Time de cada componente se encuentra también en el registro y que básicamente es el intervalo de tiempo que transcurre desde que se libera la orden hasta contar con el material solicitado, se ha tomado como tiempo de espera una semana para todos los componentes ya que es prácticamente lo que demora en despacharse un lote del componente solicitado. Los remaches que no son producidos en planta son los únicos que tienen un lead time de 16 semanas ya que son elementos importados.

El tamaño de lote tiene mucha relación con el proceso de producción de los componentes ya que toma en cuenta factores, como proceso de corte (SLITTER) de donde se obtiene las especificaciones de materia prima (FLEJES) para los componentes, los rollos de alambre para resortes con sus especificaciones y el material plástico para inyección de bocines, estos factores de material junto con otros de procedimiento y trazabilidad dan como resultado el lote ya definido como política de producción y que se muestra en el registro.

Tabla 18. Registro de inventario ampliado componentes BPH. (Fuente: Propia)

Registro de inventario componentes BPH										
Código	Descripción	Nivel	Inventario disponible	Stock de seguridad	Elemento padre	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time (semanas)	Lote	Recepciones programadas	
									Semana	Cantidad
E1 E3	Cuerpo BPH izquierdo (TRP)	2 (II)	7522	5046	Ensamble CGP (I)	1	1	5500	3	5500
E2 E4	Cuerpo BPH derecho (TRP)	2 (II)	8613	5046	Ensamble CGP (I)	1	1	5500	4	5500
E5 E6	Cuerpo BPH 2 orejas (TRP)	2 (II)	1773	2523	Ensamble CGP (I)	1	1	5500	1	5500
J4	Resorte #1	2 (II)	3968	1072	Resorte calibrado (I)	1	1	5500		
J1	Resorte #2	2 (II)	7782	4541	Resorte calibrado (I)	1	1	5500	3	5500
J2	Resorte #3	2 (II)	6606	3595	Resorte calibrado (I)	1	1	5500		
J3	Resorte #4	2 (II)	1252	3406	Resorte calibrado (I)	1	1	5500	1	5500
K1	Palanca Normal	3 (II)	8470	12235	Palanca embocinada (I)	1	1	7500	3	7500
K2	Palanca Chile	3 (II)	5000	378	Palanca embocinada (I)	1	1	7500		
L	Gatillo	3 (II)	14126	12614	Gatillo embocinado (I)	1	1	5500	3	5500
M	Seguro	3 (II)	22250	12614	Gatillo embocinado (I)	1	1	10000	4	10000
N1 N2	Portaresorte (TRP)	3 (II)	6000	12614	Portaresorte remachado (I)	1	1	12000	1	12000
O	Bocín	3 (II)	21300	25228	Palanca/Gatillo embocinado (I)	2	1	25000	2	25000
H	Remache CB2	2 (II)	400000	302730	Ensamble CGP (I)	2	16	400000	16	400000
D	Remache CB1	1 (II)	200000	151365	BPH (I)	1	16	200000	16	200000
M	Remache seguro	3 (II)	200000	151365	Gatillo embocinado (I)	1	16	200000	16	200000
Q	Remache portaresorte	3 (II)	200000	151365	Portaresorte remachado (I)	1	16	200000	16	200000

- Necesidades netas

Las necesidades netas son las cantidades necesarias para la semana una vez que las necesidades brutas se han ajustado respecto del inventario disponible y las recepciones

programadas. Si el inventario disponible más las recepciones programadas son mayores que la necesidad bruta, entonces la necesidad neta es igual a cero.

- Recepción de orden

Es la cantidad de componente que fue ordenada y que en esa semana está disponible para su utilización.

- Lanzamiento de orden

Será la cantidad de necesidad neta que será ordenada o liberada en el periodo actual según la planificación, tomando en cuenta los tamaños de lote y los tiempos de espera, en el caso de los componentes con lead time de una semana, se liberará la orden una semana antes de su necesidad y en el caso de los remaches el lanzamiento de la orden sucederá 16 semanas antes de su necesidad. Las liberaciones planificadas de pedidos constituyen el principal resultado del MRP.

En la Tabla 19, se puede observar el formato del MRP para el componente cuerpo BPH IZQ, el cual tiene como elemento padre el ensamble de las bisagras BPH IZQ, tiene un lead time de 1 semana, inicialmente se cuenta con un inventario físico de 7 522 cuerpos BPH y necesitamos un stock de seguridad de 5046 unidades semanales.

Tabla 19. MRP para el componente Cuerpo BPH IZQ (TRP). (Fuente: Propia)

Artículo	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Marzo				Abril			
						1	2	3	4	5	6	7	8
Cuerpo BPH izquierdo (TRP)	1	1	7522	5046	Necesidades brutas	4400	7000	4300	4200	4800	4900	4700	4900
					Recepciones programadas			5500					
					Disponibles	3122	5046	6246	2046	5046	146	5046	146
					Necesidades netas	0	8924	0	0	7800	0	9600	0
					Recepcion de orden	0	8924	0	0	7800	0	9600	0
					Lanzamiento de orden	8924	0	0	7800	0	9600	0	10000

Finalmente, se procedió a completar el plan de requerimiento de materiales MRP utilizando toda la información recabada, en el caso de Procesadora VYM S.A. se tiene un solo nivel (II) que depende del elemento padre (I) que es todo el proceso de ensamble, por ende, ninguno de los componentes para planificar dependerá más que de su ensamble padre.

En el Anexo XIII, se presenta el plan de requerimiento de materiales MRP para todos los componentes de la familia de bisagras BPH.

3.2. Discusión

Es necesario analizar el sistema de planificación por medio de la simulación del sistema considerando las demandas reales de los meses de marzo, abril y mayo 2024.

En el Anexo XIV, se presenta las ordenes reales ingresadas para los tres meses establecidos.

En el Anexo XV, se muestra los valores de producción real que se elaboraron durante los mismos meses.

La evaluación del plan se lo realizó secuencialmente, así como fue diseñado, es decir, primero el sistema de estimación de la demanda, el plan agregado de producción, PMP y MRP.

3.2.1. Análisis del pronóstico de la demanda

Históricamente la planificación de producción realizada en Procesadora VYM S.A. se basaba en la experiencia del panificador y en las proyecciones entregadas por los clientes, por lo que, para evaluar el método de pronóstico de la demanda utilizado en el sistema propuesto, se presentó el porcentaje de error actual con respecto al estimado en el proyecto.

Tenemos un primer indicador para el estimado del pronóstico el cual se calcula con la ecuación [14] para determinar el MAPE.

$$\%error_{pronóstico} = MAPE$$

En la Tabla 20, podemos observar el valor MAPE histórico de las proyecciones utilizadas actualmente en VYM S.A. y el valor del sistema propuesto para los meses de marzo, abril y mayo.

Tabla 20. Valores de error MAPE sistema actual vs propuesto. (Fuente: Propia)

%error de pronóstico	Proyecciones de demanda utilizadas por VYM S.A.	Pronóstico propuesto por el Sistema de Planificación
MAPE	62.00%	17.28%

Como se puede observar en los valores de MAPE, la empresa trabaja con estimados de demanda con errores muy altos, muchas de las veces eso hacía que entre en juego la

experiencia del planificador para ajustar en cierta forma el valor con el que se planificaría. Ahora bien, durante los tres primeros meses en el que el método de pronóstico de la demanda propuesto hubiese funcionado tendríamos un MAPE del 17.28% que es un error considerablemente bajo con respecto al utilizado actualmente y está por debajo del 19.05% de error con el que fue inicialmente evaluado el método de estimación de pronóstico.

3.2.1.1. Ajuste del pronóstico de la demanda

Una vez que se determinó que la estimación de la demanda con el sistema propuesto es consistente, se puede establecer ajustes como, por ejemplo, durante el primer mes en el que se cuenten con datos reales se puede hacer un ajuste inicial para los meses subsiguientes, en la Tabla 21, simulamos los ajustes para los meses de abril y mayo, en donde para entonces ya conocíamos el dato real de la demanda de marzo.

Tabla 21. Errores de pronóstico de demanda con ajuste mensual marzo. (Fuente: Propia)

2024	Valores iniciales de pronóstico	Valores ajustados al finalizar el mes de marzo
MARZO	41908	N/A
ABRIL	48481	46823
MAYO	50394	48751
MAPE	17.28%	14.73%

Si apenas se terminó el mes de marzo, se hubiese hecho un ajuste en el sistema de estimación, el MAPE seguiría bajando, lo que aumentaría la precisión en el pronóstico de los siguientes meses.

3.2.1.2. Evaluación general del pronóstico de la demanda

Según Chapman (2 006), todos los métodos de pronósticos son incorrectos, la clave está en averiguar qué tan incorrectos son en realidad, por ende siempre debe existir una estimación de error presente en el pronóstico, En la actualidad VYM S.A. no evalúa el error del pronóstico y en consecuencia no se ajustan los valores estimados, sin embargo, el proyecto toma en consideración el error MAPE del método propuesto, y como revisamos en el apartado anterior, hacer ajustes a lo largo del desarrollo del plan contribuyen en minimizar el error y hacer más preciso la estimación de la demanda.

3.2.2. Análisis del plan agregado de producción

- Evaluación Indicador CPP actual vs planificado en VYM S.A.

Para realizar el análisis de los planes de producción vigentes en VYM S.A. utilizaremos la ecuación [16] del indicador de Cumplimiento del Plan de Producción (CPP), que se lo obtiene cada fin de mes para evaluar el proceso de planificación actual.

En el área de ensamble final, se evalúa el indicador con el total de bisagras BPH producidas al mes, es decir producto terminado. Como este indicador se evalúa mensualmente y para el total de la familia BPH lo relacionaremos con el plan agregado de producción mensual.

En la Tabla 22, podemos observar el indicador CPP para los dos primeros meses del año 2024, lo que nos indica que las planificaciones no se están cumpliendo, se está realizando una sobreproducción en el mes de enero un 27% y en febrero un 57% debida, muchas de las veces al cambio en la demanda que no fue ajustada a tiempo y que se siguieron produciendo sin control del plan de producción. Este incumplimiento de los planes de producción son una constante a lo largo de los meses, provocando que la estrategia de la dirección tampoco se cumpla y que meses más tarde se tenga que realizar planes emergentes principalmente de capacidad operativa como por ejemplo suspender turnos de personal completos durante semanas o incluso despedir personal hasta que nuevamente se vuelva a necesitar producir producto terminado.

Tabla 22. Indicador CPP de producto terminado BPH enero-febrero 2024 (Fuente: Propia)

MES	CPP
ENERO	127.08%
FEBRERO	157.34%

Podemos concluir que el indicador CPP planificado para marzo de 114% es el óptimo con relación a los que actualmente se están dando en la organización que sobre producen en un 27% y 57% de lo planificado.

3.2.2.1. Evaluación general del plan agregado de producción

El plan agregado de producción se diseñó para cumplir el pronóstico de la demanda cumpliendo la estrategia de la dirección y al menor costo operativo, en la Tabla 23, se presenta las condiciones en las que desarrollarían las dos opciones de plan agregado propuestas.

Tabla 23. Resumen de resultados entre estrategias desarrolladas para el plan agregado de producción (Fuente: Propia)

Referencia	Estrategia #1	Estrategia #2
Tipo de estrategia	Seguimiento	Seguimiento
Número de trabajadores	Fijo (cantidad actual)	Variable (contratación/despido)
Capacidad operativa	Horas extras	# trabajadores
Costo regular de producción	\$ 282,621.90	\$ 282,621.90
Costo adicional por horas extras	\$ 15,508.64	\$ 1,428.64
Costo adicional por contratación y despido	N/A	\$ 14,400.00
Costo por inventario	\$ 2,400.00	\$ 2,400.00
COSTO TOTAL	\$ 300,530.54	\$ 300,850.54

Los valores son similares, sin embargo, se seleccionó la estrategia #1 no solo por el menor costo total, sino porque cumple con la estrategia direccional de operaciones y se tiene ventajas no cuantificables como la motivación del personal y la calidad del producto al no tener variabilidad en los procesos por personal en aprendizaje.

A diferencia de cómo se está llevando actualmente la planificación en Procesadora VYM S.A. donde se pudo evidenciar que se produce sin control, con el sistema diseñado y basado en el plan agregado de producción se puede llevar una producción planificada y controlada, evitando pérdidas y baja rentabilidad.

Según Sipper y Bulfín (1 998), la planeación agregada incluye capacidad operativa, costos de producción, costos de cambio en la capacidad y costos de inventario, además se pueden usar hojas de cálculo y métodos cuantitativos para su generación. Cuando se utilizan hojas de cálculo es un enfoque de prueba y error, cuenta con estrategias como de cero inventario o nivel de producción.

En relación con lo mencionado por el autor, el plan agregado que se diseñó fue determinando los costos inherentes a las características operativas de cada estrategia, se creó una hoja de cálculo para establecer un formato dinámico de tratamiento de datos, con los que, simulando diferentes condiciones, se obtienen resultados que pueden o no ir cumpliendo los objetivos del plan, caso contrario se reinicia la simulación con nuevos parámetros hasta obtener los resultados previstos.

3.2.3. Análisis del plan maestro de producción

Para determinar los efectos que el plan maestro de producción puede generar en la empresa Procesadora VYM S.A., se analizó la simulación del plan en el mes de marzo, mes para el cual fue inicialmente diseñado el PMP, en la misma se tomarán en cuenta los pedidos reales que constan en el Anexo XIV.

En el Anexo XVI, se muestra la simulación del plan maestro para el mes de marzo con los datos de la demanda real.

En la Tabla 24, muestra los resultados del plan maestro de producción inicial vs los resultados de la simulación con datos reales de todo el mes de marzo, tomado en cuenta que, a medida que los datos reales aparecen el plan se va ajustando para las siguientes semanas de manera que se pueda alcanzar a entregar las órdenes a tiempo y sin retrasos.

Tabla 24. Resultados del PMP planificado vs demanda real. (Fuente: Propia)

	PMP INICIAL	ORDENES REALES
	MARZO	
BPH 20 IZQ	9700	6300
BPH 20 DER	9700	6300
BPH 30 IZQ	6400	5200
BPH 30 DER	6400	5200
BPH 40 IZQ	3800	3800
BPH 40 DER	3800	3800
BPH 30 CH	200	100
BPH 40 CH	800	600
BPH 01	3700	3800
BPH 41	3600	1700
TOTAL	48100	36800

Se puede concluir que el plan maestro de producción logró cumplir con las órdenes de compra reales para todos los ítems a excepción de la BPH 01 que le faltó 100 unidades para alcanzar la demanda real pero que el inventario de seguridad puede absorber esa diferencia, la razón por la cual se creó inventario a fin de mes es porque, hasta la última semana del mes hay posibilidad que ingresen órdenes de compra que completen la demanda estimada. El inventario creado a fin de mes nos sirve para realizar un ajuste en el plan maestro del mes de abril que cuente con un inventario inicial para la planificación del mes en tránsito.

En conclusión, el PMP cumple con las ordenes reales del mes, mantiene la producción planificada del plan agregado de producción y con el ajuste correspondiente para el mes de abril, continuará con la estrategia de seguimiento predeterminado para el sistema de planificación diseñado.

3.2.3.1. Evaluación general del plan maestro de producción

Según Chapman (2 006), en el entorno de producción ensamble bajo pedido ATO, es posible hallar varios elementos de materia prima y varias composiciones de las alternativas que son parte del producto terminado, por ese motivo en el entorno ATO casi siempre se desarrollan programas maestros a nivel de opciones.

El plan maestro de producción diseñado en este proyecto se analizó desde el punto de vista que la bisagra BPH tiene 11 componentes, los cuales se combinan de tal manera que forman 10 tipos distintos de bisagras, por lo que se elaboró un plan de ensamble final solo de las opciones que el cliente demanda y utilizando el porcentaje histórico de ventas para cada tipo de bisagra. Si se hubiese realizado un plan para cada sub ensamble que formen las distintas bisagras BPH, llegaríamos a un número demasiado alto de opciones superando las 10 combinaciones de ensamble final. El plan nos indica el programa de armado de las bisagras con respeto al pronóstico calculado.

Chapman (2 006) menciona que, para elaborar un plan maestro de producción adecuado y factible que se ejecute en la empresa, se ponen en marcha programas de producción pilotos mediante un programa de MRP, cuando el plan maestro de producción se encuentra con limitaciones o está a punto de sobrepasar las mismas, entonces se puede hacer modificaciones tanto en el PMP como en el MRP.

El plan maestro de producción fue desarrollado de tal manera que, incluya todas las órdenes de compra, nunca se dejó de vista el plan agregado de producción para verificar el alcance de la planificación maestro y de ser el caso hacer las modificaciones para el siguiente periodo de producción.

3.2.4. Análisis del plan de requerimiento de materiales MRP

Con los resultados del plan maestro de producción simulado con datos reales para el mes de marzo y los otros requisitos que ya se había descrito anteriormente, se puede determinar las cantidades de componentes necesarios para el plan de producción.

En el Anexo XVII, se presenta la simulación del MRP para el mes de marzo con los datos reales de la demanda para ese mes.

Para comprender la dinámica del resultado con los datos reales podemos observar tomar como ejemplo el componente Cuerpo BPH IZQ (TRP), en la Tabla 25, se presenta los valores arrojados por la simulación.

Tabla 25. Resultados del MRP para el Cuerpo BPH IZQ. (Fuente: Propia)

Artículo	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Marzo			
						1	2	3	4
Cuerpo BPH izquierdo (TRP)	1	1	7522	5046	Necesidades brutas	4400	7000	4300	4300
					Recepciones programadas			5500	
					Disponible	3122	5046	6246	1946
					Necesidades netas	0	8924	0	0
					Recepcion de orden	0	8924	0	0
					Lanzamiento de orden	8924	0	0	8300

Para el mes de marzo se necesitarán 20 000 cuerpos izquierdos, en la primera semana un total de 4 400 cuerpos, como tenemos un inventario disponible de 7 522 esta semana estamos abastecidos, pero necesitamos lanzar un pedido de 8 924 unidades para la segunda semana ya que el lead time es de 1 semana aproximadamente. En la segunda semana se recibió la orden de 8 924 unidades y eso cubrió la demanda y garantizó completar el stock de seguridad, como se tenía programada en la semana 3 recibir 5 500 unidades no se volverá a lanzar una orden hasta la cuarta semana, esto debido a que el inventario disponible a partir de la segunda semana es suficiente para cubrir el resto del mes, como al finalizar la cuarta semana el inventario de seguridad ha bajado sobre su límite tiene que solicitarse 8 300 unidades que llegará en la quinta semana y completar el stock de seguridad y el cumplimiento de las ordenes solicitadas por el plan maestro de producción.

Actualmente, la planificación de materiales MRP se hace con respecto a un plan de producción mensual, es decir, busca elaborar los componentes para el total de bisagras en un mes de producción, sin tomar en cuenta como se desarrolla la producción semanal, tan solo se busca ajustar los pedidos de materiales por medio de accionar un faltante en el área de ensamble. Este método da como resultado un trabajo desordenado y sin planificación teniendo como necesidad que se integre tanto un plan maestro de producción y el requerimiento de materiales para su cumplimiento.

Según Heizer (2 009), los sistemas MRP actuales son computarizados, su procedimiento es directo y también se lo puede hacer manual, los componentes necesarios para un sistema MRP son el plan maestro de producción, la lista de materiales y los registros de inventario.

Para el proyecto se diseñó el plan maestro de producción semanal durante los meses de marzo y abril 2 024, también se estructuró una lista de materiales para la familia de bisagras BPH y se obtuvo los registros de inventario como información de la empresa que se valida cada fin de mes con un método de conteo físico.

Procesadora VYM S.A. actualmente carece del principal componente para el MRP, el plan maestro de producción no existe de una manera integral y estructurada, por lo que hace casi imposible elaborar un plan de requerimiento de materiales que no difiera de las necesidades reales de producción. La empresa simplemente no desea responder a cambios menores en programación o cantidad incluso teniendo conocimiento de ellos a menos de que ya se produzcan efectos negativos en la producción como paros en la línea de producción por desabasto de algún componente.

Schroeder (2 011) menciona, que el MRP, tiene como fundamento la noción de demanda independiente, cuando se expande el PMP en conjunto con el BOM de materiales, es probable deducir la necesidad de las partes y piezas e incluso de la materia prima.

En el proyecto se analizó la lista de materiales de la bisagra BPH, y se hizo una consideración muy importante, partiendo del echo que el sistema de producción de VYM S.A. se desarrolla básicamente en dos niveles de producción el primero se encarga de realizar todos los componentes necesarios para la BPH hasta su forma final, pudiéndose desarrollar con un plan de requerimiento de materiales solicitado por parte del segundo nivel que es el de ensamble, el mismo que se desarrolla con un programa de ensamble final y que ocurre en una línea prácticamente continua de producción sin tener la necesidad de crear un plan para cada sub ensamble.

3.2.5. Análisis comparativo de resultados de planificación

Como un análisis final se presentará el sistema de producción real que se ha dado durante los meses de marzo, abril y mayo vs como hubiese funcionado el sistema propuesto en los mismos meses transcurridos.

En la Figura 40, se muestra como se ha venido dando la producción de bisagras BPH en la realidad, durante los meses de marzo, abril y mayo del 2 024, se puede evidenciar claramente como, lo que se produce no tiene ninguna relación con la demanda, se está realizando una sobreproducción al inicio del mes de marzo muy probablemente por un mal pronóstico de la demanda, el siguiente mes sigue elevada la producción debido a que no se realizó un ajuste significativo del plan de producción más que eliminar los turnos extendidos creados para una alta capacidad productiva, no fue hasta finales del mes de abril donde ya no se puede sostener el mismo ritmo de producción, y por medio de despidos o suspendiendo al personal durante jornadas completas se desea bajar las unidades producidas ya que las ordenes que ingresan están utilizando el inventario creado en marzo, así se mantendrá hasta que el inventario sea prácticamente cero y recién en ese momento

se volverá a planificar un nuevo ciclo de producción y que de no usar herramientas adecuadas volverá a pasar lo mismo que en el trimestre evaluado.

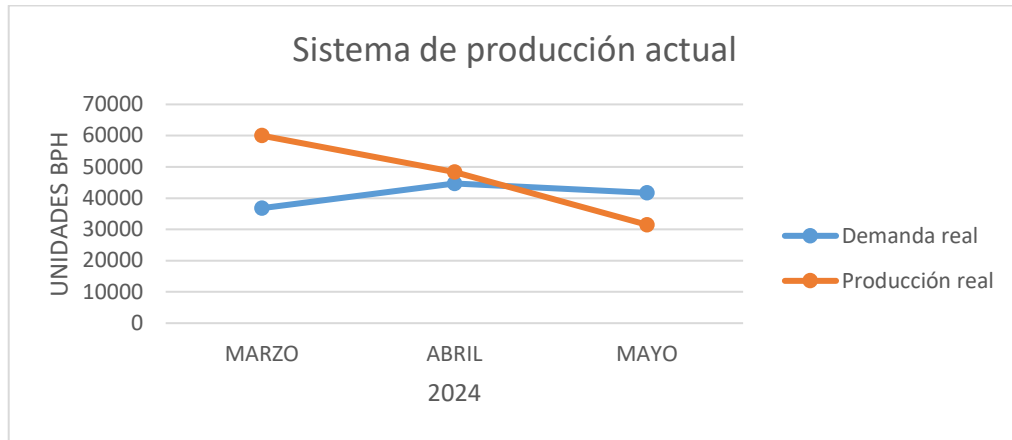


Figura 40. Producción vs Demanda real 2024. (Fuente: Propia)

Evaluamos el sistema de planificación de la producción diseñado en el presente proyecto, si se hubiese implementado en la empresa los meses de marzo, abril y mayo 2 024.

En la Figura 41, se puede mostrar cómo se daría la producción siguiendo el sistema de planificación de la producción diseñado en el presente proyecto y considerando todos los parámetros de funcionamiento del sistema como los ajustes al pronóstico y al plan maestro de producción semanalmente, conforme aparezcan las ordenes reales de producción.

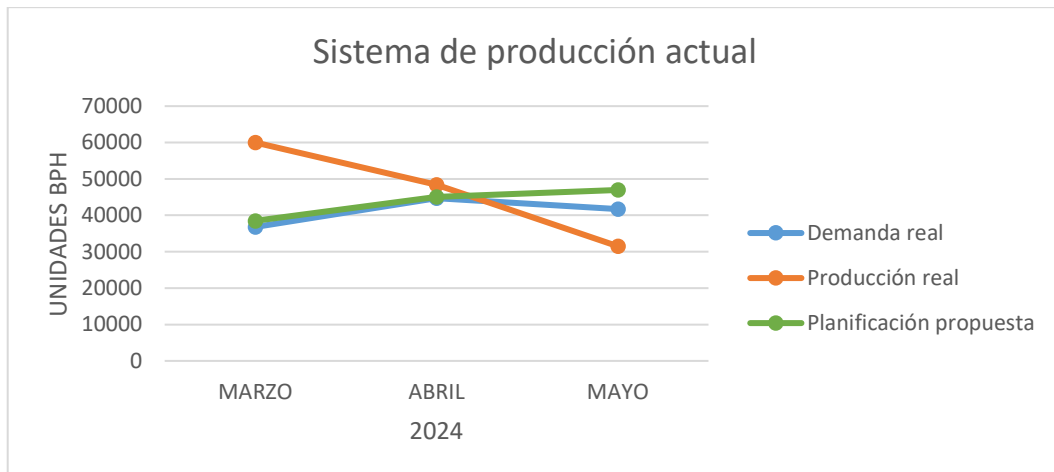


Figura 41. Sistema de producción actual vs Sistema de planificación propuesto. (Fuente: Propia)

El sistema de planificación es consistente con la demanda real, podemos ver que sigue la estrategia de seguimiento establecida inicialmente y los ajustes semanales hacen que la curva planificada se acople con más precisión a la demanda real.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Los datos históricos de ventas en un periodo de tres años (2 021, 2 022 y 2 023) determinan que: la bisagra puerta de horno BPH es el producto que representa el 50% de las ventas totales y es el de mayor volumen de producción en relación con los otros tipos de productos, razón por la cual es indispensable tener un modelo de administración de la producción efectivo.
- La demanda de bisagras BPH ha disminuido en un 60% con respecto a los años previos al 2 020, el efecto post pandemia jugó un papel clave en el declive de las órdenes de compra, los clientes buscan reducir costos bajando su capacidad productiva y con la búsqueda de nuevos productos y proveedores.
- Se identificaron problemas críticos en la administración de la producción, entre ellos se tiene: el error en la estimación de la demanda, la sobreproducción, retrasos en las órdenes de compra, falta de disponibilidad de materiales y desorganización en las operaciones. Estos problemas impactan negativamente al proceso, la causa raíz que se determinó para el problema de administración fue, que no existe un proceso establecido y validado de planificación y control de la producción.
- La planificación de la producción se basará en el objetivo marcado por el plan de ventas para el año 2 024, el mismo que se estableció en 500K \$ de facturación por concepto de la venta de productos familia BPH, propósito fundamental para los intereses que tiene la empresa en reactivar su economía.
- La estimación de la demanda se realizó mediante el método de suavizado exponencial triple, esto debido a que los datos históricos presentan cierta tendencia y estacionalidad anual, el resultado del error medio porcentual MAPE fue de 19.05% que representa un valor inferior en comparación con los métodos de exponencial doble y regresión lineal con ajuste estacional. El método seleccionado es consistente con las necesidades de la planificación y al compararlo con las proyecciones utilizadas actualmente en Procesadora VYMSA, las mismas que tienen un error promedio del 62%, la diferencia a favor es marcada.
- Se plantearon dos alternativas de plan agregado: la primera estrategia de seguimiento y que mantiene el número de operarios constante, establece un costo de producción de 300 531\$, mientras que, la segunda opción con capacidad

operativa variable dio un valor de 300 851\$. Se optó por la primera opción no solo por tener un menor valor en el costo operativo, sino porque al no tener rotación de personal, presenta ventajas no cuantificables como la motivación del personal, evitar desviaciones en los procesos y el cumplimiento de la estrategia empresarial.

- El plan maestro de producción se realizó para los diez tipos de bisagras que componen la familia BPH, al realizar la simulación del plan para marzo del 2 024 con datos reales de producción, se obtuvo una cantidad planificada de 48 100 unidades mientras que la demanda real fue de 36 800, no hubo desabastecimiento, el valor planificado es consistente con las 41 908 unidades según el plan agregado de producción y se ajusta el inventario inicial para el siguiente mes.
- El plan de requerimiento de materiales MRP desarrollado, cumple el objetivo de reducción de inventarios y disponibilidad de los materiales en el tiempo y cantidades necesarias para abastecer el plan maestro de producción.
- El Sistema de Planificación de la Producción diseñado, permitirá a la organización contar con una administración efectiva de la producción, eliminando de sus filosofías la producción solo por cumplimiento. El sistema diseñado responderá a las necesidades de los clientes siendo más competitivos, con un control de inventarios, menor costo operativo y alineado con el plan estratégico de la empresa.

4.2. Recomendaciones

- Sociabilizar el Sistema de Planificación de la Producción diseñado en este proyecto a la dirección de la empresa Procesadora VYM S.A., de tal manera que la organización pueda plantearse de una manera formal la implementación del sistema de planificación dentro de su proceso de administración de la producción.
- Considerar un estudio de factibilidad económica para la implementación del sistema en la empresa VYM S.A.
- Se sugiere ampliar el mismo estudio de las herramientas de administración de la producción para todos los productos que se elaboran en la empresa y que son de menor demanda pero que forman un solo sistema productivo con la familia de bisagras puerta de horno BPH.
- El modelo de planificación de requerimiento de materiales MRP debería extenderse a todos los procesos que forman parte de la cadena de valor, ya que, según lo explicado en el proyecto, el alcance del área de operaciones llega hasta la planificación de los componentes, sin embargo, la planificación de materia prima y generación de órdenes de compra son competencia de abastecimiento, a partir del plan de materiales entregado por operaciones. La integración de todos los procesos en la organización con el sistema MRP puede derivar en sistemas más completos y eficaces como MRPII y ERP.
- De llevarse a cabo la implementación del sistema de producción, se recomienda llevar un seguimiento continuo del plan estratégico de la empresa, ya que, debido a su actual etapa comercial, un tanto inestable, el sistema sería propenso a cambios altamente significativos que llevarían a un rediseño de todo el sistema de planificación.
- Realizar un estudio complementario de tiempos y métodos, o a su vez, de medición del trabajo y productividad, sería conveniente en pro de los objetivos de producción planteados por la organización y que son pieza clave en la estrategia de esta.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación, 3ra Ed. Colombia: Pearson Education-Prentice Hall.
- Burbano Lucero, D. R. (2010). Propuesta de mejora del modelo de Planificación de la Producción de ATU Artículos de Acero. [Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4671/1/CD-4296.pdf>
- Castillo Valdez, J. A. (2021). Propuesta de mejora en la Planificación de la Producción utilizando herramientas de planeamiento y control de Operaciones, Heijunka y SMED en una empresa de consumo masivo. [Tesis de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13/browse?type=author&value=Castillo+Valdez%2C+Jes%C3%BAs+Alexis>
- Chapman, S. (2006). Planificación y Control de la Producción, 1ra Ed. México D.F.: Pearson Education-Prentice Hall.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). Administración de Operaciones, 13ra Ed. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Criollo Tacuri, H. M. (2010). Propuesta para implementar un modelo de Planeación y Control de la producción en la empresa de muebles El Carrusel CIA LTDA. [Tesis de Ingeniería, Universidad Politécnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/918/13/UPS-CT001913.pdf>
- Ekos. (7 de mayo del 2018). Situación del sector metalmecánico y su importancia en la economía ecuatoriana. <https://ekosnegocios.com/articulo/situacion-del-sector-metalmeccanico-y-su-importancia-en-la-economia-ecuatoriana>
- Gaither, N., & Frazier, G. (2000). Administración de Producción y Operaciones, 8va Ed. México DF.: Cengage Learning Latin Am.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2009). Administración de Operaciones, 7ma Ed. USA: Pearson Education.
- Jácome, H. (2010). Boletín Mensual de Análisis Sectorial de MIPYMES No. 5 Sector Metalmecánica [Boletín FLACSO.pdf]. <https://flacso.edu.ec/ciepymes/index.php/sitemap/41-sidebar/72-boletin-mensualdeanalisis-sectorial-de-mipymes-no-3>

- Krajewski, L. (2008). Administración de Operaciones, 8va Ed. México: Pearson Education-Prentice Hall.
- Loya Rivera, A. F. (2020). Diseño de un Modelo de Planificación y Programación de Materiales (MRP) en la industria Metalmecánica. Caso de estudio: Empresa SEDEMI. [Tesis de Maestría, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21030/1/CD%2010543.pdf>
- Nahmias, S. (2007). Análisis de la Producción y las Operaciones, 5ta Ed. México: McGraw-Hill.
- Pérez, D & Salazar. J. (2007). Diseño de un MRP (Planificación de Requerimiento de Materiales), para la empresa CEDAL S.A. en el área de producción. [Tesis de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/546/1/CD-1051.pdf>
- Sampieri, R, Collado, C & Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación, 6ta Ed. México D.F.: McGraw-Hill.
- Schroeder, R, Meyer, S & Rungtusanatham, J. (2011). Administración de Operaciones, 5ta Ed. México D.F.: McGraw-Hill.
- Sipper, D. & Bulfin, R. (1998). Planeación y Control de la Producción, 1ra Ed. México D.F.: McGraw-Hill.
- Vilema Ortiz, J. C. (2004). Diseño de un Modelo de Planificación de la Producción en una Productora de Fármacos Veterinarios. [Tesis de Ingeniería, Escuela Superior Politécnica Del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/35052/D-33113.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

ANEXOS

ANEXO I

Historial de producción Procesadora VYM S.A.

- Producción año 2 021

Tabla 26. Producción año 2 021 familia BPH. (Fuente: Propia)

2021 MES	FAMILIA DE BISAGRAS PUERTA DE HORNO BPH (UNIDADES)										TOTAL
	BPH 20 IZQ	BPH 20 DER	BPH 30 IZQ	BPH 30 DER	BPH 40 IZQ	BPH 40 DER	BPH 30 CH	BPH 40 CH	BPH 01	BPH 41	
ENERO	5500	5500	5500	5500	9400	9400	17850	5300	8500	2800	75250
FEBRERO	9500	9500	11100	11100	16500	16500	13250	5400	7500	5500	105850
MARZO	6700	6700	9900	9900	16400	16400	18250	7100	10000	6000	107350
ABRIL	7300	7300	8900	8900	19500	19500	17750	8300	9000	6000	112450
MAYO	3200	3200	6200	6200	8600	8600	8600	1700	7100	2000	55400
JUNIO	4300	4300	6100	6100	9800	9800	6950	3100	7000	3000	60450
JULIO	4000	4000	5200	5200	10300	10300	5850	3300	10000	3000	61150
AGOSTO	4900	4900	10200	10200	15900	15900	14450	4900	2200	0	83550
SEPTIEMBRE	2500	2500	6300	6300	13500	13500	9700	4800	10000	0	69100
OCTUBRE	7400	7400	6500	6500	13100	13100	15550	6300	1000	4000	80850
NOVIEMBRE	6800	6800	8200	8200	11000	11000	22700	7000	19700	6600	108000
DICIEMBRE	11000	11000	10700	10700	6600	6600	29050	11100	12000	12500	121250
TOTAL	73100	73100	94800	94800	150600	150600	179950	68300	104000	51400	1040650
PARTICIPACIÓN (%)	7.0%	7.0%	9.1%	9.1%	14.5%	14.5%	17.3%	6.6%	10.0%	4.9%	100.0%

- Producción año 2 022

Tabla 27. Producción año 2 022 familia BPH. (Fuente: Propia)

2022 MES	FAMILIA DE BISAGRAS PUERTA DE HORNO BPH (UNIDADES)										TOTAL
	BPH 20 IZQ	BPH 20 DER	BPH 30 IZQ	BPH 30 DER	BPH 40 IZQ	BPH 40 DER	BPH 30 CH	BPH 40 CH	BPH 01	BPH 41	
ENERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FEBRERO	1000	1000	500	500	0	0	0	0	13000	0	16000
MARZO	5500	5500	2400	2400	1800	1800	2750	4600	7700	0	34450
ABRIL	4800	4800	1900	1900	900	900	12000	4800	7000	2900	41900
MAYO	4400	4400	800	800	600	600	10000	7800	3600	1500	34500
JUNIO	1400	1400	0	0	0	0	4500	3300	5000	1000	16600
JULIO	4300	4300	300	300	0	0	12750	0	7000	3000	31950
AGOSTO	2500	2500	0	0	0	0	13600	6900	13600	6000	45100
SEPTIEMBRE	2900	2900	0	0	0	0	4250	0	0	4500	14550
OCTUBRE	1400	1400	0	0	200	200	7800	0	10000	2300	23300
NOVIEMBRE	1500	1500	100	100	100	100	12450	2200	8000	4000	30050
DICIEMBRE	1600	1600	0	0	0	0	5650	1300	7000	5500	22650
TOTAL	31300	31300	6000	6000	3600	3600	85750	30900	81900	30700	311050
PARTICIPACIÓN (%)	10.1%	10.1%	1.9%	1.9%	1.2%	1.2%	27.6%	9.9%	26.3%	9.9%	100.0%

- Producción año 2 023

Tabla 28. Producción año 2 023 familia BPH. (Fuente: Propia)

2023 MES	FAMILIA DE BISAGRAS PUERTA DE HORNO BPH (UNIDADES)										TOTAL
	BPH 20 IZQ	BPH 20 DER	BPH 30 IZQ	BPH 30 DER	BPH 40 IZQ	BPH 40 DER	BPH 30 CH	BPH 40 CH	BPH 01	BPH 41	
ENERO	1700	1700	0	0	0	0	9250	600	1000	0	14250
FEBRERO	2200	2200	100	100	0	0	3150	2200	0	0	9950
MARZO	3500	3500	300	300	0	0	10500	5500	7000	2000	32600
ABRIL	3500	3500	1300	1300	300	300	11600	3400	10000	4000	39200
MAYO	4700	4700	2600	2600	1200	1200	3750	2900	12500	5000	41150
JUNIO	2900	2900	3400	3400	2400	2400	1850	1700	10000	2000	32950
JULIO	4200	4200	4700	4700	2600	2600	850	2500	10000	0	36350
AGOSTO	3600	3600	6600	6600	3700	3700	850	800	0	0	29450
SEPTIEMBRE	6500	6500	12200	12200	5500	5500	0	600	3000	5000	57000
OCTUBRE	5900	5900	6900	6900	5100	5100	1150	300	0	0	37250
NOVIEMBRE	3000	3000	6300	6300	3000	3000	1000	2000	2000	6500	36100
DICIEMBRE	6300	6300	2000	2000	1000	1000	5600	0	0	2000	26200
TOTAL	48000	48000	46400	46400	24800	24800	49550	22500	55500	26500	392450
PARTICIPACIÓN (%)	12.2%	12.2%	11.8%	11.8%	6.3%	6.3%	12.6%	5.7%	14.1%	6.8%	100.0%

ANEXO II

Plan de ventas Procesadora VYM S.A. 2 024.

Tabla 29. Plan de ventas 2 024. (Fuente: La empresa)

PLANIFICACIÓN COMERCIAL 2024													
LÍNEA BLANCA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	SUMA
INDURAMA	\$ 62,500	\$ 62,500	\$ 62,500	\$ 62,500	\$ 70,000	\$ 70,000	\$ 62,500	\$ 62,500	\$ 62,500	\$ 62,500	\$ 62,500	\$ 62,500	\$ 765,000
FIBROACERO	\$ 21,000	\$ 21,000	\$ 21,000	\$ 21,000	\$ 13,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 12,000	\$ 181,000
SUMA LÍNEA BLANCA	\$ 83,500	\$ 83,500	\$ 83,500	\$ 83,500	\$ 83,000	\$ 82,000	\$ 74,500	\$ 74,500	\$ 74,500	\$ 74,500	\$ 74,500	\$ 74,500	\$ 946,000
SUMA TRIMESTRE LB	\$ 250,500			\$ 248,500			\$ 223,500			\$ 223,500			95%
	1 Q			2Q			3Q			4Q			
OBJETIVO LÍNEA BLANCA	\$ 250,000			\$ 250,000			\$ 250,000			\$ 250,000			\$ 1,000,000

ANEXO III

Proyección de la demanda marzo 2 022-febrero 2 024, suavizado exponencial doble.

Tabla 30. Proyección BPH por suavizado exponencial doble. (Fuente: Propia)

AÑO	DEMANDA REAL			SUAVIZADO EXPONENCIAL DOBLE		
	MES	PERIODO (t)	DEMANDA (A)	PRONÓSTICO (Ft)	TENDENCIA SUAVIZADA (Tt)	PRONÓSTICO TENDENCIA (FIT)
2022	MARZO	1	34450			
	ABRIL	2	41900			
	MAYO	3	34500	38175	-3000	35175
	JUNIO	4	16600	35040	-3122	31919
	JULIO	5	31950	28855	-5879	22976
	AGOSTO	6	45100	24771	-4264	20507
	SEPTIEMBRE	7	14550	25426	163	25589
	OCTUBRE	8	23300	23381	-1824	21557
	NOVIEMBRE	9	30050	21906	-1510	20396
	DICIEMBRE	10	22650	22327	228	22554
2023	ENERO	11	14250	22573	245	22818
	FEBRERO	12	9950	21105	-1297	19807
	MARZO	13	32600	17836	-3072	14764
	ABRIL	14	39200	18331	139	18470
	MAYO	15	41150	22616	3870	26486
	JUNIO	16	32950	29419	6510	35929
	JULIO	17	36350	35333	5974	41306
	AGOSTO	18	29450	40315	5081	45396
	SEPTIEMBRE	19	57000	42207	2211	44418
	OCTUBRE	20	37250	46935	4476	51410
	NOVIEMBRE	21	36100	48578	1927	50505
	DICIEMBRE	22	26200	47624	-666	46958
2024	ENERO	23	27000	42806	-4402	38404
	FEBRERO	24	20400	36123	-6455	29668

ANEXO IV

Índices de error en la proyección por el método suavizado exponencial doble.

Tabla 31. Cálculo de índices de error en la proyección por suavizado exponencial doble. (Fuente: Propia)

AÑO	DEMANDA REAL			SUAVIZADO EXPONENCIAL DOBLE				
	MES	PERIODO (t)	DEMANDA (A)	PRONÓSTICO TENDENCIA (FIT)	ERROR DE PRONÓSTICO (et)	VALOR ABSOLUTO (et)	(et) ²	VALOR ABSOLUTO (et)/A
2022	MARZO	1	34450					
	ABRIL	2	41900					
	MAYO	3	34500	35175	-675	675	455625	0.0196
	JUNIO	4	16600	31919	-15319	15319	234656442	0.9228
	JULIO	5	31950	22976	8974	8974	80533214	0.2809
	AGOSTO	6	45100	20507	24593	24593	604802300	0.5453
	SEPTIEMBRE	7	14550	25589	-11039	11039	121859602	0.7587
	OCTUBRE	8	23300	21557	1743	1743	3036763	0.0748
	NOVIEMBRE	9	30050	20396	9654	9654	93204841	0.3213
	DICIEMBRE	10	22650	22554	96	96	9179	0.0042
2023	ENERO	11	14250	22818	-8568	8568	73414191	0.6013
	FEBRERO	12	9950	19807	-9857	9857	97163233	0.9907
	MARZO	13	32600	14764	17836	17836	318122814	0.5471
	ABRIL	14	39200	18470	20730	20730	429734114	0.5288
	MAYO	15	41150	26486	14664	14664	215028475	0.3564
	JUNIO	16	32950	35929	-2979	2979	8871984	0.0904
	JULIO	17	36350	41306	-4956	4956	24565815	0.1364
	AGOSTO	18	29450	45396	-15946	15946	254290349	0.5415
	SEPTIEMBRE	19	57000	44418	12582	12582	158301922	0.2207
	OCTUBRE	20	37250	51410	-14160	14160	200513587	0.3801
	NOVIEMBRE	21	36100	50505	-14405	14405	207507027	0.3990
	DICIEMBRE	22	26200	46958	-20758	20758	430896358	0.7923
2024	ENERO	23	27000	38404	-11404	11404	130049999	0.4224
	FEBRERO	24	20400	29668	-9268	9268	85895063	0.4543
				MFE=	-1294			
				MAD=	11373			
				RMSE=	13096			
				MAPE=	42.68%			

ANEXO V

Proyección de la demanda marzo 2 022-febrero 2 024, suavizado exponencial triple.

Tabla 32. Proyección BPH por la función Excel PRONOSTICO.ETS. (Fuente: Propia)

AÑO	DEMANDA REAL			SUAVIZADO EXPONENCIAL TRIPLE
	MES	PERIODO (t)	DEMANDA (A)	PRONÓSTICO (ETS)
2022	MARZO	1	34450	26511
	ABRIL	2	41900	33084
	MAYO	3	34500	34997
	JUNIO	4	16600	26761
	JULIO	5	31950	30147
	AGOSTO	6	45100	35058
	SEPTIEMBRE	7	14550	33325
	OCTUBRE	8	23300	27575
	NOVIEMBRE	9	30050	30319
	DICIEMBRE	10	22650	21814
2023	ENERO	11	14250	17912
	FEBRERO	12	9950	11588
	MARZO	13	32600	34209
	ABRIL	14	39200	40783
	MAYO	15	41150	42695
	JUNIO	16	32950	34459
	JULIO	17	36350	37845
	AGOSTO	18	29450	42756
	SEPTIEMBRE	19	57000	41024
	OCTUBRE	20	37250	35273
	NOVIEMBRE	21	36100	38017
	DICIEMBRE	22	26200	29513
2024	ENERO	23	27000	25610
	FEBRERO	24	20400	19287

ANEXO VI

Índices de error en la proyección por el método suavizado exponencial triple.

Tabla 33. Cálculo de índices de error en la proyección con la función PRONOSTICO.ETS. (Fuente: Propia)

AÑO	DEMANDA REAL			SUAVIZADO EXPONENCIAL TRIPLE				
	MES	PERIODO (t)	DEMANDA (A)	PRONÓSTICO (ETS)	ERROR DE PRONÓSTICO (et)	VALOR ABSOLUTO (et)	(et) ²	VALOR ABSOLUTO (et)/A
2022	MARZO	1	34450	26511	7939	7939	63029405	0.2305
	ABRIL	2	41900	33084	8816	8816	77720591	0.2104
	MAYO	3	34500	34997	-497	497	246933	0.0144
	JUNIO	4	16600	26761	-10161	10161	103237785	0.6121
	JULIO	5	31950	30147	1803	1803	3250875	0.0564
	AGOSTO	6	45100	35058	10042	10042	100848671	0.2227
	SEPTIEMBRE	7	14550	33325	-18775	18775	352509651	1.2904
	OCTUBRE	8	23300	27575	-4275	4275	18275068	0.1835
	NOVIEMBRE	9	30050	30319	-269	269	72305	0.0089
	DICIEMBRE	10	22650	21814	836	836	698132	0.0369
2023	ENERO	11	14250	17912	-3662	3662	13406885	0.2570
	FEBRERO	12	9950	11588	-1638	1638	2683712	0.1646
	MARZO	13	32600	34209	-1609	1609	2589951	0.0494
	ABRIL	14	39200	40783	-1583	1583	2504338	0.0404
	MAYO	15	41150	42695	-1545	1545	2388145	0.0376
	JUNIO	16	32950	34459	-1509	1509	2277196	0.0458
	JULIO	17	36350	37845	-1495	1495	2236281	0.0411
	AGOSTO	18	29450	42756	-13306	13306	177052151	0.4518
	SEPTIEMBRE	19	57000	41024	15976	15976	255242840	0.2803
	OCTUBRE	20	37250	35273	1977	1977	3907053	0.0531
	NOVIEMBRE	21	36100	38017	-1917	1917	3676171	0.0531
	DICIEMBRE	22	26200	29513	-3313	3313	10975275	0.1264
2024	ENERO	23	27000	25610	1390	1390	1932156	0.0515
	FEBRERO	24	20400	19287	1113	1113	1239565	0.0546
				MFE=	-653			
				MAD=	4810			
				RMSE=	7077			
				MAPE=	19.05%			

ANEXO VII

Proyección de la demanda marzo 2 022-febrero 2 024, regresión con ajuste estacional.

Tabla 34. Proyección BPH por el método de regresión con ajuste estacional. (Fuente: Propia)

AÑO	DEMANDA REAL			REGRESIÓN CON AJUSTE ESTACIONAL			
	MES	PERIODO (t)	DEMANDA (A)	PRONÓSTICO REGRESIÓN SIMPLE (Ft)	PROPORCIÓN (A/Ft)	MULTPLICADORES ESTACIONALES (ME)	PRONÓSTICO REGRESIÓN AJUSTADO
2022	MARZO	1	34450	29303	1.176	1.119	32794
	ABRIL	2	41900	29417	1.424	1.349	39675
	MAYO	3	34500	29532	1.168	1.250	36909
	JUNIO	4	16600	29647	0.560	0.811	24045
	JULIO	5	31950	29761	1.074	1.120	33347
	AGOSTO	6	45100	29876	1.510	1.226	36627
	SEPTIEMBRE	7	14550	29990	0.485	1.151	34525
	OCTUBRE	8	23300	30105	0.774	0.979	29461
	NOVIEMBRE	9	30050	30220	0.994	1.068	32289
	DICIEMBRE	10	22650	30334	0.747	0.786	23857
2023	ENERO	11	14250	30449	0.468	0.658	20042
	FEBRERO	12	9950	30564	0.326	0.482	14736
	MARZO	13	32600	30678	1.063	1.119	34333
	ABRIL	14	39200	30793	1.273	1.349	41529
	MAYO	15	41150	30907	1.331	1.250	38628
	JUNIO	16	32950	31022	1.062	0.811	25160
	JULIO	17	36350	31137	1.167	1.120	34888
	AGOSTO	18	29450	31251	0.942	1.226	38313
	SEPTIEMBRE	19	57000	31366	1.817	1.151	36109
	OCTUBRE	20	37250	31480	1.183	0.979	30807
	NOVIEMBRE	21	36100	31595	1.143	1.068	33759
	DICIEMBRE	22	26200	31710	0.826	0.786	24938
2024	ENERO	23	27000	31824	0.848	0.658	20947
	FEBRERO	24	20400	31939	0.639	0.482	15399

ANEXO VIII

Índices de error en la proyección por el método regresión con ajuste estacional.

Tabla 35. Cálculos índices de error en la proyección por regresión con ajuste estacional. (Fuente: Propia)

AÑO	DEMANDA REAL			REGRESIÓN CON AJUSTE ESTACIONAL				
	MES	PERIODO (t)	DEMANDA (A)	PRONÓSTICO REGRESIÓN AJUSTADO	ERROR DE PRONÓSTICO (et)	VALOR ABSOLUTO (et)	(et) ²	VALOR ABSOLUTO (et)/A
2022	MARZO	1	34450	32794	1656	1656	2741445	0.0481
	ABRIL	2	41900	39675	2225	2225	4952404	0.0531
	MAYO	3	34500	36909	-2409	2409	5805503	0.0698
	JUNIO	4	16600	24045	-7445	7445	55422215	0.4485
	JULIO	5	31950	33347	-1397	1397	1952193	0.0437
	AGOSTO	6	45100	36627	8473	8473	71792050	0.1879
	SEPTIEMBRE	7	14550	34525	-19975	19975	399014716	1.3729
	OCTUBRE	8	23300	29461	-6161	6161	37961836	0.2644
	NOVIEMBRE	9	30050	32289	-2239	2239	5014458	0.0745
	DICIEMBRE	10	22650	23857	-1207	1207	1456436	0.0533
2023	ENERO	11	14250	20042	-5792	5792	33542501	0.4064
	FEBRERO	12	9950	14736	-4786	4786	22903711	0.4810
	MARZO	13	32600	34333	-1733	1733	3004818	0.0532
	ABRIL	14	39200	41529	-2329	2329	5426292	0.0594
	MAYO	15	41150	38628	2522	2522	6358817	0.0613
	JUNIO	16	32950	25160	7790	7790	60683542	0.2364
	JULIO	17	36350	34888	1462	1462	2136789	0.0402
	AGOSTO	18	29450	38313	-8863	8863	78553928	0.3010
	SEPTIEMBRE	19	57000	36109	20891	20891	436449879	0.3665
	OCTUBRE	20	37250	30807	6443	6443	41509516	0.1730
	NOVIEMBRE	21	36100	33759	2341	2341	5481262	0.0649
	DICIEMBRE	22	26200	24938	1262	1262	1591494	0.0482
2024	ENERO	23	27000	20947	6053	6053	36640999	0.2242
	FEBRERO	24	20400	15399	5001	5001	25011340	0.2452
				MFE=	74			
				MAD=	5436			
				RMSE=	7487			
				MAPE=	22.40%			

ANEXO IX

Cálculo del pronóstico de demanda para cada producto de la familia BPH.

Tabla 36. Porcentaje histórico y demanda de los productos BPH. (Fuente: Propia)

	Unidades Familia de producto (Plan agregado)	Porcentaje de ventas BPH 20 IZQ	18%	Porcentaje de ventas BPH 20 DER	18%	Porcentaje de ventas BPH 30 IZQ	14%	Porcentaje de ventas BPH 30 DER	14%	Porcentaje de ventas BPH 40 IZQ	8%	Porcentaje de ventas BPH 40 DER	8%	Porcentaje de ventas BPH 30 CH	0.5%	Porcentaje de ventas BPH 40 CH	2.5%	Porcentaje de ventas BPH 01	8.5%	Porcentaje de ventas BPH 41	8.5%
Marzo	41908	7543		7543		5867		5867		3353		3353		210		1048		3562		3562	
Abril	48481	8727		8727		6787		6787		3878		3878		242		1212		4121		4121	
Mayo	50394	9071		9071		7055		7055		4032		4032		252		1260		4283		4283	
Junio	42158	7588		7588		5902		5902		3373		3373		211		1054		3583		3583	
Julio	45544	8198		8198		6376		6376		3644		3644		228		1139		3871		3871	
Agosto	50455	9082		9082		7064		7064		4036		4036		252		1261		4289		4289	
Septiembre	48723	8770		8770		6821		6821		3898		3898		244		1218		4141		4141	
Octubre	42972	7735		7735		6016		6016		3438		3438		215		1074		3653		3653	
Noviembre	45716	8229		8229		6400		6400		3657		3657		229		1143		3886		3886	
Diciembre	37212	6698		6698		5210		5210		2977		2977		186		930		3163		3163	
Enero	33309	5996		5996		4663		4663		2665		2665		167		833		2831		2831	
Febrero	26986	4857		4857		3778		3778		2159		2159		135		675		2294		2294	
Unidades a producir	513858																				

ANEXO X

Plan maestro de producción para cada producto de la familia BPH.

Tabla 37. Planificación maestra para la producción de BPH. (Fuente: Propia)

PLAN MAESTRO DE ENSAMBLE									
Familia BPH									
Tamaño de lote	100	Marzo				Abril			
Semanas		1	2	3	4	5	6	7	8
BPH 20 IZQ	Inventario Inicial	0	15	15	30	45	64	83	2
	Unidades pronosticadas	1885	1885	1885	1885	2181	2181	2181	2181
	Pedidos de clientes	1200	4000						
	Inventario final	15	15	30	45	64	83	2	21
	PMP	1900	4000	1900	1900	2200	2200	2100	2200
BPH 20 DER	Inventario Inicial	0	15	15	30	45	64	83	2
	Unidades pronosticadas	1885	1885	1885	1885	2181	2181	2181	2181
	Pedidos de clientes	1200	4000						
	Inventario final	15	15	30	45	64	83	2	21
	PMP	1900	4000	1900	1900	2200	2200	2100	2200
BPH 30 IZQ	Inventario Inicial	0	33	33	66	100	3	6	9
	Unidades pronosticadas	1467	1467	1467	1467	1697	1697	1697	1697
	Pedidos de clientes	1000	1900						
	Inventario final	33	33	66	100	3	6	9	12
	PMP	1500	1900	1500	1500	1600	1700	1700	1700
BPH 30 DER	Inventario Inicial	0	33	33	66	100	3	6	9
	Unidades pronosticadas	1467	1467	1467	1467	1697	1697	1697	1697
	Pedidos de clientes	1000	1900						
	Inventario final	33	33	66	100	3	6	9	12
	PMP	1500	1900	1500	1500	1600	1700	1700	1700
BPH 40 IZQ	Inventario Inicial	0	0	0	62	24	54	84	15
	Unidades pronosticadas	838	838	838	838	970	970	970	970
	Pedidos de clientes	1000	1100						
	Inventario final	0	0	62	24	54	84	15	45
	PMP	1000	1100	900	800	1000	1000	900	1000
BPH 40 DER	Inventario Inicial	0	0	0	62	24	54	84	15
	Unidades pronosticadas	838	838	838	838	970	970	970	970
	Pedidos de clientes	1000	1100						
	Inventario final	0	0	62	24	54	84	15	45
	PMP	1000	1100	900	800	1000	1000	900	1000
BPH 30 CH	Inventario Inicial	0	48	95	43	90	30	69	9
	Unidades pronosticadas	52	52	52	52	61	61	61	61
	Pedidos de clientes	0	0						
	Inventario final	48	95	43	90	30	69	9	48
	PMP	100	100	0	100	0	100	0	100
BPH 40 CH	Inventario Inicial	0	38	76	14	52	49	46	43
	Unidades pronosticadas	262	262	262	262	303	303	303	303
	Pedidos de clientes	0	0						
	Inventario final	38	76	14	52	49	46	43	40
	PMP	300	300	200	300	300	300	300	300
BPH 01	Inventario Inicial	0	0	9	19	28	98	68	38
	Unidades pronosticadas	891	891	891	891	1030	1030	1030	1030
	Pedidos de clientes	1000	0						
	Inventario final	0	9	19	28	98	68	38	7
	PMP	1000	900	900	900	1100	1000	1000	1000
BPH 41	Inventario Inicial	0	9	19	28	38	8	77	47
	Unidades pronosticadas	891	891	891	891	1030	1030	1030	1030
	Pedidos de clientes	0	0						
	Inventario final	9	19	28	38	8	77	47	17
	PMP	900	900	900	900	1000	1100	1000	1000
TOTAL		48500				48200			

ANEXO XI

Lista de materiales para cada producto de la familia BPH.

Tabla 38. Lista de materiales BPH. (Fuente: Propia)

LISTA DE MATERIALES PARA LOS PRODUCTOS DE LA FAMILIA BPH												
CÓDIGO	CANTIDAD	NIVEL	PRODUCTOS DE LA FAMILIA BPH									
A	1	0	BPH 20 IZQ	BPH 20 DER	BPH 30 IZQ	BPH 30 DER	BPH 40 IZQ	BPH 40 DER	BPH 30 CH	BPH 40 CH	BPH 01	BPH 41
B	1	1	Ensamble CGP	Ensamble CGP	Ensamble CGP	Ensamble CGP	Ensamble CGP	Ensamble CGP	Ensamble CGP	Ensamble CGP	Ensamble CGP	Ensamble CGP
C	1	1	Resorte calibrado	Resorte calibrado	Resorte calibrado	Resorte calibrado	Resorte calibrado	Resorte calibrado	Resorte calibrado	Resorte calibrado	Resorte calibrado	Resorte calibrado
D	1	1	Remache CB1	Remache CB1	Remache CB1	Remache CB1	Remache CB1	Remache CB1	Remache CB1	Remache CB1	Remache CB1	Remache CB1
E	1	2	Cuerpo BPH izquierdo	Cuerpo BPH derecho	Cuerpo BPH izquierdo	Cuerpo BPH derecho	Cuerpo BPH izquierdo TRP	Cuerpo BPH derecho TRP	Cuerpo BPH 2 orejas	Cuerpo BPH 2 orejas TRP	Cuerpo BPH 2 orejas	Cuerpo BPH 2 orejas TRP
F	1	2	Palanca embocinada	Palanca embocinada	Palanca embocinada	Palanca embocinada	Palanca embocinada	Palanca embocinada	Palanca embocinada	Palanca embocinada	Palanca embocinada	Palanca embocinada
G	1	2	Gatillo embocinado	Gatillo embocinado	Gatillo embocinado	Gatillo embocinado	Gatillo embocinado	Gatillo embocinado	Gatillo embocinado	Gatillo embocinado	Gatillo embocinado	Gatillo embocinado
H	2	2	Remache CB2	Remache CB2	Remache CB2	Remache CB2	Remache CB2	Remache CB2	Remache CB2	Remache CB2	Remache CB2	Remache CB2
I	1	2	Portaresorte remachado	Portaresorte remachado	Portaresorte remachado	Portaresorte remachado	Portaresorte remachado	Portaresorte remachado	Portaresorte remachado	Portaresorte remachado	Portaresorte remachado	Portaresorte remachado
J	1	2	Resorte #2	Resorte #2	Resorte #3	Resorte #3	Resorte #4	Resorte #4	Resorte #3	Resorte #4	Resorte #1	Resorte #4
K	1	3	Palanca normal	Palanca normal	Palanca normal	Palanca normal	Palanca normal	Palanca normal	Palanca chile	Palanca chile	Palanca normal	Palanca normal
L	1	3	Gatillo	Gatillo	Gatillo	Gatillo	Gatillo	Gatillo	Gatillo	Gatillo	Gatillo	Gatillo
M	1	3	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro
N	1	3	Portaresorte	Portaresorte	Portaresorte TRP	Portaresorte TRP	Portaresorte	Portaresorte	Portaresorte	Portaresorte	Portaresorte	Portaresorte
O	2	3	Bocín	Bocín	Bocín	Bocín	Bocín	Bocín	Bocín	Bocín	Bocín	Bocín
P	1	3	Remache seguro	Remache seguro	Remache seguro	Remache seguro	Remache seguro	Remache seguro	Remache seguro	Remache seguro	Remache seguro	Remache seguro
Q	1	3	Remache portaresorte	Remache portaresorte	Remache portaresorte	Remache portaresorte	Remache portaresorte	Remache portaresorte	Remache portaresorte	Remache portaresorte	Remache portaresorte	Remache portaresorte
MATERIA PRIMA PLANIFICADA POR ABASTECIMIENTO												

ANEXO XII

Necesidades brutas mensuales para componentes BPH según el plan maestro de producción.

Tabla 39. Necesidades brutas componentes BPH. (Fuente: Propia)

NECESIDADES BRUTAS DE COMPONENTES SEGÚN EL PROGRAMA MAESTRO ENSAMBLE BPH																		
MES	Unidades Familia de producto (Plan agregado)	Cuerpo BPH izquierdo (TRP)	Cuerpo BPH derecho (TRP)	Cuerpo BPH 2 orejas (TRP)	Resorte #1	Resorte #2	Resorte #3	Resorte #4	Palanca Normal	Palanca Chile	Gatillo	Seguro	Porta resorte (TRP)	Bocín	Remache CB2	Remache CB1	Remache seguro	Remache portaresorte
Marzo	41908	19900	19900	8700	3700	19400	13100	12300	47100	1400	48500	48500	48500	97000	97000	48500	48500	48500
Abril	48481	19300	19300	9600	4100	17400	13600	13100	46800	1400	48200	48200	48200	96400	96400	48200	48200	48200
Mayo	50394	20200	20200	10200	4300	18200	14500	13600	49000	1600	50600	50600	50600	101200	101200	50600	50600	50600
Junio	42158	16900	16900	8400	3600	15200	12000	11400	41000	1200	42200	42200	42200	84400	84400	42200	42200	42200
Julio	45544	18300	18300	9200	3900	16400	13000	12500	44400	1400	45800	45800	45800	91600	91600	45800	45800	45800
Agosto	50455	20100	20100	10000	4300	18200	14200	13500	48800	1400	50200	50200	50200	100400	100400	50200	50200	50200
Septiembre	48723	19500	19500	9700	4100	17400	14100	13100	47200	1500	48700	48700	48700	97400	97400	48700	48700	48700
Octubre	42972	17200	17200	8700	3700	15600	12200	11600	41800	1300	43100	43100	43100	86200	86200	43100	43100	43100
Noviembre	45716	18300	18300	9000	3800	16400	13000	12400	44200	1400	45600	45600	45600	91200	91200	45600	45600	45600
Diciembre	37212	14900	14900	7500	3200	13400	10600	10100	36200	1100	37300	37300	37300	74600	74600	37300	37300	37300
Enero	33309	13200	13200	6600	2800	12000	9400	8800	32000	1000	33000	33000	33000	66000	66000	33000	33000	33000
Febrero	26986	10800	10800	5400	2300	9600	7700	7400	26200	800	27000	27000	27000	54000	54000	27000	27000	27000
TOTAL	513858	208600	208600	103000	43800	189200	147400	139800	504700	15500	520200	520200	520200	1040400	1040400	520200	520200	520200

ANEXO XIII

Plan de requerimiento de materiales MRP bisagras BPH.

Tabla 40. Plan de requerimiento de materiales MRP. (Fuente: Propia)

Artículo	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Marzo				Abril			
						1	2	3	4	5	6	7	8
Cuerpo BPH izquierdo (TRP)	1	1	7522	5046	Necesidades brutas	4400	7000	4300	4200	4800	4900	4700	4900
					Recepciones programadas			5500					
					Disponible	3122	5046	6246	2046	5046	146	5046	146
					Necesidades netas	0	8924	0	0	7800	0	9600	0
					Recepcion de orden	0	8924	0	0	7800	0	9600	0
					Lanzamiento de orden	8924	0	0	7800	0	9600	0	10000
Cuerpo BPH derecho (TRP)	1	1	8613	5046	Necesidades brutas	4400	7000	4300	4200	4800	4900	4700	4900
					Recepciones programadas				5500				
					Disponible	4213	5046	746	2046	5046	146	5046	146
					Necesidades netas	0	7833	0	0	7800	0	9600	0
					Recepcion de orden	0	7833	0	0	7800	0	9600	0
					Lanzamiento de orden	7833	0	0	7800	0	9600	0	10000
Cuerpo BPH 2 orejas (TRP)	1	1	1773	2523	Necesidades brutas	2300	2200	2000	2200	2400	2500	2300	2400
					Recepciones programadas	5500							
					Disponible	4973	2773	773	2523	123	2523	223	2523
					Necesidades netas	0	0	0	3950	0	4900	0	4700
					Recepcion de orden	0	0	0	3950	0	4900	0	4700
					Lanzamiento de orden	0	0	3950	0	4900	0	4700	2600
Resorte #1	1	1	3968	1072	Necesidades brutas	1000	900	900	900	1100	1000	1000	1000
					Recepciones programadas								
					Disponible	2968	2068	1168	268	1072	72	1072	72
					Necesidades netas	0	0	0	0	1904	0	2000	0
					Recepcion de orden	0	0	0	0	1904	0	2000	0
					Lanzamiento de orden	0	0	0	1904	0	2000	0	2100
Resorte #2	1	1	7782	4541	Necesidades brutas	3800	8000	3800	3800	4400	4400	4200	4400
					Recepciones programadas			5500					
					Disponible	3982	4541	6241	2441	4541	141	4541	141
					Necesidades netas	0	8559	0	0	6500	0	8600	0
					Recepcion de orden	0	8559	0	0	6500	0	8600	0
					Lanzamiento de orden	8559	0	0	6500	0	8600	0	9000
Resorte #3	1	1	6606	3595	Necesidades brutas	3100	3900	3000	3100	3200	3500	3400	3500
					Recepciones programadas								
					Disponible	3506	3595	595	3595	395	3595	195	3595
					Necesidades netas	0	3989	0	6100	0	6700	0	6900
					Recepcion de orden	0	3989	0	6100	0	6700	0	6900
					Lanzamiento de orden	3989	0	6100	0	6700	0	6900	3700
Resorte #4	1	1	1252	3406	Necesidades brutas	3200	3400	2900	2800	3300	3400	3100	3300
					Recepciones programadas	5500							
					Disponible	3552	152	3406	606	3406	6	3406	106
					Necesidades netas	0	0	6154	0	6100	0	6500	0
					Recepcion de orden	0	0	6154	0	6100	0	6500	0
					Lanzamiento de orden	0	6154	0	6100	0	6500	0	6700
Palanca Normal	1	1	8470	12235	Necesidades brutas	10700	15800	10400	10200	11700	11900	11400	11800
					Recepciones programadas			7500					
					Disponible	12235	12235	9335	12235	535	12235	835	12235
					Necesidades netas	14465	15800	0	13100	0	23600	0	23200
					Recepcion de orden	14465	15800	0	13100	0	23600	0	23200
					Lanzamiento de orden	15800	0	13100	0	23600	0	23200	12400

Palanca Chile	1	1	5000	378	Necesidades brutas	400	400	200	400	300	400	300	400	
					Recepciones programadas									
					Disponibles	4600	4200	4000	3600	3300	2900	2600	2200	
					Necesidades netas	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Recepcion de orden	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gatillo	1	1	14126	12614	Necesidades brutas	11100	16200	10600	10600	12000	12300	11700	12200	
					Recepciones programadas			5500						
					Disponibles	3026	12614	7514	12614	614	12614	914	12614	
					Necesidades netas	0	25788	0	15700	0	24300	0	23900	
					Recepcion de orden	0	25788	0	15700	0	24300	0	23900	
					Lanzamiento de orden	25788	0	15700	0	24300	0	23900	12800	
Seguro	1	1	22250	12614	Necesidades brutas	11100	16200	10600	10600	12000	12300	11700	12200	
					Recepciones programadas				10000					
					Disponibles	11150	12614	2014	1414	12614	314	12614	414	
					Necesidades netas	0	17664	0	0	23200	0	24000	0	
					Recepcion de orden	0	17664	0	0	23200	0	24000	0	
					Lanzamiento de orden	17664	0	0	23200	0	24000	0	25000	
Porta resorte (TRP)	1	1	6000	12614	Necesidades brutas	11100	16200	10600	10600	12000	12300	11700	12200	
					Recepciones programadas	12000								
					Disponibles	6900	12614	2014	12614	614	12614	914	12614	
					Necesidades netas	0	21914	0	21200	0	24300	0	23900	
					Recepcion de orden	0	21914	0	21200	0	24300	0	23900	
					Lanzamiento de orden	21914	0	21200	0	24300	0	23900	12800	
Bocin	2	1	21300	25228	Necesidades brutas	22200	32400	21200	21200	24000	24600	23400	24400	
					Recepciones programadas		25000							
					Disponibles	25228	17828	25228	4028	25228	628	25228	828	
					Necesidades netas	26128	0	28600	0	45200	0	48000	0	
					Recepcion de orden	26128	0	28600	0	45200	0	48000	0	
					Lanzamiento de orden	0	28600	0	45200	0	48000	0	50000	
Remache CB2	2	16	400000	302730	Necesidades brutas	22200	32400	21200	21200	24000	24600	23400	24400	
					Recepciones programadas									
					Disponibles	377800	345400	324200	303000	279000	254400	231000	206600	
					Necesidades netas	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Recepcion de orden	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0	0	0	0	0	
Remache CB1	1	16	200000	151365	Necesidades brutas	11100	16200	10600	10600	12000	12300	11700	12200	
					Recepciones programadas									
					Disponibles	188900	172700	162100	151500	139500	127200	115500	103300	
					Necesidades netas	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Recepcion de orden	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0	0	0	0	0	
Remache seguro	1	16	200000	151365	Necesidades brutas	11100	16200	10600	10600	12000	12300	11700	12200	
					Recepciones programadas									
					Disponibles	188900	172700	162100	151500	139500	127200	115500	103300	
					Necesidades netas	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Recepcion de orden	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0	0	0	0	0	
Remache porta resorte	1	16	200000	151365	Necesidades brutas	11100	16200	10600	10600	12000	12300	11700	12200	
					Recepciones programadas									
					Disponibles	188900	172700	162100	151500	139500	127200	115500	103300	
					Necesidades netas	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Recepcion de orden	0	0	0	0	0	0	0	0	
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0	0	0	0	0	

ANEXO XIV

Ordenes reales del producto BPH ingresadas en los meses de marzo, abril y mayo del 2 024.

Tabla 41. Ordenes reales de producción. (Fuente: Propia)

2024 MES	DEMANDA REAL BISAGRAS PUERTA DE HORNO BPH (UNIDADES)												TOTAL
	MARZO				ABRIL				MAYO				
BPH 20 IZQ	1200	4000	800	300	2300	2800	1300	2100	300	2800	2300	2200	31000
BPH 20 DER	1200	4000	800	300	2300	2800	1300	2100	300	2800	2300	2200	31000
BPH 30 IZQ	1000	1900	1300	1000	800	1300	2800	200	800	2500	1600	400	24800
BPH 30 DER	1000	1900	1300	1000	800	1300	2800	200	800	2500	1600	400	24800
BPH 40 IZQ	1000	1100	900	800	1300	500	800	1100	0	1300	800	1100	12700
BPH 40 DER	1000	1100	900	800	1300	500	800	1100	0	1300	800	1100	12700
BPH 30 CH	0	0	100	0	0	300	0	0	0	0	0	0	400
BPH 40 CH	0	0	300	300	0	300	0	400	0	0	900	0	3500
BPH 01	1000	0	2800	0	0	4800	0	0	4800	0	0	0	14900
BPH 41	0	0	0	1700	0	0	4300	0	0	3800	0	0	14800
TOTAL	36800				44700				41700				170600

ANEXO XV

Producción real del producto BPH en los meses de marzo, abril y mayo del 2 024.

Tabla 42. Producción real de BPH 2 024. (Fuente: Propia)

2024 MES	PRODUCCIÓN REAL BISAGRAS PUERTA DE HORNO BPH (UNIDADES)			
	MARZO	ABRIL	MAYO	TOTAL
BPH 20 IZQ	9000	8300	7000	24300
BPH 20 DER	8500	8500	7300	24300
BPH 30 IZQ	8000	6000	5000	19000
BPH 30 DER	8100	6000	4900	19000
BPH 40 IZQ	6000	4900	1000	11900
BPH 40 DER	5900	4800	1200	11900
BPH 30 CH	1000	500	0	1500
BPH 40 CH	1500	900	600	3000
BPH 01	7000	5000	500	12500
BPH 41	5000	3500	4000	12500
TOTAL	60000	48400	31500	139900

ANEXO XVI

Simulación del plan maestro de producción para el mes de marzo con datos reales de demanda.

Tabla 43. Plan maestro de producción datos reales marzo 2024. (Fuente: Propia)

Tamaño de lote	100	Marzo			
Semanas		1	2	3	4
BPH 20 IZQ	Inventario Inicial	0	15	15	30
	Unidades pronosticadas	1885	1885	1885	1885
	Pedidos de clientes	1200	4000	800	300
	Inventario final	15	15	30	45
	PMP	1900	4000	1900	1900
BPH 20 DER	Inventario Inicial	0	15	15	30
	Unidades pronosticadas	1885	1885	1885	1885
	Pedidos de clientes	1200	4000	800	300
	Inventario final	15	15	30	45
	PMP	1900	4000	1900	1900
BPH 30 IZQ	Inventario Inicial	0	33	33	66
	Unidades pronosticadas	1467	1467	1467	1467
	Pedidos de clientes	1000	1900	1300	1000
	Inventario final	33	33	66	100
	PMP	1500	1900	1500	1500
BPH 30 DER	Inventario Inicial	0	33	33	66
	Unidades pronosticadas	1467	1467	1467	1467
	Pedidos de clientes	1000	1900	1300	1000
	Inventario final	33	33	66	100
	PMP	1500	1900	1500	1500
BPH 40 IZQ	Inventario Inicial	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	838	838	838	838
	Pedidos de clientes	1000	1100	900	800
	Inventario final	0	0	0	62
	PMP	1000	1100	900	900
BPH 40 DER	Inventario Inicial	0	0	0	0
	Unidades pronosticadas	838	838	838	838
	Pedidos de clientes	1000	1100	900	800
	Inventario final	0	0	0	62
	PMP	1000	1100	900	900
BPH 30 CH	Inventario Inicial	0	48	95	95
	Unidades pronosticadas	52	52	52	52
	Pedidos de clientes	0	0	100	0
	Inventario final	48	95	95	43
	PMP	100	100	100	0
BPH 40 CH	Inventario Inicial	0	38	76	76
	Unidades pronosticadas	262	262	262	262
	Pedidos de clientes	0	0	300	300
	Inventario final	38	76	76	76
	PMP	300	300	300	300
BPH 01	Inventario Inicial	0	0	9	9
	Unidades pronosticadas	891	891	891	891
	Pedidos de clientes	1000	0	2800	0
	Inventario final	0	9	9	19
	PMP	1000	900	2800	900
BPH 41	Inventario Inicial	0	9	19	28
	Unidades pronosticadas	891	891	891	891
	Pedidos de clientes	0	0	0	1700
	Inventario final	9	19	28	28
	PMP	900	900	900	1700
TOTAL		51500			

ANEXO XVII

Simulación del plan de requerimiento de materiales MRP para el mes de marzo con datos reales de demanda.

Tabla 44. MRP con datos reales marzo 2 024. (Fuente: Propia)

Artículo	Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Inventario disponible	Stock de seguridad	Conceptos	Marzo			
						1	2	3	4
Cuerpo BPH izquierdo (TRP)	1	1	7522	5046	Necesidades brutas	4400	7000	4300	4300
					Recepciones programadas			5500	
					Disponible	3122	5046	6246	1946
					Necesidades netas	0	8924	0	0
					Recepcion de orden	0	8924	0	0
					Lanzamiento de orden	8924	0	0	8300
Cuerpo BPH derecho (TRP)	1	1	8613	5046	Necesidades brutas	4400	7000	4300	4300
					Recepciones programadas			5500	
					Disponible	4213	5046	746	1946
					Necesidades netas	0	7833	0	0
					Recepcion de orden	0	7833	0	0
					Lanzamiento de orden	7833	0	0	8300
Cuerpo BPH 2 orejas (TRP)	1	1	1773	2523	Necesidades brutas	2300	2200	4100	2900
					Recepciones programadas	5500			
					Disponible	4973	2773	2523	2523
					Necesidades netas	0	0	3850	2900
					Recepcion de orden	0	0	3850	2900
					Lanzamiento de orden	0	3850	2900	2600
Resorte #1	1	1	3968	1072	Necesidades brutas	1000	900	2800	900
					Recepciones programadas				
					Disponible	2968	2068	1072	172
					Necesidades netas	0	0	1804	0
					Recepcion de orden	0	0	1804	0
					Lanzamiento de orden	0	1804	0	2000
Resorte #2	1	1	7782	4541	Necesidades brutas	3800	8000	3800	3800
					Recepciones programadas			5500	
					Disponible	3982	4541	6241	2441
					Necesidades netas	0	8559	0	0
					Recepcion de orden	0	8559	0	0
					Lanzamiento de orden	8559	0	0	6700
Resorte #3	1	1	6606	3595	Necesidades brutas	3100	3900	3100	3000
					Recepciones programadas				
					Disponible	3506	3595	495	3595
					Necesidades netas	0	3989	0	6100
					Recepcion de orden	0	3989	0	6100
					Lanzamiento de orden	3989	0	6100	0
Resorte #4	1	1	1252	3406	Necesidades brutas	3200	3400	3000	3800
					Recepciones programadas	5500			
					Disponible	3552	152	3406	3406
					Necesidades netas	0	0	6254	3800
					Recepcion de orden	0	0	6254	3800
					Lanzamiento de orden	0	6254	3800	4000
Palanca Normal	1	1	8470	12235	Necesidades brutas	10700	15800	12300	11200
					Recepciones programadas			7500	
					Disponible	12235	12235	7435	12235
					Necesidades netas	14465	15800	0	16000
					Recepcion de orden	14465	15800	0	16000
					Lanzamiento de orden	15800	0	16000	12600

Palanca Chile	1	1	5000	378	Necesidades brutas	400	400	400	300
					Recepciones programadas				
					Disponible	4600	4200	3800	3500
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepcion de orden	0	0	0	0
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0
Gatillo	1	1	14126	12614	Necesidades brutas	11100	16200	12700	11500
					Recepciones programadas			5500	
					Disponible	3026	12614	5414	12614
					Necesidades netas	0	25788	0	18700
					Recepcion de orden	0	25788	0	18700
					Lanzamiento de orden	25788	0	18700	13000
Seguro	1	1	22250	12614	Necesidades brutas	11100	16200	12700	11500
					Recepciones programadas				10000
					Disponible	11150	12614	12614	11114
					Necesidades netas	0	17664	12700	0
					Recepcion de orden	0	17664	12700	0
					Lanzamiento de orden	17664	12700	0	14500
Portaresorte (TRP)	1	1	6000	12614	Necesidades brutas	11100	16200	12700	11500
					Recepciones programadas	12000			
					Disponible	6900	12614	12614	1114
					Necesidades netas	0	21914	12700	0
					Recepcion de orden	0	21914	12700	0
					Lanzamiento de orden	21914	12700	0	24500
Bocin	2	1	21300	25228	Necesidades brutas	22200	32400	25400	23000
					Recepciones programadas		25000		
					Disponible	25228	17828	25228	2228
					Necesidades netas	26128	0	32800	0
					Recepcion de orden	26128	0	32800	0
					Lanzamiento de orden	0	32800	0	49000
Remache CB2	2	16	400000	302730	Necesidades brutas	22200	32400	25400	23000
					Recepciones programadas				
					Disponible	377800	345400	320000	297000
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepcion de orden	0	0	0	0
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0
Remache CB1	1	16	200000	151365	Necesidades brutas	11100	16200	12700	11500
					Recepciones programadas				
					Disponible	188900	172700	160000	148500
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepcion de orden	0	0	0	0
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0
Remache seguro	1	16	200000	151365	Necesidades brutas	11100	16200	12700	11500
					Recepciones programadas				
					Disponible	188900	172700	160000	148500
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepcion de orden	0	0	0	0
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0
Remache portaresorte	1	16	200000	151365	Necesidades brutas	11100	16200	12700	11500
					Recepciones programadas				
					Disponible	188900	172700	160000	148500
					Necesidades netas	0	0	0	0
					Recepcion de orden	0	0	0	0
					Lanzamiento de orden	0	0	0	0

ORDEN DE EMPASTADO