

SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL PARA OROZCO
FIGUEROA ORFI S.A.S. S.A.S EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN
METALMECÁNICA FUSIÓN CAUCHO Y METAL

JOSÉ DAVID BECERRA VANEGAS
LAURA MARIA PÉREZ HERRERA

UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.

2015

SISTEMA DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL PARA OROZCO
FIGUEROA ORFI S.A.S.S.A.S. EN LA LINEA DE PRODUCCIÓN
METALMECÁNICA FUSIÓN CAUCHO Y METAL

JOSÉ DAVID BECERRA VANEGAS CÓDIGO 062052553

LAURA MARIA PÉREZ HERRERA CÓDIGO 062093006

DIRECTOR DEL PROYECTO.

INGENIERO ORLANDO DE ANTONIO SUAREZ

UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

BOGOTA D.C.

2015

Nota de aceptación:

“El trabajo de grado titulado: Sistema de planeación, programación y control para OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S.S.A.S. en la línea de producción metalmeccánica, fusión caucho y metal realizado por los estudiantes José David Becerra Vanegas y Laura María Pérez Herrera con códigos 062052563 y 062091006 respectivamente, cumple con todos los requisitos legales exigidos por la Universidad Libre para optar al título de Ingeniero Industrial.”

X

Orlando de Antonio
Director de proyecto

X

Jurado 1

X

Jurado 2

Bogotá D.C., _____ de 2015

TEXTO DE AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todas las personas que directa o indirectamente aportaron al desarrollo del presente trabajo de grado brindándonos su conocimiento y experiencia, especialmente a los funcionarios y directivos de OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S. quienes nos brindaron la oportunidad de llevar a cabo la investigación en sus instalaciones y nos aportaron los recursos necesarios para ello.

Al ingeniero Orlando de Antonio director del proyecto y demás docentes de la Universidad Libre, por su disposición y asesoría en pro del desarrollo integral del presente proyecto de grado.

RESUMEN

El presente trabajo contiene el sistema de planeación, programación y control que se elaboró para la empresa OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S. en su línea de producción metalmecánica, fusión caucho y metal, y el cual tiene la finalidad de ofrecer una alternativa que permita mejorar los tiempos de producción y entrega del producto, recuperando de esta manera, el segmento de mercado que se ha perdido por los inconvenientes presentados en los últimos años.

Para llevar a cabo el diagnóstico se realizó un estudio de los procesos de la línea metalmecánica, fusión caucho y metal a través de entrevistas realizadas al personal directivo y operativo de la empresa, cuyo resultado arrojó las fortalezas y debilidades del proceso productivo. Posteriormente se estructuró el modelo de planeación a través del mejoramiento del plan maestro de producción y el plan de requerimiento de materiales, con el objeto de definir las cantidades a producir, establecer los costos de la operación, el stock de materias primas y hacer un uso eficiente de la capacidad de planta.

Seguido a esto se propuso un sistema de balanceo de línea, que permitiera asignar una secuencia al proceso, obteniendo un mejor control de las operaciones, fechas de ejecución y programación de materias primas; con el propósito de eliminar aquellas debilidades que se encontraron en el diagnóstico inicial.

Finalmente se propuso un sistema de control, cuyo objetivo es hacer el seguimiento documental y de indicadores de gestión del método seleccionado.

Palabras clave: Planeación, diagnóstico, control, producción, proceso.

ABSTRACT

This work contains the system planning, scheduling and control that was developed for the company OROZCO FIGUEROA ORFI SAS in their line mechanic production melting rubber and metal, and which aims to offer an alternative that improves production times and product delivery, thereby recovering, the market segment that has been lost for the inconvenience presented in recent years.

To perform the diagnostic study of the processes of metalworking line, rubber and metal melting through interviews with the managers and operational staff of the company, the result showed the strengths and weaknesses of the production process was conducted. The planning model is subsequently structured by improving the master production plan and material requirements plan, in order to define the quantities to produce, to establish the costs of the operation, the stock of raw materials and make use efficient plant capacity.

Following this one line balancing system, that would assign a sequence to process, obtaining a better control of operations, and program execution dates set of raw materials; in order to eliminate those weaknesses were found in the initial diagnosis.

Finally a control system, which aims to make the documentary and management indicators selected monitoring method was proposed.

Keywords: Planning, diagnosis, control, production, process.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|----|
| TEXTO DE AGRADECIMIENTO | 4 |
| RESUMEN..... | 5 |
| ABSTRACT..... | 6 |
| INDICE DE ANEXOS..... | 13 |
| INTRODUCCIÓN | 14 |
| JUSTIFICACIÓN..... | 15 |
| CAPITULO 1 | 16 |
| 1 PROBLEMA | 16 |
| 1.1 Descripción del problema | 16 |
| 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA | 18 |
| 1.3 OBJETIVO GENERAL..... | 18 |
| 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 18 |
| 1.5 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA | 19 |
| 1.6 MARCO REFERENCIAL | 20 |
| 1.6.1 Presentación de la empresa y sector al que pertenece..... | 20 |
| 1.7 ANTECEDENTES | 20 |
| 1.8 METODOLOGÍA..... | 25 |
| 1.8.1 Investigación Cuantitativa. | 25 |
| 1.8.2 Investigación Cualitativa..... | 25 |
| 1.8.3 CUADRO METODOLÓGICO | 26 |
| 1.9 MARCO TEÓRICO | 28 |
| 1.9.1 Sistemas de producción. | 28 |
| 1.9.2 Capacidad de planta. | 30 |
| 1.9.3 Estudio de tiempos y movimientos. | 31 |
| 1.9.4 Balanceo de línea..... | 32 |
| 1.9.5 Planeación y control de la producción..... | 34 |
| 1.9.6 Indicadores de gestión. | 37 |

| | |
|--|----|
| 1.9.7 Plan agregado..... | 38 |
| 1.9.8 Plan maestro de producción..... | 39 |
| 1.9.9 Pronósticos..... | 44 |
| 1.9.10 Control de la producción..... | 46 |
| 1.10 MARCO CONCEPTUAL..... | 48 |
| CAPITULO 2..... | 50 |
| 2 ANALISIS DEL PROCESO..... | 50 |
| 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO..... | 50 |
| 2.1.1 Compra y mezcla de químicos..... | 50 |
| 2.1.2 Corte y mecanizado..... | 52 |
| 2.1.3 Elaboración cajera..... | 53 |
| 2.1.4 Elaboración Bocín..... | 54 |
| 2.1.5 Granalla..... | 55 |
| 2.1.6 Elaboración herraje interno del chopo..... | 55 |
| 2.1.7 Ensamble..... | 56 |
| 2.1.8 Vulcanizado..... | 57 |
| 2.1.9 Acabado producto..... | 58 |
| 2.1.10 Distribución de planta..... | 60 |
| 2.2 DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS DE LA LÍNEA METALMECÁNICA FUSIÓN CAUCHO Y METAL..... | 61 |
| 2.2.1 Encuestas..... | 61 |
| 2.3 ESTRUCTURACIÓN DEL MODELO DE PLANEACIÓN..... | 63 |
| 2.3.1 Pronósticos..... | 63 |
| 2.3.2 Promedio móvil..... | 65 |
| 2.3.3 Método de suavización exponencial..... | 67 |
| 2.3.4 Método Holt..... | 69 |
| 2.3.5 Método Winter..... | 72 |
| 2.3.6 Planeación de la producción..... | 75 |
| 2.3.7 Capacidad teórica de la planta..... | 75 |
| 2.3.8 Capacidad instalada..... | 77 |

| | |
|--|-----|
| 2.3.9 Planeación agregada | 79 |
| 2.3.10 Plan de requerimiento de materiales..... | 80 |
| 2.3.11 Plan Maestro de Producción | 82 |
| 2.4 BALANCEO DE LÍNEA..... | 83 |
| 2.5 CONTROL..... | 86 |
| 2.5.1 Compra y recibo de materiales..... | 86 |
| 2.5.2 Programación de actividades personal. | 87 |
| 2.5.3 Control de calidad. | 88 |
| 2.5.4 Control de Inventarios. | 89 |
| 2.5.5 Control de maquinaria. | 90 |
| 2.5.6 Control de entrega de producto..... | 91 |
| 2.6 INDICADORES DE GESTION..... | 93 |
| 2.7 VIABILIDAD ECONOMICA..... | 100 |
| 2.7.1 Inversión..... | 100 |
| CONCLUSIONES | 103 |
| RECOMENDACIONES..... | 104 |
| BIBLIOGRAFIA..... | 105 |
| CIBERGRAFÍA..... | 107 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1: Cuadro metodológico | 26 |
| Tabla 2. Cálculo del promedio móvil | 66 |
| Tabla 3. Datos para calculo Suavización Exponencial..... | 68 |
| Tabla 4. Cálculo método Holt..... | 71 |
| Tabla 5. Método Winter..... | 73 |
| Tabla 6. Pronóstico método Winters | 74 |
| Tabla 7. Capacidad teórica | 76 |
| Tabla 8. Calculo capacidad instalada | 77 |
| Tabla 9. Capacidad instalada..... | 78 |
| Tabla 10. Plan de requerimientos | 81 |
| Tabla 11. Plan maestro de producción | 82 |
| Tabla 12. Tareas precedentes de cada estación | 84 |
| Tabla 13. Eficiencia actual de la línea..... | 85 |
| Tabla 14. Propuesta balanceo de línea | 85 |
| Tabla 15. Listado formatos control de calidad. | 92 |
| Tabla 16. Características indicador..... | 93 |
| Tabla 17. Formulas indicadores de gestión. | 94 |
| Tabla 18. Indicadores de productividad y tiempos de producción..... | 95 |
| Tabla 19. Indicadores de tiempo de entrega y satisfacción del cliente. | 96 |
| Tabla 20. Indicadores disponibilidad de equipos y costos de producción..... | 97 |
| Tabla 21. Indicadores Horas hombre y rentabilidad producto..... | 98 |
| Tabla 22. Indicador del punto de equilibrio. | 99 |
| Tabla 23. Detalle inversión | 100 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|------------------------------|----|
| Cuadro 1. Antecedentes | 21 |
|------------------------------|----|

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1: Unidades vendidas en la línea metalmecánica por año | 16 |
| Gráfico 2: Principales causas..... | 17 |
| Gráfico 3: Información contenida en un programa MRP | 41 |
| Gráfico 4. Bala de caucho..... | 51 |
| Gráfico 5. Diagrama de recorrido mezcla de químicos | 51 |
| Gráfico 6. Placas chopo..... | 52 |
| Gráfico 7. Discos Chopo..... | 53 |
| Gráfico 8. Diagrama recorrido corte y mecanizado..... | 54 |
| Gráfico 9. Diagrama de recorrido proceso de ensamble..... | 56 |
| Gráfico 10. Diagrama de recorrido vulcanizado | 58 |
| Gráfico 11. Chopo terminado..... | 59 |
| Gráfico 12. Diagrama de proceso | 59 |
| Gráfico 13. Ventas Chopo 2012 – 2013..... | 64 |
| Gráfico 14. Método promedio móvil - Demanda Vs. Pronóstico..... | 67 |
| Gráfico 15. Suavización Exponencial - Demanda Vs. Pronóstico | 69 |
| Gráfico 16. Demanda VS pronostico..... | 71 |
| Gráfico 17. Método Winter – Demanda Vs. Pronóstico..... | 74 |
| Gráfico 18. Pronostico para seis meses | 75 |
| Gráfico 17. Composición Chopo | 81 |
| Gráfico 18. Diagrama precedencias..... | 83 |
| Gráfico 19. Cálculo del tiempo de ciclo..... | 84 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|-----|
| Ilustración 2. Campos formato solicitud compra. | 86 |
| Ilustración 3. Campos formato recibo de materiales. | 87 |
| Ilustración 4. Encabezado formato programación trabajadores. | 88 |
| Ilustración 5. Encabezado formato control semanal producto. | 89 |
| Ilustración 6. Encabezado formato control inventario. | 90 |
| Ilustración 7. Encabezado formato inspección maquinaria. | 91 |
| Ilustración 8. Encabezado formato entrega producto..... | 91 |
| Ilustración 9. Flujo de caja. | 101 |
| Ilustración 10. Calculo Valor presente neto (VPN)..... | 102 |
| Ilustración 11. Calculo Tasa interna de retorno (TIR) y Relación beneficio costo | 102 |
| Ilustración 12. Troqueladora. | 110 |
| Ilustración 13. Fresadora | 111 |
| Ilustración 14. Torno. | 112 |
| Ilustración 15. Equipo soldadura..... | 113 |
| Ilustración 16. Prensa Hidráulica. | 114 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo A. MAQUINARIA UTILIZADA EN EL PROCESO | 110 |
| Anexo B. PLANO PRIMER PISO..... | 115 |
| Anexo C. PLANO SEGUNDO PISO | 116 |
| Anexo D. ENCUESTAS | 117 |
| Anexo E. Cálculo promedio móvil | 126 |
| Anexo F. Cálculo Suavización Exponencial..... | 127 |
| Anexo G. Cálculo método Holt..... | 128 |
| Anexo H. Cálculo método Winter | 129 |
| Anexo I. CUELLOS DE BOTELLA..... | 130 |
| Anexo J. FORMATO COMPRA DE MATERIALES..... | 133 |
| Anexo K. FORMATO RECIBO DE MATERIALES | 134 |
| Anexo L. PROGRAMACION ACTIVIDADES PERSONAL..... | 135 |
| Anexo M. FORMATO CONTROL DE CALIDAD | 136 |
| Anexo N. FORMATO CONTROL INVENTARIOS..... | 137 |
| Anexo O. FORMATO INSPECCIÓN MAQUINARIA | 138 |
| Anexo P. FORMATO ENTREGA DE PRODUCTO..... | 139 |
| Anexo Q. FLUJO DE CAJA PROYECTADO | 140 |
| Anexo R. DETALLE VENTAS Y COSTOS | 141 |
| Anexo S. CALCULO VALOR PRESENTE NETO, TASA INTERNA DE RETORNO Y RELACION BENEFICIO-COSTO..... | 143 |

INTRODUCCIÓN

Colombia es un país que se encuentra en crecimiento, es por esta razón que se ha venido incrementado con el tiempo la demanda de numerosos productos, sin embargo para ORFI S.A.S. se han presentado números inconvenientes para cumplir con la demanda de sus productos, lo que generó una mala imagen ante sus clientes y pérdidas significativas en los últimos años.

El presente trabajo abarca la investigación realizada en la empresa ORFI S.A.S, donde se identificaron a través de un diagnóstico aquellas variables que incidieron en la disminución de las ventas, y a partir de las cuales se analizaron diferentes factores, para los cuales se aplicaron herramientas de ingeniería con las que se llegó a definir el modelo de producción que más se adaptara a las condiciones de la empresa y a su vez la favoreciera, involucrando elementos de calidad que permitieran controlar el proceso de producción en cada una de sus partes; por otro lado se procedió con la elaboración de indicadores de gestión que soportaran y midieran la efectividad del modelo planteado. Finalmente se procedió con la elaboración de una propuesta de viabilidad económica la cual abarcó la totalidad de los aspectos del proceso de producción arrojando resultados beneficiosos para ORFI S.A.S con la implementación del modelo propuesto.

Esta investigación pretende aportar procesos de mejora encaminados a reducir los costos, disminuir los tiempos de producción e incrementar el control de calidad, los cuales le permitan a ORFI S.A.S. implementar los modelos de producción propuestos, para que en un corto plazo se vea beneficiado tanto económica como productivamente, convirtiéndose en una empresa pionera por su reconocida calidad.

JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo se encuentra encaminado a resolver las principales causas que generan retrasos en la línea de producción metalmeccánica fusión caucho y metalde OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S, las cuales afectaron sus índices de producción a lo largo de los últimos años.

Por lo anterior se establecieron métodos de producción que se adaptaran a las necesidades de la empresa, y los cuales se encuentran basados en información que se recolectó de directivos, clientes y empleados durante la investigación.

Es importante resaltar que los métodos propuestos le brindaran a la empresa, una mayor oportunidad de conocer y controlar sus procesos, aplicándolos a otras líneas de la empresa y generando beneficios económicos al poder cumplir con la demanda en los tiempos establecidos y siendo este el punto de partida para estandarizar y ampliar sus técnicas de producción y finalmente poder estudiar a largo plazo la posibilidad de crear nuevas líneas de negocio como la de mantenimiento.

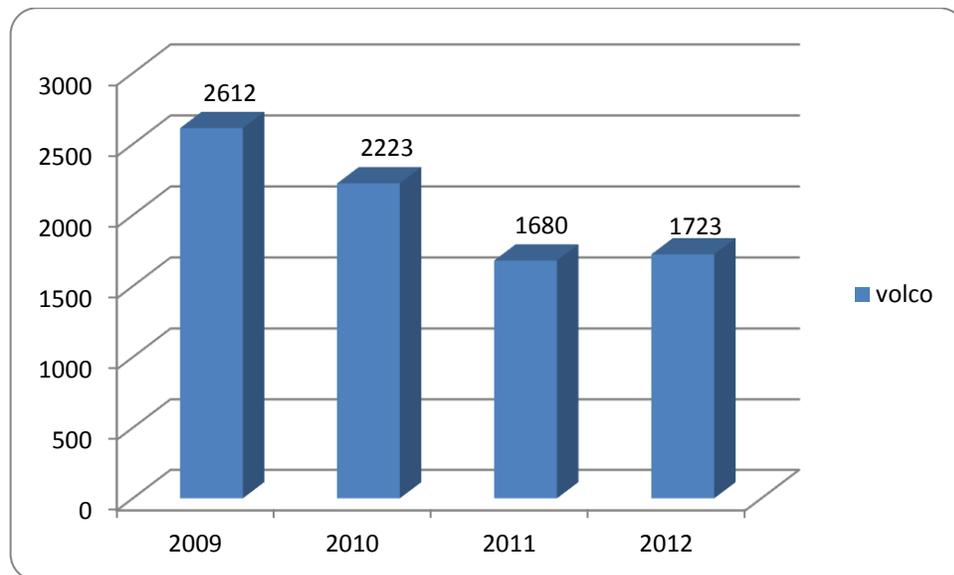
CAPITULO 1

1 PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

A lo largo de los últimos años la empresa OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S.S.A.S. ha presentado una disminución sustancial en los niveles de producción de su línea metalmecánica, fusión caucho y metal¹(ver gráfico 1), en su producto el soporte para suspensión del volco², lo que se traduce en un decrecimiento de los ingresos percibidos.

Gráfico 1: Unidades vendidas en la línea metalmecánica por año



Fuente: Información suministrada por los directivos de Orozco Figueroa ORFI S.A.S

La reducción en los niveles de producción, es causada por un manejo inadecuado de los procesos de planeación y control, lo que se traduce en retrasos al

¹ Se define a la industria metalmecánica como las empresas dedicadas a actividades manufactureras que utilizan en cualquier porcentaje productos de la siderurgia y/o sus derivados.

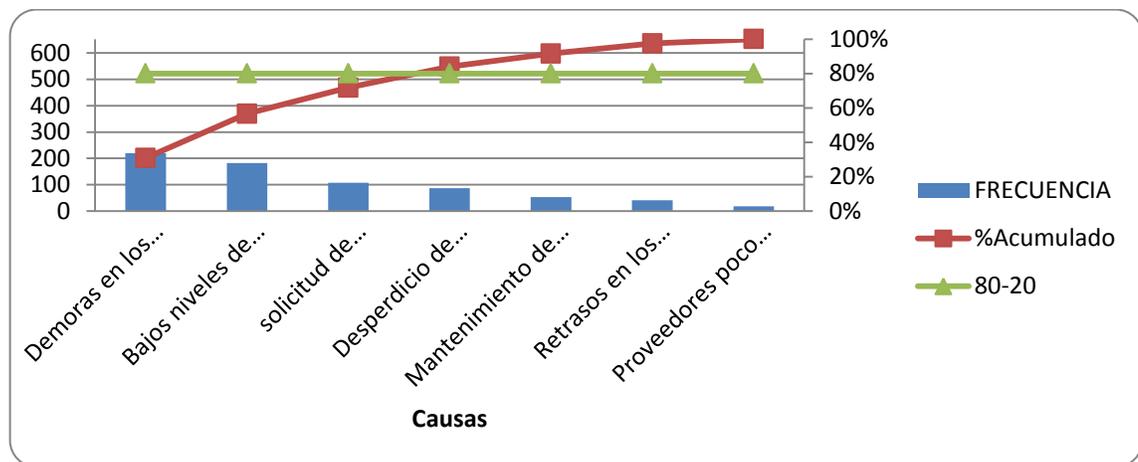
² Parte posterior de las volquetas donde se transporta el material.

momento de entregar el producto final, pues existen bajos niveles de inventario, no se cuenta con un stock de seguridad, los pedidos se realizan por intuición y los proveedores de la empresa suelen tener tiempos de entrega muy largos.

Por otro lado existe una baja ocupación horas máquina dentro de la línea, causando cuellos de botella en las cuatro estaciones de trabajo, no se realiza mantenimiento preventivo de la maquinaria, ocasionando atrasos en la línea y debido al desperdicio de materias primas causados por el cálculo erróneo de las cantidades a utilizar, se realizan pedidos de diferentes tamaños para compensar el desfase, generando como consecuencia costos más altos por este concepto (Ver gráfico 2).

Se determina con base a lo anterior, que OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S.S.A.S no ejecuta correctamente sus procesos de planeación y programación de producción para la línea metalmecánica, fusión caucho y metal, para lo cual se hace fundamental evaluar el modelo actual y ajustarlo según metodologías que se adecúen a las necesidades de la empresa.

Gráfico 2: Principales causas



Fuente: Autores, (2012)

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿A través de qué metodología se podría obtener un mejor funcionamiento productivo de la línea metalmecánica fusión caucho y metal de OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S., y que a su vez esta permita el aprovechamiento máximo de su capacidad?

1.3 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un sistema de planeación, programación y control en la línea metalmecánica, fusión caucho y metal de OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S., con el fin de lograr el aprovechamiento máximo de su capacidad.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un Diagnóstico de los procesos en la línea metalmecánica fusión caucho y metal.
- Estructurar el modelo de planeación para la línea metalmecánica fusión caucho y metal de OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S., a través del mejoramiento del plan maestro de producción (MPS) y el plan de requisición de materiales (MRP).
- Proponer una metodología de balanceo para la línea metalmecánica, fusión caucho y metal de OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S.
- Validar la viabilidad económica de la propuesta del sistema de planeación, programación y control de OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S. en la línea metalmecánica, fusión caucho y metal.

1.5 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El presente proyecto se llevó a cabo en la línea metalmecánica fusión caucho y metal de OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S., empresa dedicada a la producción de autopartes para el sector minero principalmente, se encuentra ubicada en la carrera 70 # 31 – 36 sur del barrio Nueva Marsella (ver Figura 1), en la ciudad de Bogotá, su desarrollo tardó 11 meses y para este proyecto se utilizó la metodología establecida dentro del marco de los sistemas de planeación y programación.

Figura 1. Mapa ubicación de ORFI S.A.S.



Fuente. Mapa de localización de Orozco Figueroa ORFI S.A.S –información tomada de Google Earth. Consultado en Mayo de 2014.

1.6 MARCO REFERENCIAL

1.6.1 Presentación de la empresa y sector al que pertenece.

OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S. es una empresa dedicada a la fabricación de piezas en caucho, caucho metal, para la industria autopartista, aeronáutica, civil, agrícola, ferroviaria, petrolera y minera, cuya planta industrial cuenta con una superficie de 8.072,93 pies cuadrados ubicada en Bogotá, Colombia. Cuenta con un destacado sector de troquelería y moldería propia con el cual produce partes en caucho, caucho-metal para el mercado de reposición.

1.7 ANTECEDENTES

En Colombia se presentan grandes oportunidades de crecimiento en la industria, es por esta razón que muchas empresas han visto la necesidad de mejorar sus sistemas productivos a través de la planeación, programación y producción con el fin de cumplir con los pedidos de los clientes, manejar bajas cantidades de inventario y optimizar sus operaciones (Ver cuadro 1).

A continuación se darán a conocer algunos proyectos los cuales se desarrollaron enfocados en el mejoramiento de la productividad de las empresas a partir de la planeación, programación y control y las cuales se relacionan con nuestro trabajo de grado, el objetivo es mostrar los resultados obtenidos en cada uno en estas investigaciones con el fin de tener un enfoque claro en nuestra investigación:

Cuadro 1. Antecedentes

| UNIVERSIDAD | TITULO TESIS | OBJETIVO GENERAL | RESULTADOS OBTENIDOS |
|----------------------------------|--|--|---|
| Pontificia Universidad Javeriana | "Propuesta para el mejoramiento de la producción en alimentos SAS s.a. a través de la estructuración de un modelo de planeación, programación y control de la producción" ³ | Desarrollar y proponer un sistema de planeación, programación y control de la producción para la empresa Alimentos SAS S.A. a través del seguimiento de las variables que inciden en los costos, en la calidad y en la atención oportuna de los clientes de manera que se refleje en una disminución de los costos de producción y almacenamiento. | Se encontraron las falencias en los procesos internos de Alimentos SAS. Los cuales fueron objeto de estudio y para los que se desarrollaron procesos que le permiten a la compañía establecer de manera adecuada el manejo de costos, el control de inventarios de materia prima y de producto terminado, y que a la vez van a tener influencia en la calidad del producto final. |
| | | | Con la propuesta del plan agregado de producción se identificó un superávit de 16 colaboradores, para poder abastecer la demanda pronosticada la empresa necesitará solo 34 empleados, siendo esto un ahorro mensual en sus costos por \$ 9.000.000 aproximadamente |
| | | | Como recomendación se propone darle continuidad al proyecto teniendo en cuenta la información fruto de la investigación propuesta. |

³Revollo Gaviria, Ignacio. Suarez Alonso, Juan Diego, Propuesta para el mejoramiento de la producción en alimentos SAS S.A. a través de la estructuración de un modelo de planeación, programación y control de la producción, Documento disponible en: www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis263.pdf, consultado el 8 de Agosto de 2012

Cuadro 1. Antecedentes (continuación)

| UNIVERSIDAD | TITULO TESIS | OBJETIVO GENERAL | RESULTADOS OBTENIDOS |
|----------------------------------|---|---|---|
| Pontificia Universidad Javeriana | "Modelo de planeación de la producción para colchones El Dorado" ⁴ | Proponer, diseñar y evaluar un sistema de administración de la producción para el proceso de fabricación de Colchones El Dorado | Con este trabajo se logra un ahorro mensual de \$ 587.464 por concepto de la eliminación de la operación de filetear remates, que anualmente corresponde a \$7'049.569. |
| | | | Se logran reducciones de lote que se ven reflejados en disminución de tiempos de espera totales de 129 minutos. Lo que a su vez representa una |
| | | | Producción diaria adicional de 2 colchones diarios y 44 colchones mensuales, lo que representaría ingresos mensuales adicionales por \$66'000.000 aproximadamente. |
| | | | Se estableció un modelo simple y con datos confiables para la planeación de la producción de Colchones Eldorado que sirve como referencia para la Toma de decisiones de producción y logística. |

⁴Ippolito, Daniel. Malpica, Francisco. Modelo de planeación para la producción para colchones El Dorado. Documento disponible en: www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis322.pdf, consultado el 8 de Agosto de 2012

Cuadro 1. Antecedentes (continuación)

| UNIVERSIDAD | TITULO TESIS | OBJETIVO GENERAL | RESULTADOS OBTENIDOS |
|---------------------------------|--|---|--|
| <p>Universidad de los Andes</p> | <p>“Modelo de planeación de la demanda en su alineación con el abastecimiento”⁵</p> | <p>Usar prácticas de planeación en cadena de abastecimientos para proponer un proceso modelo que permita a las pymes mejorar la exactitud de los pronósticos de la demanda con los planes futuros de abastecimiento</p> | <p>Una óptima planeación de la demanda es un aspecto clave de éxito para cualquier empresa, pues en este desencadena todos los procesos relacionados con planeación de inventarios, presupuestos, metas comerciales, operaciones y financiera.</p> |
| | | | <p>El presente trabajo brindará a las pymes herramientas a nivel de procesos de que facilitarán la planeación de demanda, alineación de demanda abastecimiento y les da una introducción importante en cómo generar pronósticos y definir políticas de inventarios, lo cual les permitirá ganar competitividad.</p> |
| | | | <p>Los resultados del presente trabajo serán de gran utilidad para las pymes, pues les permitirá incorporar prácticas de clase mundial sin necesidad de invertir en costosas consultorías e implementación de software en una primera instancia y les dará un norte en aspectos claves de planeación en la cadena de abastecimiento.</p> |

⁵Bello, Jaime, Botero, Mario, Modelo de planeación de la demanda en su alineación con el abastecimiento, Documento disponible https://biblioteca.uniandes.edu.co/visor_de_tesis/web/, consultado el 1 de Agosto de 2012

Cuadro 1. Antecedentes (continuación)

| UNIVERSIDAD | TITULO TESIS | OBJETIVO GENERAL | RESULTADOS OBTENIDOS |
|----------------------------------|---|--|--|
| Pontificia Universidad Javeriana | "Diseño de un plan de producción y distribución en planta para una empresa del sector de fabricación de productos de plástico" ⁶ | Elaborar el diseño de un plan de producción y distribución en planta para una empresa del sector de fabricación de productos de plástico | Para el control del programa de mantenimiento, se creó un formato en el cual registra los mantenimientos preventivos y correctivos realizados en fechas determinadas, ya que esta información permite programar los mantenimientos posteriores, y a la vez, es la base para establecer planes de mantenimiento predictivo, que finalmente ayudarán a evitar demoras en el procesos por fallas de las máquinas. |
| | | | Con las estrategias de liberación de espacio se logra una disminución de recorridos del 12 % |

De acuerdo a los resultados obtenidos en investigaciones similares se concluye que estos sistemas propuestos traen resultados positivos para las empresas que son objeto de investigación, pues permiten que tengan un mejor manejo de sus líneas productivas, crean oportunidades de desarrollo para las mismas, hay mayor control sobre la producción, un mejor manejo de sus inventarios y proyectan ganancias económicas significativas. El presente proyecto abarcó dos tipos de investigación una de tipo cualitativa y otra cuantitativa, esto con el fin de recolectar los datos necesarios que contribuyeran al desarrollo de los objetivos planteados.

⁶Manrique Ariza, Darlene Andrea. Diseño de un plan de producción y distribución en planta para una empresa del sector de fabricación de productos de plástico, documento disponible en: www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis257.pdf, consultado el 8 de Agosto

1.8 METODOLOGÍA

1.8.1 Investigación Cuantitativa.

Se realizó la recolección de datos, los cuales fueron suministrados por ORFI S.A.S. para analizar las diferentes variables que intervienen en la fabricación del Chopo, y que proporcionarían la información necesaria de los procesos.

1.8.2 Investigación Cualitativa.

Se programaron inicialmente encuestas, sin embargo al tener únicamente dos clientes y cuatro distribuidores, se llevaron a cabo entrevistas cuyo objetivo era detectar aquellas falencias en las diferentes partes de la línea de producción.

Por otro lado se efectuó la observación del proceso donde se pudieron tomar los tiempos, detectar y evidenciar las fallas que no habían sido evidenciadas en las encuestas y los datos proporcionados por la empresa para la investigación.

Teniendo en cuenta lo anterior se establece que la investigación es de tipo mixto ya que involucra elementos de tipo cuantitativo y cualitativo.

1.8.3 CUADRO METODOLÓGICO

Tabla 1: Cuadro metodológico

| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | ACTIVIDADES | METODOLOGÍA | TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS |
|--|---|--|---|
| Elaborar un Diagnóstico de los procesos de la línea metalmeccánica fusión caucho y metal | Realizar un análisis de las actividades | Observación del proceso | Observación |
| | | Elaborar diagramas de proceso | Observación y datos recopilados |
| | | Realizar un análisis de la capacidad instalada | Datos recopilados |
| | Determinar tiempos | Observación de las estaciones de trabajo. | Observación |
| | Determinar costos | Recolectar información del área financiera | Datos recopilados |
| Estructurar el modelo de planeación para la línea metalmeccánica fusión caucho y metal de OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S. a través del mejoramiento del plan maestro de producción (MPS) y el plan de requisición de materiales (MRP). | Realizar pronósticos de la demanda | Recolectar datos estadísticos y observación del proceso | Observación y datos recopilados |
| | Realizar el plan de requerimiento de materiales | Observación del proceso e información recopilada | Datos recopilados |
| | Realizar el plan maestro de producción | Modificación de la información recolectada ajustándola a las necesidades de ORFI | Datos recopilados |
| Proponer una metodología de balanceo para la línea metalmeccánica fusión caucho y metal de OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S. | Asignar una secuencia al proceso | Establecer el orden de cada estación de trabajo según balanceo de línea | Datos recopilados |

| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | ACTIVIDADES | METODOLOGÍA | TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS |
|---|---|--|---|
| | Establecer tiempos mínimos | Resultados obtenidos del balanceo de línea | Datos recopilados |
| Validar la viabilidad económica de la propuesta del sistema de planeación, programación y control de OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S. en la línea metalmecánica fusión caucho y metal. | Realizar el estudio de viabilidad económica | Evaluarlo por medio de indicadores como: el valor presente neto (VPN) y la tasa interna de retorno | información financiera de ORFI S.A.S Observación |

Fuente. Autores.

1.9 MARCO TEÓRICO

1.9.1 Sistemas de producción.

Un sistema de producción consiste en la manera en que las entradas (ya sean bienes y/o servicios) se transforman en salidas deseadas para un consumidor final, la relación entre estas entradas y salidas se conoce como la eficiencia del sistema⁷. El sistema de gestión de la producción asegura una correcta coordinación de las operaciones que en él intervienen y de igual manera que el diseño y las características obtenidas en el producto cumplan con las expectativas, para lo cual podríamos identificar los siguientes tipos de sistemas de producción:

1.9.1.1 Producción por trabajos o bajo pedido.

Este sistema es utilizado por las empresas para la creación limitada de productos y se origina para atender una determinada orden de trabajo la cual es generada por un cliente; a partir de la cotización del mismo se puede establecer factores como son:

- Los materiales necesarios para atender la orden.
- Cronograma de actividades con el fin de calcular que cantidad de material se debe tener disponible para cada una de ellas, y de igual manera realizar una correcta distribución y utilización de la capacidad de planta con que se cuenta.

Este tipo de producción suele caracterizarse por ser poco automatizada y estandarizada, pero estos factores dependen de la inversión que decida realizar la

7 MEREDITH, Jack R. Administración de las operaciones. México D.F: Ed. Limussa,1999

empresa, entre mayor sea esta, mayor serán los recursos tecnológicos y de igual manera los beneficios que los acompaña⁸.

1.9.1.2 Producción por lotes (Bach).

Este sistema es empleado por las empresas para la creación limitada de producto y el cual se identifica a través de un número o código, este lote inicial es generalmente básico o necesario para continuar con la producción del siguiente que suele ser de mayor elaboración o complejidad; un ejemplo claro sobre este tipo de operaciones es el proceso de producción de pintura donde se inicia con la elaboración de un color claro como es el amarillo donde parte el proceso, para luego continuar con uno un poco más oscuro como naranja y luego el rojo y así sucesivamente hasta alcanzar el color más oscuro que se pretenda obtener, finalmente al terminar la operación se reprograma la línea y se inicia nuevamente si es necesario.

Es por esta razón que este modelo es uno de los más utilizados en los sistemas de producción, ya que genera ventajas como por ejemplo la reducción de costos, pues una sola línea de producción puede servir para la fabricación de diferentes productos incluyendo productos estacionales o que cuenten con un difícil pronóstico de la demanda.

Una de las desventajas es la reprogramación de los equipos los cuales se deben detener y a los cuales se les tiene que realizar una prueba antes de iniciar cada lote, tiempo que se conoce más comúnmente como tiempos muertos⁹; por otro lado exige grandes cantidades de existencias de productos acabados y en procesamiento¹⁰.

8 HICKS, Philip E. Ingeniería industrial y administración. México D.F: Ed. Continental, 2000

9 HICKS, Philip E. Ingeniería industrial y administración. México D.F: Ed. Continental, 2000

10 Campus virtual, documento disponible en <http://www.uovirtual.com.mx/moodle/lecturas/admonproduc1/3.pdf>, consultado Agosto de 2013.

1.9.1.3 Producción continúa.

Este sistema es utilizado por empresas que fabrican un determinado producto bajo procesos estandarizados a través de operaciones secuenciales e ininterrumpidas, perfecto para la industria que requiere producción en grandes volúmenes o que se anticipan a la demanda. Dentro de las ventajas de este sistema se encuentra el aseguramiento de las materias primas en los momentos y cantidades indicadas, así como el mantenimiento de la maquinaria utilizada y la disminución de los costos al evitar mantenimientos correctivos y tiempos muertos en el proceso.

1.9.2 Capacidadde planta.

Se define como la cantidad máxima a producir en un periodo de tiempo, dependiendo del sistema en el que se vaya a implementar. La capacidad puede clasificarse en:

1.9.2.1 Capacidad teórica (CT).

Es aquella en la que la productividad de la empresa es la máxima y el resultado al final del periodo productivo es el esperado, de igual forma interfieren factores como tiempo, mano de obra y medios físicos para la producción¹¹.

$$CT = \sum_{i=1}^n CT_i = \frac{\sum_{i=1}^n \text{días hábiles} \times 24 \text{ horas}}{n_i}$$

1.9.2.2 Capacidad instalada.

Corresponde al volumen máximo de producción obtenido en un determinado periodo y el cual contempla el tiempo que se invierte al realizar mantenimientos en los equipos de trabajo, los cuales dependen del jefe de producción.

¹¹ Méndez Giraldo German Andres, Gerencia de manufactura función de planeación. U. Distrital, facultad de ingeniería (2003). Pág.108

$$CI = \sum_{i=1}^n CI_i = \sum_{i=1}^n n_i \text{ 365 días } \times 24 \text{ horas} - g_i \times n_i$$

1.9.2.3 Capacidad Disponible (CD).

Corresponde a la capacidad instalada menos los días de ausentismos, tiempos muertos en los turnos, teniendo en cuenta todas las demoras que se puedan dar en los sitios de trabajo.

$$CD = \sum_{i=1}^n CD_i = \sum_{i=1}^n n_i dh * nt * ht - (G1 + G2 + G3 + G4)$$

Donde,

CT= Capacidad Teórica

CI = Capacidad instalada

CD= Capacidad disponible

I = Tipo de máquina

n_i = Número de estaciones de trabajo

g_i = Tiempo de mantenimiento planificado

g_1 = Pérdida de tiempo por mantenimiento de $g_i * n_i$

g_2 = Pérdida de tiempo por ausentismo

g_3 = Pérdida de tiempo por factores organizacionales

g_4 = Pérdida de tiempo por factores externos

1.9.3 Estudio de tiempos y movimientos.

Es un método que sirve para determinar el tiempo que se demora elaborar el producto final, este proceso inicia subdividiendo las tareas del proceso y el tiempo que toma cada una de ellas se cronometra en forma individual, más adelante se

saca el promedio por cada tarea con el fin de obtener la desviación estándar y la variación de los tiempos, sin embargo es indispensable establecer un tiempo o índice llamado tiempo normal (TN) el cual se determina así:

$$TN = \text{Tiempo del desempeño normal} \times \text{índice del desempeño}$$

El tiempo estándar se halla mediante la suma del tiempo normal más el tiempo de demora para necesidades del personal (descansos en la jornada) y las demoras inevitables en el proceso por factores como el daño en la maquinaria o fatiga del trabajador¹², la fórmula para hallarlo es la siguiente:

$$TE = TN + Tolerancias$$

Dónde:

TE= Tiempo estándar

TN= Tiempo normal

Para hacer un buen estudio de tiempos y movimientos es indispensable elaborar un formato en el que se plasme la información obtenida durante el muestreo que después permita al observador analizar las demoras presentes y a su vez identifique los cuellos de botella que corresponden a demoras en el proceso productivo.

1.9.4 Balanceo de línea.

Es un método que consiste en asignar todas las tareas a estaciones de trabajo de tal forma que exista un balance entre todas y que no existan tiempos muertos muy

¹² Richard B. Chase; Nicholas J Aquilano; F. Robert Jacobs. Administración de producción y operaciones; Editorial Mc Graw Hill - Santa Fe de Bogotá: 2009. Pág. 192 - 193

extensos entre las mismas¹³. Los pasos para llevar a cabo un balanceo de línea son los siguientes:

Se debe hacer la secuencia del proceso y plasmarlo de tal forma que se puedan dividir las secciones de trabajo y que tengan precedencia una de la otra.

Se debe determinar el tiempo de ciclo que requiere cada una de las estaciones de trabajo mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producto requerido por día (unidades)}}$$

Determinar el número mínimo de estaciones de trabajo (N_t) que se requieren para cumplir con el tiempo de ciclo de la estación, mediante la siguiente fórmula, aproximando el resultado al entero más alto, cuando sea el caso:

$$N_t = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo del ciclo (C)}}$$

Escoja la asignación de tareas para cada una de las estaciones de trabajo de tal forma que la suma de estas sea igual al tiempo de ciclo de cada estación de trabajo.

Evalúe la eficiencia del balanceo mediante la siguiente fórmula, en caso que esta no sea satisfactoria volver a equilibrar la línea bajo parámetros diferentes a los anteriores:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Suma de los tiempos de las tareas (T)}}{\text{Número real de estaciones de trabajo } N_a \times \text{Tiempo de ciclo de la estación de trabajo (C)}}$$

¹³ Richard B. Chase; Nicholas J Aquilano; F. Robert Jacobs. Administración de producción y operaciones; Editorial Mc Graw Hill - Santa Fe de Bogotá: 2009. Pág. 228

1.9.5 Planeación y control de la producción.

Consiste en proyectar la utilización de los recursos disponibles con los cuales cuenta un sistema productivo, como por ejemplo materias primas, maquinaria y mano de obra. Para luego controlar que los resultados obtenidos sean los pronosticados, es decir, la planificación y control de la producción busca:

- Realizar a tiempo el suministro de materias primas a las diferentes áreas de proceso
- Cumplir con los costos establecidos en los presupuestos de producción
- Pronosticar el aumento o disminución en los niveles de producción
- Suministrar la información necesaria para conocer el estado actual de la producción
- Conservar inventarios de seguridad que se acordes a los requerimientos

1.9.5.1 Planeación de la producción.

Se define como planeación de la producción al procedimiento realizado por las directivas de una organización con el fin de establecer los pasos y alineaciones necesarias en todas y cada una de las estaciones del proceso productivo, para que de esta manera se realicen la operación correcta en el momento justo, así pues se puede establecer las necesidades de recursos para cumplir los objetivos que busca la empresa.¹⁴

Es de resaltar que el objetivo principal de la planeación de la producción es proporcionar al sistema de producción una herramienta eficiente que contribuya al cumplimiento de Los objetivos, así pues las condiciones que rodean la

14 Richard B. Chase; Nicholas J Aquilano; F. Robert Jacobs. Administración de producción y operaciones; Editorial Mc Graw Hill - Santa Fe de Bogotá: 2009. Pág. 72

planificación planteada por una organización deben ser de fácil dirección con políticas establecidas pero a la vez adaptables al cambio.¹⁵

Según lo expuesto anteriormente la planeación de la producción tiene como fin Contar con los recursos necesarios para la producción, en el momento y en el lugar requerido.

Velar por que los niveles de eficiencia de los trabajadores sean los correctos, es decir, que las jornadas laborales no sean excesivas pero tampoco ociosas.

Basados en los contenidos bibliográficos de diferentes autores como es el caso de Collier David, Evans James y Domínguez Machuca se establece que la buena estructuración de la planeación jerárquica dentro de la organización asegurara un correcto desarrollo de las actividades en general ya que permitirá la integración de los diferentes objetivos y áreas de la empresa.¹⁶

1.9.5.2 Planificación jerárquica.

La planeación y control de la producción aunque nace como una herramienta para facilitar el proceso de producción de una organización en ocasiones se puede convertir en un inconveniente más, ya que no es fácil cumplir con su objetivo fundamental que consiste básicamente en asignar recursos escasos para satisfacer las necesidades de un cliente final, por tal razón se consideró desarrollar una metodología que pudiera ser considerada solución y es aquí donde se propone tres jerarquías¹⁷.

- **Artículos:** Son las mismas salidas, producto terminado listo para ser entregado a un consumidor final.

15 Richard B. Chase; Nicholas J Aquilano; F. Robert Jacobs. Administración de producción y operaciones; Editorial Mc Graw Hill - Santa Fe de Bogotá: 2009. Pág. 391

16 SCHROEDER, Roger G. Administración de operaciones. México DF: Ed. Mac Graw – Hill, 1992

17 CHASE, Richard B. Dirección y administración de la producción y de las operaciones. Buenos Aires – Argentina: Ed. Addison Wesley Iberoamericana, 1992.

- **Tipos de Producto:** Grupo de artículos con características similares de costes productividades y estacionalidades.
- **Familias:** Grupo de artículos perteneciente al mismo tipo de producto.

1.9.5.3 Planeación estratégica.

Es el proceso mediante el cual se evalúa la situación actual de la empresa y su nivel de competitividad, con el propósito de anticipar y decidir el rumbo de la misma a largo plazo y las estrategias para alcanzar metas, para ello es importante realizar un diagnóstico donde se obtenga y procese información con el entorno que permita identificar oportunidades y amenazas y a su vez identificar fortalezas y debilidades a través del análisis DOFA, el cual permitirá establecer las estrategias necesarias para aprovechar sus fortalezas, prevenir debilidades y anticiparse para aprovechar oportunidades y amenazas¹⁸.

La planeación estratégica se desarrolla e integra en tres niveles:

- **Planeación estratégica corporativa:** Es el nivel donde se hace un diagnóstico de la situación de la empresa que indique como se encuentra actualmente y cómo a través de estos los objetivos la empresa puede llegar a cumplir su misión y visión.
- **Planeación estratégica, funcional o táctica:** Es el nivel donde se integran los principios organizacionales que se enfocan en proyectar la visión y misión de la empresa orientando el cumplimiento de los objetivos propuestos, es decir, es la carta de navegación hacia a dónde quiere ir la empresa y cómo va a llegar allá.

18 Serna Gómez Humberto. Gerencia estratégica Teoría-Metodología-Alineamiento-Implementación y mapas estratégicos. Bogotá D.C. 3R Editores. 2008. Pág. 55 , 62

- **Planeación estratégica operativa:** Es el nivel donde se ponen en marcha las estrategias planteadas en el primer y segundo nivel, traduciendo los objetivos en planes operativos y acciones.

1.9.6 Indicadores de gestión.

Los indicadores de gestión representan de forma cuantitativa el desempeño de una organización en todos sus aspectos, desde allí se identifican las desviaciones que con el tiempo se convertirán en acciones preventivas o correctivas con respecto al producto o servicio prestado; estos se miden a través de una fórmula cuyo resultado mide el nivel que alcanza el indicador.

Para medir el desempeño es indispensable medir la eficacia a través del cumplimiento de los objetivos, la eficiencia que se encuentra asociada al uso de los recursos en los niveles óptimos, la calidad al responder de forma rápida y efectiva a las necesidades del cliente y por último la economía a través de una adecuada administración de los recursos económicos.

Para poder estructurar unos indicadores acordes es indispensable que sean pertinentes para el cumplimiento de los objetivos trazados, precisos y de fácil interpretación, respondiendo a las actividades propuestas.

Los indicadores de gestión deben contener como mínimo lo siguiente:

- Nombre, identificando el objetivo del indicador
- Forma de cálculo, generada a través de la identificación de las variables y su relación.
- Unidades, el valor o expresión que se le da al indicador.
- Glosario, especifica las definiciones de las variables que intervienen con el cálculo del indicador.

Basados en el contenido bibliográfico del autor Jesús Mauricio Beltrán Jaramillo se establece que la metodología para determinar los indicadores de gestión se deben tener en cuenta las siguientes fases para la creación y efectividad de los mismos y las cuales se describen a continuación:

- **Establecer objetivos**, deben ir orientados a conseguir un resultado que sea medible y de esta manera identificar los cambios que se presenten.
- **Establecer factores críticos de éxito**, consiste en identificar y controlar aquellos aspectos o variables que determinaran el éxito en el cumplimiento de los objetivos determinados.
- **Determinar el estado del indicador**, Consiste en evaluar si existe o no una calificación actual.
- **Determinar el umbral del indicador**, corresponde al resultado esperado del indicador.
- **Definir el rango de gestión**, En este punto se determinan las escalas que definen el cumplimiento del indicador y dentro de las cuales se calificará la gestión del mismo.
- **Medición**, Determina la periodicidad y la información requerida con la que será evaluado cada indicador.
- **Determinar y asignar recursos**, consiste en asignar las personas que se encargaran de la puesta en marcha de la medición de los mismos.
- **Medir, probar y ajustar los indicadores de gestión**, Consiste en evaluar la efectividad de los indicadores propuestos, el cumplimiento de las metas a partir de estos y los beneficios que traen para la empresa.

1.9.7 Plan agregado.

Precede al programa maestro, su fin consiste en establecer los índices de producción adecuados por grupo de productos u otras categorías a mediano plazo, especificando la combinación óptima del índice de producción, nivel de fuerza de trabajo e inventario a la mano basado en la demanda pronosticada.

Índice de producción: Número de unidades terminadas por tiempo (hora o día).

Nivel de la fuerza de trabajo: Número de trabajadores necesarios para la producción, (producción = índice de producción por nivel de la fuerza de trabajo)

Inventario a la mano: inventario excedente del periodo anterior.

Aunque el plan agregado precede al plan maestro de producción y es una pieza fundamental para su correcto desarrollo, en este caso se decidió omitir su manejo por ser ORFI S.A.S una empresa de únicos clientes y por trabajar bajo pedido.

1.9.8 Plan maestro de producción.

Dentro del plan maestro de producción se establecen las acciones para desarrollar el proceso de producción dentro de una organización, por ejemplo, qué artículo y en qué cantidades se producirá en periodos establecidos que suelen oscilar entre 6 y 12 meses, según NOORI, Hamid, este plan traduce la información aportada por el plan agregado y adicionalmente aporta información vital como la capacidad disponible en planta, suministra información sobre las entradas al sistema de requerimiento de materiales (MRP), asegura la disponibilidad de los recursos necesarios y calcula las fechas límites de producción.

Para asegurar un buen plan maestro de producción deben incluirse toda la demanda de venta del producto, repuestos y necesidades, asegurando que sea visible en todos los niveles de la administración y equilibrar las áreas de manufactura, ingeniería y ventas. Después de establecer las condiciones anteriormente mencionadas en el plan maestro de producción se debe comprobar si la empresa tiene la capacidad necesaria para llevarlo a cabo, analizando la viabilidad de la implementación del mismo; se podrá escoger dentro de los diferentes tipos de modelos disponibles para la planificación y control de las operaciones del proceso tales como:

1.9.8.1 MRP (Planeación de Requerimientos Materiales y de Recursos Productivos).

Es el plan que proyecta los tiempos con los que deben solicitarse los materiales y que especifica cuantas piezas serán fabricadas, reduciendo de esta forma los inventarios, ocasionando dentro de la organización un mejor manejo de los inventarios beneficiando las diferentes áreas de la empresa entre ellas la de producción (Ver gráfico 3), para ello una de las actividades a desarrollar en él es la nivelación de los requerimiento al eliminar inventarios innecesarios o de poca

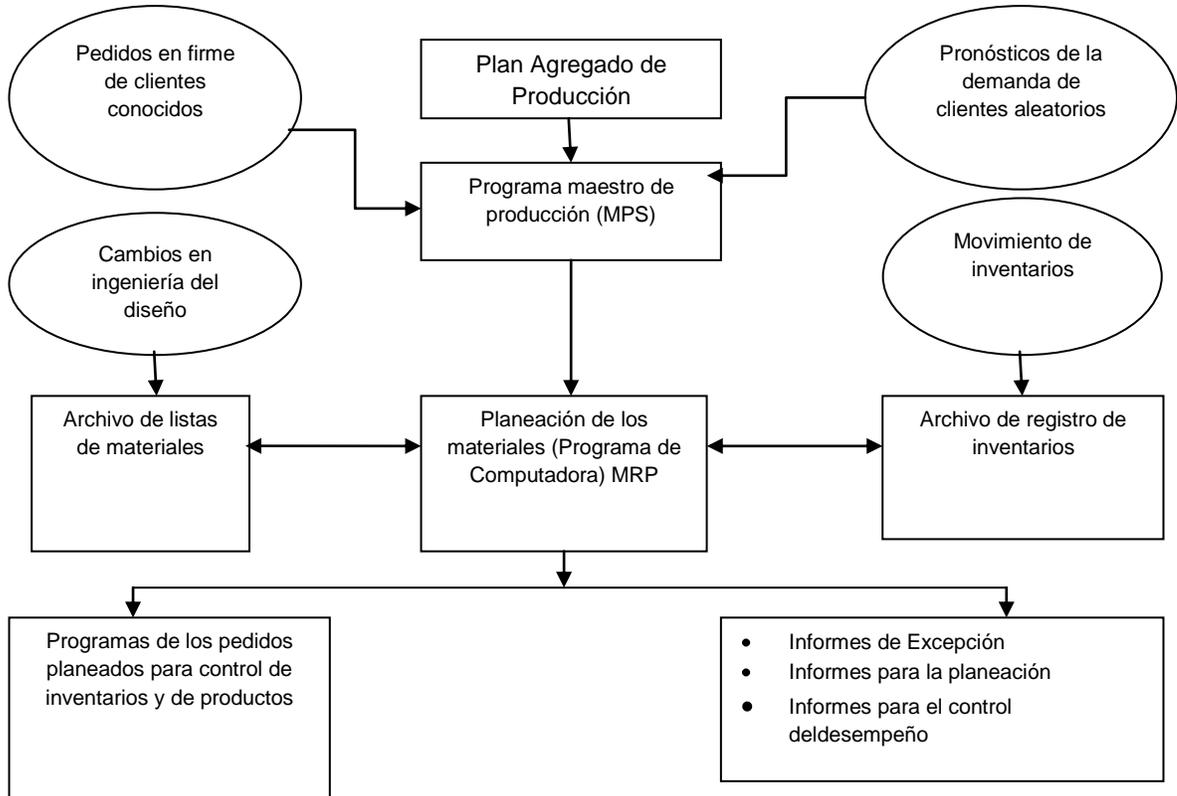
rotación que generan costos adicionales en busca de la satisfacción del cliente interno y externo.

A través de este sistema se puede crear órdenes de producción, compras, planificación de materiales y gestión de stocks, adicionalmente de prevenir y corregir situaciones que se presentan dentro de los procesos relacionados con el suministro de materias primas y garantizar un eficiente aprovisionamiento hacia el área de producción.

Este sistema nos suministra la información necesaria para determinar con qué recursos (materia prima, capacidad de planta, tiempo) debemos contar para cumplir con una meta futura (aprovisionamiento y fabricación) solicitada por un cliente. Para que esto se pueda dar el sistema trabaja basado en dos parámetros básicos: tiempos y capacidades, este sistema calcula la cantidad de producto terminado a producir, la materia prima necesaria y el tiempo requerido para lo cual suministra los siguientes datos:

- Fechas y cantidades a producir
- Los requerimientos a los proveedores
- Retrasos los cuales afectaría el plan general de producción y por consiguiente los tiempos de entrega.

Gráfico 3: Información contenida en un programa MRP



Fuente: Chase, Aquilano y Jacobs. Administración de Producción y Operaciones para una Ventaja Competitiva. Editorial McGraw Hill. (Página 594)

Los cálculos que se deben realizar en un sistema MRP son los siguientes:

Requerimientos brutos B (t): Corresponde a la producción anticipada de productos terminados, en esta etapa se debe determinar cuándo se debe empezar a producir para cumplir con el pedido final.

Recepciones programadas R (t): Corresponde a la solicitud de materias primas que deben llegar de acuerdo a los tiempos esperados y según la planeación del proceso.

Requerimientos netos N (t): Corresponde a las necesidades netas de producción las cuales deben ajustarse a la planeación, la fórmula para hallarlo es el siguiente:

$$N t = B t - R t - M (t - 1)$$

Dónde:

$B(t)$ = Requerimientos Brutos

$R t$ =Recepciones programadas

$M t$ = Proyectado en Mano

Recepción de órdenes proyectadas ROP (t): Corresponde a necesidades netas de materia prima que son esperadas de acuerdo a la planeación del proceso de producción y que de acuerdo a la política de aprovisionamiento de la empresa pueden variar.

Proyectado en mano M (t): Es el inventario esperado, al final del periodo su cálculo se hace de la misma forma que la planificación agregada:

$$M t = M t - 1 + R t + ROP t - B t = ROP t - N(t)$$

1.9.8.2 Programación de la producción.

Actividad que consiste en determinar los pasos y horarios para un proceso de producción, teniendo en cuenta la prioridad de la operación que se realizará, para esta se determinan datos como por ejemplo su inicio, su fin, la capacidad de planta que se utilizará y la cantidad de materia prima entre otros, esto con el fin de conseguir la mayor eficiencia posible, la principal función de la programación de la

producción se basa en que el esquema que se decida utilizar, proporcione a la línea un movimiento que no genere retrasos durante sus diferentes etapas.¹⁹

La programación de la producción abarca desde la carga de los centros de trabajo hasta el despacho del producto final, el correcto funcionamiento del programa de producción está afectado por:

- **Materiales:** disponibilidad según requerimiento de planta para cumplir con las fechas establecidas.
- **Capacidad del personal:** Es importante la eficacia del mismo, de esta forma no se generan costos adicionales por turnos u horas extras, adicionalmente puede generar retraso en los tiempos de entrega y mala imagen frente a los clientes.

Capacidad de la producción: Consiste en determinar el compromiso que se genera con el cliente en cuanto a aspectos como el tiempo de entrega, características del producto, calidad del mismo, entre otros, siendo este acorde a la capacidad instalada en planta; de igual manera se deben verificar aquellos factores internos como el mantenimiento interno, externo, factores ambientales, etc., no afecten el desarrollo normal de las actividades de producción.

Todo esto con el fin de:

- Anticiparse a los posibles inconvenientes que se puedan generar en el sistema de producción, como por ejemplo, pérdidas de tiempo por sobrecarga en los centros de trabajo.

¹⁹ David A. Collier; James R. Evans. Administración de Operaciones. Bienes, servicios y otras cadenas de valor; CENGAGE Learning – Segunda Edición México 2009. Pág. 587

- Mantener ocupada la capacidad de la planta tanto en maquinaria como en mano de obra, con el objetivo de generar procesos de la producción armoniosos.
- Cumplir con los tiempos de compromiso.

1.9.9 Pronósticos.

Se puede definir como pronóstico el cálculo de cuánto y cuando se va a vender basado en una serie de datos, es decir, esta herramienta es la base de la planeación de la producción ya que nos va a decir cuando producir y en qué cantidades, adicionalmente proporciona a largo plazo el fundamento para la planeación de presupuesto y control de costos²⁰. Existen cuatro métodos para realizar pronósticos:

- **Cualitativos:** Se basan en el juicio e intuición de la persona que realiza el pronóstico, es utilizada generalmente cuando no existen datos históricos o para complementar los pronósticos cuantitativos, una desventaja de esta técnica es que puede estar precedida de un alto grado de error.
- **Series de tiempo:** Se basan en la demanda histórica y se convierte en un buen indicador para determinar la demanda futura cuando esta no tiene mayores fluctuaciones de un año a otro, resultan ser muy favorables ya que son el punto de partida para pronosticar la demanda²¹.
- **Causal:** Se encuentra relacionado directamente con factores subyacentes al entorno del producto para hacer el cálculo de la demanda basado en estos elementos.

²⁰ Richard B. Chase; Nicholas J Aquilano; F. Robert Jacobs. Administración de producción y operaciones; Editorial Mc Graw Hill - Santa Fe de Bogotá; 2009. Pág. 342

²¹ Chopra Sunil; Meindl Peter; Administración de la cadena de suministro estrategia, planeación y producción; Editorial Pearson Education; México DF; 2008. Pág. 206

- **Simulación:** Es aquel que permite combinar los métodos de series de tiempo con los causales para determinar las variables de la demanda que pueden intervenir y dar un pronóstico más acertado.

1.9.9.1 Técnicas utilizadas para realizar pronósticos.

- Técnica Delphi
- Investigación de mercados
- Promedio móvil simple
- Promedio móvil ponderado
- Suavización exponencial
- Desviación absoluta media

Suavización exponencial simple.

Es el método más utilizado cuando la demanda no tiene una tendencia, para hallarla se debe tomar un estimado inicial de la demanda para lo cual se utiliza la siguiente fórmula²²:

$$L_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n D_i$$

Donde el pronóstico actual para periodos futuros es igual al estimado actual:

$$F_{t+1} = L_t \text{ y } F_{t+n} = L_t$$

Para el periodo 1 el estimado de nivel quedaría de la siguiente forma:

²²Chopra, Sunil., Meindl, Peter. Administración de la cadena de suministro, Estrategia, planeación y operación. Editorial Pearson Education; México DF; 2008. Pág.215

$$L_t = \alpha D_{t+1} + (1-\alpha) L_t$$

De la ecuación anterior α es una constante de suavización para el nivel y representa un valor entre cero y uno. Con la ecuación anterior se puede expresar el nivel de un periodo dado como una función de la demanda actual y el nivel en el

Periodo anterior²³. Teniendo en cuenta lo anterior la ecuación quedaría de la siguiente forma:

$$L_{t+1} = \sum_{n=0}^{t-1} \alpha (1-\alpha)^n D_{t+1-n} + (1-\alpha)^t D_1$$

Un valor elevado para α significa que responderá mucho más rápido a los cambios, haciendo que el pronóstico varíe de forma incorrecta, mientras que un valor inferior será mucho más estable.

1.9.10 Control de la producción.

La función fundamental del control de la producción consiste en vigilar que durante el proceso de producción las operaciones se realicen lo más ceñidas posibles al plan original, con el fin de cumplir los objetivos y resultados presupuestados. Por ejemplo, es hacer que las materias primas que se reciben en la fábrica se transformen para ser entregadas como un producto final, pero cumpliendo los tiempos y cantidades pronosticados en el plan inicial para obtener una utilidad esperada²⁴.

²³Chopra, Sunil., Meindl, Peter. Administración de la cadena de suministro, Estrategia, planeación y operación. Editorial Pearson Education; México DF; 2008. Pág.215

²⁴ CHASE, Richard B. Manual de Operaciones y Manufactura y Servicios. Bogotá D.C. – Colombia: Ed. Mac Graw – Hill, 2002.

Durante el proceso de control de la producción se debe realizar permanentemente evaluaciones del sistema de producción y las variables que lo afectan como puede ser la demanda de los clientes, la capacidad de la planta, mantenimiento de la maquinaria etc., esto con el fin de adelantarse a cualquier situación que amenace con poner en riesgo el cumplimiento del plan de producción. Para que el proceso de control de la producción tenga claro cuáles son los lineamientos que debe vigilar y controlar debe conocer la siguiente información:

- ¿Qué se va a hacer?
- ¿Quién lo va a hacer?
- ¿Cómo lo va a hacer?
- ¿Dónde lo va a hacer?
- ¿Cuándo se debe cumplir?

1.9.10.1 Funciones del control de producción.

- Pronosticar la demanda del producto, indicando la cantidad en función del tiempo.
- Realizar una comparación con el plan de producción y si es necesario corregirla.
- Determinar el presupuesto necesario para los productos que se han de comprar o fabricar.
- Determinar las necesidades de producción y los inventarios de seguridad.
- Elaborar la programación de la producción y la planeación de los diferentes productos.

1.9.10.2 Costos de producción.

Son el recurso necesario para la producción de bienes o servicios, deben tenerse en cuenta para llevar a cabo una buena planeación de la producción, estos recursos se dividen en:

Costos fijos: Son aquellos que no tienen una variación a corto plazo dependiendo del volumen de producción y se deben pagar aun cuando la empresa no produzca en un lapso de tiempo determinado y no se encuentran directamente relacionados con el producto, tales como, instalaciones, personal administrativo, maquinaria y equipo.

Costos variables: Son aquellos recursos que se necesitan para la producción y varían de acuerdo al volumen que se produzca²⁵.

1.10 MARCO CONCEPTUAL

- **Tiempo de Flujo:** Es la cantidad de tiempo que una tarea pasa en el taller o fabrica, tiene impacto en la entrega de los pedidos y en la reducción de inventarios.
- **Amplitud de proceso:** Es el tiempo que se requiere para procesar una Serie de tareas determinadas, tiene por objetivo utilizar el máximo equipo y recursos para de esta forma completar las tareas con rapidez²⁶.
- **Tiempo de Holgura:** es el tiempo máximo que se puede retrasar una tarea sin que afecte el proceso completo.
- **Chopo:** Pieza cuya función principal es amortiguar y estabilizar vehículos de carga, proporcionándole mayor resistencia y estabilidad.
- **Troquelar:** Es la operación que se realiza para hacer orificios en placas metálicas, laminas, cartón, papel, cartón u otros materiales²⁷.
- **Vulcanizado:** Es un proceso mediante el cual se calienta el caucho crudo en presencia de azufre con el fin de volverlo más duro y resistente al frío²⁸.
- **Valor presente neto (VPN):** El Valor Presente Neto permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero (Maximizar la inversión) indicando si la inversión incrementa o disminuye. El cambio en el valor

25 Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, Documento disponible en: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010043/lecciones/7costosdepcc.htm>. consultado el 15 de Octubre de 2013.

26 COLLIER David, EVANS James. Administración de Operaciones. México D.F. Ed. CENGAGE Learning 2009, páginas 600 – 601

27 Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Troquelaci%C3%B3n>, consultado el 13 de Octubre de 2013

28 Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Vulcanizaci%C3%B3n>, consultado el 13 de Octubre de 2013

estimado puede ser positivo, negativo o continuar igual. Si es positivo significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al monto del Valor Presente Neto. Si es negativo quiere decir que la firma reducirá su valor en el valor que arroje el VPN. Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor²⁹.

- **Tasa Interna de retorno (TIR):** Es un indicador que permite evaluar la posible rentabilidad de un proyecto en función de lo que se obtendrá en un periodo de tiempo, si se invierte una cantidad de dinero³⁰.
- **Relación beneficio-costos:** Es un indicador que determina el grado de bienestar y desarrollo que es generado por un proyecto. Si el resultado del indicador es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos, en otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y, en consecuencia, el proyecto generará utilidad para la empresa generando un beneficio³¹.

²⁹ Disponible en: <http://www.pymesfuturo.com/vpneto.htm>, consultado el 23 de Enero de 2014.

³⁰ Disponible en: <http://www.gerencie.com/calcular-la-tasa-interna-de-retorno-en-excel.html>, consultado el 23 de Enero de 2014.

³¹ Disponible en: <http://www.pymesfuturo.com/costobeneficio.html>, consultado el 23 de Enero de 2014.

CAPITULO 2

2 ANALISIS DEL PROCESO

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

Para la elaboración del Chopo se requieren varios subprocesos para llegar al producto final, los cuales se encuentran descritos a continuación:

2.1.1 Compra y mezcla de químicos.

Este proceso es el primero y uno de los más importantes en la fabricación del chopo, ya que a partir de la mezcla adecuada de químicos, la pieza adquiere mayor resistencia.

Para la empresa es primordial realizar una mezcla y un pesaje adecuado de los químicos en cantidades necesarias de: acelerantes, antioxidantes, negro humo, caucho, aceite aromáticos y demás materiales, esto con el fin de obtener un producto que proporcione la dureza y resistencia necesaria al caucho. La fórmula utilizada por la empresa no se encuentra descrita específicamente, debido a que hace parte de los secretos industriales de la misma y no es posible su divulgación.

Una vez se concluye el proceso de mezclado en la empresa se lleva el lote económico de 200 Kg de producto mezclado a un tercero, que en un molino, los combina con el caucho natural, para lograr una mezcla homogénea, tras un tiempo aproximado de dos horas, lo entrega compacto en 10 balas o rollos de 20 Kg (Ver gráfico No. 4). El producto se recoge y se almacena en la planta hasta que es requerido en el proceso de vulcanizado de la pieza.

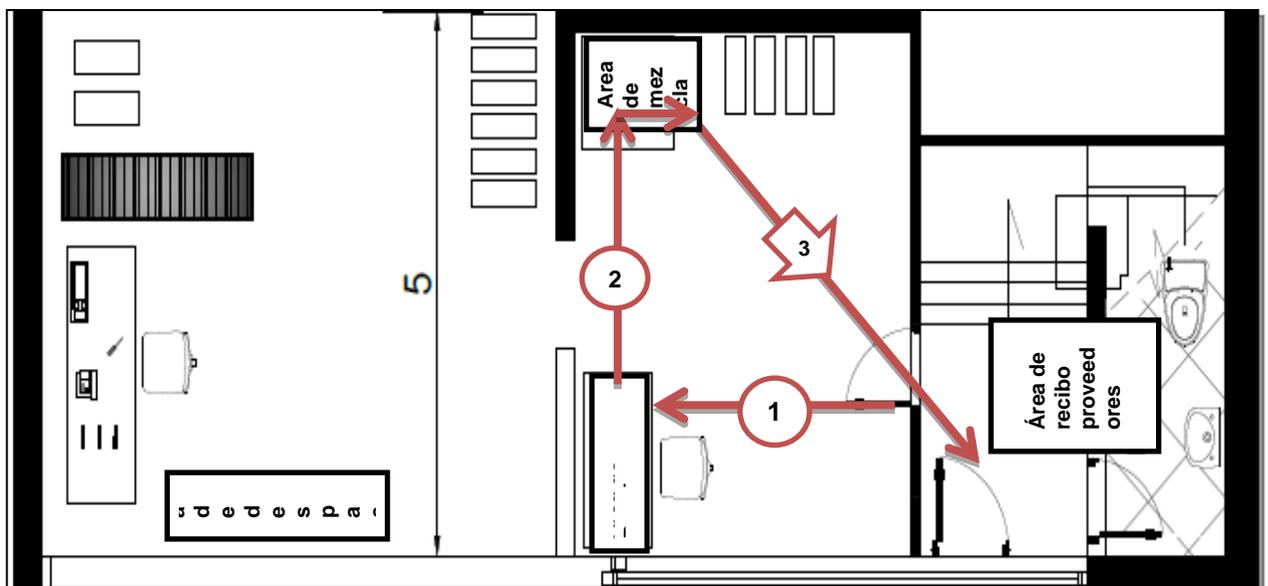
Gráfico 4. Bala de caucho.



Fuente. OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S.

En el gráfico 5 se puede observar el diagrama de recorrido del proceso, iniciando con el ingreso de las materias primas al área de proveedores, de donde se transportado al área de pesaje y al área de mezcla, una vez se encuentra el producto listo se lleva a las instalaciones de un tercero.

Gráfico 5. Diagrama de recorrido mezcla de químicos

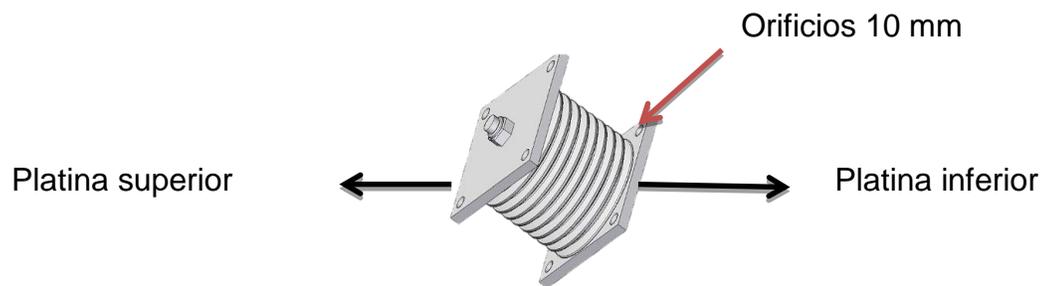


Fuente. Autores.

2.1.2 Corte y mecanizado.

El chopo se compone de dos platinas que se encuentran ubicadas en los extremos de la pieza (Ver gráfico 6), para que el producto tenga la calidad requerida es indispensable solicitar dos placas de acero de 19mm de pulgada de espesor (medida comercial), cada placa se lleva a la tronzadora³² y se procede con el corte de las mismas según las medidas requeridas (184 mm de ancho por 194 mm de largo cada una), cada chopo debe contar con una platina en cada extremo. Una vez se tienen las platinas listas se llevan a la troqueladora³³, donde se perforan orificios de 10 mm en cada extremo (Ver gráfico 6).

Gráfico 6. Placas chopo.



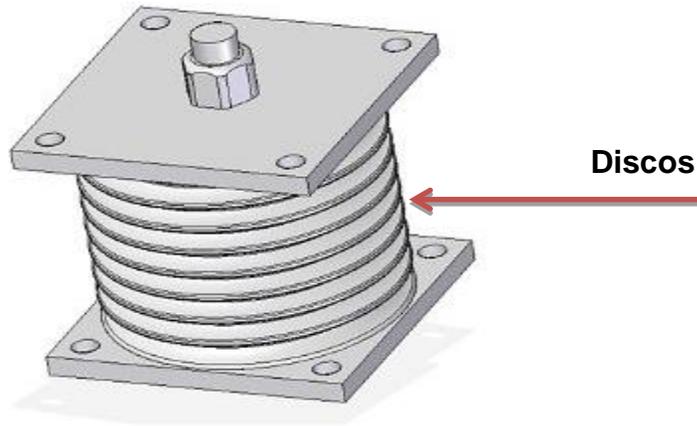
Fuente. OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S.

Dando continuidad al proceso de corte, se lleva una placa de 1000mm por 800mm a la troqueladora donde se realizan 8 discos, estos se ubican en medio de las platinas que se cortaron en el paso anterior (Ver gráfico 7), la función primordial de los discos es proteger la parte interna de la pieza y servir como acordeón una vez se encuentran fusionados con el caucho, otorgando mayor estabilidad de la pieza.

³² Herramienta de mano que sirve para realizar el corte de materiales como el hierro, acero, ladrillo, asfalto, entre otros.

³³ Máquina utilizada para perforar superficies metálicas por medio de presión con diferentes medidas.

Gráfico 7. Discos Chopo.



Fuente. OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S.

En el grafico 8 se muestra el recorrido de las platinas que se utilizan tanto para los extremos como para los discos y las cuales en procesos separados van a la tronzadora para el proceso de corte y posterior a esto se transportan hasta la troqueladora donde se realizan los orificios de las mismas según las especificaciones requeridas para las piezas.

2.1.3 Elaboración cajera.

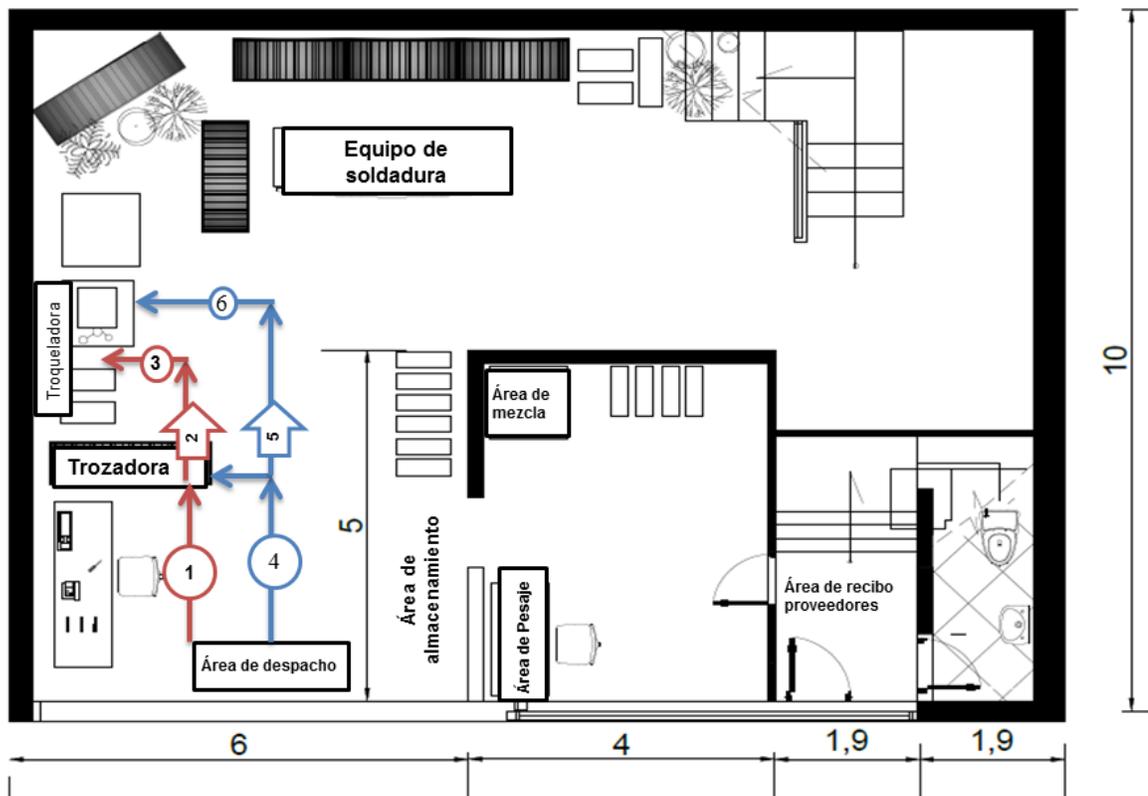
Una vez se tenga lista la platina que va en la base del chopo, y con ayuda de la troqueladora, se procede a realizar un hueco de 50 mm de diámetro, sin que este atraviese la totalidad de la platina; este hueco recibe el nombre de cajera. La función de la cajera es básicamente ser el soporte del herraje interno de la pieza.

Cuando las platinas se encuentren listas se transportan hasta la fresadora³⁴, allí se eliminan aquellas imperfecciones que resultaron de los procesos de corte y

³⁴ Máquina utilizada para la mecanización de materiales como madera, acero, entre otros.

troquelado, tales como asperezas; una vez finalice este proceso las platinas se encuentran listas para pasar al proceso de granalla.

Gráfico 8. Diagrama recorrido corte y mecanizado.



Fuente. Autores

Convenciones:

- Recorrido platinas extremos
- Recorrido discos

En el diagrama de recorrido de las platinas se puede observar que

2.1.4 Elaboración Bocín.

Uno de los componentes internos del chopo es un bocín, esta pieza permite que el herraje interno de la pieza encaje adecuadamente. Para su proceso de fabricación

se debe realizar la fundición de acero 1045, donde, seguido a esto se introduce en un molde con la forma del bocín, una vez se enfría el hierro se procede a retirar el molde.

Para dar terminado al bocín, este se transporta hasta el torno donde se perfeccionan la pieza, posterior a esto se realiza granalla para retirar impurezas propias del proceso.

2.1.5 Granalla

Antes del vulcanizado del chopo es indispensable realizar el proceso de granalla, tanto en las platinas como en el bocín. La granalla consiste en un tratamiento abrasivo donde se utilizan elementos tales como, cobre o arena, para realizar la limpieza materiales fundidos, de donde se remueven aquellas partículas que pueden contaminar la superficie del material.

El granallado permite y garantiza que las platinas y el bocín tengan una mayor adherencia del caucho y que la calidad del producto sea la idónea.

2.1.6 Elaboración herraje interno del chopo.

El herraje interno de la pieza o tornillo tensor se encuentra ubicado en la parte central del chopo, atravesando los ocho discos elaborados previamente; para su fabricación se solicita varilla roscada de 1" de diámetro y grado 5, para que cumpla con las especificaciones requeridas para el chopo es necesario cortarla con una medida de 95mm, seguido a esto se debe sujetar a la varilla una cadena cuya función será brindar mayor resistencia a la pieza.

Para finalizar el herraje interno o tornillo tensor se debe asegurar en los extremos con una tuerca del mismo diámetro y grado de la varilla roscada.

2.1.7 Ensamble.

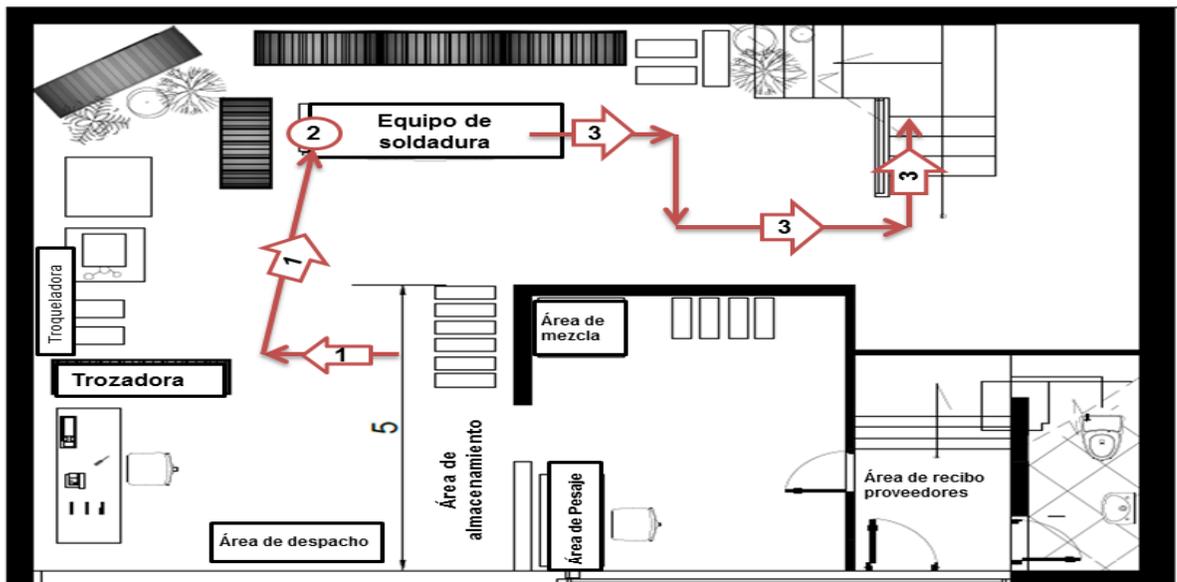
Previo al vulcanizado de la pieza se debe realizar el ensamble de las platinas, los discos, el herraje interno y el bocín; para llevar a cabo este proceso se debe colocar en un molde las piezas nombradas anteriormente hasta conformar el esqueleto de la pieza.

Una vez se tiene el esqueleto en el molde, se inicia el proceso de soldadura de las platinas que van ubicadas en los extremos, ensamblando el herraje interno a cada una de ellas y al bocín, el proceso toma un tiempo aproximado de 8 a 10 minutos.

Una vez el proceso de soldadura finalice, se debe llevar el esqueleto hasta el área de vulcanizado.

En el grafico 9 se encuentra el diagrama de recorrido del proceso de ensamble, el cual inicia con el transporte de los elementos que se encuentran en el área de almacenamiento hacia el equipo de soldadura donde una vez se encuentra listo el esqueleto de la pieza se transporta al segundo piso para el proceso de vulcanizado.

Gráfico 9. Diagrama de recorrido proceso de ensamble.



Fuente. Autores.

2.1.8 Vulcanizado.

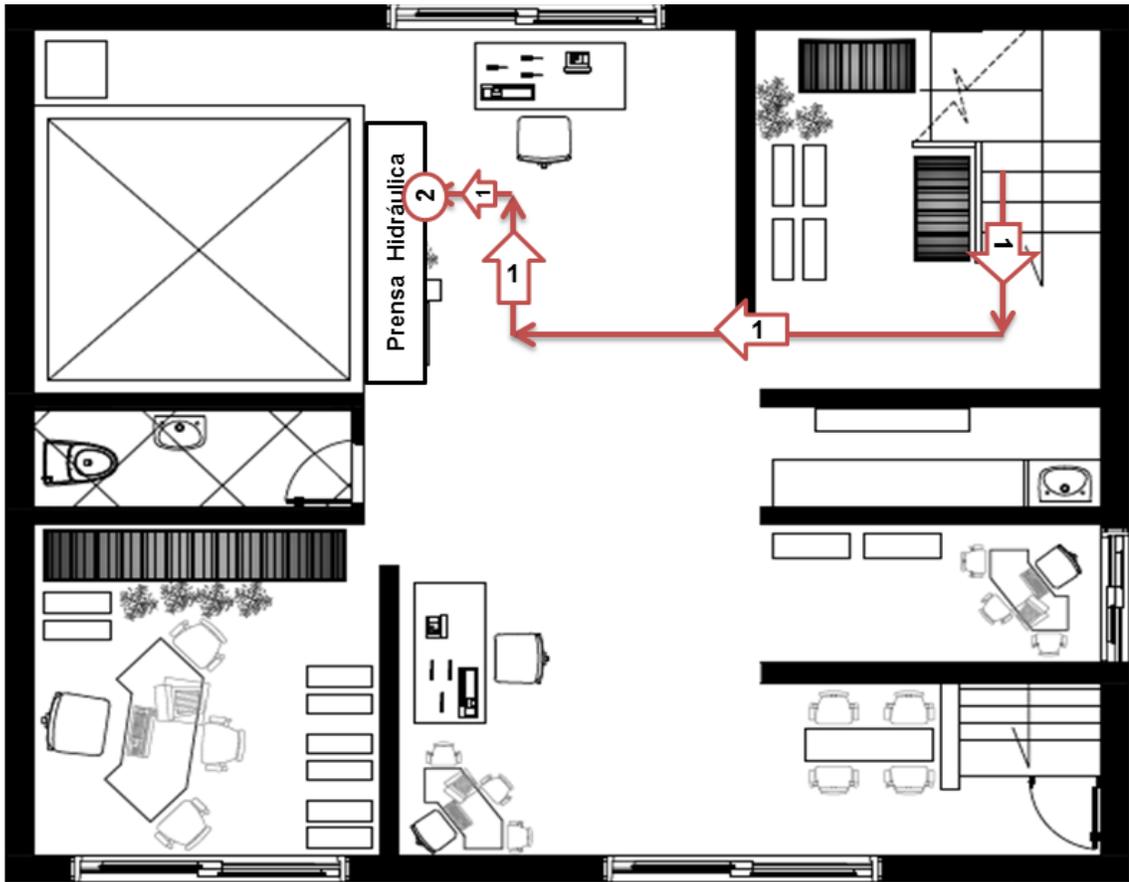
Este proceso es de vital importancia ya que el caucho debe inyectarse en ciertos puntos del chopo y de su correcta aplicación depende la calidad y estabilidad del mismo.

Dando continuidad a los procesos de ensamble y compra y mezcla de los químicos, se debe llevar el esqueleto del chopo(platinas, bocín, discos, herraje interno) a un molde metálico, donde previamente se vulcanizan 4 Kg de caucho con azufre, proceso que toma aproximadamente 8 minutos, el caucho se inyecta por medio de una prensa hidráulica cuya función es compactar el caucho, el diagrama de recorrido de este proceso se puede observar en el gráfico 11.

Una vez se haya inyectado la totalidad del caucho, se calienta el molde a una temperatura de 250°C durante 45 minutos, este es el tiempo que toma el caucho para adherirse por completo al esqueleto del chopo y contar con la calidad deseada.

En el gráfico 10 se observa el transporte del esqueleto ensamblado de la pieza hasta el segundo piso donde se lleva hasta la prensa hidráulica y se completa el proceso de vulcanizado.

Gráfico 10. Diagrama de recorrido vulcanizado



Fuente. Autores.

2.1.9 Acabado producto.

Luego del proceso de vulcanizado se debe dejar enfriar la pieza por un tiempo aproximado de dos horas, seguido se retira el chopo del molde y se procede a retirar el caucho sobrante de la pieza.

Una vez se remueven los sobrantes de caucho, se procede con la pintura de color negro de cada chopo y finalmente se almacena hasta el momento en el que es vendido. En el gráfico 11 se podrá observar el chopo terminado.

Gráfico 11. Chopo terminado.

Fuente. OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S

En el gráfico 12 se podrá observar el diagrama con el detalle del proceso de fabricación del chopo, donde se identifica cada uno de los subprocesos llegar al producto final.



para

Gráfico 12. Diagrama de proceso

| ACTIVIDAD | OBSERVACIONES | | | | | |
|---|---------------|---|---|---|-------------------------------------|--|
| | ● | ➔ | ■ | D | ▲ | |
| Compra y mezcla de químicos | X | | | | | Realizar el pesaje de los químicos |
| | X | | | | | Mezclar los químicos con el caucho natural |
| | | X | | | | Transportar la mezcla hasta el proveedor |
| | | | | X | | Espera mientras se mezcla el químico con el caucho |
| | | | X | | | Inspeccionar las balas de caucho |
| | | X | | | | Transportar las balas a la empresa |
| | | | | | X | Almacenar las balas hasta el proceso de vulcanizado |
| Corte y mecanizado de platinas (extremos y discos) | X | | | | | Realizar el corte de las platinas de los extremos y discos |
| | | X | | | | Transportar platinas a la troqueladora |
| | X | | | | | Elaborar huecos de los discos y platinas de los extremos |
| | X | | | | | Elaborar cajera en platina de la base |
| | | | X | | | Inspeccionar medidas de las platinas |
| | | X | | | | Transportar las platinas a la fresa para su terminado |
| | X | | | | | Dar terminado a las platinas en la fresa |
| | | | | X | Almacenar hasta proceso de ensamble | |
| Elaboración | X | | | | | Fundir acero 1045 |

| ACTIVIDAD |  | | | | | OBSERVACIONES |
|------------------------------------|---|---|---|---|---|--|
| | | | | | | |
| bocín | X | | | | | Introducir en el molde |
| | | X | | | | Transporte al torno para dar terminado |
| | X | | | | | Terminación del bocín en el torno |
| | | | X | | | Inspección bocín |
| | | | | | X | Almacenar hasta proceso de ensamble |
| Granalla | | X | | | | Transportar las platinas y bocín para aplicar proceso de granalla |
| Elaboración herraje interno | X | | | | | Cortar varilla roscada |
| | X | | | | | Asegurar la varilla con una tuerca y la cadena |
| | | | | | X | Almacenar hasta proceso de ensamble |
| Ensamble de las piezas | | X | | | | Transportar las platinas (bases y discos), bocín y el herraje interno al área de soldadura |
| | X | | | | | Asegurar con la soldadura el herraje, las platinas y el bocín |
| | | X | | | | Transportar el esqueleto de la pieza al área de vulcanizado |
| Vulcanizado | | X | | | | Transportar el caucho al área de vulcanizado |
| | X | | | | | Calentar el caucho |
| | | X | | | | Ubicar el esqueleto de la pieza en la prensa hidráulica |
| | X | | | | | Inyectar el caucho al esqueleto de la pieza |
| | | | | | X | Esperar la finalización del proceso de vulcanización |
| Terminado | | | | X | | Dejar enfriar la pieza |
| | X | | | | | Retirar los sobrantes de caucho |
| | | | X | | | Inspeccionar la pieza final |
| | X | | | | | Pintar la pieza |
| Almacenamiento | | | | | X | Almacenar pieza hasta su venta |

En el Anexo A se encuentra la información relacionada con la maquinaria que interviene en el proceso.

2.1.10 Distribución de planta.

Actualmente OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S. cuenta con un área total de 600 m^2 , la cual se encuentra distribuida de la siguiente forma:

El primer piso cuenta con el área de proceso al costado izquierdo con un área de 300 m^2 en la cual se lleva a cabo el corte, troquelado, acabado y soldadura de las piezas (Ver Anexo B), en este piso se encuentra la maquinaria dispuesta para el proceso metalmeccánico y es en donde se llevan a cabo la gran mayoría de los pasos necesarios para la fabricación de las piezas; al costado derecho se encuentra una escalera que comunica con la parte administrativa.

El segundo piso cuenta con un área total de 300 m^2 la cual se divide en tres partes, la primera es la que se encuentra comunicada con la entrada principal al costado derecho, allí están ubicadas las oficinas que cuentan con un área de 150 m^2 (Ver anexo C).

La segunda se encuentra comunicada a través de una escalera ubicada al costado derecho, la cual conlleva a la zona de producción y almacenamiento del producto terminado, donde se localizan la prensa hidráulica y la maquinaria para otros procesos de la línea, desde esta zona se puede observar el primer piso a través de una reja que se encuentra ubicada alrededor de esta zona.

ORFI S.A.S aplica la metodología de distribución de planta por producto, la cual se caracteriza por distribuir las máquinas de la línea, según la secuencia de la operación.

2.2 DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS DE LA LÍNEA METALMECÁNICA FUSIÓN CAUCHO Y METAL.

2.2.1 Encuestas.

Aunque se considera que las encuestas son el método más acertado para expresar los resultados al momento de diagnosticar los hechos que afectan o influyen en el comportamiento en un nicho, no se consideró el más viable para este ejercicio, ya que uno de los factores que proporcionan la objetividad de dicho procedimiento está enmarcado en la muestra (la cual debe ser lo más amplia y diversa posible), aspecto que no se presenta para este caso por que como se ha mencionado con anterioridad ORFI S.A.S cuenta con un stock reducido de clientes, es decir, 1 y en algunos casos esporádicos 2, razón por la cual se tomó la decisión de realizar una entrevista con los intervinientes en el proceso productivo de la fábrica, dentro de los cuales se encuentran el gerente general de la compañía Sr. DANIEL OROZCO, el director de producción Ing. CARLOS AMRIO OROZCO y el jefe de taller Sr. JOSÉ a quienes se les formularon las preguntas presentadas en el anexo D.

Con el fin de obtener un resultado más objetivo, se les envió copia de la entrevista con anterioridad a cada uno de los intervinientes para que al responder cada una de estas preguntas estuviesen sustentadas en información real de la empresa, de igual manera la elaboración de las preguntas se realizó de la mano de personal especializado en el tema de producción y soportado de bibliografía relacionada, esto con el fin de mostrar un horizonte real de la situación de la empresa.

Basado en el resultado de la misma se establece que:

- La empresa aunque sabe qué producir y qué materiales son requeridos, no tiene claramente establecido un modelo que le permita determinar cuánto se necesita de cada material y en qué momento será requerido, ya que este procedimiento se realiza de manera intuitiva. Aunque el procedimiento maneja una justificación teórica, puede llegar a presentar vacíos al momento que dichos funcionarios no se presenten en la empresa (renovación de personal, jubilación vacaciones etc.) o al momento en que los niveles de producción varíe (consecución de nuevos clientes, aumento de la demanda por parte del cliente etc.)

- Se establece que existen diferencias en los tiempos de trabajo de la línea de producción, ya que la frecuencia de salida de algunas máquinas no es equivalente a la frecuencia de entrada respecto a la siguiente estación de trabajo.
- Se evidencia que existen incumplimiento o retrasos en las entregas de los productos, esto debido a que no se cuenta con un stock de seguridad que permita garantizar entregas a los clientes y en segundo lugar por las demoras en la llegada de materias primas. El supervisor de producción indica que no se llevan a cabo mantenimientos preventivos lo que en algunas ocasiones genera retrasos con las entregas al cliente final.
- La empresa no maneja un procedimiento claro el cual permita reconocer sus productos (número de producto, serie o lote.) más que la experiencia de sus funcionarios.

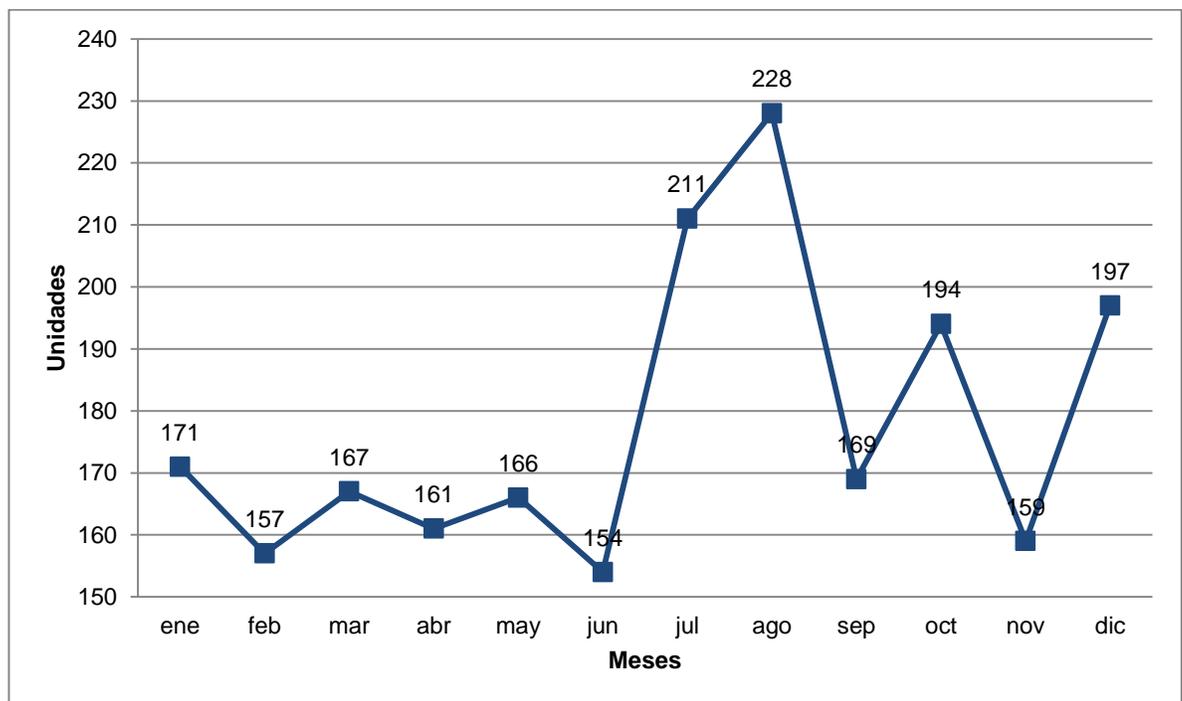
2.3 ESTRUCTURACIÓN DEL MODELO DE PLANEACIÓN.

2.3.1 Pronósticos

Con el fin de identificar cuál de los modelos de pronósticos contribuye de una manera eficiente a la consecución del mejoramiento de los índices de producción de ORFI S.A.S. para su línea metalmecánica fusión caucho y metal. Se tomó la decisión de estudiar 4 modelos tales como: suavización exponencial, promedio móvil, método Holt y método Winter, identificando para cada uno de estos la desviación absoluta media (MAD), el error porcentual medio (MAPE) y la señal de rastreo (TS), el objetivo de este ejercicio consistió en aportar una herramienta que permitiera suministrar datos al área de producción para realizar el cálculo de las cantidades a producir, cuanto inventario tener y qué pedir; influenciando en la mejora de varios índices que afectan directamente en la producción como es el caso de los costos, calidad y tiempos de producción entre otros, ya que con esta herramienta la empresa evita escases o exceso de producto.

Basados en los datos históricos de ventas suministrados por la empresa del último año (Ver gráfico 13), es posible determinar las características de la demanda del producto, este es el punto inicial para determinar el modelo adecuado según las tendencias, teniendo en cuenta que es fundamental para determinar correctamente los pronósticos los cuales son la base de una planeación asertiva, pues deben ser vinculados con el fin de que las actividades de producción sean eficientes basadas por los modelos de pronósticos.

Gráfico 13. Ventas Chopo 2012 – 2013



Fuente: Autores, según datos históricos de ORFI S.A.S

A continuación se encuentra el desarrollo de los modelos propuestos:

2.3.2 Promedio móvil

El primer método de pronóstico utilizado fue el de promedio móvil, el cual se puede ejecutar en óptimas condiciones cuando los niveles de la demanda son aleatorios o nivelados y se desea eliminar aquellos elementos irregulares históricos³⁵; teniendo en cuenta lo anterior se hace uso de la siguiente fórmula:

$$\hat{X}_t = \frac{\sum_{t=1}^n X_{t-1}}{n}$$

Dónde:

X_t = Promedio de ventas en unidades en el periodo t

= Sumatoria de datos

X_{t-1} = Ventas reales en unidades de los periodos anteriores a t

N = Número de datos

Los resultados consolidados en la tabla No. 2, generan los resultados de pronóstico obtenidos y de igual forma se pueden consultar en el anexo E.

³⁵<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/promedio-m%C3%B3vil/>. Fecha de consulta: Marzo de 2015.

Tabla 2. Cálculo del promedio móvil

| | |
|-------------|---------------|
| MAPE | 50.322 |
| MAD | 8.363 |
| TS | -10,90 |

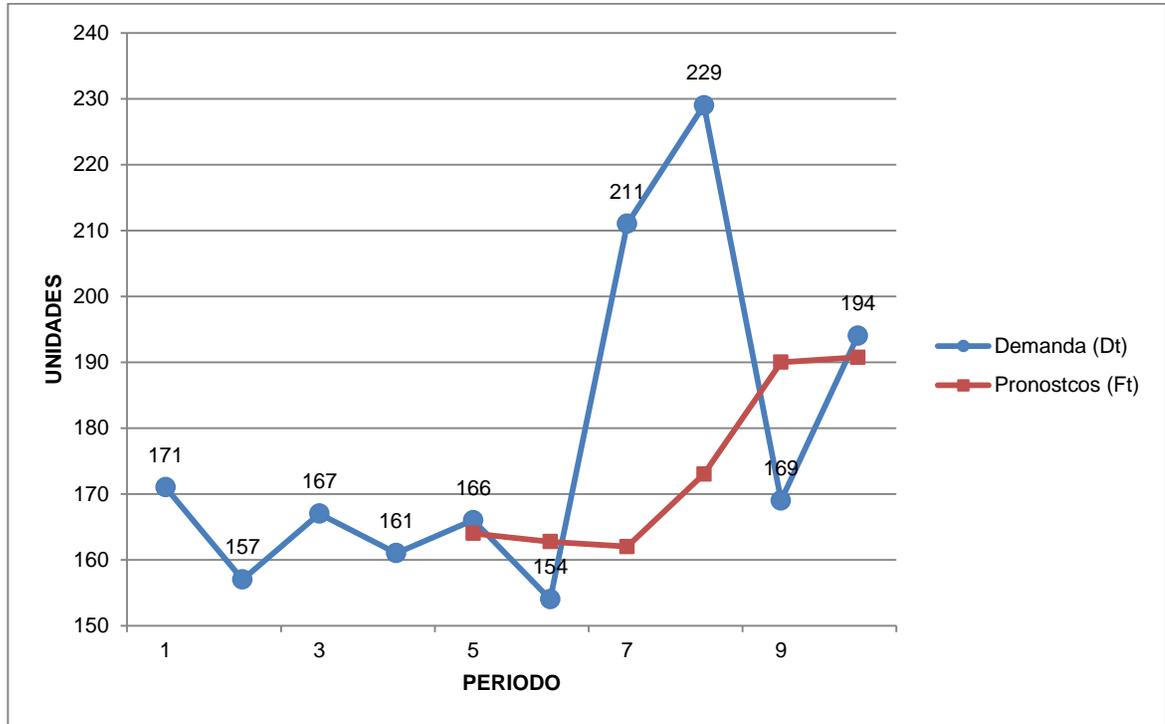
| Periodo (t) | Demanda (D _t) | Demanda Desestacionalizada | NIVEL (L _t) | Pronostcos (F _t) | Error (E _t) | Error Absoluto (A _t) | Error cuadrático medio (MCF _t) | MAD (t) | Error % | MAPE (t) | SEÑAL DE RASTREO (TS) |
|-------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|---------|---------|----------|-----------------------|
| 0 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 171 | | | | | | | | | | |
| 2 | 157 | | | | | | | | | | |
| 3 | 167 | | | | | | | | | | |
| 4 | 161 | 101.69 | 164.000 | | | | | | | | |
| 5 | 166 | 104.00 | 162.750 | 164.00 | -2.000 | 2.000 | -6.20 | -6.600 | 1.205 | 1.205 | 0.30 |
| 6 | 154 | 111.25 | 162.000 | 162.75 | 8.750 | 8.750 | 6.43 | -5.208 | 5.682 | 3.443 | -1.30 |
| 7 | 211 | 115.63 | 173.000 | 162.00 | -49.000 | 49.000 | 347.51 | 1.536 | 23.223 | 10.036 | -27.51 |
| 8 | 229 | 117.88 | 190.000 | 173.00 | -56.000 | 56.000 | 695.20 | 7.469 | 24.454 | 13.641 | -13.15 |
| 9 | 169 | 119.94 | 190.750 | 190.00 | 21.000 | 21.000 | 666.17 | 8.194 | 12.426 | 70.292 | -9.43 |
| 10 | 194 | | | 190.75 | -3.250 | 3.250 | 599.91 | 7.000 | 1.675 | 72.679 | -11.50 |
| 11 | 159 | | | 0.00 | -159.000 | 159.000 | 2843.01 | 20.182 | 100.000 | 94.203 | -11.87 |
| 12 | 197 | | | 0.00 | -197.000 | 197.000 | 5839.59 | 34.333 | 100.000 | 137.154 | -12.71 |

Fuente. Autores

Los resultados obtenidos con el promedio móvil, no evidencian la variabilidad del comportamiento de la demanda de ORFI S.A.S (Ver gráfico 14), adicional a lo anterior el método tiene como desventaja la pérdida de datos iniciales y finales de la serie, lo que no permite tener unos resultados óptimos.

En cuanto a la utilidad en la toma de decisiones de planeación de producción para la empresa no es conveniente ya que la demanda registrada en los últimos años no tiene valores similares en cada periodo de tiempo.

Gráfico 14. Método promedio móvil - Demanda Vs. Pronóstico.



Fuente. Autores.

2.3.3 Método de suavización exponencial

Para el cálculo de este método se tiene en cuenta que debe ser usado cuando se desea eliminar las irregularidades dadas a lo largo de un periodo de tiempo de demanda reciente, a diferencia del método de promedio móvil, este calcula un periodo a la vez, teniendo en cuenta lo anterior se hace uso de la siguiente fórmula:

$$\hat{x}_t = \hat{x}_{t-1} + (\alpha \cdot (x_{t-1} - \hat{x}_{t-1}))$$

$$\alpha = \frac{2}{n + 1}$$

$X_t =$ Promedio de ventas en unidades en el periodo t

$X_{t-1} =$ Pronóstico de ventas en unidades del periodo $t - 1$

$X_{t-1} =$ Ventas reales en unidades en el periodo $t - 1$

$\sigma =$ Coeficiente de suavización (entre 0,0 y 1,0)

Para el cálculo del modelo se utilizó un α de 0,4, Teniendo en cuenta lo anterior, en la tabla 4 se encuentran los resultados obtenidos: anexo F.

Tabla 3. Datos para calculo Suavización Exponencial

| | |
|-------------|-------------------|
| MAPE | 3,149% |
| MAD | 5,617 unid |
| TS | 1,24 |

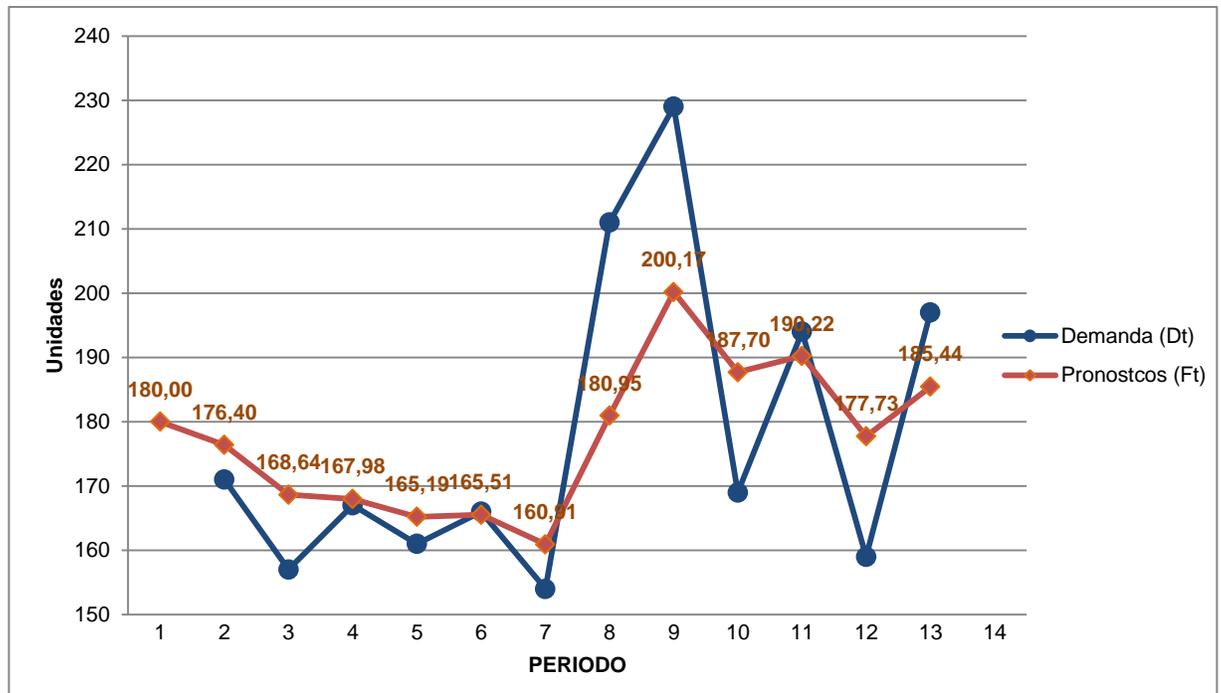
| Alfa | | Beta | | | | | | | | | | | | | |
|------|--|------|--|-------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|---------|---------|----------|-----------------------|
| 0.4 | | 0.2 | | Periodo (t) | Demanda (D _t) | Demanda Desestacionalizada | NIVEL (L _t) | Pronostcos (F _t) | Error (E _t) | Error Absoluto (A _t) | Error cuadratico medio (MCE _t) | MAD (t) | Error % | MAPE (t) | SEÑAL DE RASTREO (TS) |
| 0 | | | | | | | 180.00 | | | | | | | | |
| 1 | | 171 | | | | | 176.400 | 180.00 | 3.600 | 3.600 | 12.96 | 3.600 | 2.105 | 2.105 | 1.00 |
| 2 | | 157 | | | | | 168.640 | 176.40 | 7.760 | 7.760 | 36.59 | 6.680 | 4.943 | 3.524 | 2.00 |
| 3 | | 167 | | | | | 167.984 | 168.64 | 0.656 | 0.656 | 24.54 | 4.005 | 0.393 | 2.480 | 3.00 |
| 4 | | 161 | | | | | 165.190 | 167.98 | 2.794 | 2.794 | 20.35 | 3.702 | 1.735 | 2.294 | 4.00 |
| 5 | | 166 | | | | | 165.514 | 165.19 | -0.324 | 0.324 | 16.30 | 3.027 | 0.195 | 1.874 | 4.79 |
| 6 | | 154 | | | | | 160.909 | 165.51 | 4.606 | 4.606 | 17.12 | 3.290 | 2.991 | 2.060 | 5.80 |
| 7 | | 211 | | | | 176.88 | 180.945 | 160.91 | -20.037 | 20.037 | 72.03 | 6.682 | 9.496 | 3.123 | -0.17 |
| 8 | | 229 | | | | 179.06 | 200.167 | 180.95 | -19.222 | 19.222 | 109.21 | 7.375 | 8.394 | 3.781 | -2.73 |
| 9 | | 169 | | | | 180.88 | 187.700 | 200.17 | 12.467 | 12.467 | 114.34 | 7.940 | 7.377 | 4.181 | -0.97 |
| 10 | | 194 | | | | 182.63 | 190.220 | 187.70 | -2.520 | 2.520 | 103.54 | 7.398 | 1.299 | 3.893 | -1.38 |
| 11 | | 159 | | | | 174.50 | 177.732 | 190.22 | 12.488 | 12.488 | 108.31 | 7.861 | 7.854 | 4.253 | 0.29 |
| 12 | | 197 | | | | 154.50 | 185.439 | 177.73 | -7.707 | 7.707 | 104.23 | 7.848 | 3.912 | 4.224 | -0.69 |
| 13 | | | | | | 131.69 | 111.264 | 185.44 | | | | | | | |
| 14 | | | | | | 104.19 | 66.758 | 177.45 | | | | | | | |

Fuente. Autores

Con la información obtenida con el método de suavización exponencial versus el pronóstico (Ver gráfico 15) y teniendo en cuenta la tendencia de los datos históricos de ventas proporcionados por la empresa, se determina que para el

caso de ORFI los resultados no son exactos, ya que permitirían un margen de error alto al realizar el plan de requerimientos basados en éste método.

Gráfico 15. Suavización Exponencial - Demanda Vs. Pronóstico



Fuente. Autores

2.3.4 Método Holt.

El tercer método trabajado fue el Holt, el cual se utiliza cuando la demanda presenta una tendencia y un patrón estacional constante³⁶. Para el cálculo del modelo se utilizaron las siguientes fórmulas:

³⁶ <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/suavizaci%C3%B3n-exponencial-doble/>. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2014.

a) Pronóstico del período t

$$\hat{X}_t = \hat{X}'_t + T_t$$

b) La serie suavizada exponencialmente (primera suavización)

$$\hat{X}'_t = \alpha(\hat{X}_{t-1}) + [(1 - \alpha)(\hat{X}'_{t-1} + T_{t-1})]$$

c) El estimado de la tendencia

$$T_t = \beta(\hat{X}'_t - \hat{X}'_{t-1}) + [(1 - \beta)(T_{t-1})]$$

Dónde:

$X_t =$ Pronóstico del periodo t

$X_{t-1} =$ Pronóstico del periodo $t - 1$

$X'_t =$ Suavización exponencial del periodo t

$X'_{t-1} =$ Suavización exponencial del periodo $t - 1$

$T_t =$ Tendencia del periodo t

$T_{t-1} =$ Tendencia del periodo $t - 1$

$\alpha =$ Coeficiente de suavización (entre 0,0 y 1,0)

$\beta =$ Coeficiente de suavización para la tendencia (entre 0,0 y 1,0)

Utilizando un α de 0,2 y un β de 0,2, los resultados de la comparación entre el pronóstico y la demanda se presentan en la tabla 5:

Tabla 4. Cálculo método Holt.

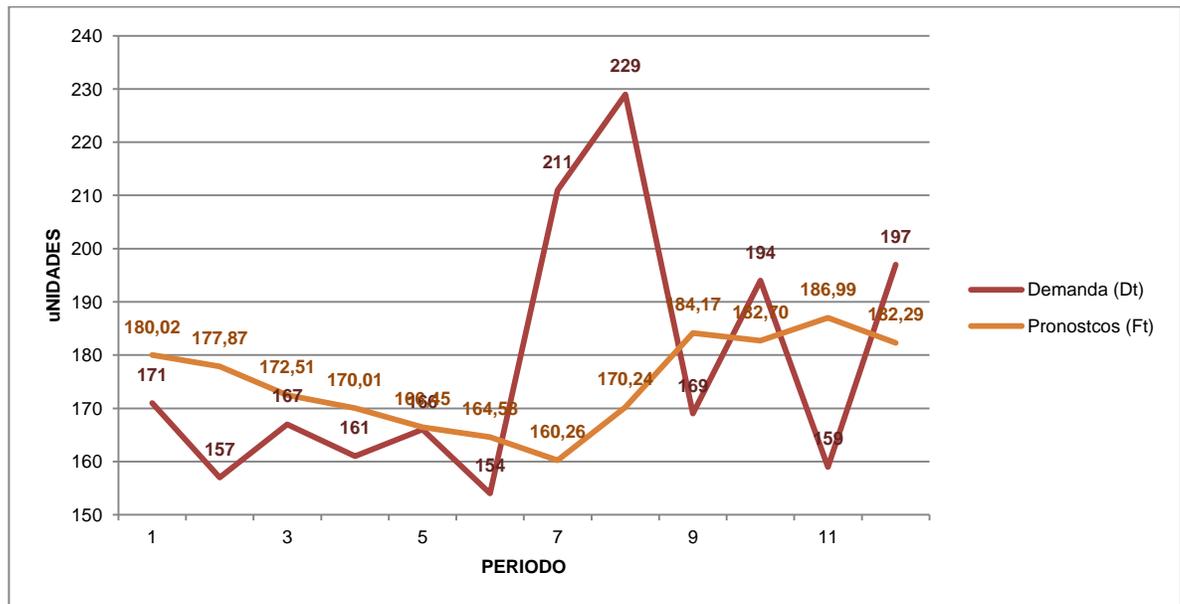
| | |
|-------------|-----------------|
| MAPE | 8,347% |
| MAD | 3,711und |
| TS | -9,11 |

| Periodo (t) | Demanda (D _t) | Demanda Desestacionalizada | NIVEL (L _t) | Tendencia | Pronostcos (F _t) | Error (E _t) | Error Absoluto (A _t) | Error cuadrático medio (MCF _t) | MAD (t) | Error % | MAPE (t) | SEÑAL DE RASTREO (TS) |
|-------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|---------|---------|----------|-----------------------|
| 0 | | | 180.00 | 0.015 | | | | | | | | |
| 1 | 171 | | 178.212 | -0.346 | 180.02 | 9.015 | 9.015 | 81.27 | 9.015 | 5.272 | 5.272 | 1.00 |
| 2 | 157 | | 173.693 | -1.180 | 177.87 | 20.866 | 20.866 | 118013.93 | 14.941 | 13.291 | 9.281 | 2.00 |
| 3 | 167 | | 171.410 | -1.401 | 172.51 | 5.513 | 5.513 | 117210.87 | 11.798 | 3.301 | 7.288 | 3.00 |
| 4 | 161 | 101.69 | 168.208 | -1.761 | 170.01 | 9.010 | 9.010 | 127208.11 | 11.101 | 5.596 | 6.865 | 4.00 |
| 5 | 166 | 104.00 | 166.357 | -1.779 | 166.45 | 0.446 | 0.446 | 138957.43 | 8.970 | 0.269 | 5.546 | 5.00 |
| 6 | 154 | 111.25 | 162.463 | -2.202 | 164.58 | 10.578 | 10.578 | 145672.21 | 9.238 | 6.869 | 5.766 | 6.00 |
| 7 | 211 | 115.63 | 170.408 | -0.173 | 160.26 | -50.740 | 50.740 | 176638.34 | 0.670 | 24.047 | 8.378 | 158.50 |
| 8 | 229 | 117.88 | 181.989 | 2.178 | 170.24 | -58.764 | 58.764 | 250531.03 | -6.759 | 25.661 | 10.538 | -24.40 |
| 9 | 169 | 119.94 | 181.133 | 1.571 | 184.17 | 15.167 | 15.167 | 299243.21 | -4.323 | 8.974 | 10.364 | -41.66 |
| 10 | 194 | | 184.964 | 2.023 | 182.70 | -11.295 | 11.295 | 324896.08 | -5.020 | 5.822 | 9.910 | -38.12 |
| 11 | 159 | | 181.390 | 0.904 | 186.99 | 27.987 | 27.987 | 1048481.59 | -2.020 | 17.602 | 10.610 | -108.62 |
| 12 | 197 | | 185.235 | 1.492 | 182.29 | -14.707 | 14.707 | 3824889.01 | -3.077 | 7.465 | 10.347 | -76.08 |
| 13 | | | | | 186.73 | | | | | | | |

Fuente. Autores

Con la información que se obtuvo de los pronósticos se realizó la comparación entre el pronóstico y la demanda el cual arrojó los resultados que se presentan en el grafico 16. El cálculo del método se puede encontrar en el anexo G

Gráfico 16. Demanda VS pronostico



Fuente: Autores.

2.3.5 Método Winter

El método Winter o conocido como Holt-Winters multiplicativo, es útil cuando la demanda no presenta una tendencia definida, haciendo uso de factores que tienen en cuenta la tendencia de los datos anteriores con el fin de aproximar los pronósticos a los datos reales³⁷. Para su cálculo se deben tener en cuenta cuatro componentes:

- 1) Ajuste Exponencial de la Serie de Datos

$$Et = \alpha \frac{Yt}{St-L} + 1 - \alpha (Et - 1 + Tt - 1)$$

- 2) Estimación de Tendencias

$$Tt = \beta (Et - Et - 1) + (1 - \beta)Tt - 1$$

- 1) Estimación de Estacionalidad

$$St = \delta \frac{Yt}{Et} + 1 - \delta St - L$$

- 2) Pronóstico de Períodos Futuros

$$\hat{Y}t + j = Et + j(Tt) St - L + j$$

En dónde:

Et = Estimación suavizada para el período *t*

Tt = Estimación de Tendencia para período *t*

St-L = Índice de Estacionalidad calculado para el período *t-L*

St = Índice de estacionalidad para el período *t*

Yt = Valor real de la serie de tiempo para el período *t*

L = Longitud o duración de la estacionalidad, en nuestro caso *L* = 4 (el ciclo se repite cada cuatro meses)

j = Cantidad de períodos a Pronosticar hacia delante

³⁷<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/pron%C3%B3stico-de-ventas/suavizaci%C3%B3n-exponencial-doble/>. Fecha de consulta: 12 de noviembre de 2014.

α = Constante de suavización exponencial simple de la serie de datos

β = Constante de suavización exponencial de tendencia

δ = Constante de corrección de estacionalidad

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizan los cálculos los resultados comparados con la demanda real se pueden ver en la tabla 5.

Tabla 5. Método Winter.

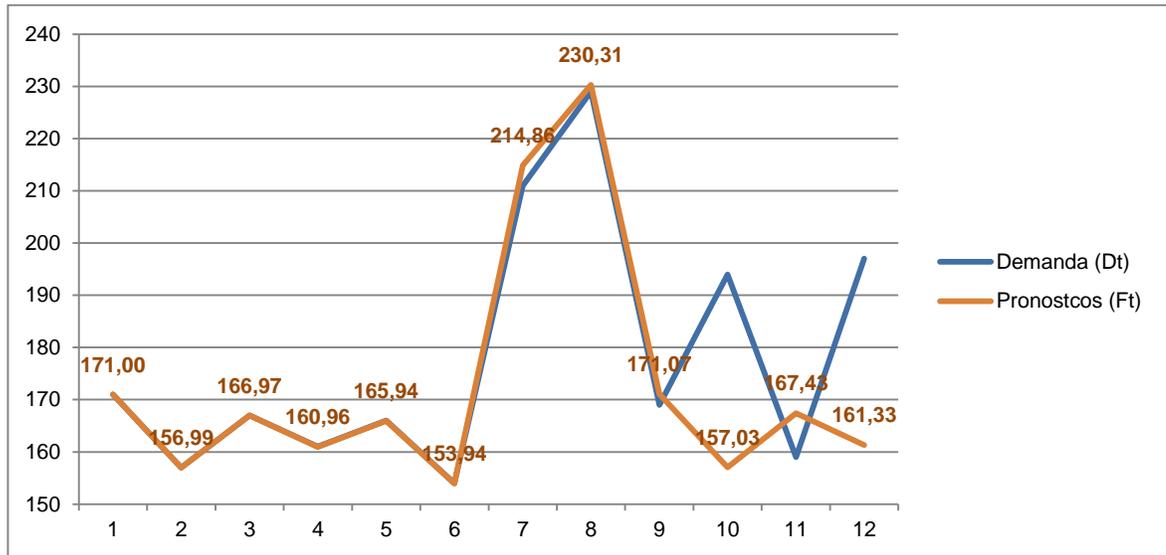
| | |
|-------------|---------------|
| MAPE | 0,833% |
| MAD | 1,567 |
| TS | -1,31 |

| Periodo (t) | Demanda (D _t) | Demanda Desestacion alizada | NIVEL (L _t) | Tendencia | Factor Estacional | Pronostcos (F _t) | Error (E _t) | Error Absoluto (A _t) | Error cuadrático medio (MCE ²) | MAD (t) | Error % | MAPE (t) | SEÑAL DE RASTREO (TS) |
|-------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------|-------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|---------|---------|----------|-----------------------|
| 0 | | | 180.00 | 0.015 | | | | | | | | | |
| 1 | 171 | 180.015 | 180.015 | 0.015 | 0.950 | 171.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.00 |
| 2 | 157 | 180.045 | 180.030 | 0.015 | 0.872 | 156.99 | -0.013 | 0.013 | 0.00 | 0.007 | 0.008 | 0.004 | -2.00 |
| 3 | 167 | 180.0751725 | 180.045 | 0.015 | 0.927 | 166.97 | -0.028 | 0.028 | 0.00 | 0.014 | 0.017 | 0.008 | -3.00 |
| 4 | 161 | 180.1055477 | 180.061 | 0.015 | 0.894 | 160.96 | -0.040 | 0.040 | 0.00 | 0.020 | 0.025 | 0.013 | -4.00 |
| 5 | 166 | 180.136156 | 180.077 | 0.015 | 0.922 | 165.94 | -0.055 | 0.055 | 0.00 | 0.027 | 0.033 | 0.017 | -5.00 |
| 6 | 154 | 180.1670285 | 180.092 | 0.015 | 0.855 | 153.94 | -0.064 | 0.064 | 0.00 | 0.034 | 0.042 | 0.021 | -6.00 |
| 7 | 211 | 176.88 | 180.075 | 0.013 | 1.193 | 214.86 | 3.856 | 3.856 | 2.13 | 0.580 | 1.828 | 0.279 | 6.31 |
| 8 | 229 | 179.06 | 180.078 | 0.013 | 1.279 | 230.31 | 1.312 | 1.312 | 2.08 | 0.671 | 0.573 | 0.316 | 7.40 |
| 9 | 169 | 180.88 | 180.070 | 0.012 | 0.950 | 171.07 | 2.073 | 2.073 | 2.32 | 0.827 | 1.226 | 0.417 | 8.51 |
| 10 | 194 | 182.63 | 180.505 | 0.033 | 0.872 | 157.03 | -36.968 | 36.968 | 138.75 | 4.441 | 19.055 | 2.281 | -6.74 |
| 11 | 159 | 174.50 | 180.448 | 0.029 | 0.927 | 167.43 | 8.431 | 8.431 | 132.60 | 4.804 | 5.303 | 2.555 | -4.47 |
| 12 | 197 | 154.50 | 180.875 | 0.048 | 0.894 | 161.33 | -35.667 | 35.667 | 227.56 | 7.376 | 18.105 | 3.851 | -7.75 |
| 13 | | 131.69 | 179.114 | -0.042 | 0.922 | 166.73 | | | | | | | |
| 14 | | 104.19 | 177.282 | -0.132 | 0.855 | 153.07 | | | | | | | |
| 15 | | 79.31 | 175.379 | -0.220 | 1.192 | 211.14 | | | | | | | |
| 16 | | 56.63 | 173.407 | -0.308 | 1.279 | 223.94 | | | | | | | |

Fuente. Autores

Una vez se establece el pronóstico se realiza con la comparación entre la demanda (Ver gráfico 17).

Gráfico 17. Método Winter – Demanda Vs. Pronóstico



Fuente. Autores

Luego de revisar los datos obtenidos con cada uno de los métodos empleados (promedio móvil, suavización exponencial, Holt y Winters), se evidencia que el método de Winter es aquel que permite mayor exactitud en los pronósticos, dado que durante los primeros 9 períodos obtiene como pronóstico el mismo valor de la demanda real, con un error cuadrático medio de 0,00; por lo tanto el cálculo de los pronósticos de ventas se realizará utilizando éste método.

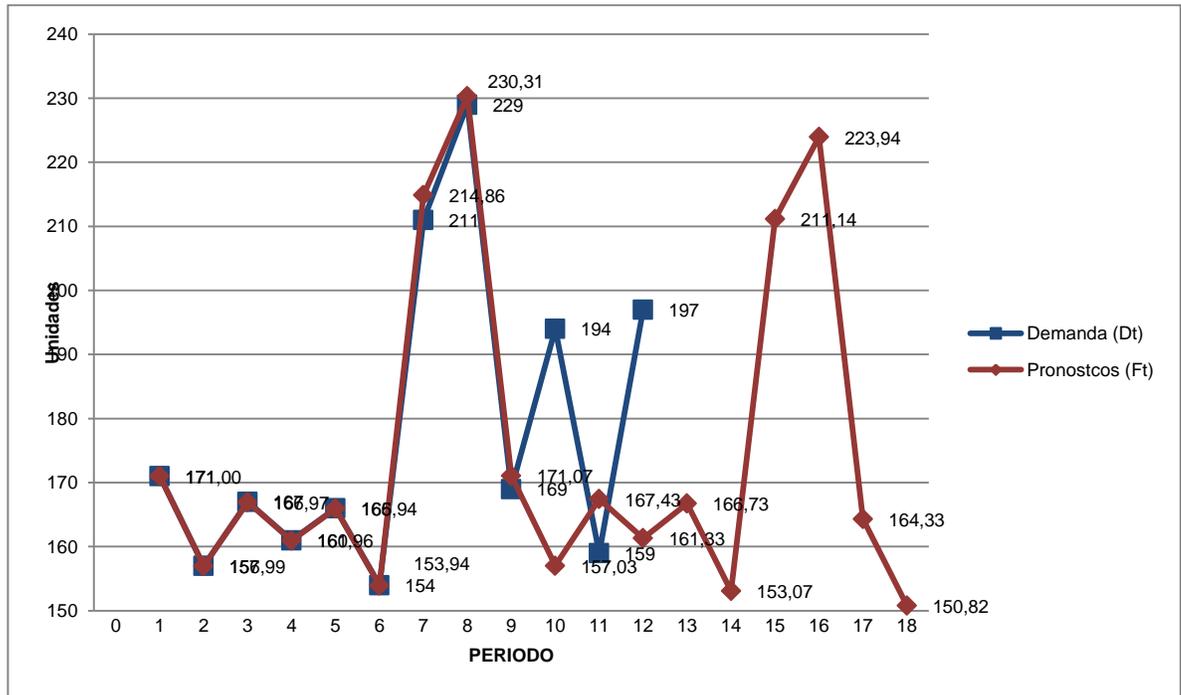
Los resultados del pronóstico para los primeros seis meses del año 2015 obtenidos a través del método Winters (Ver gráfico 18), serán aplicados en el plan maestro de producción y podrán ser observados en la tabla 6. El cálculo del método Winter se encuentra en el anexo H.

Tabla 6. Pronóstico método Winters

| Período | Pronóstico (unid) |
|---------|-------------------|
| 1 | 166,73 |
| 2 | 153,07 |
| 3 | 211,14 |
| 4 | 223,94 |
| 5 | 164,33 |
| 6 | 150,82 |

Fuente. Autores

Gráfico 18. Pronostico para seis meses



Fuente. Autores

2.3.6 Planeación de la producción

Teniendo en cuenta los resultados del pronóstico, el siguiente paso es la planeación de materiales, desde este punto se podrán establecer los tiempos y capacidad de producción de la empresa, a continuación se encuentra el paso a paso de la planeación de producción que se calculó para el proceso de producción de la empresa:

2.3.7 Capacidad teórica de la planta

Teniendo en cuenta que la capacidad teórica (CT) es la cantidad máxima de unidades a producir que tiene una planta en relación con el tiempo y la mano de obra disponible en un determinado momento; es necesario en primera medida identificar la operación cuello de botella (ver anexo I), para lo cual se tomó el

tiempo de duración de cada actividad, se identificó la capacidad de cada máquina, hallando el tiempo real de cada operación:

$$\text{Capacidad} * \text{tiempo de producción/ día} = (8 \text{ hr} * 60 \text{ min}) - 15 \text{ min}$$

Para identificar la operación cuello de botella se tiene en cuenta el flujo de los materiales y las operaciones que dependen de otras, de ésta manera se identifica que la operación cuello de botella, teniendo en cuenta el turno de 8 horas diarias, como la operación de secado que necesita 15, 5 min diarios que equivalen a 0,258 horas, de acuerdo con lo anterior se tiene, el cálculo de la CT siguiendo la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Horas trabajadas}}{\text{Tiempo cuello de botella}}$$

$$\frac{8 \text{ hr}}{0,258 \text{ hr}}$$

Obteniendo:

$$\frac{8 \text{ hr}}{0,258 \text{ hr}} = 30,968 \text{ und/día}$$

De acuerdo con el resultado anterior, se aproximó el valor a 31 unidades por día, y al multiplicar lo anterior por 20 días, se obtiene un total de 619 unidades al mes (Ver tabla 10).

Tabla 7.Capacidad teórica

| Descripción | Día | Mes |
|--------------------------------|----------|------------|
| Tiempo cuello de botella (tcb) | 0,258 hr | |
| Días trabajados/mes (dt) | 20 | |
| CT (tcb/dt) | 31 und | 619,35 und |

Fuente. Autores

Los resultados de la tabla 7, indican una capacidad teórica de 619 unidades por mes, teniendo en cuenta que los datos históricos de la demanda están expresados en meses. Lo anterior corresponde a la capacidad máxima de la empresa, es decir, que la línea metalmecánica puede producir 619 unidades por mes si se trabajasen las 8 horas completas del turno sin ningún descanso.

2.3.8 Capacidad instalada

A diferencia de la capacidad teórica, la capacidad instalada incluye factores que pueden afectar la producción, tales como tiempos muertos o inactivos que para el caso de la línea metalmecánica de la empresa, se toman los tiempos de descanso, de almuerzo y demoras por fallas en las máquinas (Ver tabla 8). De acuerdo con lo anterior se obtiene:

Tabla 8. Calculo capacidad instalada

| SUPLEMENTOS | PORCENTAJE |
|---|------------|
| 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES | |
| a) DESCANSOS | 2 |
| b) BASICOS PERSONALES (LLAMADAS, IDAS AL BAÑO ETC.) | 3 |
| 2. SUPLEMENTOS VARIABLES | |
| a) SUPLEMENTOS POR LIMPIEZA | 1 |
| b) SUPLEMENTOS POR HERRAMIENTAS | 5 |
| c) SUPLEMENTOS POR MONTAJES | 4 |
| d) SUPLEMENTOS POR DESMONTAJE | 4 |
| e) TRABAJO DE PIE | 2 |
| TOTAL | 21 |

Fuente. Autores

El cálculo de la CT de la tabla 8 se realiza siguiendo la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Horas reales trabajadas}}{\text{Tiempo efectivo cuello de botella}}$$

Las horas reales trabajadas, son 6 horas teniendo en cuenta el tiempo que demoran los suplementos mencionados y para el cálculo del tiempo efectivo del cuello de botella se multiplica el tiempo requerido para esa operación y se multiplica por el factor de suplemento (1,21), para un total de 0,3126 horas, de ésta manera se obtiene:

$$\frac{6 \text{ hr}}{0,3126 \text{ hr}}$$

Obteniendo:

$$\frac{6 \text{ hr}}{0,3126 \text{ hr}} = 19,20 \text{ und/día}$$

Se aproxima el valor a 19 und/ día, lo que multiplicado por 20 días al mes, da como resultado 384 und/mes. En la tabla 12 se encuentra el resumen de la capacidad instalada.

Tabla 9. Capacidad instalada

| Descripción | Día | Mes |
|--|----------|---------|
| Tiempo efectivo cuello de botella (tcbe) | 0,313 hr | |
| Días reales trabajados/mes (dtr) | 20 días | |
| CI (tcbe/dtr) | 19 und | 384 und |

Fuente. Autores

Los cálculos presentados en la tabla 12 evidencian que realmente la línea metalmecánica puede producir un total de 384 unidades semanales, lo que indica que puede suplir la demanda actual y ampliar un poco el mercado con el fin de recuperar los clientes perdidos. Finalmente se calcula el porcentaje de utilización de la planta de acuerdo con:

$$\% \text{ utilización} = \frac{\text{Capacidad Instalada}}{\text{Capacidad Teórica}} \times 100$$

$$\% \text{ utilización} = \frac{619}{384} \times 100$$

$$\% \text{ utilización} = 62\%$$

La utilización actual de la planta se encuentra en un 62%.

2.3.9 Planeación agregada

Tal como se planteó en el marco teórico, la planeación de la producción se realiza en tres niveles: corporativa, funcional o táctica y operativa, a partir de los niveles mencionados se requieren estrategias de largo, mediano y corto plazo respectivamente. Para el nivel corporativo y táctica generalmente las empresas no utilizan los métodos de pronósticos convencionales, (series de tiempo), dado que, los resultados de dichos pronósticos están enfocados en la satisfacción del cliente y no en la definición de políticas o metas de la organización, lo cual si es el objetivo de los niveles más altos de las organizaciones. En este orden de ideas, para estos niveles, existen otros métodos de pronóstico que utilizan información macroeconómica y se realizan incluyendo a los demás actores de la cadena de suministro³⁸, y que comúnmente se conocen como pronósticos colaborativos.

Los pronósticos colaborativos se basan en la posibilidad de definir las acciones a seguir por una compañía, con base en la reunión de grupos de personas de la misma cadena de suministro para desarrollar un programa de acción conjunto, contando con la información necesaria para tomar decisiones más asertivas. Estos grupos “nacen de la necesidad entre dos o más socios de tener una forma o método que les permita adquirir información sobre las necesidades de sus clientes de forma rápida y precisa, a través de todos los eslabones de la cadena de suministro, buscando convertirse en un sistema flexible, proactivo y mucho más eficiente”³⁹. De acuerdo con lo anterior, la planeación agregada requiere de un trabajo colaborativo entre los diferentes eslabones de la cadena, sin embargo; el objetivo del presente trabajo de grado, se enfoca en presentar una propuesta que

³⁸<http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/log%C3%ADstica/planeaci%C3%B3n-pron%C3%B3stico-y-reabastecimiento-colaborativo-cpfr/>. Fecha de consulta 20 de Noviembre de 2014.

³⁹ PALMA, E; ZÚÑIGA, L; LOPÉZ, R. Desarrollo de una herramienta web que facilite la realización de pronósticos colaborativos en las pymes de Cali. Universidad ICESI. Santiago de Cali. 2011.

permita mejorar la planeación, programación y control de la producción lo que indica que se desarrolla solamente en el nivel operativo de la organización.

En este sentido, es importante mencionar que la planeación agregada corresponde al nivel funcional o táctico de planeación, es decir, de mediano plazo, tal como lo afirman Heizer y Render⁴⁰, quienes indican que se refiere a la determinación de la fuerza laboral, a la cantidad de producción y niveles de inventario en orden de satisfacer la demanda para un horizonte temporal de planificación específico a mediano plazo, y el término agregada, hace referencia a que la planificación no desglosa la cantidad de producción por detalles de productos sino que los considera en varias familias, sin importar sus diferentes variantes de diseño o modelo⁴¹.

De acuerdo con lo anterior, se explica que, dado que la empresa trabaja bajo pedido y que para el presente trabajo solamente se analiza la producción de un producto, es decir, no existen familias o agrupaciones de productos que requieran de una planeación agregada, por tanto, el análisis de la planeación de la producción continua con el plan maestro de producción.

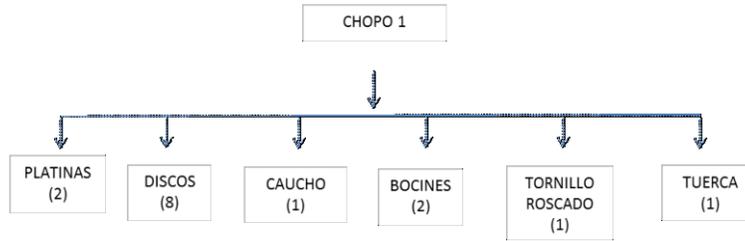
2.3.10 Plan de requerimiento de materiales

Para llevar a cabo el plan maestro de producción, se requiere conocer la cantidad de piezas terminadas que lo constituyen, para ello se realizó la composición del Chopo por niveles (Ver gráfico 17).

40 BARRY RENDER, JAY HEIZAER. Principios de administración de operaciones. Quinta Edición. PEARSON Prentice México, 2004.

41 DANTE, O., COROMINAS, A., LUSA, A. Estado del arte sobre planificación agregada de la producción. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Instituto de la organización y sistemas industriales: Barcelona. 2007.

Gráfico 19. Composición Chopo



Fuente: Autores.

El plan de requerimientos de materiales permite culminar la planeación y programación de la producción para la línea metalmecánica de ORFI S.A.S. El cálculo del plan de requerimientos se realiza teniendo en cuenta la gráfica 17 en la cual se presenta para la fabricación de un chopo cuanto material se requiere de cada una de las materias primas. De acuerdo con lo anterior, para la producción mensual de chopos propuesta en el PMP (Tabla 11), se hacen necesarios los requerimientos de la tabla 10, para cada una de las materias primas en cada mes de pronóstico realizado.

Los resultados de la tabla 10 permiten a la empresa solicitar de manera adecuada y con el tiempo necesario, los elementos necesarios para cumplir con la demanda de los clientes y mejorar en cuanto al cumplimiento de las entregas de los pedidos.

Tabla 10. Plan de requerimientos

| Elemento | Cantidad/ und | Cantidad/ mes 2 | Cantidad/ mes 3 | Cantidad/ mes 4 | Cantidad/ mes 5 | Cantidad/ mes 6 |
|------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Platinas | 2 | 340 | 320 | 420 | 440 | 330 |
| Discos | 8 | 1360 | 1280 | 1680 | 1760 | 1320 |
| Caucho | 1 | 170 | 160 | 210 | 220 | 165 |
| Bocines | 2 | 340 | 320 | 420 | 440 | 330 |
| Tornillo Roscado | 1 | 170 | 160 | 210 | 220 | 165 |
| Tuerca | 1 | 170 | 160 | 210 | 220 | 165 |

Fuente. Autores

La tabla 10 permite conocer las unidades que se requieren de cada elemento para la producción mensual de chopos proyectada en el PMP.

2.3.11 Plan Maestro de Producción

Teniendo en cuenta que el plan maestro es una herramienta que permite planificar las necesidades de producción, se estableció para la empresa un plan, que de acuerdo a los pronósticos se ajustara a las necesidades de producción y de esta forma se pueda cumplir con las entregas de manera oportuna a los clientes.

El plan maestro de producción se realizó por meses, dado que, son las unidades utilizadas en los pronósticos y cálculos de capacidad de la planta, y fue realizado para los próximos seis meses de producción de chocho. De acuerdo con los cálculos realizados de las capacidades de la planta, se realiza el plan maestro de producción, teniendo en cuenta, los pronósticos calculados, tal como se muestra indica en la tabla 11.

Tabla 11. Plan maestro de producción

| ARTICULO | MESES | | | | | | | TOTAL |
|---------------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|---|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| CHOCHO | | | | | | | | |
| PRONOSTICO | | 167 | 154 | 212 | 224 | 165 | | 922 |
| PMP | | 170 | 160 | 210 | 220 | 165 | | 925 |
| INV. INICIAL | 10 | 13 | 19 | 17 | 13 | 13 | | 72 |

Fuente. Autores

Para el cálculo del plan maestro de producción se tomó en cuenta la capacidad instalada de la empresa, donde se propone producir mensualmente el total de unidades que permitan mantener el nivel de inventario requerido para poder ampliar las ventas y poder cumplir con las fechas de entrega.

La demanda se toma de acuerdo con lo pronosticado y se asume un inventario inicial de 10 unidades. Las unidades a producir según el PMP propuesto, se refieren a un valor aproximado que permita cumplir con la demanda actual, mantener un inventario con el fin de aumentar el mercado (basado en el cumplimiento a las entregas de los clientes y en la calidad de los productos) y manteniendo un inventario casi constante que permita cumplir con los nuevos

pedidos. Para el caso de la empresa no existen restricciones en la capacidad, dado que el porcentaje de utilización de la planta es apenas del 62%.

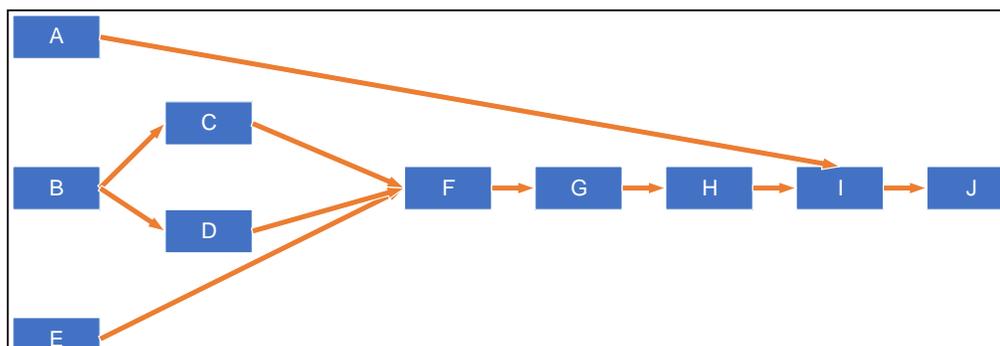
2.4 BALANCEO DE LÍNEA

La planeación, programación y control de la producción se realiza con el fin de obtener mejores resultados de las empresas en el mercado, para el caso particular de OROZCO FIGUEROA ORFI, uno de sus mayores problemas es el incumplimiento en la entrega de los pedidos a los clientes, ocasionando pérdidas de clientes y por tanto de ventas que afectan sus utilidades y desmejoran su posicionamiento en el mercado aun cuando se reconoce la calidad de sus productos.

Es por ello, que luego de tener el plan maestro de producción y el plan de requerimientos de materiales de acuerdo con los pronósticos realizados, es necesario realizar un balanceo de línea, con el fin de evidenciar la eficiencia de la configuración actual de la línea y proponer un modelo que permita aumentar dicha eficiencia y cumplir con el plan maestro de producción.

Como primera medida se presenta el diagrama de precedencias con el fin de calcular el balanceo de la línea (Ver gráfico 18).

Gráfico 20. Diagrama precedencias



Fuente: Autores

Seguido a esto se presentan en la tabla No. 12 las tareas de precedencias en cada estación de trabajo y el tiempo de cada una de ellas:

Tabla 12. Tareas precedentes de cada estación

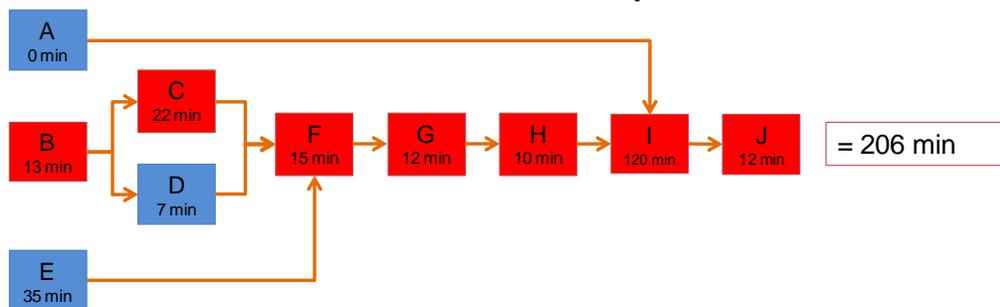
| TAREA | TIEMPO (MINUTOS) | TAREAS PRECEDENTES |
|-------|------------------|--------------------|
| A | | - |
| B | 13 | - |
| C | 22 | B |
| D | 7 | B |
| E | 35 | - |
| F | 15 | B,C,D,E |
| G | 12 | B,C,D,E,F |
| H | 10 | B,C,D,E,F,G |
| I | 120 | A,B,C,D,E,F,G,H |
| J | 12 | A,B,C,D,E,F,G,H,I |
| TOTAL | 246 | |

| TAREA | OPERACIÓN |
|-------|---|
| A | PESAJE DE QUIMICOS |
| B | CORTE Y MECANIZADO |
| C | ELABORACIÓN DE LA CAJERA |
| D | TROQUELADO |
| E | ELABORACIÓN DEL BOCIN |
| F | GRANALLA |
| G | ELABORACIÓN HERRAJE INTERNO DE LA PIEZA |
| H | ENSAMBLE |
| I | VULCANIZADO |
| J | ACABADO |

Fuente: Autores.

A partir de los datos anteriores es posible calcular el tiempo de ciclo el cual permite realizar el cálculo para el balanceo de la línea y proponer mejoras en la eficiencia de la misma:

Gráfico 21. Cálculo del tiempo de ciclo



Fuente: Autores

Para poder comparar el balanceo de línea propuesto se presenta el cálculo de la eficiencia de la producción actual de la línea, con un resultado del 60% de eficiencia.

Tabla 13. Eficiencia actual de la línea

| | |
|--|------------|
| Producción por día | 16.0 |
| Tiempo de producción por día | 360.0 |
| Eficiencia | 0.6 |
| Número teórico de estaciones de trabajo | 11.022 |
| Número teórico de estaciones de trabajo redondeado | 12 |
| Número de operarios | 11.236 |
| Número de operarios redondeado | 12 |
| Tiempo de ciclo en minutos | 206 |
| Tiempo de ciclo en segundos | 12,360 |

Fuente: Autores.

Se propone tener una eficiencia del 95% para lo cual se realizaron los siguientes cálculos expresados en la tabla 14.

Tabla 14. Propuesta balanceo de línea

| | |
|--|--------|
| Producción por día | 19 |
| Tiempo de producción por día | 465 |
| Eficiencia | 0,95 |
| Número teórico de estaciones de trabajo | 10,133 |
| Número teórico de estaciones de trabajo redondeado | 11 |
| Número de operarios | 17,791 |
| Número de operarios redondeado | 18 |
| Tiempo de ciclo en minutos | 206 |
| Tiempo de ciclo en segundos | 12360 |

Fuente: Autores.

El número de estaciones actuales es de 11, y de acuerdo con el balanceo calculado se requieren las mismas 11 estaciones. En cuanto al número de operarios en la actualidad se tienen en la actualidad 12 y con los cálculos obtenidos se requieren 18 empleados en la línea con el fin de obtener una eficiencia del 95%.

2.5 CONTROL

Con el fin de asegurar cada uno de los procesos de la línea metalmecánica fusión caucho y metal de la empresa, es indispensable realizar actividades de control que permitan hacer el seguimiento de las operaciones diarias, para que a largo plazo constituyan un histórico de información que favorezca la toma de decisiones y a su vez permita anticiparse a diferentes situaciones y contribuir de forma significativa en la mejora de la misma.

Teniendo en cuenta lo anterior se establecieron formatos que permitan controlar el proceso en todas sus etapas y los cuales se describen a continuación.

2.5.1 Compra y recibo de materiales.

Se desarrolló un formato que permitiera realizar un control de las solicitudes y recibos de compra (Ver anexo J), de tal forma que se soliciten con antelación las materias primas requeridas para el proceso y se verifique la calidad y el estado de las mismas, estos deberán ser diligenciados por el supervisor de producción y aprobados por el gerente de producción.

El formato de solicitud de compra contiene los campos en donde se indica la descripción de cada materia prima, así como sus especificaciones de unidad de medida, el valor de la misma y un campo de observaciones que será utilizado en caso de requerir algo adicional del material solicitado (Ver ilustración 1).

Ilustración 1. Campos formato solicitud compra.

| INDUSTRIAS ORFI S.A.S FORMATO DE SOLICITUD COMPRA DE MATERIALES | | | | | | |
|--|-------------|----------|------------------|----------------|-------------|---------------|
| FECHA SOLICITUD: _____ | | | | | | |
| PROVEEDOR: _____ | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | UNIDAD DE MEDIDA | VALOR UNITARIO | VALOR TOTAL | OBSERVACIONES |
| | | | | | | |

Fuente. Autores.

El formato de recibo de materiales contiene los campos donde se indica el estado del material recibido y el campo de observaciones en caso de presentarse alguna anomalía con el pedido que deba ser consignada allí.

Ilustración 2. Campos formato recibo de materiales.

| INDUSTRIAS ORFI S.A.S | | FORMATO DE RECIBO DE MATERIALES | | |  | |
|-----------------------|-------------|---------------------------------|--------|---------|---|---------------|
| FECHA RECIBO: _____ | | | | | | |
| PROVEEDOR: _____ | | | | | | |
| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | ESTADO | | | OBSERVACIONES |
| | | | BUENO | REGULAR | MALO | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

A mediano plazo estos formatos brindarán la trazabilidad de las compras realizadas en los últimos meses, el estado en el que se recibe, el cumplimiento de los proveedores, etc., factores que son determinantes para establecer la programación de la producción (Ver ilustración 2).

El formato de recibo de materiales se encuentra en el anexo K.

2.5.2 Programación de actividades personal.

Para la línea metalmecánica fusión caucho y metal no existe una programación de los trabajadores en las diferentes estaciones de trabajo, por esta razón se diseñó un formato que permitiera programar las actividades de los trabajadores y de esta forma contribuir a la disminución de cuellos de botella. Este formato deberá ser diligenciado semanalmente por el supervisor de producción. El formato propuesto se encuentra en el anexo L.

Este formato contiene los días de la semana y los horarios en los que serán utilizados las máquinas y el nombre del operario que se encuentra a cargo de cada operación para un mayor control (Ver ilustración 3).

Ilustración 3. Encabezado formato programación trabajadores.

| INDUSTRIAS ORFI S.A.S | | | | |
|-----------------------------------|-------------------|--------------|-------------------|---|
| FORMATO PROGRAMACION TRABAJADORES | | | |  |
| SEMANA DE TRABAJO: _____ | | | | |
| LUNES | HORARIO | | | |
| NOMBRE | 7 AM - 12 PM | 12 PM - 1 PM | 1 PM - 3 PM | ADICIONALES |
| A | FRESA | | FRESA | |
| B | TORNO | | TORNO | |
| C | TROQUELADORA | | TROQUELADORA | |
| D | PRENSA HIDRAULICA | | PRENSA HIDRAULICA | |

Fuente. Autores.

2.5.3 Control de calidad.

Aunque la empresa a la fecha no ha tenido inconvenientes con la calidad de sus productos, se hace indispensable contar con un mecanismo de control que permita asegurar la calidad de los productos, para ello se estableció un formato que permita controlar la calidad del producto desde las diferentes estaciones de trabajo, esto favorecerá el producto final y la consolidará al entregar productos de excelente calidad.

Para el diligenciamiento del formato es necesario que cada operario indique el número de lote, la fecha y el número de serie del chopo, esto campo se encuentran en el formato de calidad, allí se especificará la calidad del producto y en caso de ser un producto no conforme se debe colocar el detalle en el campo de observaciones (Ver ilustración 4).

Ilustración 4. Encabezado formato control semanal producto.

| INDUSTRIAS ORFI S.A.S | | | | | | | INDUSTRIAS ORFI SAS CI |
|----------------------------------|-------------------|-----------|------------|----------|--------------------|------|---|
| FORMATO CONTROL SEMANAL PRODUCTO | | | | | | | |
| FECHA: _____ | | | | | | | |
| LOTE | FECHA DEL LOTE | No. SERIE | REFERENCIA | CANTIDAD | ESTADO DE LA PIEZA | | OBSERVACION (PARA PRODUCTOS NO CONFORMES) |
| | | | | | BUENO | MALO | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Fuente. Autores.

Este formato deberá ser diligenciado por los operarios y aprobado por el supervisor de producción. El formato diseñado se encuentra en el anexo M.

2.5.4 Control de Inventarios.

Para la línea de producción no se tiene establecido, ni se cuenta con inventarios de seguridad, lo que como consecuencia ha generado demoras en las entregas del producto al tener una mala planeación. Teniendo en cuenta lo anterior los pronósticos de venta y la programación para la línea, se estableció un formato cuya función es controlar semanalmente el stock de materias primas y producto terminado, el formato se encontrará bajo el control del operario asignado a la bodega y contará con la supervisión del gerente de producción.

El formato contiene la descripción de cada una de las piezas requeridas para la fabricación del chopo, así como la unidad de medida, cantidad y para el control se debe indicar con una X la semana en la que se revisa y actualiza el inventario y el campo de observaciones en caso de requerirse por alguna condición especial (Ver ilustración 5).

Ilustración 5. Encabezado formato control inventario.

| INDUSTRIAS ORFI S.A.S | | INDUSTRIAS ORFI SAS CI | | | | | |
|-------------------------------|------------------|------------------------|--------------------|-------|-------|-------|---------------|
| FORMATO CONTROL DE INVENTARIO | | | | | | | |
| MES DE INSPECCIÓN: _____ | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN PRODUCTO | UNIDAD DE MEDIDA | CANTIDAD | SEMANA DE REVISIÓN | | | | OBSERVACIONES |
| | | | SEM 1 | SEM 2 | SEM 3 | SEM 4 | |
| PLATINAS | | | | | | | |
| DISCOS | | | | | | | |
| TORNILLO TENSOR | | | | | | | |
| TUERCA | | | | | | | |
| CAUCHO (BALA) | | | | | | | |
| BOCIN | | | | | | | |

Fuente. Autores.

El formato desarrollado se encuentra en el anexo N.

2.5.5 Control de maquinaria.

Actualmente no se realiza un control de mantenimientos para la maquinaria, para la empresa debe ser indispensable realizar los mantenimientos preventivos de la misma, ya que estos notifican y advierten sobre las fallas de las maquinas, permitiendo mitigar los daños sin causar un gran impacto en la producción.

Para ello se diseñó un formato (Ver ilustración 6) el cual debe ser diligenciado por el supervisor de producción con el fin de realizar el control mensual de las maquinas involucradas en el proceso. El formato se encuentra en el anexo O.

El formato contiene las actividades que deben realizarse para la inspección y mantenimiento de la maquinaria, allí se deberá indicar el estado de la misma con una X y el campo de observaciones en caso de encontrar alguna condición especial.

Ilustración 6. Encabezado formato inspección maquinaria.

| INDUSTRIAS ORFI S.A.S FORMATO INSPECCIÓN MAQUINARIA | | | |  |
|--|------------|------------|-----------|---|
| FECHA: _____ | | | | |
| MAQUINA: _____ | | | | |
| FECHA ULTIMA REVISIÓN: _____ | | | | |
| ACTIVIDAD INSPECCIÓN | ESTADO | | | OBSERVACIÓN |
| | BUENO | REGULAR | MALO | |
| VERIFICAR SISTEMA DE ENCENDIDO | | | | |
| VERIFICAR NIVEL DE ACEITE | | | | |
| VERIFICACIÓN PARTE MECANICA | | | | |
| VERIFICACIÓN PARTE ELECTRICA | | | | |
| MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA | FRECUENCIA | | | OBSERVACIÓN |
| | MENSUAL | TRIMESTRAL | SEMESTRAL | |
| LIMPIEZA DE LA MAQUINARIA | | | | |
| CAMBIO DE ACEITE | | | | |
| CAMBIO DE PIEZAS | | | | |

Fuente. Autores

2.5.6 Control de entrega de producto

Debido a los retrasos en las entregas del producto y en los inconvenientes que esto ha ocasionado, se ha diseñado un formato para realizar el control en las entregas con el fin de programar semanalmente lo que se debe despachar y de esta forma garantizar cumplimiento. Este formato deberá ser diligenciado por el supervisor de producción. El formato propuesto se encuentra en el anexo P.

El formato contiene los campos donde va el numero, fecha y serie del lote, y a su vez la cantidad, referencia y fecha de despacho, lo que permitirá tener mayor y trazabilidad del producto (Ver ilustración 7).

Ilustración 7. Encabezado formato entrega producto.

| INDUSTRIAS ORFI S.A.S FORMATO CONTROL ENTREGA PRODUCTO | | | | | | | |  |
|---|------|----------------|----------------|----------|-----------------------------|-----|-----|---|
| FECHA: _____ | | | | | | | | |
| REFERENCIA | LOTE | FECHA DEL LOTE | No. SERIE LOTE | CANTIDAD | FECHA PROGRAMADA DE ENTREGA | | | CLIENTE |
| | | | | | DIA | MES | AÑO | |
| | | | | | | | | |

Fuente. Autores.

En la tabla 15 se encuentra el listado de formatos de calidad creados para la empresa, así como el responsable del diligenciamiento de cada uno de los formatos y la persona encargada de la aprobación de los mismos:

Tabla 15. Listado formatos control de calidad.

| NOMBRE FORMATO | OBJETIVO | RESPONSABLE | APRUEBA |
|--|--|--------------------------|---|
| Compra y recibo de materiales | Realizar control de solicitudes de compra, especificando cantidades y valor de las materias primas solicitadas | Supervisor de producción | Gerente de producción |
| Recibo de materiales | Indicar el estado en el que se reciben los materiales | Supervisor de producción | Gerente de producción |
| Programación de actividades del personal | Programar las actividades de los trabajadores | Supervisor de producción | N/A |
| Control semanal producto | Asegurar la calidad del producto indicando el número de lote, la fecha y el número de serie del chopo | Operarios | Supervisor de producción |
| Control de inventarios | Controlar semanalmente el stock de materias primas y producto terminado | Operario de bodega | Supervisor de producción Gerente de producción |
| Control de Maquinaria | Realizar el control e inspección mensual de las maquinas involucradas en el proceso de producción | Operario Maquinaria | Supervisor de producción |
| Control entrega producto | Programar el producto final a entregar por semana | Supervisor de producción | Gerente de producción |

Fuente. Autores.

2.6 INDICADORES DE GESTION.

A continuación en la tabla 16 se relacionan los indicadores de gestión los cuales se elaboraron con el fin de evaluar el desempeño del proyecto a través del porcentaje de mejora del sistema de planeación, programación y control para la empresa.

Se encuentran enfocados en partes clave del proceso, las cuales permitirán a la empresa controlar todos los aspectos del proceso productivo; a continuación se relacionan las tablas con las características y fórmulas diseñadas para los indicadores de la línea metalmeccánica fusión caucho y metal.

Tabla 16. Características indicador

| CARACTERÍSTICAS | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------------|---|
| ATRIBUTO | Revisión y mejora del sistema de planeación programación y control. |
| ESCALA | Porcentaje de mejora. |
| ESTATUTOS | 0 |
| UMBRAL | 15 |
| HORIZONTE | 2 MESES |
| FECHA DE INICIO | Enero 05 DE 2014 |
| FECHA DE TERMINACIÓN | Marzo 05 DE 2014 |
| RESPONSABLE | Jefe de planta. |

Fuente. Autores

En la tabla 17 se encuentra la relación de indicadores y las fórmulas para el cálculo de cada uno de ellos.

Tabla 17. Formulas indicadores de gestión.

| AREA OBJETIVO ESTRATEGIA RESPONSABLE | PRODUCCIÓN | | | | | | | |
|---|---|---------|--------|--------|-----------|---------------|---------------|--------|
| | MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE PLANEACIÓN PROGRAMACIÓN Y CONTROL REVISIÓN Y DESARROLLO DE PLAN DE MEJORA CARLOS MARIO OROZCO (INGENIERO DE PRODUCCIÓN) | | | | | | | |
| FACTOR | INDICADOR | ESTATUS | UMBRAL | MINIMO | ACEPTABLE | SATISFACTORIO | SOBRESALIENTE | MÁXIMO |
| INDICE DE PRODUCTIVIDAD | $\frac{\text{PRODUCTIVIDAD ACTUAL}}{\text{PRODUCTIVIDAD ANTERIOR}}$ | 0 | 0,1 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 |
| VARIACIÓN EN LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN | $\frac{\text{TIEMPO PROMEDIO ACTUAL}}{\text{TIEMPO PROMEDIO ANTERIOR}}$ | 0 | 0,1 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 |
| VARIACIÓN EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA | $\frac{\text{CLIENTES ATENDIDOS EN 1,21 H Ó MENOS}}{\text{TOTAL DE CLIENTES ATENDIDOS}}$ | 0 | 0,1 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 |
| SATISFACCIÓN DEL CLIENTE | $\frac{\text{TOTAL CLIENTES SATISFECHOS}}{\text{TOTAL CLIENTES ATENDIDOS}}$ | 0 | 0,1 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 |
| DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS | $\frac{\text{HORAS EQUIPO DE DISPONIBILIDAD EFECTIVA}}{\text{TOTAL HORAS DE EQUIPO DISPONIBLE}}$ | 0 | 0,1 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 |
| COSTOS DE PRODUCCIÓN | $\frac{\text{COSTO TOTAL INCURRIDO}}{\text{COSTO TOTAL PRESUPUESTADO}}$ | 0 | 0,1 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 |
| HORAS - HOMBRE | $\frac{\text{HORAS HOMBRE EJECUTADA}}{\text{HORAS HOMBRE PROGRAMADAS}}$ | 0 | 0,1 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 |
| RENTABILIDAD DEL PRODUCTO | $\frac{\text{COSTO DE VENTAS}}{\text{PRECIO DE VENTAS}}$ | 0 | 0,1 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 |
| PUNTO DE EQUILIBRIO | $\frac{\text{GASTOS FIJOS}}{\text{MARGEN}}$ | 0 | 0,1 | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,1 |

Fuente. Autores.

De los indicadores propuestos se realizó la evaluación para los dos primeros meses del año que va en curso (el objetivo es que ORFI S.A.S. continúe con la implementación y desarrollo de los mismos).

Tabla 18. Indicadores de productividad y tiempos de producción.

La medición de la productividad basada en indicadores de gestión le permitirá a la empresa determinar de manera clara si el modelo propuesto suministra las condiciones necesarias para generar una correcta administración de los recursos y por ende controlar el desempeño de la línea.

| INDICADORES DE GESTIÓN LINEA METALMECANICA FUSIÓN CAUCHO METAL | | | | | | | | | |
|---|--------|--|---------------------------------------|----------------|----------|---------|--|--------------------------------|----------------|
| MESES | META % | INDICE DE PRODUCTIVIDAD | | CUMPLIMIENTO % | MES | META % | VARIACIÓN EN LOS TIEMPOS DE PRODUCCIÓN | | CUMPLIMIENTO % |
| | | PRODUCTIVIDAD BAJO EL MODELO PROPUESTO | PRODUCTIVIDAD BAJO EL MODELO ANTERIOR | | | | TIEMPO BAJO EL MODELO PROPUESTO | TIEMPO BAJO EL MODELO ANTERIOR | |
| SEP 2014 | 186 | 184 | 187 | 98.39572193 | SEP 2014 | 1.20048 | 1.19032 | 1.4 | 85.02285714 |
| OCT 2014 | 186 | 186 | 187 | 99.46524064 | OCT 2014 | 1.20048 | 1.19001 | 1.4 | 85.00071429 |
| NOV 2014 | 186 | 185 | 187 | 98.93048128 | NOV 2014 | 1.20048 | 1.17024 | 1.4 | 83.58857143 |
| DIC 2014 | 186 | 188 | 186 | 101.0752688 | DIC 2014 | 1.20048 | 1.16014 | 1.4 | 82.86714286 |
| ENE 2015 | 187 | 191 | 186 | 102.688172 | ENE 2015 | 1.20048 | 1.15012 | 1.4 | 82.15142857 |
| FEB 2015 | 187 | 199 | 186 | 106.9892473 | FEB 2015 | 1.20048 | 1.17048 | 1.4 | 83.60571429 |

Fuente. Autores

Tabla 19. Indicadores de tiempo de entrega y satisfacción del cliente.

La empresa presentaba falencias en los tiempos de entrega para su cliente ya que en ocasiones se generaban retrasos, lo que generaba tensiones comerciales entre ORFI y sus clientes, a continuación se podrán comparar las posibles mejoras en los tiempos de entrega, y por ende la satisfacción del cliente ya que estas dos variables van de la mano.

| MES | META % | VARIACIÓN EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA | | CUMPLIMIENTO % | MESES | META % | SATISFACCIÓN DEL CLIENTE | | CUMPLIMIENTO % |
|----------|--------|-------------------------------------|-----------------------|----------------|----------|--------|--------------------------|--------------------|----------------|
| | | ACCIONES REALIZADAS (EJECUTADAS) | ACCIONES PLANIFICADAS | | | | CLIENTES SATISFECHOS | CLIENTES ATENDIDOS | |
| SEP 2014 | 1.2 | 2 | 2 | 100 | SEP 2014 | 1.8 | 3 | 3 | 100 |
| OCT 2014 | 1.8 | 3 | 3 | 100 | OCT 2014 | 1.8 | 3 | 3 | 100 |
| NOV 2014 | 1.2 | 2 | 2 | 100 | NOV 2014 | 1.8 | 3 | 3 | 100 |
| DIC 2014 | 1.8 | 3 | 3 | 100 | DIC 2014 | 1.8 | 3 | 3 | 100 |
| ENE 2015 | 1.2 | 2 | 2 | 100 | ENE 2015 | 1.8 | 2 | 3 | 66.66666667 |
| FEB 2015 | 1.8 | 3 | 3 | 100 | FEB 2015 | 1.8 | 3 | 3 | 100 |

Fuente. Autores

Tabla 20. Indicadores disponibilidad de equipos y costos de producción.

La disponibilidad de los equipos de la organización se convirtió en un factor relevante ya que algunos de estos centros de trabajo se comparten con el proceso productivo de otros productos lo que generaba inconvenientes, la disponibilidad de los equipos pretende medir el porcentaje de utilización de los equipos del total de su disponibilidad.

El factor de costos de producción busca administrar y controlar que estos costos se encuentren dentro del presupuesto ya que un desfase negativo en este rubro puede generar pérdidas considerables para la empresa.

| MES | META % | DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS | | CUMPLIMIENTO % | MES | META % | COSTOS DE PRODUCCIÓN | | CUMPLIMIENTO % |
|----------|--------|-------------------------------------|----------------------------|----------------|----------|--------|-----------------------|---------------------------|----------------|
| | | HORAS DE EQUIPO DISPONIBLE EFECTIVA | HORAS DE EQUIPO DISPONIBLE | | | | COSTO TOTAL INCURRIDO | COSTO TOTAL PRESUPUESTADO | |
| SEP 2014 | 200 | 215 | 250 | 86 | SEP 2014 | 234000 | 234000 | 234000 | 100 |
| OCT 2014 | 200 | 218 | 250 | 87.2 | OCT 2014 | 234000 | 234000 | 234000 | 100 |
| NOV 2014 | 200 | 232 | 250 | 92.8 | NOV 2014 | 234000 | 234000 | 234000 | 100 |
| DIC 2014 | 200 | 219 | 250 | 87.6 | DIC 2014 | 234000 | 234000 | 234000 | 100 |
| ENE 2015 | 200 | 220 | 250 | 88 | ENE 2015 | 234000 | 234000 | 234000 | 100 |
| FEB 2015 | 200 | 230 | 250 | 92 | FEB 2015 | 234000 | 234000 | 234000 | 100 |

Fuente. Autores

Tabla 21. Indicadores Horas hombre y rentabilidad producto.

El indicador de horas hombre permite calcular que porcentaje del tiempo disponible de los trabajadores lo utilizan en desarrollar las actividades asignadas, así las cosas basados en este indicador se puede administra el manejo de personal y determinar si es necesario replantear las actividades o funciones de cada uno de ellos con el fin de mejorar y aprovechar al máximo la eficiencia de la línea.

| MESES | META % | HORAS - HOMBRE | | CUMPLIMIENTO % | MES | META % | RENTABILIDAD DEL PRODUCTO | | CUMPLIMIENTO % |
|----------|--------|---------------------------|---------------------------|----------------|----------|--------|---------------------------|------------------|----------------|
| | | HORAS HOMBRE (EJECUTADAS) | HORAS HOMBRE PLANIFICADAS | | | | COSTO DE VENTAS | PRECIO DE VENTAS | |
| SEP 2014 | 200 | 218 | 250 | 87.2 | SEP 2014 | 33.00 | 234000.00 | 412000.00 | 56.7961165 |
| OCT 2014 | 200 | 224 | 250 | 89.6 | OCT 2014 | 33.00 | 234000.00 | 412000.00 | 56.7961165 |
| NOV 2014 | 200 | 230 | 250 | 92 | NOV 2014 | 33 | 234000 | 412000 | 56.7961165 |
| DIC 2014 | 200 | 226 | 250 | 90.4 | DIC 2014 | 33 | 234000 | 412000 | 56.7961165 |
| ENE 2015 | 200 | 235 | 250 | 94 | ENE 2015 | 33 | 297000 | 453000 | 65.56291391 |
| FEB 2015 | 200 | 242 | 250 | 96.8 | FEB 2015 | 33 | 283000 | 432000 | 65.50925926 |

Fuente. Autores.

Tabla 22. Indicador del punto de equilibrio.

El punto de equilibrio económico es la relación entre los gastos y costos implícitos del proceso productivo y su precio de venta, permite notar las variaciones que se pueden generar al final del proceso productivo y controlarlo esto debido a que por diferentes factores este puede modificarse como por ejemplo incurrir en gastos adicionales originados por el aumento del precio de los insumos o materias primas.

| MES | META % | PUNTO DE EQUILIBRIO | | CUMPLIMIENTO % |
|----------|--------|---------------------|-----------|--------------------|
| | | GASTOS FIJOS | MARGEN | |
| SEP 2014 | 75 | 148500 | 178000.00 | 83.42696629 |
| OCT 2014 | 75 | 148500 | 178000.00 | 83.42696629 |
| NOV 2014 | 75 | 148500 | 178000 | 83.42696629 |
| DIC 2014 | 75 | 148500 | 178000 | 83.42696629 |
| ENE 2015 | 75 | 148500 | 178000 | 83.42696629 |
| FEB 2015 | 75 | 148500 | 178000 | 83.42696629 |

Fuente. Autores.

2.7 VIABILIDAD ECONOMICA

De acuerdo con los pronósticos y la información proporcionada por la empresa se estableció la viabilidad económica del proyecto la cual cuenta con las modificaciones necesarias que permitirán a la empresa mejorar sus procesos productivos y ofrecer a sus clientes cumplimientos en las entregas del producto.

2.7.1 Inversión.

Se realizó el cálculo de los recursos necesarios para llevar a cabo la implementación del presente trabajo para las próximas cuatro semanas (Ver tabla 23), partiendo de un periodo cero, estos recursos serán cubiertos a través de un crédito.

A continuación se presenta el detalle de la inversión:

Tabla 23. Detalle inversión

| DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | VALOR |
|-------------------------------------|----------|----------------------|
| Alquiler de montacargas | 8 Horas | \$ 4.000.000 |
| Compra de estantería | 6 | \$ 4.500.000 |
| Gastos generales reubicación planta | 1 | \$ 4.000.000 |
| Mantenimiento maquinaria | 1 | \$ 5.000.000 |
| Reubicación zonas de trabajo | 1 | \$ 5.000.000 |
| Entrenamiento del personal | 1 | \$ 2.000.000 |
| Valor Total inversión | | \$ 24.500.000 |

Fuente. OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S. - Autores

Seguido a esto se estableció un flujo de caja proyectado a seis meses desde un periodo cero (Ver ilustración 8), desde allí se incluyeron los costos de materias primas los cuales están estimados a partir del pronóstico de ventas y los cuales se ajustan a las necesidades del proceso, así como los costos fijos y las ventas para cada periodo de acuerdo a los pronósticos realizados.

Ilustración 8. Flujo de caja.

| DESCRIPCIÓN / PERIODO | INICIO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| INGRESOS (VENTAS) | \$ 4,000,000.00 | \$ 66,800,000.00 | \$ 61,600,000.00 | \$ 84,800,000.00 | \$ 89,600,000.00 | \$ 65,600,000.00 |
| INGRESOS TOTALES | \$ 4,000,000 | \$ 66,800,000 | \$ 61,600,000 | \$ 84,800,000 | \$ 89,600,000 | \$ 65,600,000 |
| COSTOS | | | | | | |
| PAGO A PROVEEDORES | \$ 1,358,510.00 | \$ 31,539,607.50 | \$ 29,303,160.00 | \$ 39,645,397.50 | \$ 41,761,845.00 | \$ 30,841,383.75 |
| ARRIENDO | \$ 1,300,000.00 | \$ 5,200,000.00 | \$ 5,200,000.00 | \$ 5,200,000.00 | \$ 5,200,000.00 | \$ 5,200,000.00 |
| SERVICIOS | \$ 1,890,173.05 | \$ 1,890,173.05 | \$ 1,890,173.05 | \$ 1,890,173.05 | \$ 1,890,173.05 | \$ 1,890,173.05 |
| COSTOS DE PERSONAL | \$ 12,012,000.00 | \$ 12,012,000.00 | \$ 12,012,000.00 | \$ 12,012,000.00 | \$ 12,012,000.00 | \$ 12,012,000.00 |
| OBLIGACIONES FINANCIERAS | \$ 467,500.00 | \$ 1,870,000.00 | \$ 1,870,000.00 | \$ 1,870,000.00 | \$ 1,870,000.00 | \$ 1,870,000.00 |
| MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS | \$ 500,000.00 | \$ 500,000.00 | \$ 500,000.00 | \$ 500,000.00 | \$ 500,000.00 | \$ 500,001.00 |
| MISCELANEOS | \$ 87,500.00 | \$ 350,000.00 | \$ 350,000.00 | \$ 350,000.00 | \$ 350,000.00 | \$ 350,000.00 |
| GASTOS VARIOS OFICINA | \$ 1,059,000.00 | \$ 1,059,000.00 | \$ 1,059,000.00 | \$ 1,059,000.00 | \$ 1,059,000.00 | \$ 1,059,000.00 |
| DEPRECIACION MAQUINARIA | \$ 115,000 | \$ 115,000 | \$ 115,000 | \$ 115,000 | \$ 115,000 | \$ 115,000 |
| EGRESOS TOTALES | \$ 18,789,683 | \$ 54,535,781 | \$ 52,299,333 | \$ 62,641,571 | \$ 64,758,018 | \$ 53,837,558 |
| SALDO FINAL | \$ (14,789,683) | \$ 12,264,219 | \$ 9,300,667 | \$ 22,158,429 | \$ 24,841,982 | \$ 11,762,442 |

Fuente. Autores

El flujo realizado se encuentra en el anexo Q y en el anexo R se encuentra el detalle de los costos y venta asociados al proceso.

Finalmente con las ventas y costos establecidos para las próximas cuatro semanas se realizó el cálculo del valor presente neto (VPN) cuyo resultado final fue de \$ 13.028.519,49 indicando una rentabilidad favorable para el proyecto (Ver ilustración 9).

Ilustración 9. Calculo Valor presente neto (VPN)

Tasa de descuento: 15%
 Inversión inicial \$ 24,500,000

| PERIODO | INGRESOS | EGRESOS | FLUJO DE CAJA | TASA DE ACTUALIZACION (1+t)-n | INGRESOS ACTUALIZADOS | EGRESOS ACTUALIZADOS |
|--------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | \$ 4,000,000.00 | \$ 18,789,683.05 | \$ (39,289,683.05) | 1 | \$ 4,000,000.00 | \$ 18,789,683.05 |
| 1 | \$ 66,800,000.00 | \$ 54,535,780.55 | \$ 12,264,219.45 | 0.869565217 | \$ 58,086,956.52 | \$ 47,422,417.87 |
| 2 | \$ 61,600,000.00 | \$ 52,299,333.05 | \$ 9,300,666.95 | 0.756143667 | \$ 46,578,449.91 | \$ 39,545,809.49 |
| 3 | \$ 84,800,000.00 | \$ 62,641,570.55 | \$ 22,158,429.45 | 0.657516232 | \$ 55,757,376.51 | \$ 41,187,849.46 |
| 4 | \$ 89,600,000.00 | \$ 64,758,018.05 | \$ 24,841,981.95 | 0.571753246 | \$ 51,229,090.81 | \$ 37,025,607.00 |
| 5 | \$ 65,600,000.00 | \$ 53,837,557.80 | \$ 11,762,442.20 | 0.497176735 | \$ 32,614,793.84 | \$ 26,766,781.22 |
| TOTAL | \$ 372,400,000.00 | \$ 306,861,943.05 | \$ 41,038,056.95 | | \$ 248,266,667.58 | \$ 210,738,148.09 |

| | |
|------------|-------------------------|
| VPN | \$ 13,028,519.49 |
|------------|-------------------------|

Fuente. Autores.

Por otro lado se realizó el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) la cual tiene un resultado del 27% a partir de una inversión inicial de \$24. 500.000 con la cual se obtiene una relación beneficio – costo favorable (ver ilustración 10). El respectivo cálculo se encuentra en el anexo S.

Ilustración 10. Calculo Tasa interna de retorno (TIR) y Relación beneficio costo

Tasa de descuento: 15%
 Inversión inicial \$ 24,500,000

| PERIODO | INGRESOS | EGRESOS | FLUJO DE CAJA | TASA DE ACTUALIZACION (1+t)-n | INGRESOS ACTUALIZADOS | EGRESOS ACTUALIZADOS |
|--------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | \$ 4,000,000.00 | \$ 18,789,683.05 | \$ (39,289,683.05) | 1 | \$ 4,000,000.00 | \$ 18,789,683.05 |
| 1 | \$ 66,800,000.00 | \$ 54,535,780.55 | \$ 12,264,219.45 | 0.869565217 | \$ 58,086,956.52 | \$ 47,422,417.87 |
| 2 | \$ 61,600,000.00 | \$ 52,299,333.05 | \$ 9,300,666.95 | 0.756143667 | \$ 46,578,449.91 | \$ 39,545,809.49 |
| 3 | \$ 84,800,000.00 | \$ 62,641,570.55 | \$ 22,158,429.45 | 0.657516232 | \$ 55,757,376.51 | \$ 41,187,849.46 |
| 4 | \$ 89,600,000.00 | \$ 64,758,018.05 | \$ 24,841,981.95 | 0.571753246 | \$ 51,229,090.81 | \$ 37,025,607.00 |
| 5 | \$ 65,600,000.00 | \$ 53,837,557.80 | \$ 11,762,442.20 | 0.497176735 | \$ 32,614,793.84 | \$ 26,766,781.22 |
| TOTAL | \$ 372,400,000.00 | \$ 306,861,943.05 | \$ 41,038,056.95 | | \$ 248,266,667.58 | \$ 210,738,148.09 |

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| VPN | \$ 13,028,519.49 |
| TIR | 27% |
| Beneficio - Costo | 1.18 |

Fuente. Autores.

El valor de la inversión inicial será asumido por la empresa a través del pago de un crédito con un plazo de 12 meses.

CONCLUSIONES

- Mediante el diagnóstico realizado se pudieron identificar las principales falencias del proceso, tales como la falta de planeación, carencia de procesos de aseguramiento, retrasos en la entrega del producto y toma de decisiones por intuición.
- El método de pronóstico seleccionado permite un mayor grado de confianza para ser implementado en la empresa en un corto plazo, ya que los datos obtenidos corresponden al mismo valor de la demanda real para los próximos seis meses.
- El plan maestro propuesto permitirá en un corto plazo planificar las necesidades de producción, cumplir con la demanda y debido a que su porcentaje de utilización es del 62% no se presentarán restricciones de capacidad; otorgando a la empresa la oportunidad de implementar el modelo en otras líneas de producción.
- El balanceo de línea permitió conocer los cuellos de botella presentes durante el proceso de producción, generando una propuesta de mejora en los tiempos utilizados en cada operación en cada una de las estaciones con una eficiencia del 95%.
- Los formatos de control serán el punto de partida para que la empresa establezca los parámetros de inspección para la entrega y atención de pedidos, los cuales serán manejados en su gran mayoría por el supervisor de producción y partir de los cuales se establecerán estándares de calidad y a corto plazo se convertirán en una medida de desempeño.
- Con los pronósticos planteados se realizó el cálculo de las ventas estimadas correspondientes a cada periodo y a partir de allí se elaboró el flujo de caja proyectado a seis meses.
- Se realizó un modelo de viabilidad económica que arroja una tasa interna de retorno favorable del 27%, a partir de una inversión que resulta propicia para la empresa al poder disminuir los cuellos de botella por medio de la compra de un torno.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda poner en práctica y continuar el modelo planteado para la línea de producción metalmecánica fusión caucho y metal, teniendo en cuenta los beneficios que traerá para ORFI S.A.S.
- Es importante que el personal se encuentre capacitado en todas y cada una de las estaciones de trabajo, esto genera transversalidad de cargos y facilita los cambios de tareas en el proceso productivo.
- Se encontró durante la investigación que los mantenimientos que se realizan a la maquinaria son de tipo correctivo, por lo que se sugiere se realicen mantenimientos preventivos de forma bimensual con el fin de asegurar el correcto funcionamiento de las mismas y tener continuidad en el proceso de fabricación sin generar afectación alguna.
- Con el fin de ver la trazabilidad de cada uno de los chopos se sugiere realizar la marcación de los mismos por lotes, esto permitirá conocer su vida útil, calidad, identificación de los mismos, entre otras condiciones que aporten valor al producto y le sirvan a la empresa para mejorar su producto.
- Con los formatos de calidad establecidos se pretende asegurar todas y cada una de las partes del proceso productivo, por esta razón se recomienda el uso de ellos, para que a corto plazo contribuyan en la calidad de producto y aseguramiento del mismo.
- Se sugiere la medición del proceso a través de la implementación de los indicadores de desempeño propuestos.
- La distribución de planta actual no favorece el proceso de producción, por esta razón se sugiere el movimiento de las máquinas de tal forma que los desplazamientos sean mínimos y se reduzcan los tiempos de producción, así mismo se propone la compra de estantería para el almacenamiento de producto terminado, ya que actualmente se almacenan en el piso.

BIBLIOGRAFIA

- CHASE, Richard B. Dirección y administración de la producción y de las operaciones. Buenos Aires – Argentina: Ed. Addison Wesley iberoamericana, 1992.
- CHASE, Richard B. Manual de Operaciones y Manufactura y Servicios. Bogotá D.C. – Colombia: Ed. Mac Graw – Hill, 2002.
- Fernández, Esteban. Avella, Lucia. Fernández, Marta. Estrategia De Producción. Mc Graw-Hill: Madrid. 2004.
- HICKS, Philip E. Ingeniería industrial y administración. México D.F: Ed. Continental, 2000
- KOBAYASHI, Iwao. 20 Claves para mejorar la fábrica. Madrid – España: Ed. TGP – Hoshin, 1993
- MEREDITH, Jack R. Administración de las operaciones. México D.F: Ed. Limussa, 1999
- NOORI, Hamid. RUSSELL, Radford. Administración de operaciones y producción. Mc Graw-Hill, 1997
- SCHROEDER, Roger G. Administración de operaciones. Mexico DF: Ed. Mac Graw – Hill, 1992
- Méndez Giraldo, German Andres. Gerencia de manufactura función de planeación. U. Distrital, facultad de ingeniería. Bogotá D.C. 2003.
- Serna Gómez, Humberto. Gerencia estratégica Teoría-Metodología-Alineamiento-Implementación y mapas estratégicos. Bogotá D.C. 3R Editores. 2008.
- Collier; David A. Evans, James R. Administración de Operaciones Bienes, servicios y otras cadenas de valor; CENGAGE Learning – Segunda Edición México 2009.
- Beltran Jaramillo, Jesús Mauricio. Indicadores de gestión. 3R Editores – Segunda Edición.

- BARRY RENDER, JAY HEIZAER. Principios de administración de operaciones. Quinta Edición. PEARSON Prentice México, 2004.
- DANTE, O., COROMINAS, A., LUSA, A. Estado del arte sobre planificación agregada de la producción. Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Instituto de la organización y sistemas industriales: Barcelona. 2007.
- PALMA, E; ZÚÑIGA, L; LOPÉZ, R. Desarrollo de una herramienta web que facilite la realización de pronósticos colaborativos en las pymes de Cali. Universidad ICESI. Santiago de Cali. 2011.

CIBERGRAFÍA

- Caba Villalobos, Naim. Chamorro Altahona, Oswaldo. Fontalvo Herrera, Tomas José. Gestión de la producción y las operaciones, disponible en: <http://www.eumed.net/libros/2011b/970/planeacion%20de%20requerimiento%20de%20capacidad.html>, consultado el 25 de Marzo de 2012
- Ministerio de Comercio, industria y turismo, Régimen de ensamble para vehículos y autopartes, Artículo disponible en: <http://www.mipymes.gov.co/publicaciones.php?id=21801>, consultado el 1 de Junio de 2012
- Suarez Gil, Esperanza. Altahona Quijano, Teresa de Jesús. Planeación estratégica en las Mipymes, Documento disponible en: http://www.udi.edu.co/paginas/investigacion/isbn/porter/planeacion_mipymes.pdf (http://www.udi.edu.co/paginas/investigacion/isbn/porter/planeacion_mipymes.pdf (páginas 12 – 13)), consultado el 31 de Mayo de 2012
- Planeación de la producción, documento disponible en: <http://www.uovirtual.com.mx/moodle/lecturas/admonproduc1/4.pdf>, consultado el 31 de Mayo de 2012
- Revollo Gaviria, Ignacio. Suarez Alonso, Juan Diego, Propuesta para el mejoramiento de la producción en alimentos SAS S.A. a través de la estructuración de un modelo de planeación, programación y control de la producción, Documento disponible en: www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis263.pdf, consultado el 8 de Agosto de 2012
- Ippolito, Daniel. Malpica, Francisco. Modelo de planeación para la producción para colchones El Dorado. Documento disponible en: www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/tesis322.pdf, consultado el 8 de Agosto de 2012
- Manrique Ariza, Darlene Andrea. Diseño de un plan de producción y distribución en planta para una empresa del sector de fabricación de productos de plástico, documento disponible en: www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ingenieria/Tesis257.pdf consultado el 8 de Agosto de 2012)

- *Bello. Jaime*, Botero. Mario, Modelo de planeación de la demanda en su alineación con el abastecimiento, Documento disponible https://biblioteca.uniandes.edu.co/visor_de_tesis/web/ , consultado el 1 de Agosto de 2012
- Penagos Cruz Genaro. Documento disponible en: <http://sistemasdeproduccion1udec.blogspot.com/2009/03/planeacion-de-la-capacidad.html>, consultado en Agosto de 2013.
- Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, Documento disponible en: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/manizales/4010043/lecciones/7cos-tosdepcc.htm>. consultado el 15 de Octubre de 2013.
- Metodología para la elaboración de matriz lógico. Documento disponible en: http://www.dipres.gob.cl/594/articles-111762_doc_pdf_Metodologia.pdf. Consultado el 21 de Marzo de 2014.

ANEXOS

Anexo 1. MAQUINARIA UTILIZADA EN EL PROCESO

Troqueladora.

Es una máquina utilizada para perforar superficies metálicas por medio de presión, esta puede ajustarse de tal forma que permite perforar las placas metálicas con diferentes diámetros para el proceso de fabricación.

Ilustración 11. Troqueladora.



Fuente. OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S.

Fresadora.

Es una máquina utilizada para la mecanización de materiales como madera, plástico, acero, entre otros mediante la rotación de varios filos⁴² de corte, con esta máquina se da terminación a las piezas para que cumplan con las especificaciones del producto.

Ilustración 12. Fresadora



Fuente. OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S.

⁴² Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Fresadora>, consultado el 16 de Noviembre de 2013

Torno.

Es una maquina cuya función es mecanizar por medio del giro de la pieza⁴³el material sobrante de la misma a partir de este proceso se desprende la viruta y se perfecciona la pieza. El manejo de la máquina es manual y se utiliza para pasos específicos en el proceso de fabricación.

Ilustración 13. Torno.



Fuente. OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S..

⁴³Disponible en:<http://es.wikipedia.org/wiki/Torno>, consultado el 16 de Noviembre de 2013

Equipo de soldadura.

Es un equipo utilizado para la unión de piezas generalmente metálicas mediante el calor.

Ilustración 14. Equipo soldadura.



Fuente. OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S.

Prensa Hidráulica.

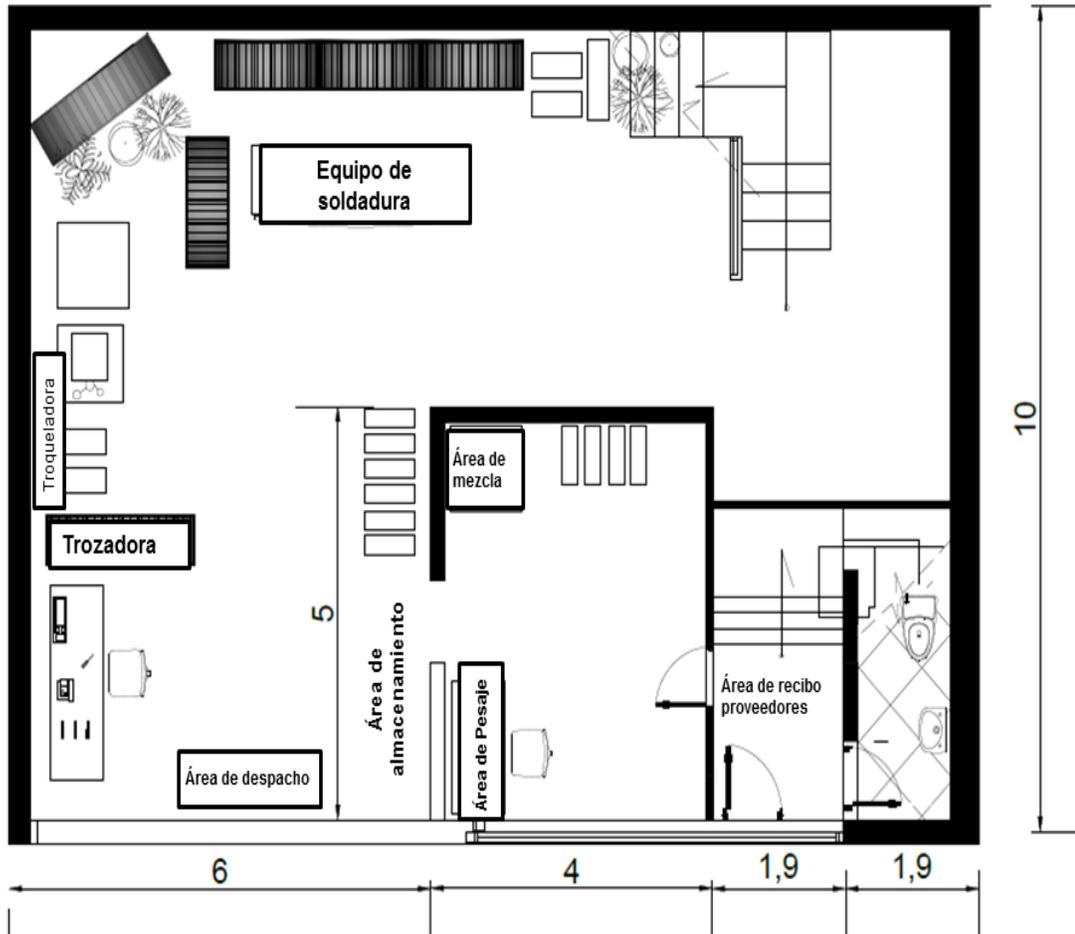
Es una máquina que utiliza la presión aplicando una pequeña fuerza sobre una superficie, en el proceso de fabricación es utilizada para compactar la pieza con el caucho.

Ilustración 15. Prensa Hidráulica.



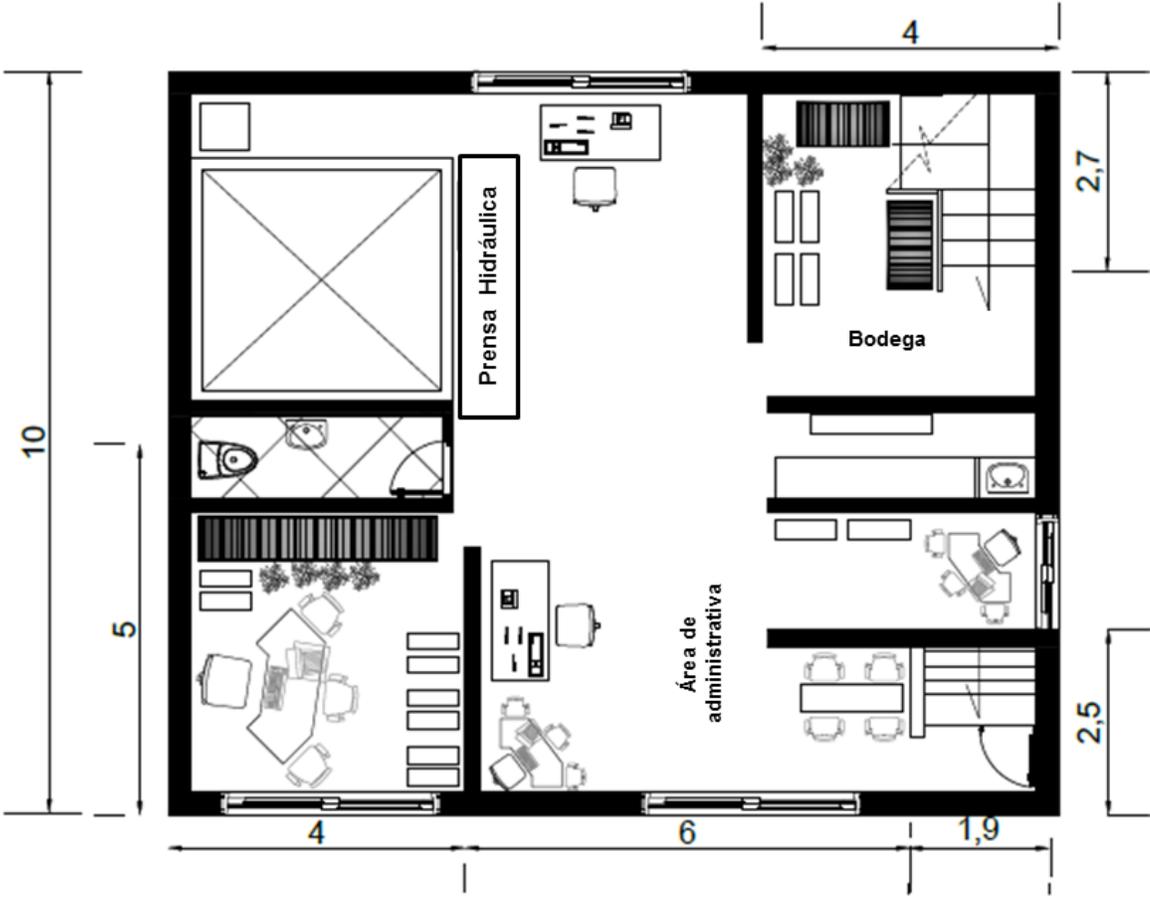
Fuente. OROZCO FIGUEROA ORFI S.A.S.

Anexo 2. PLANO PRIMER PISO



Fuente. Autores.

Anexo 3. PLANO SEGUNDO PISO



Fuente. Autores

Anexo 4. ENCUESTAS

ENCUESTA DE DIAGNOSTICO PARA LA LÍNEA METALMECÁNICA FUSIÓN CUACHO Y METAL DE OROZCO FIGUEROA ORFI

Realizada por

Laura maría Pérez herrera

José David becerra Vanegas

Universidad libre de Colombia

Estudiantes ingeniería industrial

Trabajo de grado

Datos de la encuesta

Fecha _____

Lugar _____

- El objetivo de esta encuesta es diagnosticar los principales inconvenientes que puede afectar la línea metalmecánica fusión caucho y metal y que impiden su desarrollo eficiente.
- La encuesta se realizara a los directivos de la empresa y al jefe de planta, personal que cuentan con la experiencia suficiente del proceso con fin de que el resultado de la misma sea lo más objetivo posible.

¿A cuál sector de la industria colombiana pertenecen sus clientes?

- Alimentos _____
- Mineros X
- Construcción _____
- Manufacturero _____
- Agropecuario _____
- Tecnológico _____

¿Su empresa maneja un sistema de planeación basado en alguno de los siguientes conceptos?

- Sub contratación _____
- Contratación y despido de personal _____
- Horas extras _____
- Stock de inventarios _____
- Ninguno _____
- Otro _____ X

Cual:

Sobre pedido, se conoce y manejan las necesidades de nuestro cliente y así podemos establecer su comportamiento demandante

¿Cuál de las siguientes es la configuración de su taller?

- Flow shop (todos los productos cumplen la misma ruta de máquinas)
 X
- Job shop (no todos los productos cumplen la misma ruta de máquinas)

¿Alguna vez han realizado algún trabajo de este tipo para ORFI?

- Si _____
- No X

De qué depende la producción de la empresa

- De los pronósticos _____
- De los pedidos de los clientes X
- De la capacidad de producción _____
- Del manejo de un stock de seguridad _____

- De la cantidad de personal _____
 - De financiamiento _____
 - Otro _____
- cual _____
- _____
- _____
- _____

La empresa maneja sistemas para determinar cuando los productos requieren de

- Mantenimientos _____
 - Revisiones X
 - Cambios _____
 - Se acerca el final de su vida útil _____
 - otro _____
 - Observaciones
- Solo si el cliente las solicita

La empresa marca sus productos con el fin de identificarlos en caso de requerir garantías

- Si _____
- No X

Cual considera que es una ventaja competitiva de ORFI

- Calidad _____
- Reconocimiento X
- Financiación _____
- Diseño _____
- Servicio _____
- Cumplimiento _____
- Otro X

Cual
Trayectoria _____

La empresa se encuentra cumpliendo los pronósticos de gastos y de producción

- Si _____
- No _____

- Parcialmente X

- Observaciones

Se pretendía conseguir nuevos clientes en diferentes nichos de mercado para el presente año basado en la llegada de nuevas empresas al país debido a la firma de tratados internacionales y a la evolución de la situación social del país, adicionalmente la utilización de la planta se encuentra al tope con el impulso que se le pretende dar a la empresa incursionando en otras líneas de producción.

Los operarios de la línea que tipo de formación tienen

- Primaria _____

- Secundaria _____

- Técnico _____

- Tecnólogo _____

- Universitario _____

- Ninguno _____

- Otro X

- Cual

- La formación en cada uno de los operarios varia el 25 % de ellos son tecnicos y el resto son bachilleres

Quien se encarga del área de producción

- Gerente de la empresa _____

- Subgerente _____

- Responsable de calidad _____

- Otro X

- Cual

- Ingeniero de producción y jefe de taller

La empresa maneja modelos para planear programar y/o controlar la producción

- Si _____

- No X

Manejan algún de los siguientes formatos

- Control de inventarios
 - Control de mantenimientos
 - Descripción de cada proceso (protocolo)
 - Control de procesos y/actividades
 - Control de calidad
 - Ninguno
 - Otro
- Cual _____
- _____
- _____
- _____

Que opciones consideraría para mejorar la eficiencia de la línea

- Subcontratar
 - Implementar un desarrollo tecnológico en el proceso
 - Redistribución de los procesos
 - Contratar personal especializado
 - Evaluar otros proveedores
 - Otro
- Cual _____
- Cual _____
- Aunque la empresa considera que de la manera en que se está manejando la línea de producción es adecuada se encuentra en la disposición de escuchar nuevas alternativas si estas aportaran al crecimiento de la misma y se adecuaran a la capacidad de la empresa a nivel financiero y estructural

Como mantiene la seguridad de la información de la línea de producción (por ejemplo la fórmula del caucho)

- Es manejada por un funcionario capacitado
 - Manejan copias
 - Los procesos se encuentran documentados
 - Ninguno
 - Otro
- Cual _____

Como se mantienen actualizados sobre la competencia o nuevos productos que amenacen el suyo.

- Estudio permanentes de mercado _____
 - Inscripción en entidades como la cámara de comercio _____
 - Visita a distribuidores de maquinaria pesada _____
 - Visita a competidores _____
 - Ninguno X
 - Otro _____
- Cual _____
-
-
-

Como mantiene el control sobre la producción

- Auditorias _____
 - Proceso documentados _____
 - Protocolos establecidos para su desarrollo _____
 - Funcionario capacitado que revisa el manejo del mismo X
 - Ninguno _____
 - Otro _____
- Cual _____
-
-
-

Han evaluado la posibilidad de externalizar algunos procesos

- Si _____
- No X

Los mantenimientos realizados a la maquinaria son

- Preventivos _____
- Correctivo X

Dentro del presupuesto de la empresa existe un rubro para

- Tecnología _____
- Infraestructura _____
- Logística _____
- Personal _____
- Capacitación _____
- Publicidad _____
- Innovación _____
- Ninguno X
- Otro _____

Cual _____

Cuál es el producto que representa la mayor utilidad para su empresa

- chopo (maquinaria pesada) X
- repuestos para motos _____
- repuestos para carro _____
- otro _____

Cual _____

A qué porcentaje de trabajadores ha capacitado

- 0-10 _____
- 11-30 X
- 31-50 _____
- 51-80 _____
- 81-100 _____
- 0 _____

Porque _____

Quien es el responsable de la calidad de los productos

- Gerente de la empresa _____
- Sub gerente _____
- Jefe de planta X
- Otro _____

Cual _____

Que aspectos tiene en cuenta la empresa para la programación

- Pronósticos _____
- La intuición _____
- Modelos estadísticos _____
- Pedidos de los clientes X
- Stock de seguridad _____
- Otros _____

Cual _____

Cuál de los factores que influyen en el proceso de producción presentan mayores inconvenientes en la línea

- Tiempos de los proveedores _____
- Calidad de los productos suministrados por los proveedores _____
- Corte y mecanizado _____
- Elaboración de cajera _____
- Troquelado _____
- Granalla _____
- Elaboración de bocín _____
- Elaboración de herraje interno X
- Ensamble _____
- Vulcanizado _____
- Acabado del producto _____

Que factores determinaron la distribución de la planta

- Línea de producción _____
 - Dimensiones de las maquinas _____
 - Espacios de la planta _____
 - Ninguna _____ X
 - Otra _____
- Cual _____
- _____
- _____
- _____

Considera que existen cuellos de botella entre las estaciones de trabajo

- Si _____ X
- No _____

Considera que existen cuellos de botella entre las estaciones de trabajo

- Si _____ X
- No _____

Anexo 5. Cálculo promedio móvil

| MAD | MAPE | TS |
|-------|--------|--------|
| 8.363 | 50.332 | -10.90 |

| Periodo (t) | Demanda (D _t) | Demanda Desestacionalizada | NIVEL (L _t) | Pronósticos (F _t) | Error (E _t) | Error Absoluto (A _t) | Error cuadrático medio (MCE _t) | MAD (t) | Error % | MAPE (t) | Señal de rastreo (TS) |
|-------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|---------|---------|----------|-----------------------|
| 0 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 171 | | | | | | | | | | |
| 2 | 157 | | | | | | | | | | |
| 3 | 167 | | | | | | | | | | |
| 4 | 161 | 101.69 | 164.000 | | | | | | | | |
| 5 | 166 | 104.00 | 162.750 | 164.00 | -2.000 | 2.000 | -6.20 | -6.600 | 1.205 | 1.205 | 0.30 |
| 6 | 154 | 111.25 | 162.000 | 162.75 | 8.750 | 8.750 | 6.43 | -5.208 | 5.682 | 3.443 | -1.30 |
| 7 | 211 | 115.63 | 173.000 | 162.00 | -49.000 | 49.000 | 347.51 | 1.536 | 23.223 | 10.036 | -27.51 |
| 8 | 229 | 117.88 | 190.000 | 173.00 | -56.000 | 56.000 | 695.20 | 7.469 | 24.454 | 13.641 | -13.15 |
| 9 | 169 | 119.94 | 190.750 | 190.00 | 21.000 | 21.000 | 666.17 | 8.194 | 12.426 | 70.292 | -9.43 |
| 10 | 194 | | | 190.75 | -3.250 | 3.250 | 599.91 | 7.000 | 1.675 | 72.679 | -11.50 |
| 11 | 159 | | | 0.00 | -159.000 | 159.000 | 2843.01 | 20.182 | 100.000 | 94.203 | -11.87 |
| 12 | 197 | | | 0.00 | -197.000 | 197.000 | 5839.59 | 34.333 | 100.000 | 137.154 | -12.71 |

Fuente. Autores.

Anexo 6. Cálculo Suavización Exponencial

| MAD | MAPE | TS |
|-------|-------|------|
| 5.617 | 3.149 | 1.24 |

| Alfa | Beta |
|------|------|
| 0.4 | 0.2 |

| Periodo (t) | Demanda (Dt) | Demanda Desestacionalizada | NIVEL (Lt) | Pronósticos (Ft) | Error (Et) | Error Absoluto (At) | Error cuadrático medio (MCEt) | MAD (t) | Error % | MAPE (t) | Señal de rastreo (TS) |
|-------------|--------------|----------------------------|------------|------------------|------------|---------------------|-------------------------------|---------|---------|----------|-----------------------|
| 0 | | | 180.00 | | | | | | | | |
| 1 | 171 | | 176.400 | 180.00 | 3.600 | 3.600 | 12.96 | 3.600 | 2.105 | 2.105 | 1.00 |
| 2 | 157 | | 168.640 | 176.40 | 7.760 | 7.760 | 36.59 | 5.680 | 4.943 | 3.524 | 2.00 |
| 3 | 167 | | 167.984 | 168.64 | 0.656 | 0.656 | 24.54 | 4.005 | 0.393 | 2.480 | 3.00 |
| 4 | 161 | | 165.190 | 167.98 | 2.794 | 2.794 | 20.35 | 3.702 | 1.735 | 2.294 | 4.00 |
| 5 | 166 | | 165.514 | 165.19 | -0.324 | 0.324 | 16.30 | 3.027 | 0.195 | 1.874 | 4.79 |
| 6 | 154 | | 160.909 | 165.51 | 4.606 | 4.606 | 17.12 | 3.290 | 2.991 | 2.060 | 5.80 |
| 7 | 211 | 176.88 | 180.945 | 160.91 | -20.037 | 20.037 | 72.03 | 5.682 | 9.496 | 3.123 | -0.17 |
| 8 | 229 | 179.06 | 200.167 | 180.95 | -19.222 | 19.222 | 109.21 | 7.375 | 8.394 | 3.781 | -2.73 |
| 9 | 169 | 180.88 | 187.700 | 200.17 | 12.467 | 12.467 | 114.34 | 7.940 | 7.377 | 4.181 | -0.97 |
| 10 | 194 | 182.63 | 190.220 | 187.70 | -2.520 | 2.520 | 103.54 | 7.398 | 1.299 | 3.893 | -1.38 |
| 11 | 159 | 174.50 | 177.732 | 190.22 | 12.488 | 12.488 | 108.31 | 7.861 | 7.854 | 4.253 | 0.29 |
| 12 | 197 | 154.50 | 185.439 | 177.73 | -7.707 | 7.707 | 104.23 | 7.848 | 3.912 | 4.224 | -0.69 |
| 13 | | 131.69 | 111.264 | 185.44 | | | | | | | |
| 14 | | 104.19 | 66.758 | 177.45 | | | | | | | |
| 15 | | 79.31 | 40.055 | 177.25 | | | | | | | |
| 16 | | 56.63 | 24.033 | 177.32 | | | | | | | |
| 17 | | 34.56 | 14.420 | 177.99 | | | | | | | |
| 18 | | 12.31 | 8.652 | 178.76 | | | | | | | |

Anexo 7. Cálculo método Holt

| MAD | MAPE | TS |
|-------|-------|-------|
| 3.711 | 8.347 | -9.11 |

| Alfa | Beta |
|------|------|
| 0.2 | 0.2 |

| Periodo (t) | Demanda (D _t) | Demanda Desestacionalizada | NIVEL (L _t) | Tendencia | Pronósticos (F _t) | Error (E _t) | Error Absoluto (A _t) | Error cuadrático medio (MCE _t) | MAD (t) | Error % | MAPE (t) | Señal de rastreo (TS) |
|-------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|---------|---------|----------|-----------------------|
| 0 | | | 180.00 | 0.015 | | | | | | | | |
| 1 | 171 | | 178.212 | -0.346 | 180.02 | 9.015 | 9.015 | 81.27 | 9.015 | 5.272 | 5.272 | 1.00 |
| 2 | 157 | | 173.693 | -1.180 | 177.87 | 20.866 | 20.866 | 118013.93 | 14.941 | 13.291 | 9.281 | 2.00 |
| 3 | 167 | | 171.410 | -1.401 | 172.51 | 5.513 | 5.513 | 117210.87 | 11.798 | 3.301 | 7.288 | 3.00 |
| 4 | 161 | 101.69 | 168.208 | -1.761 | 170.01 | 9.010 | 9.010 | 127208.11 | 11.101 | 5.596 | 6.865 | 4.00 |
| 5 | 166 | 104.00 | 166.357 | -1.779 | 166.45 | 0.446 | 0.446 | 138957.43 | 8.970 | 0.269 | 5.546 | 5.00 |
| 6 | 154 | 111.25 | 162.463 | -2.202 | 164.58 | 10.578 | 10.578 | 145672.21 | 9.238 | 6.869 | 5.766 | 6.00 |
| 7 | 211 | 115.63 | 170.408 | -0.173 | 160.26 | -50.740 | 50.740 | 176638.34 | 0.670 | 24.047 | 8.378 | 158.50 |
| 8 | 229 | 117.88 | 181.989 | 2.178 | 170.24 | -58.764 | 58.764 | 250531.03 | -6.759 | 25.661 | 10.538 | -24.40 |
| 9 | 169 | 119.94 | 181.133 | 1.571 | 184.17 | 15.167 | 15.167 | 299243.21 | -4.323 | 8.974 | 10.364 | -41.66 |
| 10 | 194 | | 184.964 | 2.023 | 182.70 | -11.295 | 11.295 | 324896.08 | -5.020 | 5.822 | 9.910 | -38.12 |
| 11 | 159 | | 181.390 | 0.904 | 186.99 | 27.987 | 27.987 | 1048481.59 | -2.020 | 17.602 | 10.610 | -108.62 |
| 12 | 197 | | 185.235 | 1.492 | 182.29 | -14.707 | 14.707 | 3824889.01 | -3.077 | 7.465 | 10.347 | -76.08 |

Anexo 8. Cálculo método Winter

| Periodo (t) | Demanda (D _t) | Demanda Desestacionalizada | NIVEL (L _t) | Tendencia | Factor Estacional | Pronósticos (F _t) | Error (E _t) | Error Absoluto (A _t) | Error cuadrático medio (MCE _t) | MAD (t) | Error % | MAPE (t) | Señal de rastreo (TS) |
|-------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------|-------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--|---------|---------|----------|-----------------------|
| 0 | | | 180.00 | 0.015 | | | | | | | | | |
| 1 | 171 | 180.015 | 180.015 | 0.015 | 0.950 | 171.00 | 0.000 | 0.000 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.00 |
| 2 | 157 | 180.045 | 180.030 | 0.015 | 0.872 | 156.99 | -0.013 | 0.013 | 0.00 | 0.007 | 0.008 | 0.004 | -2.00 |
| 3 | 167 | 180.075173 | 180.045 | 0.015 | 0.927 | 166.97 | -0.028 | 0.028 | 0.00 | 0.014 | 0.017 | 0.008 | -3.00 |
| 4 | 161 | 180.105548 | 180.061 | 0.015 | 0.894 | 160.96 | -0.040 | 0.040 | 0.00 | 0.020 | 0.025 | 0.013 | -4.00 |
| 5 | 166 | 180.136156 | 180.077 | 0.015 | 0.922 | 165.94 | -0.055 | 0.055 | 0.00 | 0.027 | 0.033 | 0.017 | -5.00 |
| 6 | 154 | 180.167028 | 180.092 | 0.015 | 0.855 | 153.94 | -0.064 | 0.064 | 0.00 | 0.034 | 0.042 | 0.021 | -6.00 |
| 7 | 211 | 176.88 | 180.075 | 0.013 | 1.193 | 214.86 | 3.856 | 3.856 | 2.13 | 0.580 | 1.828 | 0.279 | 6.31 |
| 8 | 229 | 179.06 | 180.078 | 0.013 | 1.279 | 230.31 | 1.312 | 1.312 | 2.08 | 0.671 | 0.573 | 0.316 | 7.40 |
| 9 | 169 | 180.88 | 180.070 | 0.012 | 0.950 | 171.07 | 2.073 | 2.073 | 2.32 | 0.827 | 1.226 | 0.417 | 8.51 |
| 10 | 194 | 182.63 | 180.505 | 0.033 | 0.872 | 157.03 | -36.968 | 36.968 | 138.75 | 4.441 | 19.055 | 2.281 | -6.74 |
| 11 | 159 | 174.50 | 180.448 | 0.029 | 0.927 | 167.43 | 8.431 | 8.431 | 132.60 | 4.804 | 5.303 | 2.555 | -4.47 |
| 12 | 197 | 154.50 | 180.875 | 0.048 | 0.894 | 161.33 | -35.667 | 35.667 | 227.56 | 7.376 | 18.105 | 3.851 | -7.75 |
| 13 | | 131.69 | 179.114 | -0.042 | 0.922 | 166.73 | | | | | | | |
| 14 | | 104.19 | 177.282 | -0.132 | 0.855 | 153.07 | | | | | | | |
| 15 | | 79.31 | 175.379 | -0.220 | 1.192 | 211.14 | | | | | | | |
| 16 | | 56.63 | 173.407 | -0.308 | 1.279 | 223.94 | | | | | | | |
| 17 | | 34.56 | 171.368 | -0.394 | 0.949 | 164.33 | | | | | | | |
| 18 | | 12.31 | 169.264 | -0.480 | 0.882 | 150.82 | | | | | | | |

Fuente. Autores.

Anexo 9. CUELLOS DE BOTELLA

| N | Operaciones | Tiempo de Operación | Capacidad | Tiempo real de operación | Capacidad de Producción | Producción |
|----|--|---------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|------------|
| 1 | COLOCAR LA PLATINA SOBRE LA MESA FRESADORA | 0.117 | 1 | 465 | 3985.7 | 101.8 |
| 2 | SO COLOCA LA GALGA SOBRE LAS PLATINAS | 0.267 | 1 | 465 | 1743.8 | 101.8 |
| 3 | SE APRIETA LAS PLATINAS CON UNAS BRIAS | 0.100 | 1 | 465 | 4650.0 | 101.8 |
| 4 | SE PERFORA | 4.567 | 1 | 465 | 101.8 | 101.8 |
| 5 | SE SUELTAN LAS BRIAS | 0.067 | 1 | 465 | 6975.0 | 101.8 |
| 6 | SE RETIRA LA GALGA | 0.067 | 1 | 465 | 6975.0 | 101.8 |
| 7 | SE RETIRA LA PLATINA Y SE UBICA | 0.117 | 1 | 465 | 3985.7 | 101.8 |
| 8 | COLOCAR LA PLATINA SOBRE LA MESA FREASDORA | 0.117 | 1 | 465 | 3985.7 | 101.8 |
| 9 | SO COLOCA LA GALGA SOBRE LAS PLATINAS | 0.267 | 1 | 465 | 1743.8 | 101.8 |
| 10 | SE APRIETA LAS PLATINAS CON UNAS BRIAS | 0.100 | 1 | 465 | 4650.0 | 101.8 |
| 11 | SE PERFORA | 4.567 | 1 | 465 | 101.8 | 101.8 |
| 12 | SE SUELTAN LAS BRIAS | 0.067 | 1 | 465 | 6975.0 | 101.8 |
| 13 | SE RETIRA LA GALGA | 0.067 | 1 | 465 | 6975.0 | 101.8 |
| 14 | SE RETIRA LA PLATINA | 0.117 | 1 | 465 | 3985.7 | 101.8 |
| 15 | SE TRANSPORTA HASTA EL TORNO | 0.317 | 1 | 465 | 1468.4 | 101.8 |
| 16 | SE MONTA LA PLATINA EN LA COPA DEL TORNO | 7.233 | 1 | 465 | 64.3 | 64.3 |
| 17 | SE SUJETA | 0.083 | 1 | 465 | 5580.0 | 64.3 |
| 18 | SE PRENDE EL TORNO | 0.050 | 1 | 465 | 9300.0 | 64.3 |
| 19 | SE PROCEDE A TORNERA | 40.533 | 1 | 465 | 11.5 | 64.3 |
| 20 | SE LEVANTA EL SEGURO | 0.008 | 1 | 465 | 55800.0 | 64.3 |
| 21 | SE RETIRA LA PLATINA DEL TORNO | 0.050 | 1 | 465 | 9300.0 | 64.3 |
| 22 | SE TRANSPORTA | 1.967 | 1 | 465 | 236.4 | 64.3 |
| 23 | SE TRANSPORTA EL BOCIN | 1.917 | 1 | 465 | 242.6 | 64.3 |
| 24 | SE COLOCA EN EL TORNO | 0.217 | 1 | 465 | 2146.2 | 64.3 |
| 25 | SE ASEGURA | 0.083 | 1 | 465 | 5580.0 | 64.3 |
| 26 | REVISAR CUADERNO | 0.183 | 1 | 465 | 2536.4 | 64.3 |
| 27 | SE TRANSPORTA LA VARILLA | 1.967 | 1 | 465 | 236.4 | 64.3 |
| 28 | SE COLOCA EN EL TORNO Y SE ASEGURA | 10.200 | 1 | 465 | 45.6 | 45.6 |

| N | Operaciones | Tiempo de Operación | Capacidad | Tiempo real de operación | Capacidad de Producción | Producción |
|----|---|---------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|------------|
| 29 | CON UN METRO SE TOMA LA MEDIDA | 0.133 | 1 | 465 | 3487.5 | 45.6 |
| 30 | SE CORTA LA VARILLA | 4.133 | 1 | 465 | 112.5 | 45.6 |
| 31 | SE RETIRA | 0.050 | 1 | 465 | 9300.0 | 45.6 |
| 32 | Y SE ALMACENA | 2.967 | 1 | 465 | 156.7 | 45.6 |
| 33 | SE TRANSPORTAN | 1.967 | 1 | 465 | 236.4 | 45.6 |
| 34 | SE COLOCAN EL TORNO | 0.050 | 1 | 465 | 9300.0 | 45.6 |
| 35 | SE ASEGURAN | 0.083 | 1 | 465 | 5580.0 | 45.6 |
| 36 | SE REALIZA CONO | 4.967 | 1 | 465 | 93.6 | 45.6 |
| 37 | SE LEVANTA SEGURO Y SE RETIRA | 0.083 | 1 | 465 | 5580.0 | 45.6 |
| 38 | SE TRANSPORTAN | 1.967 | 1 | 465 | 236.4 | 45.6 |
| 39 | SE TRANSPORTAN LOS ELEMENTOS A LA PRENSA | 2.233 | 1 | 465 | 208.2 | 45.6 |
| 40 | SE UBICAN Y SE ASEGURAN EL MOLDE | 0.083 | 1 | 465 | 5580.0 | 45.6 |
| 41 | SE CIERRA EL MOLDE | 0.033 | 1 | 465 | 13950.0 | 45.6 |
| 42 | INICIA EL PROCESO DE INYECCIÓN DEL CAUCHO | 7.000 | 1 | 465 | 66.4 | 45.6 |
| 43 | SE DEJA COCINAR EL CAUCHO | 10.000 | 1 | 465 | 46.5 | 45.6 |
| 44 | SE ABRE EL MOLDE Y SE RETIRA EL SOPORTE | 4.233 | 1 | 465 | 109.8 | 45.6 |
| 45 | SE TRANSPORTA AL AREA DE PRODUCTO TERMINADO | 3.550 | 1 | 465 | 131.0 | 45.6 |
| 46 | SE RETIRAN EXCESOS DE CAUCHO O REFILADO | 2.200 | 1 | 465 | 211.4 | 45.6 |
| 47 | SE ALISTA LA PISTOLA CON LA MEZCLA DE PINTURA | 7.967 | 1 | 465 | 58.4 | 45.6 |
| 48 | SE PINTA | 14.967 | 1 | 465 | 31.1 | 31.1 |
| 49 | SECADO | 30.000 | 1 | 465 | 15.5 | 15.5 |
| 50 | SE TRANSPORTA A ALMACENAJE | 3.500 | 1 | 465 | 132.9 | 15.5 |
| 51 | SE TRANSPORTA AL TORNO | 0.050 | 1 | 465 | 9300.0 | 15.5 |
| 52 | SE ABREN LAS MORDAZAS COPA | 0.100 | 1 | 465 | 4650.0 | 15.5 |
| 53 | ALINEAN LA PIEZA COPA | 0.133 | 1 | 465 | 3487.5 | 15.5 |
| 54 | REFRENTAR | 10.000 | 1 | 465 | 46.5 | 15.5 |
| 55 | SE CAMBIA LA BURA | 0.083 | 1 | 465 | 5580.0 | 15.5 |
| 56 | SE UBICA EL DIAL EN CERO | 0.900 | 1 | 465 | 516.7 | 15.5 |
| 57 | SE DA TANGENCIA INTERNA | 3.883 | 1 | 465 | 119.7 | 15.5 |
| 58 | ALEXAN (INTERIORES) | 15.300 | 1 | 465 | 30.4 | 15.5 |

| N | Operaciones | Tiempo de Operación | Capacidad | Tiempo real de operación | Capacidad de Producción | Producción |
|----|------------------------------------|---------------------|-----------|--------------------------|-------------------------|------------|
| 59 | SE CAMBIA BURA | 2.217 | 1 | 465 | 209.8 | 15.5 |
| 60 | TOMA DE MEDIDA EXTERIOR | 0.183 | 1 | 465 | 2536.4 | 15.5 |
| 61 | CAMBIO DE MORDAZAS | 3.983 | 1 | 465 | 116.7 | 15.5 |
| 62 | UBICAR BURILES EXTERIORES | 0.050 | 1 | 465 | 9300.0 | 15.5 |
| 63 | MEDIDA LONGITUDINAL | 5.350 | 1 | 465 | 86.9 | 15.5 |
| 64 | BURIL EXTERIORES | 0.050 | 1 | 465 | 9300.0 | 15.5 |
| 65 | CIRCUNFERENCIA EXTERNA | 15.000 | 1 | 465 | 31.0 | 15.5 |
| 66 | SE CAMBIA A BARRA DE INTERIORES | 0.050 | 1 | 465 | 9300.0 | 15.5 |
| 67 | CIRCUNFERENCIA INTERIOR | 11.083 | 1 | 465 | 42.0 | 15.5 |
| 68 | RETIRAR PIEZA | 0.050 | 1 | 465 | 9300.0 | 15.5 |
| 69 | CAMBIAR CARRO DE TORNO A 45 GRADOS | 2.100 | 1 | 465 | 221.4 | 15.5 |
| 70 | COLOCAR PIEZA | 0.050 | 1 | 465 | 9300.0 | 15.5 |
| 71 | SE REALIZA CONO FINAL | 5.583 | 1 | 465 | 83.3 | 15.5 |
| 72 | SE RETIRA | 0.083 | 1 | 465 | 5580.0 | 15.5 |
| 73 | TRANSPORTE | 3.967 | 1 | 465 | 117.2 | 15.5 |

Anexo 12. PROGRAMACION ACTIVIDADES PERSONAL

| | | | | |
|--|--|--|--|---|
| INDUSTRIAS ORFI S.A.S | | | |  |
| FORMATO PROGRAMACION TRABAJADORES | | | | |

SEMANA DE TRABAJO: _____

| LUNES | | HORARIO | | |
|--------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------|
| NOMBRE | 7 AM - 12 PM | 12PM - 1 PM | 1 PM - 3 PM | ADICIONALES |
| A | FRESA | | FRESA | |
| B | TORNO | | TORNO | |
| C | TROQUELADORA | | TROQUELADORA | |
| D | PRENSA HIDRAULICA | | PRENSA HIDRAULICA | |

| MARTES | | HORARIO | | |
|---------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------|
| NOMBRE | 7 AM - 12 PM | 12PM - 1 PM | 1 PM - 3 PM | ADICIONALES |
| A | FRESA | | FRESA | |
| B | TORNO | | TORNO | |
| C | TROQUELADORA | | TROQUELADORA | |
| D | PRENSA HIDRAULICA | | PRENSA HIDRAULICA | |

| MIERCOLES | | HORARIO | | |
|------------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------|
| NOMBRE | 7 AM - 12 PM | 12PM - 1 PM | 1 PM - 3 PM | ADICIONALES |
| A | FRESA | | FRESA | |
| B | TORNO | | TORNO | |
| C | TROQUELADORA | | TROQUELADORA | |
| D | PRENSA HIDRAULICA | | PRENSA HIDRAULICA | |

| JUEVES | | HORARIO | | |
|---------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------|
| NOMBRE | 7 AM - 12 PM | 12PM - 1 PM | 1 PM - 3 PM | ADICIONALES |
| A | FRESA | | FRESA | |
| B | TORNO | | TORNO | |
| C | TROQUELADORA | | TROQUELADORA | |
| D | PRENSA HIDRAULICA | | PRENSA HIDRAULICA | |

| VIERNES | | HORARIO | | |
|----------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------|
| NOMBRE | 7 AM - 12 PM | 12PM - 1 PM | 1 PM - 3 PM | ADICIONALES |
| A | FRESA | | FRESA | |
| B | TORNO | | TORNO | |
| C | TROQUELADORA | | TROQUELADORA | |
| D | PRENSA HIDRAULICA | | PRENSA HIDRAULICA | |

| SABADO | | HORARIO | | |
|---------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------|
| NOMBRE | 7 AM - 12 PM | 12PM - 1 PM | 1 PM - 3 PM | ADICIONALES |
| A | FRESA | | FRESA | |
| B | TORNO | | TORNO | |
| C | TROQUELADORA | | TROQUELADORA | |
| D | PRENSA HIDRAULICA | | PRENSA HIDRAULICA | |

Aprobada por: _____

Carqa _____

Fuente. Autores

Anexo 17. FLUJO DE CAJA PROYECTADO

| DESCRIPCIÓN / PERIODO | INICIO | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| INGRESOS (VENTAS) | \$ 4,000,000.00 | \$ 66,800,000.00 | \$ 61,600,000.00 | \$ 84,800,000.00 | \$ 89,600,000.00 | \$ 65,600,000.00 |
| INGRESOS TOTALES | \$ 4,000,000 | \$ 66,800,000 | \$ 61,600,000 | \$ 84,800,000 | \$ 89,600,000 | \$ 65,600,000 |
| COSTOS | | | | | | |
| PAGO A PROVEEDORES | \$ 1,358,510.00 | \$ 31,539,607.50 | \$ 29,303,160.00 | \$ 39,645,397.50 | \$ 41,761,845.00 | \$ 30,841,383.75 |
| ARRIENDO | \$ 1,300,000.00 | \$ 5,200,000.00 | \$ 5,200,000.00 | \$ 5,200,000.00 | \$ 5,200,000.00 | \$ 5,200,000.00 |
| SERVICIOS | \$ 1,890,173.05 | \$ 1,890,173.05 | \$ 1,890,173.05 | \$ 1,890,173.05 | \$ 1,890,173.05 | \$ 1,890,173.05 |
| COSTOS DE PERSONAL | \$ 12,012,000.00 | \$ 12,012,000.00 | \$ 12,012,000.00 | \$ 12,012,000.00 | \$ 12,012,000.00 | \$ 12,012,000.00 |
| OBLIGACIONES FINANCIERAS | \$ 467,500.00 | \$ 1,870,000.00 | \$ 1,870,000.00 | \$ 1,870,000.00 | \$ 1,870,000.00 | \$ 1,870,000.00 |
| MANTENIMIENTOS PREVENTIVOS | \$ 500,000.00 | \$ 500,000.00 | \$ 500,000.00 | \$ 500,000.00 | \$ 500,000.00 | \$ 500,001.00 |
| MISCELANEOS | \$ 87,500.00 | \$ 350,000.00 | \$ 350,000.00 | \$ 350,000.00 | \$ 350,000.00 | \$ 350,000.00 |
| GASTOS VARIOS OFICINA | \$ 1,059,000.00 | \$ 1,059,000.00 | \$ 1,059,000.00 | \$ 1,059,000.00 | \$ 1,059,000.00 | \$ 1,059,000.00 |
| DEPRECIACION MAQUINARIA | \$ 115,000 | \$ 115,000 | \$ 115,000 | \$ 115,000 | \$ 115,000 | \$ 115,000 |
| EGRESOS TOTALES | \$ 18,789,683 | \$ 54,535,781 | \$ 52,299,333 | \$ 62,641,571 | \$ 64,758,018 | \$ 53,837,558 |
| SALDO FINAL | \$ (14,789,683) | \$ 12,264,219 | \$ 9,300,667 | \$ 22,158,429 | \$ 24,841,982 | \$ 11,762,442 |

Anexo 18. DETALLE VENTAS Y COSTOS

| VENTAS | VENTAS | INICIO | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 |
|----------------|----------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| CHOPO | Unidades | 10 | 167 | 154 | 212 | 224 | 164 |
| | Precio | \$ 400,000 | \$ 400,000 | \$ 400,000 | \$ 400,000 | \$ 400,000 | \$ 400,000 |
| | Ingresos | \$ 4,000,000 | \$ 66,800,000 | \$ 61,600,000 | \$ 84,800,000 | \$ 89,600,000 | \$ 65,600,000 |
| TOTAL INGRESOS | | \$ 4,000,000 | \$ 66,800,000 | \$ 61,600,000 | \$ 84,800,000 | \$ 89,600,000 | \$ 65,600,000 |

Fuente. Autores

| GASTOS MATERIAS PRIMAS | | INICIO | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 |
|-------------------------------|-----------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| CAUCHO | unidades | 40.00 | 668.00 | 616.00 | 848.00 | 896.00 | 656.00 |
| | precio | \$ 30,000 | \$ 30,000 | \$ 30,000 | \$ 30,000 | \$ 30,000 | \$ 30,000 |
| | Costo mes | \$ 1,200,000 | \$ 20,040,000 | \$ 18,480,000 | \$ 25,440,000 | \$ 26,880,000 | \$ 19,680,000 |
| PLATINAS Y LAMINA PARA DISCOS | Unidades | | 1,700.00 | 1,600.00 | 2,100.00 | 2,200.00 | 1,650.00 |
| | Precio | \$ 3,816 | \$ 4,769 | \$ 4,769 | \$ 4,769 | \$ 4,769 | \$ 4,769 |
| | Costo mes | \$ - | \$ 8,107,938 | \$ 7,631,000 | \$ 10,015,688 | \$ 10,492,625 | \$ 7,869,469 |
| TORNILLO ROSCADO | Unidades | 10.00 | 170.00 | 160.00 | 210.00 | 220.00 | 165.00 |
| | Precio | \$ 1,551 | \$ 1,551 | \$ 1,551 | \$ 1,551 | \$ 1,551 | \$ 1,551 |
| | Costo mes | \$ 15,510 | \$ 263,670 | \$ 248,160 | \$ 325,710 | \$ 341,220 | \$ 255,915 |
| TUERCAS | Unidades | 20.00 | 170.00 | 160.00 | 210.00 | 220.00 | 165.00 |
| | Precio | \$ 3,400 | \$ 3,400 | \$ 3,400 | \$ 3,400 | \$ 3,400 | \$ 3,400 |
| | Costo mes | \$ 68,000 | \$ 578,000 | \$ 544,000 | \$ 714,000 | \$ 748,000 | \$ 561,000 |
| BOCIN | Unidades | 10.00 | 340.00 | 320.00 | 420.00 | 440.00 | 330.00 |
| | Precio | \$ 7,500 | \$ 7,500 | \$ 7,500 | \$ 7,500 | \$ 7,500 | \$ 7,500 |
| | Costo mes | \$ 75,000 | \$ 2,550,000 | \$ 2,400,000 | \$ 3,150,000 | \$ 3,300,000 | \$ 2,475,000 |
| COSTO TOTAL MATERIAS PRIMAS | | \$ 1,358,510 | \$ 31,539,608 | \$ 29,303,160 | \$ 39,645,398 | \$ 41,761,845 | \$ 30,841,384 |

| | | CÁLCULOS INTERMEDIOS | | | | | | |
|---------------------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| PERSONAL | DATOS | INICIO | MES 1 | MES 2 | MES 3 | MES 4 | MES 5 | MES 6 |
| Salario medio mensual | 700,000.00 | \$ 8,400,000 | \$ 8,400,000 | \$ 8,400,000 | \$ 8,400,000 | \$ 8,400,000 | \$ 8,400,000 | \$ 8,400,000 |
| Nº de empleados año 1 | 12 | | | | | | | |
| % coste Seguridad Social | 43.00% | 3,612,000.00 | 3,612,000.00 | 3,612,000.00 | 3,612,000.00 | 3,612,000.00 | 3,612,000.00 | 3,612,000.00 |
| Total gastos de personal | | 12,012,000.00 |
| ALQUILER | | | | | | | | |
| Alquiler mensual | 5,200,000.00 | 5,200,000.00 |
| Subida anual prevista en % | 2.00% | | | | | | | |
| OTROS GASTOS | | | | | | | | |
| Electricidad | 811,669.50 | 811,669.50 | 811,669.50 | 811,669.50 | 811,669.50 | 811,669.50 | 811,669.50 | 811,669.50 |
| Teléfono | 72,098.95 | 72,098.95 | 72,098.95 | 72,098.95 | 72,098.95 | 72,098.95 | 72,098.95 | 72,098.95 |
| Celular | 153,700.00 | 153,700.00 | 153,700.00 | 153,700.00 | 153,700.00 | 153,700.00 | 153,700.00 | 153,700.00 |
| Acueducto | 21,724.00 | 21,724.00 | 21,724.00 | 21,724.00 | 21,724.00 | 21,724.00 | 21,724.00 | 21,724.00 |
| Transportes y fletes | 87,000.00 | 87,000.00 | 87,000.00 | 87,000.00 | 87,000.00 | 87,000.00 | 87,000.00 | 87,000.00 |
| Publicidad | 119,250.00 | 119,250.00 | 119,250.00 | 119,250.00 | 119,250.00 | 119,250.00 | 119,250.00 | 119,250.00 |
| Otros | 624,730.60 | 624,730.60 | 624,730.60 | 624,730.60 | 624,730.60 | 624,730.60 | 624,730.60 | 624,730.60 |
| Subida media anual en % | 1.50% | | | | | | | |
| TOTAL OTROS GASTOS | | 1,890,173.05 |
| | | 19,102,173.05 |

Anexo 19. CALCULO VALOR PRESENTE NETO, TASA INTERNA DE RETORNO Y RELACION BENEFICIO-COSTO.

Tasa de descuento: 15%

Inversión inicial \$ 24,500,000

| PERIODO | INGRESOS | EGRESOS | FLUJO DE CAJA | TASA DE ACTUALIZACION (1+t) ⁻ⁿ | INGRESOS ACTUALIZADOS | EGRESOS ACTUALIZADOS |
|--------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--|--------------------------|--------------------------|
| 0 | \$ 4,000,000.00 | \$ 18,789,683.05 | \$ (39,289,683.05) | 1 | \$ 4,000,000.00 | \$ 18,789,683.05 |
| 1 | \$ 66,800,000.00 | \$ 54,535,780.55 | \$ 12,264,219.45 | 0.869565217 | \$ 58,086,956.52 | \$ 47,422,417.87 |
| 2 | \$ 61,600,000.00 | \$ 52,299,333.05 | \$ 9,300,666.95 | 0.756143667 | \$ 46,578,449.91 | \$ 39,545,809.49 |
| 3 | \$ 84,800,000.00 | \$ 62,641,570.55 | \$ 22,158,429.45 | 0.657516232 | \$ 55,757,376.51 | \$ 41,187,849.46 |
| 4 | \$ 89,600,000.00 | \$ 64,758,018.05 | \$ 24,841,981.95 | 0.571753246 | \$ 51,229,090.81 | \$ 37,025,607.00 |
| 5 | \$ 65,600,000.00 | \$ 53,837,557.80 | \$ 11,762,442.20 | 0.497176735 | \$ 32,614,793.84 | \$ 26,766,781.22 |
| TOTAL | \$ 372,400,000.00 | \$ 306,861,943.05 | \$ 41,038,056.95 | | \$ 248,266,667.58 | \$ 210,738,148.09 |

| | |
|--------------------------|-------------------------|
| VPN | \$ 13,028,519.49 |
| TIR | 27% |
| Beneficio - Costo | 1.18 |

Fuente. Autores