



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE MALLA OLÍMPICA EN LA EMPRESA
ESTRUCTURAS Y MONTAJE JOSÉ GÁLVEZ SRL

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bachiller: Orlando López Llanos

Asesor:

Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestanza

Cajamarca – Perú

2017

COPYRIGHT © 2017
LÓPEZ LLANOS ORLANDO
Todos los Derechos Reservados

APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller **Orlando López Llanos**, denominada:

SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE MALLA OLÍMPICA EN LA EMPRESA ESTRUCTURAS Y MONTAJE JOSÉ GÁLVEZ SRL

Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestanza
ASESOR

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz
JURADO
PRESIDENTE

Ing. Ana Rosa Mendoza Azañero
JURADO

Mg. Ing. Karla Rossemery Sisniegas Noriega
JURADO

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación a mis padres, que por su apoyo incondicional a lo largo de mi etapa académica y en todos los aspectos de mi formación; estoy culminando una de mis metas profesionales. Así mismo les expreso mi gratitud infinita por haberme formado con sólidos valores morales y el mejor ejemplo de padres que han contribuido para ser un hombre de bien con la capacidad de aportar positivamente al desarrollo de la sociedad.

A mis hermanos y familiares que, debido a la convivencia fraterna, han generado el entusiasmo y la fuerza para alcanzar mis metas.

A mis amigos y personas que más considero, por haber compartido momentos gratos e inolvidables y por creer siempre en mí, se han generado lasos inquebrantables de amistad y relación, teniendo la certeza de que siempre podré contar con ellos.

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, por todos los días de mi vida, por la vida y salud de mis padres y seres queridos y por todo lo que me ha dado, tengo la certeza que soy feliz.

A mis padres, cuyos constantes esfuerzos y dedicación, se ven reflejados en cada uno de mis logros.

Al ing. Ricardo Ortega, que, en calidad de asesor de la presente investigación y con el conocimiento intelectual, me orientó de la mejor manera para poder culminar la tesis.

A los docentes que fueron parte de mi formación académica. Que, por su excelente metodología, fue posible adquirir el conocimiento necesario para poder desempeñarme en diferentes contextos laborales.

A la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL, por haberme permitido realizar la presente investigación. De manera especial agradezco al Sr. Carlos Cabanillas Torres (gerente), por haber contribuido específicamente en mi desarrollo profesional, permitiéndome liderar importantes proyectos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u>	iii
<u>DEDICATORIA</u>	ivv
<u>AGRADECIMIENTO</u>	v
<u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u>	vii
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	ix
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	xii
<u>RESUMEN</u>	xiii
<u>ABSTRACT</u>	xiii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 Realidad Problemática.....	14
1.2 Formulación del Problema	145
1.3 Justificación.	145
1.4 Limitaciones.	145
1.4 Objetivos.....	146
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Antecedentes.....	147
2.2 Bases Teóricas.....	214
2.2.1 Sistema de Planificación y Control.....	214
2.2.2 Administración de la demanda.	22
2.2.3 Pronósticos.....	22
2.2.4 Plan Agregado de Producción.....	26
2.2.5 Plan Maestro de Producción.....	29
2.2.6 Plan de Requerimiento de Materiales.....	30
2.3 Definición de Términos Básicos.....	32

2.4 Hipótesis.....	32
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	33
3.1 Operacionalización de Variables	33
3.2 Diseño de Investigación	34
3.3 Unidad de Estudio.....	34
3.4 Población	34
3.5 Muestra.....	34
3.6 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	34
3.7 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	39
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	40
4.1 Diagnóstico Situacional de la Empresa	40
4.1.1 Aspectos Generales	40
4.1.2 Datos de la Empresa	40
4.1.3 Organigrama	41
4.1.4 Personal.....	42
4.1.5 Productos y Servicios.....	43
4.1.6 Proveedores y Clientes.....	47
4.1.7 Equipos.....	49
4.2 Diagnóstico del Área de Estudio	50
4.2.1 Análisis General	50
4.2.2 Diagrama de Procesos.....	52
4.2.3 Medición de Indicadores.....	57
4.3 Diseño de la Propuesta de mejora	63
4.3.1 Mejora en operación de máquina.....	64
4.3.2 Pronósticos de demanda.....	65
4.3.3 Plan agregado de Producción.....	73

4.3.4 Plan Maestro de Producción	77
4.3.5 Plan de Requerimiento de Materiales.....	78
4.4 Resultados Obtenidos	85
4.4.1 Medición de indicadores.....	85
4.5 Análisis Económico	90
4.5.1 Análisis Económico – Escenario Optimista	92
4.5.2 Análisis Económico – Escenario Pesimista	95
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	97
CONCLUSIONES.....	99
RECOMENDACIONES	100
REFERENCIAS.....	101
ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ejemplo de pronósticos mediante promedios móviles.....	25
Tabla 2: Ejemplo de Plan Agregado y Plan Maestro de Producción	29
Tabla 3: Operacionalización de Variables.	33
Tabla 4: Método de recolección de Datos	33
Tabla 5: Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	35
Tabla 6: Datos Generales de la Empresa.....	39
Tabla 7: Distribución de trabajadores por área.....	41
Tabla 8: Productos que ofrece la empresa.....	42
Tabla 9: Relación de proveedores de la empresa.....	46
Tabla 10: Relación de clientes de la empresa.....	47
Tabla 11: Relación de Equipos de la Empresa.....	48
Tabla 12: Detalle de Costos y precios de ventade malla Olímpica.	58
Tabla 13: Resumen de medición de indicadores.....	59
Tabla 14: Datos para Cálculo de Capacidad de Producción.	61
Tabla 15: Historial de ventas de malla olímpica.....	62
Tabla 16: Pronóstico de Demanda - Malla Olímpica Calibre 10.....	63
Tabla 17: Pronóstico de Demanda - Malla Olímpica Calibre 12.....	63
Tabla 18: Historial de Ventas de Malla Olímpica.....	65
Tabla 19: Cálculo de Variables para Pronóstico - Malla Olímpica Calibre 10	67
Tabla 20: Cálculo de Variables para Pronóstico - Malla Olímpica calibre 12.....	68
Tabla 21: Resumen de Demanda Estimada.....	69
Tabla 22: Resumen de Demanda estsimada - Capacidad Proyectada.	70
Tabla 23: Datos para Planeación - Opción de Planeamiento n° 1.....	71
Tabla 24: datos para Planeación - Opción de Planeamiento n° 2.	72
Tabla 25: Resumen de Opciones de Planeación Agregada.....	73

Tabla 26: Plan Maestro de Producción.	74
Tabla 27: Datos para Planeamiento de Requerimiento de Materiales	75
Tabla 28: Necesidades Brutas de Alambre Galvanizado por Semana.	76
Tabla 29: Plan de Requerimiento de Materiales - Alambre Galvanizado n° 10	77
Tabla 30: Plan de Requerimiento de Materiales - Alambre Galvanizado n° 12	77
Tabla 31: Lista de Materiales	78
Tabla 32: Resumen de Planeamiento Agregado	79
Tabla 33: Producción Semanal Promedio	79
Tabla 34: Detalle de Costo y Precios de Venta de Malla Olímpica	82
Tabla 35: Comparación de Medición de Indicadores	83
Tabla 36: Detalle de Costos de Implementación	84
Tabla 38: Beneficio Anual - Ahorro en Materia Prima	86
Tabla 39: Beneficio Anual - Ahorro en Mano de Obra	86
Tabla 40: Beneficio Anual - Ahorro en Maquinaria	87
Tabla 41: Beneficio - Ingreso Anual por Ventas	87
Tabla 42: Resumen de Beneficios Anuales	87
Tabla 43: Beneficios Proyectados - Escenario Optimista	88
Tabla 44: Flujo de Caja Proyectado - Escenario Optimista.	88
Tabla 45: Indicadores Económicos - Escenario Optimista	89
Tabla 46: Ingreso Anual por Ventas	89
Tabla 47: Beneficios Proyectados - Escenario Pesimista	90
Tabla 48: Flujo de Caja Proyectado - Escenario Pesimista	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de un sistema de Planificación y Control.....	21
Figura 2: Tipo de Patrones de Demanda	24
Figura 3: Esquema de Funcionamiento de un Sistema MRP.	31
Figura 4: Organigrama – Estructuras y Montaje José Gálvez SRL.....	41
Figura 5: Semi Remolque Tipo Cama Baja de tres Ejes.....	44
Figura 6: Tanque de Almacenamiento	44
Figura 7: Balsa Para Bombeo.	45
Figura 8: Contenedor Metálico.....	45
Figura 9: Diagrama de Ishikawa.....	50
Figura 10: Flujograma del Proceso de Producción de Malla Olímpica.....	52
Figura 11: Diagrama de Operaciones de Malla Olímpica.	54
Figura 12: Diseño de Propuesta de Mejora	63
Figura 13: Patrón de Demanda y Tendencia - Malla Olímpica Calibre 10.	69
Figura 14: Patrón de Demanda y Tendencia – Malla Olímpica Calibre 12.....	69
Figura 15: Gráfica: Capacidad de Producción vs Producción Histórica.....	73
Figura 16: Rollos de malla olimpica	105
Figura 17: Producción de malla olimpica	106
Figura 18: Estado de Situación Financiera.....	108
Figura 19: Estado de Resultados.....	109
Figura 20: Cálculo de Costo Promedio de Capital.....	110

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo general, diseñar un sistema de planificación y control para mejorar la productividad de la línea de producción de malla olímpica en la empresa estructuras José Gálvez SRL, debido a que los problemas detectados son el bajo nivel de productividad, así mismo la falta de un sistema de planificación y control de la producción.

La información recopilada para llevar a cabo la presente investigación, se obtuvo mediante entrevistas al personal involucrado en el área, así mismo mediante el método de observación directa. Posteriormente la información recopilada fue procesada mediante herramientas informáticas.

Se realizó un diagnóstico situacional del área de producción de malla olímpica, en el que se determinó las cifras actuales de los indicadores de la variable independiente y dependiente. Así mismo se determinó que los problemas más notables son que los niveles de producción son estimados empíricamente, demoras en la entrega de pedidos a clientes, así como problemas en la máquina, ya que genera un considerable desperdicio de materia prima, así como la relativa velocidad de producción lenta que presen la máquina.

Para mejorar la productividad de la referida línea de producción, se ha diseñado un sistema de planificación y control de la producción, así como la propuesta de realizar cambios fundamentales con respecto a la operación de la máquina de producción de malla olímpica. El diseño de la propuesta se fundamenta en la aplicación secuencial de las siguientes herramientas de ingeniería Industrial: Pronósticos de demanda, plan agregado de producción, plan maestro de producción y plan de requerimiento de materiales.

Los resultados obtenidos luego de realizar el diseño de la propuesta de mejora, serán de obtener considerables índices de mejora de la productividad en todos los aspectos de la línea de producción de malla olímpica: Mano de obra, maquinaria, eficiencia física, eficiencia económica. Así mismo los niveles de producción son determinados a partir de cálculos de pronósticos de demanda.

Finalmente se realizó el análisis económico mediante la metodología Beneficio / Costo, en la que se plasmó los costos de implementación, así como los beneficios obtenidos del plan de mejora. Se determinó la viabilidad del proyecto, mediante la aceptabilidad de los indicadores económicos calculados.

En conclusión, se demostró que, mediante el diseño de un sistema de planificación y control, es posible mejorar la productividad de la línea de producción de mallas olímpicas en la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL. Se recomienda a la empresa realizar la implementación de la propuesta de mejora desarrollada en la presente investigación.

ABSTRACT

The present study has as general aim, design a system of planning and control to improve the productivity of the line of production of Olympian mesh in the company you structure Jose Gálvez SRL, due to the fact that detected problems are the low level of productivity, likewise the lack of a system of planning and control of the production.

The information compiled to carry out the present investigation, was obtained by means of interviews to the personnel involved in the area, likewise by means of the method of direct observation. Later the compiled information was processed by means of IT tools.

There was realized a situational diagnosis of the area of production of Olympian mesh, in which one determined the current numbers of the indicators of the independent and dependent variable. Likewise one determined that the most notable problems are that the levels of production are estimated empirically, you delay in the delivery of orders clients, as well as problems in the machine, since a considerable waste of raw material generates, as well as the relative speed of slow production that present the machine.

To improve the productivity of the above-mentioned line of production, there has been designed a system of planning and control of the production, as well as the offer to realize fundamental changes with regard to the operation of the machine of production of Olympian mesh. The design of the offer is based on the sequential application of the following tools of Industrial engineering: Forecasts of demand, plan added of production, master production schedule and plan of requirement of materials.

The results obtained after realizing the design of the offer of improvement, will be of obtaining considerable indexes of improvement of the productivity in all the aspects of the line of production of Olympian mesh: Workforce, machinery, physical efficiency, economic efficiency. Likewise the levels of production are determined from calculations of forecasts of demand.

Finally the economic analysis realized by means of the methodology Benefit / Cost, in that one formed the costs of implementation, as well as the benefits obtained of the plan of improvement. The viability of the project decided, by means of the acceptability of the economic calculated indicators.

In conclusion, there was demonstrated that, by means of the design of a system of planning and control, it is possible to improve the productivity of the line of production of Olympian meshes in the company Structures and Assembly Jose Gálvez SRL. One recommends to the company to realize the implementation of the offer of improvement developed in the present investigation.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Desde el surgimiento de la revolución industrial, el mundo ha sido testigo de un crecimiento sin precedentes en la capacidad de producción, complejidad de los sistemas productivos y mejoras notables en cuanto a productividad en las organizaciones globalizadas. Sin embargo, junto a los aspectos de crecimiento, el grado de especialización ha generado dificultades y problemas en las organizaciones que aún no se han adaptado a los mercados globales altamente competitivos.

Vollman, (2005) señaló que “El crecimiento de los mercados nacionales e internacionales tanto en oferta como en demanda han tenido un impacto profundo en el diseño de eficientes sistemas de planificación y control de la producción. Las compañías exitosas, las cuales interactúan en los mercados más exigentes y competentes, constantemente emplean herramientas estratégicas para gestionar de manera correcta los procesos productivos. Las herramientas de gestión que se emplean integralmente son: administración de la demanda, plan maestro de producción, plan agregado de producción, plan de requerimiento de recursos”.

Un sistema de planificación de la producción es una herramienta estratégica que se utiliza para gestionar adecuadamente el proceso productivo en las organizaciones industriales. Este sistema general está integrado por subsistemas, interactuando de manera ordenada y secuencial, para lograr los objetivos de las organizaciones, entre ellas mejorar la productividad, cumplir con la demanda e incrementar las utilidades.

En el Perú, gran número de compañías industriales operan sin contar con un planeamiento estratégico en cuanto a niveles de producción, creándose las condiciones para generarse un entorno de baja competitividad y productividad.

La manufactura nacional enfrenta obstáculos estructurales que impiden su desarrollo, entre los cuales la baja productividad es el factor más notable (Sociedad Nacional de Industrias, 2016)

En la región Cajamarca la industrialización presenta niveles bajos de desarrollo, motivo por el cual las empresas locales operan en un contexto de planificación y toma de decisiones empíricas, generando como consecuencia niveles bajos de productividad.

En Cajamarca, la empresa industrial Estructuras y Montaje José Gálvez SRL, dedicada a la fabricación y montaje de estructuras metálicas en general, así mismo a la producción y

comercialización de malla olímpica de alambre galvanizado; realiza sus operaciones con relativa deficiencia en sus sistemas de producción.

La presente investigación se ha desarrollado en la división de producción de mallas olímpicas. Se producen rollos de malla olímpica de 4 tipos, considerando las variables altura (2.0m y 2.4m) y calibre (calibre 10, calibre 12).

Se ha determinado que el área de producción de malla olímpica presenta dificultades de baja productividad, ya que carece de un sistema de planificación y control de producción. Los niveles de producción de todas las versiones de malla, son determinadas empíricamente por el área de administración, sin tener ninguna estimación de ventas futuras.

En cuanto a la disponibilidad de materia prima (alambre galvanizado), el área de almacén frecuentemente no cuenta con stock del tipo de alambre requerido, puesto que no existe un plan para el requerimiento de materiales y gestión de reservas. Esta situación genera que el área de producción presente demoras, mientras se espera la llegada de materia prima.

A consecuencia del tiempo de espera en el abastecimiento de materia prima, se presentan retrasos en la entrega de productos terminados a los clientes. Es to a su vez puede generar desconfianza y pérdida definitiva de potenciales clientes.

La empresa cuenta con una máquina multifuncional para la producción de malla olímpica, la cual opera a una velocidad relativamente lenta, no obstante, la máquina dispone de un tablero de control en que es posible modificar la velocidad de producción, pero ante la falta de personal calificado y capacitado, no se han realizado modificaciones de programación.

La mano de obra disponible solo cuenta con capacitación básica en la operación de la máquina. A pesar de que es posible incrementar la velocidad de producción de la referida máquina, el personal no ha realizado ninguna modificación de parámetros, debido a falta de conocimiento y capacitación específica.

Otro de los problemas notables, es el exceso de producción de malla olímpica calibre 14. Se tiene un amplio stock de unidades que no han sido vendidas (28 unidades), debido a que el tipo de malla es poco comercial. Esto genera tanto pérdidas económicas como desperdicio de espacio que ocupan los rollos de malla en el área de almacén de producto terminado.

Debido a los problemas argumentados, surge la necesidad de que la presente investigación se base en presentar un sistema de planificación y control para mejorar la productividad en el área de producción de mallas olímpicas.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida, el diseño de un sistema de planificación y control, mejorará la productividad en la línea de producción de mallas olímpicas en la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL?

1.3. Justificación

La presente investigación se orienta a resolver problemas de planeamiento y control en el área de producción de mallas olímpicas que presenta la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL, ya que actualmente se carece de un sistema que solucione dichos problemas, a fin de mejorar la productividad, haciendo efectiva la aplicación de métodos y técnicas de ingeniería, tales como pronósticos, plan maestro de producción, plan agregado de producción, plan de requerimiento de materiales (MRP).

En cuanto a lo aplicativo, se justifica en que la investigación contribuye con el sector empresarial al proponer y ejecutar soluciones que la empresa requiere, generando cambios favorables que contribuyen a mejorar la productividad y alcanzar los objetivos propuestos por la dirección de la empresa.

Con la presente investigación no solo se pretende obtener un grado académico, si no contribuir con el desarrollo de la industria en nuestra localidad, comprendiendo analizando y proponiendo soluciones a los problemas reales que se generan en las empresas, contando con la capacidad de aplicar adecuadamente los fundamentos teóricos aprendidos en el periodo académico.

Académicamente se justifica que la presente investigación servirá como antecedente para futuras investigaciones que se realicen en el campo de la administración de operaciones.

1.4. Limitaciones

Las mayores limitaciones que se presentaron se centran en la información confidencial y reservada que la empresa resguarda, no obstante, la información que se logró obtener ha sido necesaria para realizar la investigación.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar un sistema de planificación y control de la producción para mejorar la productividad de la línea de producción de malla olímpica en la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL.

1.5.2. Objetivos específicos

- Identificar la productividad actual del área de producción de mallas olímpicas en la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL.
- Diseñar un sistema de planificación y control para el área de producción de mallas olímpicas en la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL.
- Analizar y discutir los resultados obtenidos luego de diseñar el sistema de planificación y control para mejorar la productividad en el área de producción de mallas olímpicas de la empresa –estructuras y Montaje José Gálvez SRL.
- Realizar una evaluación económica de la propuesta de mejora a través de la metodología Costo – Beneficio.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

a) Antecedentes

Nacionales

- Según Benites (2013) en su tesis *“Propuesta de planeamiento y control de la producción para el proceso productivo de pimiento california en conserva en la empresa agroindustrial Danper Trujillo S.A.C.”*, realizó un diagnóstico situacional del proceso productivo de pimiento california en conserva mediante análisis del trabajo, materia prima, costos y capacidades. Realizando una propuesta de Planeamiento y control de la Producción, dividiéndola en dos partes: la propuesta de control de la producción en la cual se determinaron estándares de trabajo; y también la propuesta de planeamiento de la producción, donde se planteó la utilización de un sistema MRP. Los resultados obtenidos fueron la estandarización del trabajo y balance de líneas que ayudaron en el control de la producción, teniendo un impacto directo en la reducción de costos primos. También se obtuvo una simulación de un sistema MRP aplicado a la planificación de la producción, que contempla al primer resultado que permitirá tener una mejor gestión administrativa.

Con la aplicación de la propuesta de mejora se aumenta de manera teórica la eficiencia del uso de recurso, logrando reducir la cantidad de mano de obra en 25.7%, obteniendo un ahorro de S/. 311,040.00 anuales. También se lograría reducir en 90% el sobre costo de mano de obra, obteniendo un ahorro directo de S/. 266,978.00 anuales. Así mismo se lograría aumentar el rendimiento físico de materia prima en 9.16%, siendo un ahorro anual directo de S/. 810,154.00. Finalmente debe mencionarse también que la totalidad de indicadores de gestión se incrementan y que las mejoras cualitativas de la aplicación de estándares y el sistema MRP se traducen en una administración más organizada y ordenada, en mejores condiciones y productividad del trabajador, entre otros beneficios.

La relación tomada como antecedente se relaciona en que desarrolla el mismo objetivo que la tesis de estudio, relacionando los temas de planeamiento y control como medios para dar solución a su problema, teniendo un impacto en el aumento de la productividad.

- Según Cano (2013) en su tesis *“Diseño e implementación de un sistema de planeamiento y control de operaciones en la empresa embotelladora Chávez S.A.C. para mejorar su productividad”*, realizó un diagnóstico situacional, determinando que el problema que se presenta radica en que no existe planeación de los niveles de producción de los distintos productos. Por otro lado, existen altos niveles de inventario tanto de materiales como de productos terminados. Por último, no se tiene control de los demás recursos de manufactura, tales como mano de obra y maquinaria.

Se propuso realizar e implementar un sistema de planificación y control, aplicando las técnicas y herramientas de gestión para mejorar la productividad de la empresa. Para ello se sigue la secuencia de las siguientes herramientas: Administración de la demanda mediante pronósticos, desarrollo del plan agregado de producción, plan maestro de producción, planeación de requerimiento de materiales (MRP) y planeación del requerimiento de recursos (MRPII).

Como resultados de la implementación de la propuesta, se estableció los niveles de producción para los siguientes seis meses, produciéndose solamente las cantidades que demanda del mercado. Por otro lado, se redujo los niveles de inventario de materiales al determinar el tamaño de lote de pedido. Se calculó el requerimiento de mano de obra, que resultó ser menor al que se venía contratando, generando así un ahorro para la empresa.

La relación tomada como antecedente se relaciona en cuanto a que se pretende mejorar la planificación de los índices de producción, así como la gestión en el abastecimiento de materiales para reducir inventarios, tanto de materiales como de producto terminado; proponiendo desarrollar e implementar herramientas para la mejora y control de las operaciones, tales como pronósticos, plan agregado de producción y MRPI y MRPII.

- Según Lloret (2014) en su tesis *“Propuesta para implementar un modelo de planificación y control de la producción en la empresa Isollanta Cía. Ltda”*, Inicialmente realizó un análisis de

la empresa y la situación actual, siguiendo con la propuesta para el área de compras y producción, mediante nuevos métodos de trabajo, ya que para la empresa Isollanta Cía. Ltda., la sección de producción es vital para el crecimiento y desarrollo de la misma y de sus principales actividades es la planificación y control de la producción. No obstante, el sistema de planificación y control que cuenta actualmente la empresa es considerablemente desfasado, ya que no aprovecha los sistemas informáticos con los que dispone la empresa; y sobre todo no se realiza con la debida antelación, como debe ser elaborado.

La propuesta de planificación de la producción ayudó a la empresa a establecer que el tiempo de entrega para un neumático reencauchado, es de cuatro días laborables, asegurándose la programación de las órdenes de compra cuando se solicitan mayores volúmenes de reencauche, alta confiabilidad en los tiempos de entrega.

Por consiguiente, se realiza una propuesta de control de producción, la cual, mediante formatos de control de operaciones, permitió supervisar la planta de reencauche, asegurando el cumplimiento de la norma técnica vigente.

Con la aplicación de la propuesta planteada, la empresa ha conseguido determinar los lineamientos de planificación y control de producción en orden, establecer tiempos de entrega confiables, que ayudaron a la empresa a mejorar las relaciones internas de las distintas áreas de trabajo y los lasos comerciales con los diferentes clientes.

La relación tomada como antecedente se relaciona en que se aplica herramientas relacionadas al planeamiento y control de la producción, contribuyendo a reducir tiempos de entrega de productos terminados.

- Según Revollo & Suarez (2012) en su tesis *“Propuesta para el mejoramiento de la producción en alimentos SAS S.A. a través de la estructuración de un modelo de planeación y control de la producción”*, Realizó un diagnostico situacional en la línea de producción SAS por medio

de las herramientas aplicadas como: Estudio de tiempos y movimientos, diagramas de causa efecto, diagrama de operaciones y recorrido. Con la realización del diagnóstico, se encontraron las falencias en los procesos internos de alimentos SAS, siendo objeto de estudio y de esta manera establecer la planeación y programación de la producción, permitiendo tener un control más exacto sobre todas las variables que inciden en el proceso, facilitando la determinación de las variables que afectan al sistema; siendo estas los tiempos de aislamiento y lavado de planta, el cuello de botella del proceso y la organización de cuanto producir.

Con la aplicación de la propuesta de manejo y control de inventarios, la compañía estará en la capacidad de reducir hasta en un 100% sus inventarios, lo cual llegó a representar un ahorro de hasta \$ 14,000.00 mensuales. Por este concepto le permitió a la empresa incrementar sus esfuerzos en ventas, ya que se contaría con la capacidad de planta para abastecer una posible demanda extra.

La aplicación de la propuesta para el plan agregado de producción permitió identificar un superávit de 16 colaboradores, de esta manera para poder abastecer la demanda pronosticada, la empresa necesitará solo 34 empleados, representando un ahorro mensual de \$ 9,000.00.

Después de realizar el respectivo análisis, se propuso a la empresa manejar solo 2 tipos de frutas por día, de manera que los tiempos de aislamiento de máquina sean reducidos en 90 minutos por turno, incrementando la capacidad de planta en 18%.

Finalmente se menciona que, para cada uno de los escenarios propuestos en la evaluación financiera, la tasa interna de retorno es superior a 50%, lo cual demuestra claramente la viabilidad del estudio realizado.

La relación tomada como antecedente se relaciona en que desarrolla y propone el mismo objetivo general, aplicando las herramientas de planeamiento, programación y control de la producción, a través de seguimiento de las variables que inciden en los costos, calidad y atención oportuna a los clientes, de manera que se pueda reflejar una disminución en los costos de producción y almacenamiento.

b) Bases teóricas

1. Sistema de planificación y control (SPC)

El sistema de planificación y control es una herramienta que se utiliza para gestionar adecuadamente el proceso productivo en las industrias. Este sistema amplio está integrado por subsistemas, interactuando de manera ordenada y secuencialmente para lograr el objetivo, el cual es mejorar y optimizar la productividad de la compañía.

Vollman, (2005) señaló que *“Son sistemas integrados cuya finalidad es administrar con eficiencia el flujo de materiales, la utilización del personal, equipo y responder a los requerimientos de los clientes utilizando la capacidad de los proveedores, de las instalaciones internas y la de los propios clientes para cumplir la demanda del cliente”* (p.4).

Los Sistemas de Planeación y Control de la Producción están formados por un conjunto de niveles estructurados jerárquicamente de planificación que contemplan tanto los planes agregados, los planes maestros, la gestión de materiales, así como, los niveles de ejecución o gestión de Taller.

Se tiene la figura n. °1 donde se muestra el esquema de planificación.

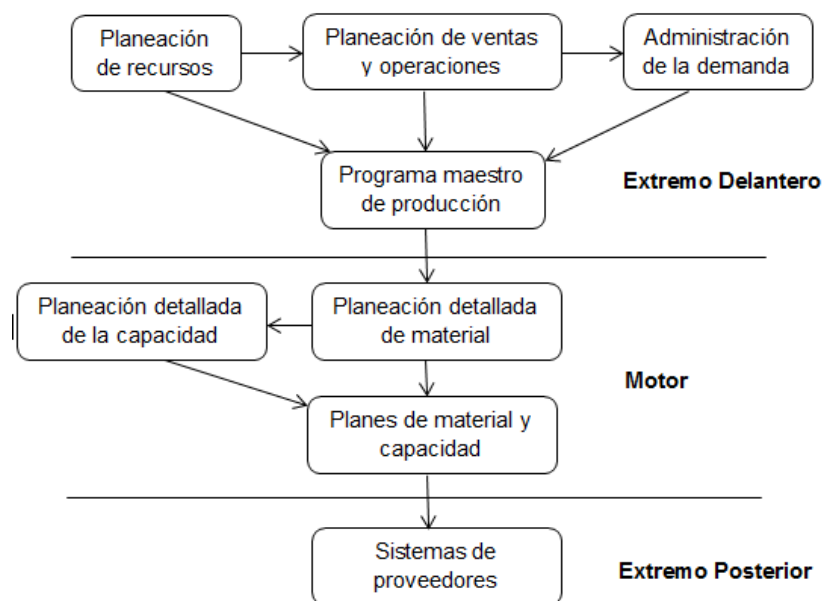


Figura 1: Esquema de un sistema de Planificación y control
 Fuente: Thomas E Vollman, 2005 (p.10)

2. Administración de la demanda

La administración de la demanda es la primera fase del sistema de planificación y control, en la que se recopila y analiza el historial de ventas de los distintos productos que la compañía produce, para luego estimar los niveles de producción de cada producto, mediante un determinado método de pronóstico.

Krajewski, (2008) señaló que *“Es la raíz de la mayoría de las decisiones de los negocios se centra en el reto de pronosticar la demanda del cliente. Se trata de una tarea difícil porque la demanda de bienes y servicios suele variar considerablemente”* (p.565).

Sin importar el ambiente, la administración de la demanda tiene importantes tareas de comunicación interna y externa. La información de pronósticos se suministrará a la planeación de ventas y operaciones. Debe comunicarse información detallada sobre la demanda al plan maestro de producción (PMP) y tenerse a la mano la información sobre la disponibilidad de los productos para los clientes tanto para propósitos de planeación como para manejar las actividades cotidianas de las órdenes de los clientes.

3. Pronósticos

El proceso de elaboración de pronósticos afecta a varias áreas funcionales. Los clientes internos de toda organización dependen de los pronósticos para elaborar y ejecutar sus planes.

Un pronóstico usualmente se clasifica por el horizonte de tiempo futuro que abarca. El horizonte de tiempo se clasifica en tres categorías.

- Pronóstico a corto plazo. Este pronóstico tiene un periodo de hasta 1 año, pero casi siempre es mejor a 3 meses. Se usa para planear las compras, programar el trabajo, determinar niveles de manos de obra, asignar el trabajo y decidir los niveles de producción.
- Pronóstico a mediano plazo. En general se extiende de 3 meses a 3 años. Es útil para planear las ventas, la producción, el presupuesto y el flujo de efectivo, así como para analizar los diversos planes de operaciones.
- Pronóstico a largo plazo. En general comprende 3 años o más; los pronósticos a largo plazo se emplean para planear nuevos productos, gastos de capital, ubicación o ampliación de las instalaciones y la investigación y el desarrollo.

Hay dos enfoques generales al pronosticar, tal como existen dos maneras de abordar todos los modelos de decisiones. No es el análisis cuantitativo; el otro el enfoque cualitativo. Los pronósticos cuantitativos utilizan una variedad de modelos matemáticos que se apoyan en datos históricos o en variables causales para pronosticar la demanda. Los pronósticos cualitativos o subjetivos incorporan aquellos factores como la intuición, las emociones, las experiencias personales y el sistema de valores de quien toma la decisión para llegar al pronóstico. Las empresas emplean uno u otro enfoque, pero en la práctica, la combinación de ambos es casi siempre más efectiva.

3.1 Método de series de tiempo

Series de tiempo es simplemente un término elegante para hacer referencia a un conjunto de fenómenos físicos o económicos observados en puntos discretos de tiempo, normalmente espaciados equitativamente. La idea es que la información del patrón de observaciones pasadas puede inferir y usarse para pronosticar valores futuros de las series.

En el análisis de series de tiempo intentamos aislar los patrones que surgen con mayor frecuencia, éstos incluyen los siguientes:

- **Tendencia.** Se refiere a la proclividad de una serie de tiempo a exhibir un patrón estable de crecimiento o de declive. Distinguimos entre la tendencia lineal (el patrón descrito por una línea recta) y la tendencia no lineal (el patrón descrito por una función no lineal como una curva exponencial o cuadrática).
- **Estacionalidad.** Un patrón estacional es aquel que se repite en intervalos fijos. En las series de tiempo, generalmente pensamos que el patrón que se repite cada año, aunque también son comunes los patrones estacionales mensuales, semanales y diarios. La moda, el helado y el combustible muestran un patrón estacional anual. El consumo de electricidad muestra un fuerte patrón estacional diario.
- **Ciclos.** La variación cíclica es similar a la estacionalidad, excepto por que la duración y la magnitud del ciclo pueden variar. Los ciclos se asocian con variaciones económicas a largo plazo, que pueden presentarse además de las fluctuaciones estacionales.

- Aleatoriedad.** Una serie aleatoria para es aquella en la que no existe un patrón reconocible para los datos. Los datos pueden generarse de una forma que, aun siendo puramente aleatoria, muchas veces aparenta tener una estructura. un ejemplo sería la metodología de tabuladores del mercado de valores que impone formas de patrones aleatorios en los datos de precios del mercado. Del otro lado de la moneda, los datos que parecen ser aleatorios pueden tener una estructura definitiva.

La figura 2 muestra los gráficos de los patrones mencionados.

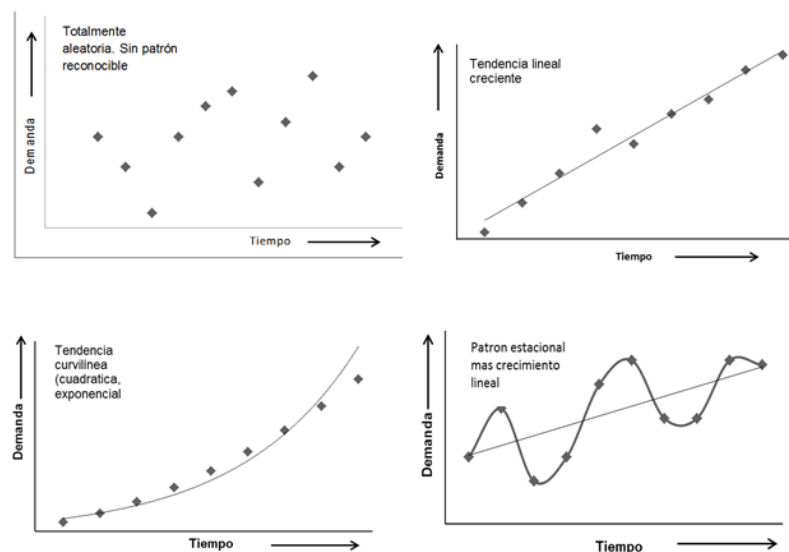


Figura 2. Tipos de patrones de demanda

Fuente: S. Nahmias (2005) p. 63

3.2 Promedios móviles

Es un método sencillo de pronóstico. Para el desarrollo, se supone que la serie de tiempo solo cuenta con un componente de nivel, además de un componente aleatorio. No se supone la existencia de patrones estacionales, tendencias o ciclos en los datos sobre la demanda.

Heizer, (2004) señaló que “*Usa un número de valores de datos históricos reales para generar n pronóstico. Los promedios móviles son útiles si podemos suponer que la demanda del mercado permanecerá relativamente estable en el tiempo*” (p. 109).

Matemáticamente, el promedio móvil (que sirve como estimación de la demanda del siguiente periodo). Se expresa tal como se indica en la ecuación que muestra la figura 7.

$$\text{Promedio Móvil} = \frac{\sum \text{demanda de los } n \text{ periodos anteriores}}{n}$$

Donde n es el número de periodos que comprende el promedio móvil.

Un promedio móvil de 4 meses se encuentra simplemente sumando la demanda de los últimos 4 meses y dividiéndola entre 4. Al concluir cada mes, los datos del mes más recientes se agregan a la suma de los 3 meses anteriores y se elimina el dato del mes más antiguo.

Se tiene la tabla 5, donde se muestra un ejemplo donde se estima un promedio móvil para tres meses, tomando como datos, las ventas de cobertizos.

Tabla 1. Ejemplo de cálculo de promedios móviles (ventas de cobertizos)

MES	VENTAS REALES DE COBERTIZOS	PROMEDIO MOVIL DE 3 MESES
Enero	10	
Febrero	12	
Marzo	13	
Abril	16	$(10+12+13)/3 = 11.66$
Mayo	19	$(12+13+16)/3 = 13.66$
Junio	23	$(13+16+19)/3 = 16$
Julio	26	$(16+19+23)/3 = 19.33$
Agosto	30	$(19+23+26)/3 = 22.66$
Septiembre	28	$(23+26+30)/3 = 26.33$
Octubre	18	$(26+30+28)/3 = 28$
Noviembre	16	$(30+28+18)/3 = 25.33$
Diciembre	14	$(28+18+16)/3 = 20.66$

Fuente: Administración de Operaciones – Heizer, pg. 10

4. Plan agregado de producción

Significa la combinación de los recursos adecuados en términos generales o globales. Teniendo información de pronósticos de demanda, niveles de inventario, tamaño de la fuerza de trabajo y los insumos relacionados, al realizar el plan se debe seleccionar la tasa de producción para la instalación de los próximos 3 a 18 meses.

Nahmias, (2006) señaló que *“La planeación agregada que también podría llamarse macroplaneación de la producción, es el problema de decidir cuántos empleados debe ocupar una empresa, y para una compañía manufacturera, la cantidad y mezcla de productos que debe producir”* (p. 117).

Según Nahmias, la planeación agregada es básicamente la determinación de la cantidad de productos que la compañía debe producir, en función a la cantidad de empleados.

La planeación agregada se ocupa de empatar la oferta y la demanda de producción en el mediano plazo, hasta aproximadamente 12 meses en el futuro. El objetivo de la planeación agregada es establecer niveles generales de producción en el corto y mediano plazo frente a una demanda fluctuante o incierta. Como resultado de la planeación agregada deben tomarse decisiones y establecerse políticas respecto a los tiempos extra, las contrataciones, los despidos, las subcontrataciones y los niveles de inventario. La planeación agregada determina no solamente los niveles de producción planeados, sino también la mezcla adecuada de recursos a utilizar. Para fines de planeación agregada, se supone que las instalaciones son fijas y que no se les puede ampliar o reducir.

4.1 Opciones de planeación

Krajewski (2000) concluyó:

Existen variables que se pueden utilizar para mejorar la oferta a través de la planeación agregada, entre ellas se encuentran las siguientes:

- **Contratación y despido de empleados.** El uso de esta variable difiere mucho entre las compañías y las industrias. Algunas compañías harán casi cualquier cosa antes de reducir el tamaño de su fuerza laboral con despidos. Otras empresas incrementan y disminuyen rutinariamente su fuerza de trabajo conforme cambia la demanda. Estas prácticas afectan no solamente los costos sino también las relaciones laborales, la productividad y la moral de los trabajadores.

Uno de los propósitos de la planeación agregada, consiste en examinar el efecto que estas políticas tienen en los costos y en las utilidades.

- **Uso del tiempo extra y del tiempo inutilizado.** A veces, el tiempo extra se utiliza para realizar ajustes laborales a corto y mediano plazo en lugar de contratar y despedir, sobre todo si se considera que la modificación en la demanda será temporal. El tiempo extra a menudo cuesta 150 por ciento más que el tiempo regular, y el doble los fines de semana y el domingo. Debido a su alto costo, en ocasiones los gerentes se rehúsan a utilizar tiempo extra. Más aun los trabajadores se rehúsan a trabajar más del 20 por ciento a la semana de tiempo extra durante varias semanas. El tiempo inutilizado se refiere al no uso planeado de la fuerza de trabajo en vez de utilizar despidos o quizás una semana más corta de trabajo. Otro término para definirlo es tiempo ocioso.
- **Uso de mano de obra temporal o de tiempo parcial.** En algunos casos es posible contratar empleados eventuales o de medio tiempo para satisfacer la demanda. Esta opción puede ser particularmente atractiva debido a que, con frecuencia a los empleados eventuales se les paga bastante menos en sueldos. Por supuesto que a los sindicatos no les agrada que utilicen empleados de tiempo parcial porque estos no cubren las cuotas sindicales y pueden debilitar la influencia del sindicato. Sin embargo, los empleados de tiempo parcial son esenciales para muchas operaciones de servicio.
- **Uso de inventarios.** En las compañías de manufactura el inventario puede utilizarse como una especie de amortiguador entre la oferta y la demanda. Es posible acumular inventario para su uso posterior durante periodos de menor demanda. De esta manera los inventarios separan la oferta de la demanda en las operaciones de manufactura, con lo cual las operaciones son más uniformes. Puede considerarse al inventario como una manera de almacenar mano de obra para consumo futuro. Por supuesto las operaciones de servicio no pueden acudir a esta alternativa, por lo que éstas se enfrentarán a un problema de planeación algo diferente y más difícil.
- **Subcontratación.** Esta variable, que involucra el uso de otras empresas, puede a veces convertirse en una manera eficaz de aumentar o disminuir la oferta. El subcontratista puede suministrar el producto en su totalidad o en alguna de sus partes. (P. 275)

Al tomar en consideración estas alternativas, resulta claro que el problema de la planeación agregada es bastante generalizado y afecta a todas las partes de una empresa. Por lo tanto, las decisiones que se tomen deben ser estratégicas e internacionales y reflejar todos los objetivos de la empresa.

4.2 Estrategias básicas

Pueden utilizarse dos estrategias de operaciones básicas, con muchas combinaciones entre ellas, para satisfacer las fluctuaciones de la demanda a lo largo del tiempo. Una de ellas consiste en nivelar la fuerza laboral y otra perseguir la demanda con ésta.

Schroeder (2005), concluyó:

Con una estrategia perfectamente nivelada, la tasa de producción en tiempo regular será constante. Cualquier variación en la demanda debe absorberse entonces mediante el uso de inventarios, tiempo extra, eventuales, subcontratistas o cualquiera de las alternativas que influyen en la demanda.

Lo que se ha hecho esencialmente con la estrategia de nivelación es fijar la fuerza laboral a través de una opción para la planeación agregada.

Con la estrategia de persecución, se modifica la fuerza laboral para que se vaya adaptando o vaya persiguiendo a la demanda. En este caso, no es necesario mantener inventarios ni utilizar alguna de las variables para la planeación agregada; la fuerza laboral absorbe todos los cambios en la demanda. (p. 276)

Por supuesto ambas estrategias están en el extremo, en una no se hace modificación alguna en la fuerza laboral y en a otra, ésta se cambia conforme lo hace la demanda.

5. Plan maestro de producción (PMP)

El Plan Maestro proporciona la base para la toma de decisiones relativas a las fechas de producción, la capacidad disponible, la demanda total, el tiempo de entrega y los niveles de inventario de la empresa.

Vollman, (2005) señaló que *“El PMP traduce la planeación de ventas y operaciones de la compañía en un plan para fabricar productos específicos en el futuro, y así saber cuándo estarán disponibles”* (p. 72).

Por lo tanto, su objetivo es determinar el calendario de producción para cada tipo de producto, de forma que respeten los plazos de entrega establecidos y las restricciones de capacidad existentes, tratando de aprovechar de forma eficiente la capacidad producida instalada.

Se presenta el siguiente ejemplo. El plan agregado de producción de una empresa de muebles establecerá el volumen total de sillas a fabricar en los próximos meses, mientras que en plan maestro de producción identifica las cantidades de cada modelo de silla a fabricar en cada una de las semanas.

Tabla 2. Ejemplo de plan Agregado de Producción y Plan Maestro de Producción

Plan Agregado	Mes		Enero				Febrero			
	Producción de Sillas		2000				5000			
			1	2	3	4	5	6	7	8
Plan Maestro de Producción	Modelo A	500	200	-	300	-	1000	500	500	
	Modelo B	-	200	300	-	500	100	400	1000	
	Modelo C	100	100	200	100	100	800	100	-	

Fuente: Administración de Operaciones – Heizer, pg. 139

6. Planeación de los requerimientos de materiales (MRPI)

En el entorno actual la meta fundamental de la gestión de stocks es asegurar la disponibilidad de la cantidad deseada, en el tiempo y lugar adecuados, de forma que los pedidos se realicen exactamente en el momento preciso, así el proveedor tenga tiempo suficiente para suministrarlos, pues bien, con la finalidad de cumplir con esta meta, surge el MRP o planificación de las necesidades de materiales.

Miranda, (2008) señaló que *“El MRP nace como una técnica de gestión de stocks y de la programación de la producción que, partiendo del programa maestro de producción (PMP), calcula la cantidad requerida de las distintas materias primas y componentes necesarios en cada semana del horizonte de planificación”*. (p.507)

Entre las principales ventajas de la implantación de un sistema MRP, se tiene:

- Mejora del servicio al cliente, al permitir reducciones en los tiempos de entrega y facilitar el cumplimiento de los plazos de entrega prometidos.
- Reducción de los niveles de inventario, dado que el sistema pretende que la recepción de cada materia prima o componente se produzca justo en el momento en que dicho material o componente va a necesitarse para la fabricación de producto final.
- Mejora de la eficiencia operativa, al disminuir las rupturas de stocks y los retrasos en las entregas sin necesidad de incrementar la plantilla de la empresa, reducir el número de errores de montaje en los productos y lograr un mejor aprovechamiento de la capacidad disponible en cada centro de trabajo.

6.1 Elementos del sistema MRP

Las entradas del sistema son: el programa maestro de producción, la lista de materiales y el inventario disponible. A partir de estas entradas se procesa la información y se genera una serie de salidas, entre las que podemos señalar: el Inventario previsto, el plan de órdenes de fabricación y pedido y los informes secundarios.

En la figura 3 se muestra el esquema de funcionamiento del sistema MRP, indicando las entradas, proceso de información y salidas.

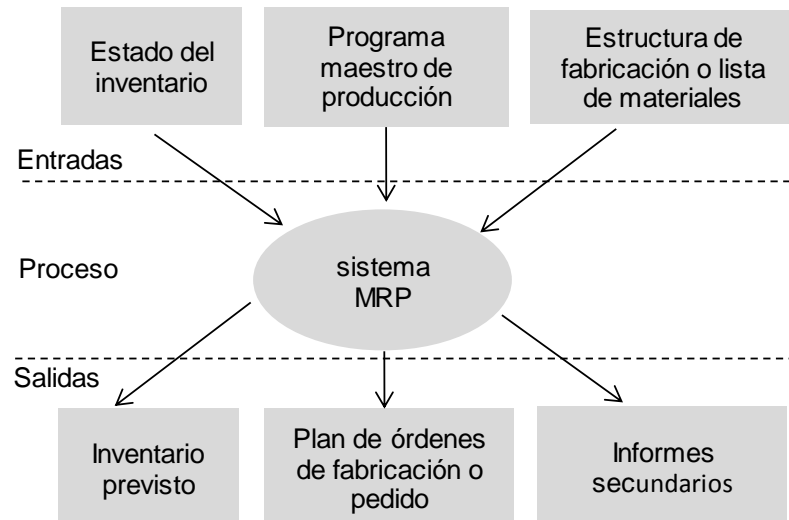


Figura 3. Esquema de funcionamiento del sistema MRP

Fuente: Dirección de operaciones, Miranda (P.509)

- **Tamaño de pedido**

En empresas que trabajan bajo pedido no tiene sentido plantearse cuál debe ser el tamaño del lote de pedido, dado que este debe coincidir con el pedido del cliente. Sin embargo, en empresas que fabrican para el almacén, la decisión sobre el tamaño del lote de pedido tiene un efecto importante sobre el costo asociado al inventario.

Render, (2004) señaló que “*Un sistema MRP es una excelente manera de determinar los programas de producción y los requerimientos netos. No obstante, siempre que se tiene un requerimiento neto, debe tomarse una decisión de cuanto ordenar. Esta decisión se llama decisión del tamaño de lote.* (p.533)

La ecuación que permite calcular el tamaño de lote (P.534)

$$Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

Donde D, es la demanda, S es el costo de pedido y H es el costo de almacenaje.

c) Definición de términos básicos

- **Demanda**

Vollman, (2008) señaló que “Hace referencia una solicitud, petición o pedido. Para economía la demanda es la suma de las compras de bienes y servicios que realizan un cierto grupo en un momento determinado.”

- **Gestión de operaciones**

Nahmias, (2007) señaló que “El funcionamiento de las operaciones de producción y cómo estas influye en el incremento de la competitividad de una empresa. Otro objetivo es enseñar la importancia estratégica del diseño de una cadena de montaje, de la planificación y de la producción de cada producto. El director de operaciones debe comprender cómo los fallos en el diseño de la cadena de montaje, en la planificación y en las operaciones pueden dañar la rentabilidad de la empresa. Este programa analiza inventarios, transporte, información e instalaciones como elementos clave para una productiva gestión de operaciones.”

- **Recursos**

Krajewski, (2008) señaló que “Es una fuente o suministro de cual se produce beneficio. Normalmente los recursos son material u otros activos que son transformados para producir beneficio.”

- **Stock**

Hopeman, R. (2005) señaló que “Es cualquier artículo que tenga valor económico y se halle a la espera de ser vendido o utilizado en el proceso productivo.”

d) Hipótesis

El diseño de un sistema de planificación y control de la producción permite mejorar productividad de la línea de producción de malla olímpica en la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1 Operacionalización de variables

Las variables que aplican en la presente investigación

Tabla n. ° 3. Operacionalización de variables.

VARIABLE		DEFINICIÓN	DIMENSION	INDICADOR
VARIABLE INDEPENDIENTE	PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	Son sistemas integrados cuya finalidad es administrar con eficiencia los recursos y responder a los requerimientos de los clientes utilizando la capacidad de los proveedores, de las instalaciones internas para cumplir la demanda del cliente (Vollman, T.)	Pronósticos de demanda	Unidades vendidas por año
			Plan agregado de producción	Costo del plan de producción.
			Plan Maestro de Producción	Número de unidades promedio producidas por semana.
			Plan de requerimiento de materiales	Cantidad optima de pedido.
VARIABLE DEPENDIENTE	PRODUCTIVIDAD	Según (Criollo, 2005). La productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados.	Capacidad de Producción.	Número de unidades producidas por mes.
			Productividad: Mano de Obra.	Número de unidades producidas por Hora - Hombre
			Productividad: Maquinaria.	Número de unidades producidas por Hora - Máquina
			Eficiencia Física.	Relación: Peso del producto terminado / Peso de materia prima. (Malla Calibre 12)
				Relación: Peso del producto terminado / Peso de materia prima. (Malla Calibre 10)
			Eficiencia Económica.	Relación: Ingresos por ventas / Costos de producción. (Malla Calibre 12)
Relación: Ingresos por Ventas / Costos de Producción. (Malla Calibre 10)				

Fuente: Elaboración Propia

3.2 Diseño de investigación

El diseño de la presente investigación es de tipo pre experimental, porque al comprobar la medición de las observaciones antes y después, se podrá constatar la presencia de algún cambio que en el mejor de los casos se atribuirá a la acción de la variable independiente.

3.3 Unidad de estudio

La unidad de estudio es la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL, en el periodo comprendido entre enero de 2017 hasta junio de 2017.

3.4 Población

Todas las áreas involucradas en la producción de malla olímpica en la empresa Estructuras y montaje José Gálvez SRL, en el periodo comprendido entre enero de 2017 hasta junio de 2017.

3.5 Muestra (muestreo o selección)

El área de producción de malla olímpica de la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL, en el periodo comprendido entre enero de 2017 hasta junio de 2017.

3.6 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.6.1. Entrevista

En la tabla n.º 4. Se observa las técnicas e instrumentos para la recolección de información, tales como el método cualitativo en el cual se encuentra las técnicas de entrevistas y análisis de contenido. Por último, se ha considerado también, el método de la observación directa como fuente primaria.

Tabla n.º4. Método de recolección de datos

Técnica	Fuente	Instrumento
Observación Directa	Primaria	Guía de observación.
	Secundaria	Análisis de Documentación.
Cualitativo	Primaria	Entrevistas.
	Secundaria	Análisis de Documentación.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla las técnicas e instrumentos a utilizar en el presente estudio:

Tabla n. °5. Técnica e instrumentos de recolección de datos.

Técnica	Justificación	Instrumentos	Aplicado en
Entrevista	Permitirá identificar el proceso de producción de malla olímpica.	Guía de entrevista Cámara. Lapicero.	Encargados del área de producción.
Observación directa	Permitirá apreciar el grado de interacción de cada uno de los factores que intervienen en la producción de malla olímpica.	Guía de observación	Todas las actividades involucradas en la producción de mallas olímpicas.
Análisis de documentos	Permitirá obtener información histórica de ventas.	Registros. Guías de remisión. Facturas.	Historial de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.1. Entrevista

a) OBJETIVO

Determinar el punto de vista del personal involucrado en el área de producción de mallas olímpicas.

b) PROCEDIMIENTO

- **Preparación de la Entrevista**

Se ha determinado realizar preguntas puntuales, referidas al área de producción de mallas olímpicas. Se realizará la entrevista a:

- Gerente General.
- Operador de Máquina.

El desarrollo de la entrevista tendrá una duración de 10 minutos para cada uno de los involucrados. El lugar en donde se desarrolle la entrevista será en la oficina de gerencia y en el área de producción de malla olímpica.

- **Luego de la entrevista**

La entrevista será registrada en un formato impreso, luego se archivará para su posterior análisis.

c) INSTRUMENTOS:

- Cámara Fotográfica.
- Formato de entrevista.
- Bolígrafo.

3.6.2. Observación Directa

a) OBJETIVO

Identificar las deficiencias más notables en el área de producción de mallas olímpicas.

b) PROCEDIMIENTO

- Coordinar con gerencia la fecha y hora que será llevada a cabo.
- Observar detenidamente las veces que sean necesarias cada proceso.
- Registrar las deficiencias más notables en el formato apropiado.
- Tomar fotografías de las condiciones observadas.
- Archivar información recopilada para su posterior análisis.

c) INSTRUMENTOS

- Cámara fotográfica.
- Formato de Observación directa.
- Bolígrafo.

4.3.1.1 Análisis de documentos.

a) OBJETIVO

Analizar la productividad del área de producción de mallas olímpicas, para determinar justificadamente las deficiencias planteadas.

b) PROCEDIMIENTO

- **Recolección de documentos**

- Recopilar ordenadamente resultados de las encuestas.
- Recopilar ordenadamente resultados de observaciones directas.
- Detallar todas las deficiencias determinadas.
- Elaboración de informe de análisis de documentos.

c) INSTRUMENTOS

- Impresiones de resultados de encuestas.
- Reportes impresos de observaciones directas.
- Hoja de cálculo (MS EXCEL).
- Lapiceros.

3.7 Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

- **Métodos**

Tablas y gráficos.

Representan resúmenes del agrupamiento adecuado de los datos para presentarlos, poder analizarlos y tomar determinadas decisiones.

Síntesis de opinión.

Es un resumen de la interpretación del análisis.

- **Procedimientos**

Toda la información recopilada se almacenará de manera virtual, para luego ser analizada, procesada y así obtener resultados. Para el proceso de información se emplearán herramientas informáticas como.

Finalmente, la información recopilada permitirá obtener datos ordenados y representados mediante tablas y gráficos, contando con las interpretaciones respectivas.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico Situacional de la empresa

4.1.1. Aspectos Generales

La empresa industrial Estructuras y Montaje José Gálvez SRL, se dedica a la fabricación y montaje de estructuras metálicas en general, así como a la producción y comercialización de malla olímpica galvanizada. Brinda servicios a instituciones privadas y estatales, así como a compañías mineras.

4.1.2. Datos de la empresa

En la tabla n. °6. se muestran los datos generales de la empresa

Tabla n. °6. Datos generales de la empresa

Nombre Comercial:	Estructuras y Montaje José Gálvez SRL
RUC:	20495658873
Dirección:	Carretera a Bambamarca Km 3.5 - Cajamarca Av. Naciones Unidas N° 1318 – Cercado de Lima
Actividad económica:	Fabricación de elementos metalmecánicos.
Representante Legal:	Carlos Cabanillas Torres.

Fuente: Elaboración Propia

- **Misión**

Ser una organización altamente rentable, fabricar estructuras metálicas considerando las normas internacionales, para ofrecer productos y servicios de calidad.

- **Visión**

Ser la empresa líder y reconocida en la región Cajamarca, operando con responsabilidad social.

4.1.3. Organigrama

A continuación, se muestra la figura n. ° 4, en la que se muestra el organigrama actual de la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL.

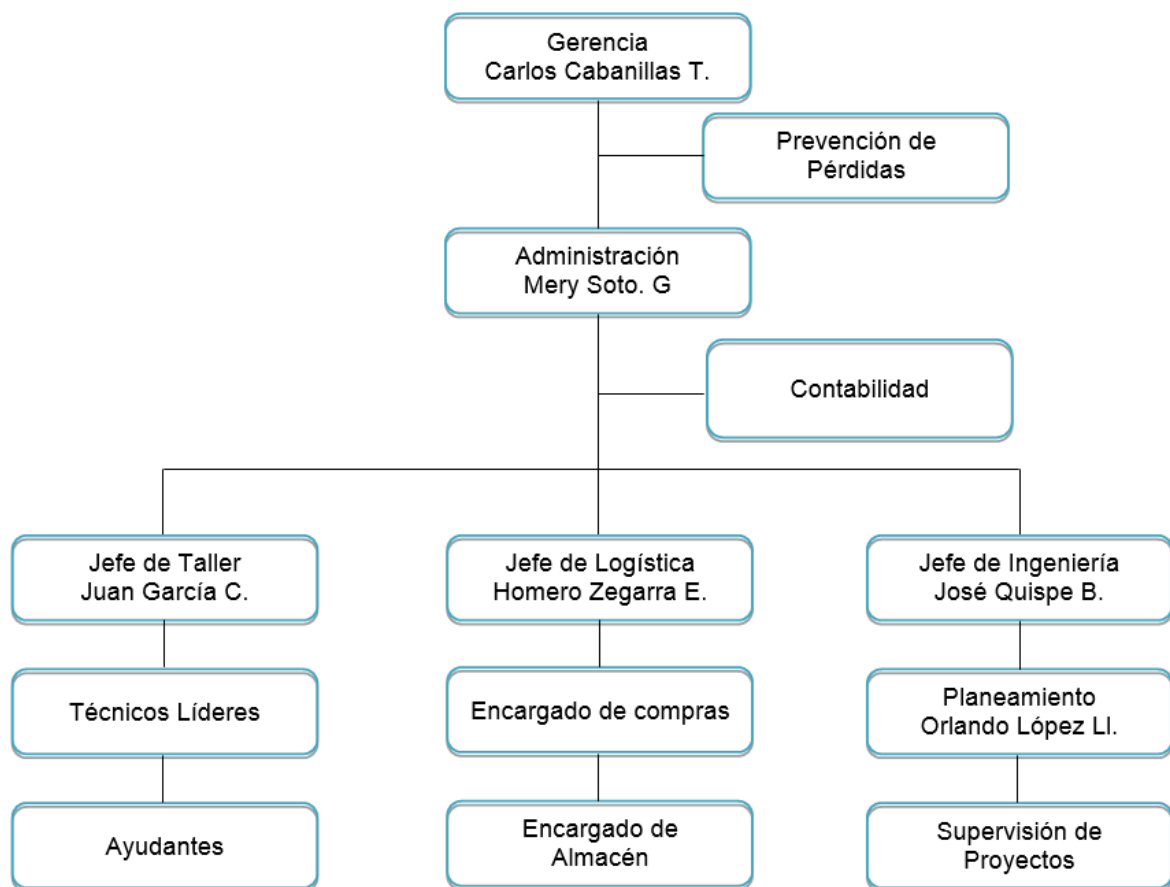


Figura n. ° 4 Organigrama – Estructuras y Montaje José Gálvez SRL

Fuente: Administración Estructuras y Montaje José Gálvez SRL

4.1.4. Personal

Actualmente la empresa cuenta con un total de 23 trabajadores.

La Tabla n. ° 7 muestra la distribución del personal según el puesto que ocupan y el área al que pertenecen.

Tabla n. ° 7. Distribución de trabajadores por área.

Área	Puesto	Cantidad
Administración	Gerente General	1
	Administradora	1
Ingeniería	Jefe de Ingeniería	1
	Dibujante Cadista	1
	Planner	1
	Supervisor	1
	Prevención de Pérdidas	1
Logística	Jefe de Logística	1
	Almacenero	1
Operaciones	Jefe de taller	1
	Calderero	1
	Soldador	2
	Pintor	1
	Técnico en Maestranza	2
	Técnico Civil	1
	Técnico Electricista	1
	Técnico Mecánico	1
Operador de máquina de mallas	2	
Seguridad	Vigilante	2

Fuente: Elaboración propia.

4.1.5 Productos y servicios

Se tiene la tabla n. ° 8., donde se muestra los distintos tipos de productos que ofrece la empresa, clasificados según la división a la que pertenecen.

Tabla n. °8. Productos que ofrece la empresa

División	Producto
Carrocerías	Cama Baja
	Plataforma
	Cisterna
	Furgón Isotérmico
	Tolva Roquera
Tanques	Tanque de recirculamiento
	Tanque para fermentación
	Tanque para pasteurización
	Tanque para granallado
Estructurales	Parrillas Industriales
	Escaleras Industriales
	Balsas para bombeo
	Brazo elevador de cargas pesadas
Modulares	Contenedor para Oficina
	Refugio para tormentas eléctricas
Insumos	Malla olímpica Galvanizada
	Cobertura industrial trapezoidal

Fuente: Elaboración Propia

- **Semirremolques**

Son mecanismos ideales para el transporte de carga pesada, soportando una carga máxima de 60 toneladas. Se acoplan fácilmente a un tracto el cual es la fuerza motriz que hace posible el transporte.

Se tiene la figura n. °5, que muestra un semirremolque tipo cama baja, ideal para el transporte de maquinarias pesadas.



Figura n. °5 Semirremolque tipo cama baja de 03 ejes.

Fuente: Administración EYM José Gálvez SRL.

- **Tanques**

Son estructuras circulares ideales para el almacenaje de fluidos como como combustibles. Se producen de diversos diámetros y altura, dependiendo la aplicación destinada.

Se tiene la figura n. °6, que muestra tres tanques de distinto tamaño.



Figura n. °6. Tanques de almacenamiento

Fuente: Administración EYM José Gálvez SRL.

- **Balsas para Bombeo**

Son estructuras flotantes ideales para portar electrobombas. Son utilizadas en las pozas de lixiviación, en el ámbito de Minera Yanacocha.

Se tiene la figura n. ° 7., en la que se muestra el tipo de balsa que se ofrece.

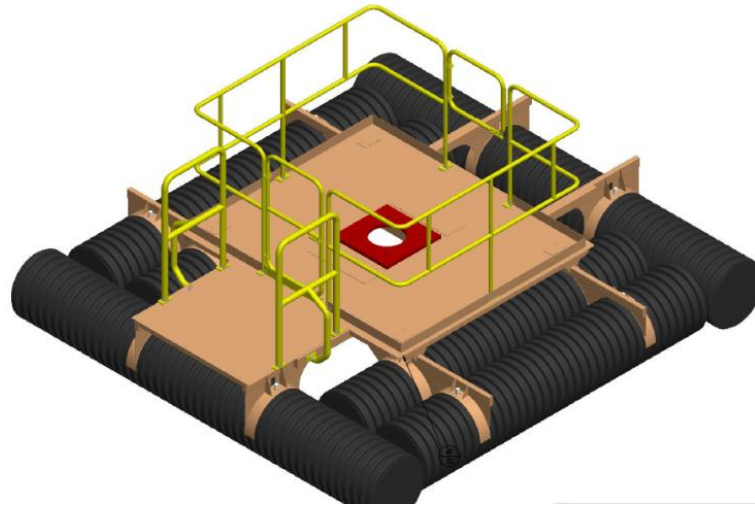


Figura n. °7. Balsa para bombeo.

Fuente: Administración EYM José Gálvez SRL.

- **Contenedor para Oficina**

Es un producto diseñado exclusivamente para oficina, fabricado a base de plancha acanalada por fuera, y planchas isotérmicas por dentro, para mantener la temperatura en el interior. Es fácilmente transportado y pueden ser apilados.

Se tiene la figura n. ° 8, en la que se muestra el tipo de contenedor que se ofrece.



Figura n. ° 8. Contenedor metálico

Fuente: Administración EYM José Gálvez SRL.

A continuación, se detallan los servicios que se ofrecen:

- **Corte de planchas mediante CNC - Plasma.**

Se ofrece el servicio de corte de planchas hasta de 2" de espesor, de la forma solicitada por el cliente, sin importar su complejidad, ya que el proceso es computarizado, brindando además un acabado de calidad en el menor tiempo.

- **Granallado de Estructuras.**

El servicio consiste en la eliminación y limpieza de las capas de óxido impregnadas en la estructura. La eliminación de óxido se realiza mediante partículas de hierro propulsadas mediante aire a presión.

- **Rolado de planchas y perfiles.**

Se ofrece el servicio de rolado de planchas y perfiles de hasta 1/2" de espesor. Básicamente el servicio es ofrecido para la fabricación de estructuras arqueadas, como es el caso de tanques y canaletas.

- **Mecanizado de piezas.**

Se ofrece el servicio de fabricación de piezas mecanizadas en torno y fresa, según el requerimiento del cliente.

- **Instalaciones electromecánicas**

Consiste en realizar el conexionado de una serie de componentes electromecánicos que conforman un determinado sistema de transporte de fluidos, tales como: bombas, tuberías, válvulas, niples, manómetros.

- **Mantenimiento de plantas en unidades mineras.**

Consiste en realizar mantenimiento preventivo, luego del ciclo de producción de las plantas, realizando la limpieza, reforzamiento y cambio de componentes deteriorados.

4.1.6 Proveedores y clientes

Actualmente se cuenta con proveedores de Lima y Cajamarca. Se tiene la tabla 10, que muestra la relación de proveedores, indicando además su ubicación, y los productos que ofrecen.

Tabla n. °9. Relación de proveedores

Nombre	Ciudad	Productos requeridos
Tradi S.A	Lima	Planchas y perfiles estructurales.
Mamet S.A	Lima	Coberturas industriales.
Prodac S.A	Lima	Alambre galvanizado.
Fiorella Representaciones S.A	Lima	Componentes electromecánicos.
JC Metales Industriales S.A	Lima	Componentes electromecánicos.
Motorex SRL	Lima	Poliuretano expansivo.
3A S.A	Cajamarca	Planchas y perfiles estructurales.
Ferretería Santa Teresa EIRL	Cajamarca	Planchas y perfiles estructurales.
Matizados Cajamarca SRL	Cajamarca	Resinas epóxicas.
GyM Ferretería SRL	Cajamarca	Artículos de ferretería.
Soldexa S.A	Cajamarca	Electrodos para soldeo.
Indura S.A	Cajamarca	Indurming, Microfil.
Messer S.A	Cajamarca	Gases Industriales: Oxígeno, argón.
Caxa Representaciones S.A	Cajamarca	Productos sika: Sika grout, sika Dur, Sika Men.
Würt S.A	Cajamarca	Recubrimientos especiales: Antioxidantes, sellantes.
Menú Express EIRL	Cajamarca	Servicios Alimenticios.
Turismo Días S.A	Cajamarca	Servicio de encomiendas.
Transportes Marín SRL	Cajamarca	Servicio de encomiendas.

Fuente: Elaboración propia

Se cuenta con clientes en distintas regiones de Cajamarca y el país.

La tabla 11 muestra la relación de clientes, distribuidos según su ubicación y detallando los productos y/o servicios que solicitan.

Tabla n. ° 10. Relación de clientes

Nombre	Ubicación	Productos/Servicios Solicitados
Minera Yanacocha SRL	Cajamarca	Balsas, bandejas inox, tanques, contenedores, parrillas industriales, malla olímpica, cobertura, granallado, Instalaciones electromecánicas, limpieza de tanques.
Minera La Zanja SRL	Santa Cruz	Balsas, cobertura trapezoidal, Construcción de laboratorios, construcción de techos.
Minera Chinalco Perú S.A	Junín	Recubrimientos especiales.
Rio Tinto	Chota	Construcción de módulos de alojamiento.
Primax	Lima	Tanques para almacenamiento de combustible, construcción de estaciones de servicio.
Hoschild	Lima	Rejillas industriales, escaleras industriales.
Transportes Pereda	Cajamarca	Semirremolques
SSK Montajes	Cajamarca	Malla Olímpica, cobertura, alquiler de contenedores
Catsol	Cajamarca	Malla olímpica, cobertura, rolado de planchas
CCA Perú	Cajamarca	Malla olímpica, cobertura
Servicios Generales CR	Cajamarca	Malla Olímpica, cobertura
Ferretería 3ª	Cajamarca	Malla Olímpica
Ferretería Universal	Cajamarca	Malla Olímpica
Ferretería G&M	Cajamarca	Malla Olímpica
Servifer	Cajamarca	Malla Olímpica
Transportes Marín SRL	Cajamarca	Servicio de encomiendas

Fuente: Elaboración propia

4.1.7 Equipos

Se cuenta con equipos modernos que permiten realizar trabajos de calidad. La tabla 12 muestra la relación de equipos con los que cuenta la empresa.

Tabla n. ° 11. Relación de Equipos

Tipo de Equipo	Descripción	N° Unidades	Imagen
CNC - Plasma	Equipo computarizado para corte de planchas estructurales, compatible con Equipo plasma y oxicorte.	1	
Tejedora	Máquina ideal para la producción de malla olímpica	1	
Cortadora sin fin	Ideal para corte de perfiles de gran espesor, mediante banda sin fin.	1	
Roladora	Equipo ideal para formar arcos. Hasta planchas de 1/4" de espesor	1	
Dobladora de tubos Circulares	Utiliza la fuerza hidráulica para realizar la operación, dobla hasta 4" de diámetro. Realiza reducciones y embones.	1	
Taladro de columna	Ideal para realizar perforaciones, ofrece 3 grados de libertad de movimiento para posicionar la pieza a taladrar.	1	
Soldadora de arco eléctrico.	Ideal para realizar operaciones de soldeo, mediante electrodos. Capacidad para regular voltaje. Usa corriente monofásica	5	

Fuente: Elaboración propia

4.2. Diagnóstico del área de estudio

4.2.1. Análisis General

En la figura n. °9. se muestra el diagnóstico del área de estudio mediante un diagrama de Ishikawa. Se observa que las causas del bajo nivel de productividad, radican en factores generales de maquinaria, mano de obra, materia prima, producción, abastecimiento de materiales y entrega de pedidos a clientes. Así mismo para cada factor general corresponden factores específicos.

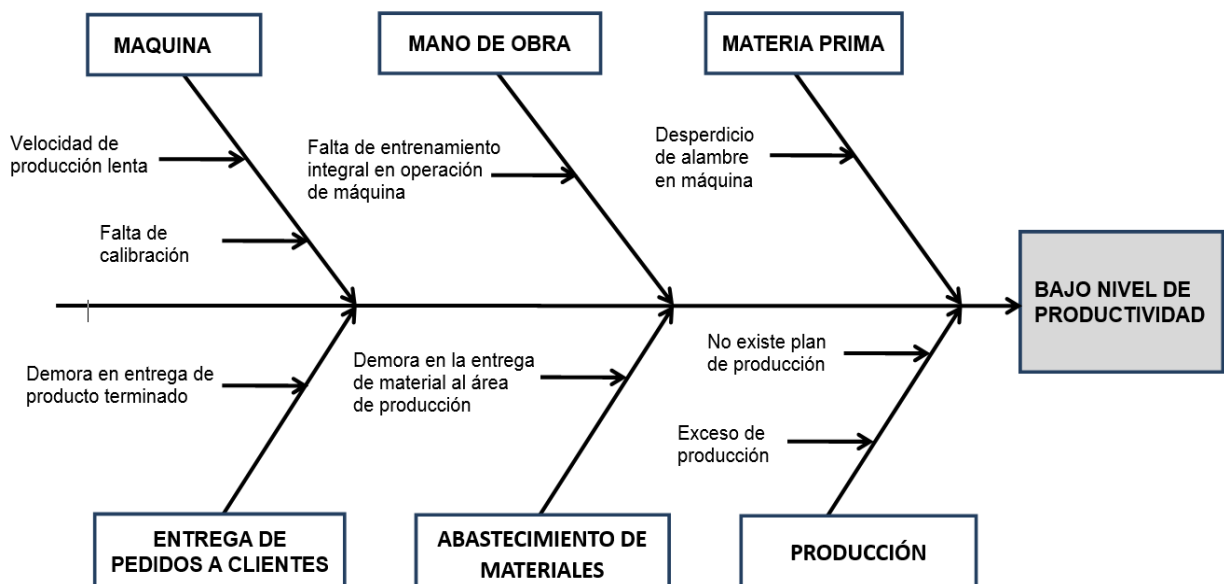


Figura n. ° 9. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración Propia

- #### Máquina

Se cuenta con una máquina multifuncional que realiza las operaciones de tejido de malla, corte, doblado de extremos y enrollado. La máquina presenta velocidad de producción lenta (200 rpm), pero es posible modificar el parámetro de velocidad en la pantalla de programación.

Así mismo la máquina se encuentra operando con líquido refrigerante, lo cual es un error que se está cometiendo. Debido a esto el alambre formado por la máquina presenta imperfección de 0.30 cm en un extremo de la malla producida, por lo que se está cortando todos los extremos de los alambres que conforman un rollo de malla. De esta manera la máquina está generando desperdicio de materia prima.

- **Mano de obra**

Actualmente se cuenta con dos operadores, distribuidos en turno día y turno noche. Cada uno de ellos produce 2 rollos de malla por turno. El problema radica en que los dos operadores solo han sido capacitados en aspectos de operación, mas no en modificar parámetros.

En otro ámbito los operadores no tienen conocimiento de mantenimiento de la máquina, ya que para la operación están empleando líquido refrigerante, siendo lo correcto la utilización de lubricante, para minimizar el rozamiento entre elementos metálicos. Debido a este error la máquina produce alambres defectuosos, lo cual genera desperdicio de materia prima.

- **Materia prima**

Se está presentando desperdicio de alambre galvanizado, debido al inadecuado mantenimiento de la máquina. El desperdicio está presente en cada alambre producido por la máquina, ya que se tiene que cortar y desechar 30 cm de cada alambre formado en zigzag. Esto representa un desperdicio de 10.20Kg de alambre galvanizado por cada rollo de malla.

- **Producción**

El problema fundamental radica en que los niveles de producción de los distintos tipos de malla olímpica, son determinados empíricamente por la gerencia. No se tiene en consideración ninguna herramienta de ingeniería para determinar estratégicamente las cantidades de malla olímpica a producir.

En otro ámbito, se ha producido malla olímpica de calibre 14, el cual no ha podido ser comercializado, ya que el producto no ha sido de interés para los clientes. De esta manera se ha generado un exceso de producción que no ha generado ingresos.

- **Abastecimiento de materiales**

El abastecimiento de alambre galvanizado presenta demoras, debido a que no se cuenta con un stock de materiales. El material es solicitado al proveedor de Lima únicamente cuando se requiere producir el tipo de malla solicitado por el cliente.

- **Entrega de pedidos a clientes**

Generalmente la entrega de lotes de producto terminado no se realiza en la fecha pactada con el cliente, principalmente debido a demoras en el abastecimiento de materiales, así como en la relativa velocidad lenta de producción de la máquina.

4.2.2. Diagrama de procesos: Flujograma, diagrama de operaciones

4.2.1.1 Flujograma de proceso de producción

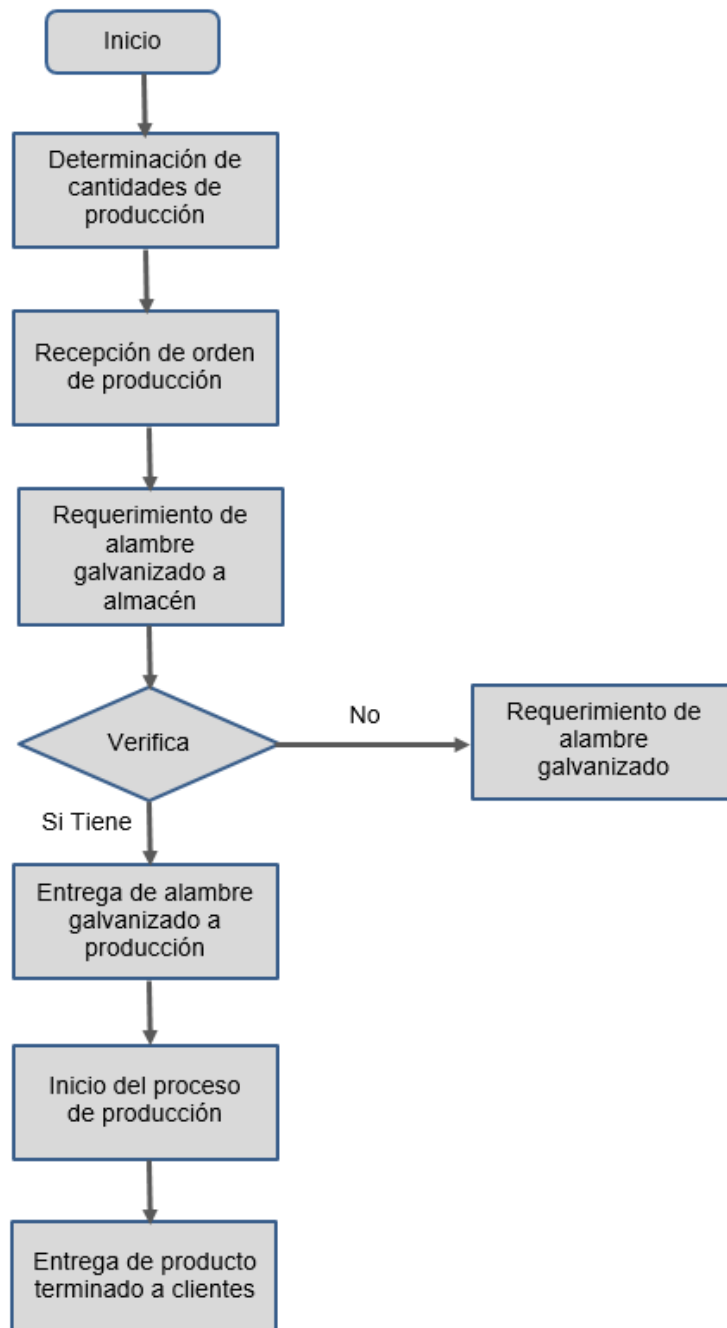


Figura n. °10. Flujograma del proceso de producción de mallas olímpicas.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 21 se muestra el flujograma del proceso de producción de malla olímpica. Se aprecia la deficiencia en cuanto a la determinación de las cantidades de producción, ya que son determinados empíricamente, sin emplear herramientas de ingeniería.

Así mismo se aprecia la deficiencia en cuanto al abastecimiento de alambre galvanizado al área de producción. Generalmente no se cuenta con stock, generando la necesidad de iniciar un requerimiento del material. Esta situación genera demoras tanto en la entrega de alambre galvanizado al área de producción, así como demoras en la entrega de producto terminado a los clientes.

Lo ideal sería que constantemente se cuente con un stock de alambre galvanizado, y que los requerimientos de alambre galvanizado, sean anticipados. De esta manera se estarían entregando el producto terminado en la fecha pactada con los clientes.

4.2.1.2 Diagrama de operaciones

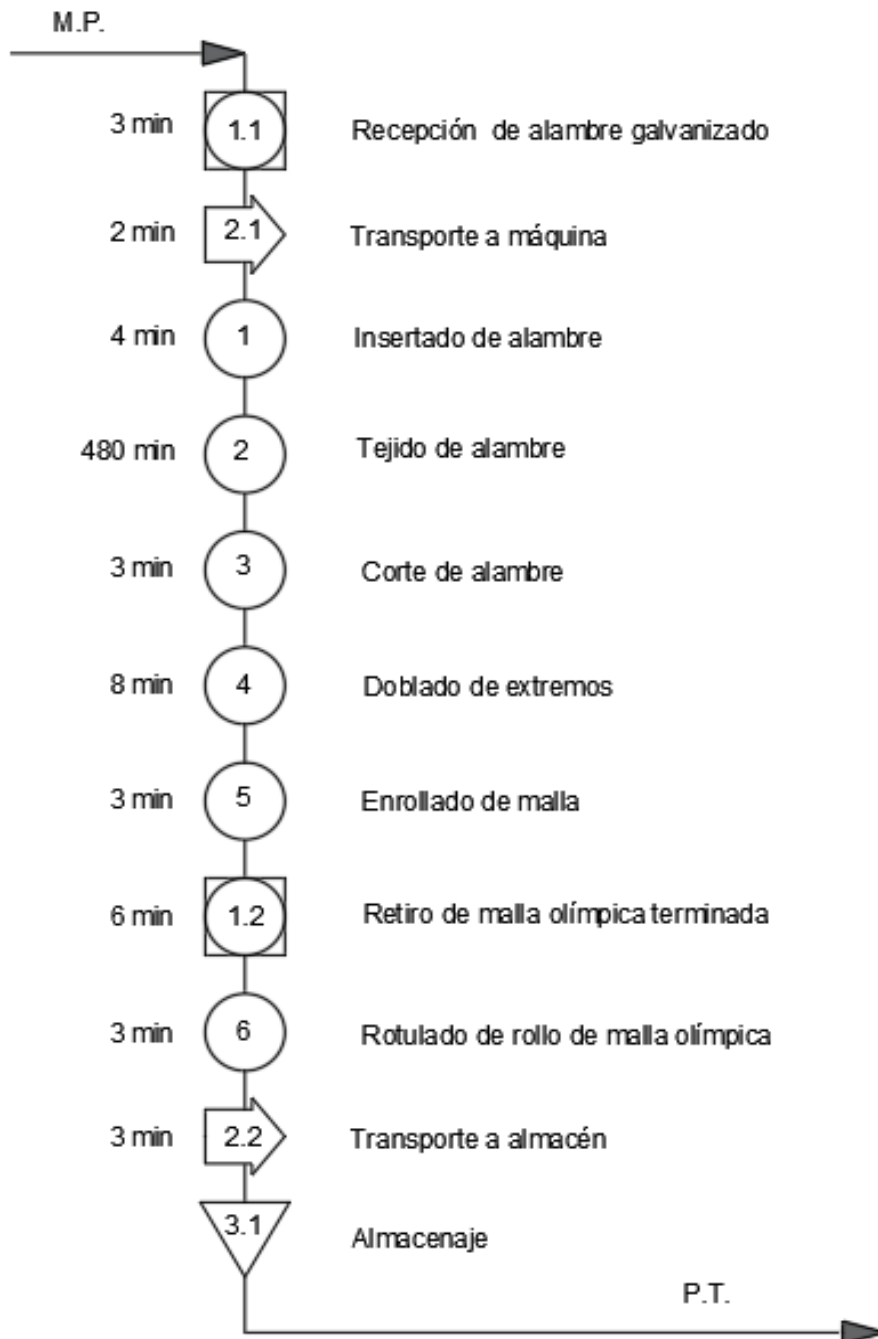


Figura n.º11: Flujograma del proceso de producción de mallas olímpicas.

Fuente: Elaboración propia

Paso 1: Recepción de materiales

El material solicitado es otorgado por el almacenero y recepcionado por el operador de la máquina de producción de malla olímpica.

Paso 2: Transporte de alambre a máquina

Luego de recepcionar el alambre galvanizado, este es trasladado hasta la máquina. La distancia trasladada es de 6 metros.

Paso 3: Insertado de alambre

El operador selecciona el tipo de alambre (según calibre) ideal, para cumplir con el plan de producción. Se selecciona el rollo de alambre, se toma uno de los extremos y se inserta en la máquina de producción de mallas olímpicas. Por cada rollo de malla olímpica, se realizan 2 insertados de alambre.

Paso 4: Tejido de alambre

Luego de insertado el alambre seleccionado, se presiona el pulsador de “tejido” ubicado en el tablero de control. En esta operación a la vez que se teje la malla, el alambre toma la forma de zigzag. El pulsador se mantiene presionado, hasta que la longitud del alambre en zigzag alcance los 2.0 o 2.4 metros. Para producir un rollo de malla olímpica se repite 220 veces esta operación.

Paso 5: Corte

Luego de verificar que la longitud del alambre en zigzag alcance los 2.0 o 2.4 metros, se procede a presionar el pulsador (se encuentra en el tablero de control), que activa la sizalia, la cual realiza el corte. Luego se repite la operación de tejido. Para producir un rollo de malla olímpica se repite 220 veces esta operación.

Paso 6: Doblado de extremos

Luego de realizar el corte, se presiona el pulsador que activa el par de cabezales que realizan el doblado de los extremos de la malla tejida. Luego se repite la operación de tejido. Para producir un rollo de malla olímpica se repite 110 veces esta operación.

Paso 7: Enrollado de malla

Cando se observa que la malla tejida alcanza el nivel del suelo, se procede a presionar le pulsador que activa el motor que realiza la operación de enrollar cada tramo de 2.0 m de malla tejida. Por cada rollo se realizan 10 operaciones de enrollado.

Paso 8: Retiro de malla olímpica terminada

Luego de completar 20 metros lineales de malla olímpica, se procede a retirar el rollo que la propia máquina ha enrollado. Para retirar el rollo se retira uno de los alambres en zigzag, se gira hasta que el alambre se retire completamente de la malla.

Paso 9: Embalaje y Rotulado

Luego de haberse completado los 20 metros de malla que conforman un rollo de malla olímpica, se retira de la máquina y se procede a colocar el rotulado correspondiente, así mismo se realiza el embalaje con un plástico denominado Streshfeel.

Paso 9: Almacenaje

Seguidamente de realizado el rotulado y embalaje, se procede a almacenarlo, permaneciendo en el área de almacenaje hasta que se genere alguna venta o hasta que el cliente que lo solícito o recoja.

4.2.3. Medición de indicadores

4.2.3.1. Variable independiente (Planeamiento y control)

a) Dimensión: Pronósticos de demanda

A continuación, se muestra la tabla n. ° 12. Que muestra los datos de unidades vendidas de malla olímpica, en el periodo de un año. La información ha sido recopilada de las facturas de ventas.

Tabla n.° 12. Historial de ventas de malla olímpica

Año	Mes	Calibre 10	Calibre 12
2016	Mayo	9	26
	Junio	11	32
	Julio	10	26
	Agosto	10	29
	Septiembre	12	33
	Octubre	9	33
	Noviembre	13	29
	Diciembre	11	34
2017	Enero	12	30
	Febrero	13	33
	Marzo	12	32
	Abril	12	35
Suma		134	372

Fuente: Administración Estructuras y Montaje José Gálvez SRL

De la tabla anterior se deduce que:

En el periodo Mayo – 2016 y Abril – 2017, se han vendido 134 unidades de rollos de malla olímpica calibre 10. Así mismo En el periodo Mayo – 2016 y Abril – 2017, se han vendido 372 unidades de rollos de malla olímpica calibre 12.

b) Dimensión: Plan Agregado de Producción

Actualmente no se cuenta con información de algún plan agregado de producción aplicable al área de producción de mallas olímpicas, ya que en ningún momento ha sido elaborado.

c) Dimensión: Plan Maestro de Producción

Actualmente no se cuenta con cifras exactas de un plan maestro de producción, debido a que la producción de malla olímpica se ha venido realizando de manera empírica.

d) Dimensión: Plan de Requerimiento de Materiales

Actualmente no se cuenta con un plan de requerimiento de materiales establecido, debido a que las cantidades de producción, han sido generadas de manera empírica, teniendo un impacto en las cantidades de materia prima requeridas, las cuales son variables, dependiendo de la producción.

4.2.3.2. Variable dependiente (Productividad)

e) Dimensión: Producción

- Tiempo base: Mes.
- Tiempo de ciclo: 480 minutos
- Días trabajados por mes: 26 días.
- Numero de turnos: 2 turnos
- Horas trabajadas por turno: 8 Horas

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo Base}}{\text{Ciclo}}$$

$$\text{Producción mensual} = \frac{(26 \frac{\text{días}}{\text{mes}})(2 \frac{\text{turnos}}{\text{día}})(8 \frac{\text{horas}}{\text{turno}})(60 \frac{\text{min}}{\text{hora}})}{480 \text{ minutos}}$$

$$\text{Producción mensual} = 52 \text{ rollos de malla / mes}$$

f) Dimensión: Mano de Obra (Horas – Hombre)

- Producción: 52 Rollos de malla / Mes
- Días trabajados por mes: 26 días
- Numero de turnos: 02 turnos / día.
- Horas Trabajadas por turno: 8 Horas / turno
- Cantidad de operadores: 2 Operadores

$$\text{Productividad M.O} = \frac{\text{Unidades Producidas por mes}}{\text{Horas Hombre trabajadas en el mes}}$$

$$\text{Productividad Horas – Hombre} = \frac{52 \text{ Rollos de malla olímpica/mes}}{\left(26 \frac{\text{días}}{\text{mes}}\right) \times \left(8 \frac{\text{horas}}{\text{turno}}\right) \times \left(2 \frac{\text{turnos}}{\text{día}}\right)}$$

$$\text{Productividad Horas – Hombre} = 0.125 \text{ rollos – Hora Hombre}$$

g) Dimensión: Maquina (Horas – Máquina)

- Producción: 52 Rollos de malla / Mes
- Días trabajados por mes: 26 días
- Horas trabajadas por turno: 8 Horas
- Cantidad de turnos: 2 Turnos

$$\text{Productividad Horas – Maquina} = \frac{\text{Unidades Producidas/ mes}}{\text{Horas Máquina trabajadas por mes}}$$

$$\text{Productividad Horas – máquina} = \frac{52 \text{ Rollos de malla olímpica/mes}}{\left(26 \frac{\text{días}}{\text{mes}}\right) \times \left(8 \frac{\text{horas}}{\text{turno}}\right) \times \left(2 \frac{\text{turnos}}{\text{día}}\right)}$$

$$\text{Productividad de máquina} = 0.125 \text{ rollos – Hora máquina}$$

h) Indicador Materia prima (Eficiencia Física)

- Peso de rollo de malla olímpica calibre 12: 62 Kg.
- Peso de rollo de malla olímpica calibre 10: 81 Kg.
- Alambre galvanizado empleado calibre 12: 73 Kg
- Alambre galvanizado empleado calibre 10: 94 Kg

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{Peso de Producto terminado}}{\text{Peso de materia prima empleado}} \times 100\%$$

$$EF \text{ Malla Calibre } 12 = \frac{62}{73} \times 100 = 85\%$$

La producción de malla olímpica calibre 12 genera un desperdicio de 15% por cada rollo de producto terminado.

$$EF \text{ Malla Calibre } 10 = \frac{81}{94} \times 100 = 86\%$$

La producción de malla olímpica calibre 10 genera un desperdicio de 14% por cada rollo de producto terminado.

i) Indicador Económico (Eficiencia Económica)

A continuación, se detallan costos que intervienen para producir un rollo de malla olímpica calibre 10 y calibre 12. Así mismo se indica los precios de venta de los dos tipos de malla olímpica.

Tabla n.º 13. Detalle de costos de producción y precios de venta de malla olímpica

Item	Descripción	unidad	Costo (S/.)
1	Alambre Galvanizado	kg	S/. 4.20
2	Mano de obra	Rollo	S/. 32.00
3	Depreciación de Maquinaria	Rollo	S/. 20.00
4	Gastos Generales	Rollo	S/. 18.00
5	Precio de venta Malla Calibre 12 (2.0x20m)	Rollo	S/. 410.00
6	Precio de venta Malla Calibre 10 (2.0x20m)	Rollo	S/. 530.00

Fuente: Administración Estructuras y Montaje José Gálvez SRL

$$\text{Eficiencia Económica} = \frac{\text{Precio de venta del producto}}{\text{Costo total de producción}}$$

$$\text{Eficiencia Económica Malla Calibre 12} = \frac{S/.410.00}{(4.20 * 73) + 32 + 20 + 18}$$

$$\text{Eficiencia Económica Malla calibre 12} = 1.09$$

Produciendo y comercializando malla olímpica calibre 12 (2.0x20m), se estima un ingreso de S/.1.09 por cada sol invertido.

$$\text{EE Malla Calibre 10} = \frac{S/530.00}{(4.20 * 94) + 32 + 20 + 18}$$

$$\text{Eficiencia Económica Malla calibre 10} = 1.14$$

Produciendo y comercializando malla olímpica calibre 10 (2.0x20m), se estima un ingreso de S/. 1.14 por cada sol invertido.

A continuación, se muestra la tabla n°13, en la que se muestra de forma resumida las dimensiones cuantificadas de las variables independiente y dependiente.

Tabla n.º 13. Resumen de Medición de indicadores

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	Valor	UNIDAD	
VARIABLE INDEPENDIENTE	PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	Pronóstico de demanda	Unidades vendidas por año. Malla olímpica calibre 10	134	Unidades / Mes
			Unidades vendidas por año. Malla olímpica calibre 12	372	Unidades / Mes
		Plan Agregado de Producción	Costo de plan agregado	No hay Registro	Unidades / Mes
		Plan Maestro de Producción	Unidades promedio producidas por semana. Malla olímpica calibre 10	No hay Registro	Unidades / Semana
			Unidades promedio producidas por semana. Malla olímpica calibre 12	No hay Registro	Unidades / Semana
		Plan de Requerimiento de Materiales	Cantidad Óptima de Pedido. Alambre n° 10	No hay Registro	Pedidos
			Cantidad Óptima de Pedido. Alambre n° 12	No hay Registro	Pedidos
		VARIABLE DEPENDIENTE	PRODUCTIVIDAD	Capacidad de Producción	Número de unidades producidas por mes.
Productividad: Mano de Obra	Número de unidades producidas por Hora - Hombre			0.125	Unidades / Hora Hombre
Productividad: Maquinaria	Número de unidades producidas por Hora - Máquina			0.125	Unidades / Hora Máquina
Eficiencia Física	Relación: Peso del producto terminado / Peso de materia prima. (Malla Calibre 12)			85%	Efectividad Física / Unid.
	Relación: Peso del producto terminado / Peso de materia prima. (Malla Calibre 10)			86%	Efectividad Física / Unid.
Eficiencia Económica	Relación: Ingreso por ventas / Costos. (Malla Calibre 12)			1.09	Efectividad Econ. / Unid.
	Relación: Ingreso por ventas / Costos. (Malla Calibre 10)			1.14	Efectividad Econ. / Unid.

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Diseño de Propuesta de Mejora

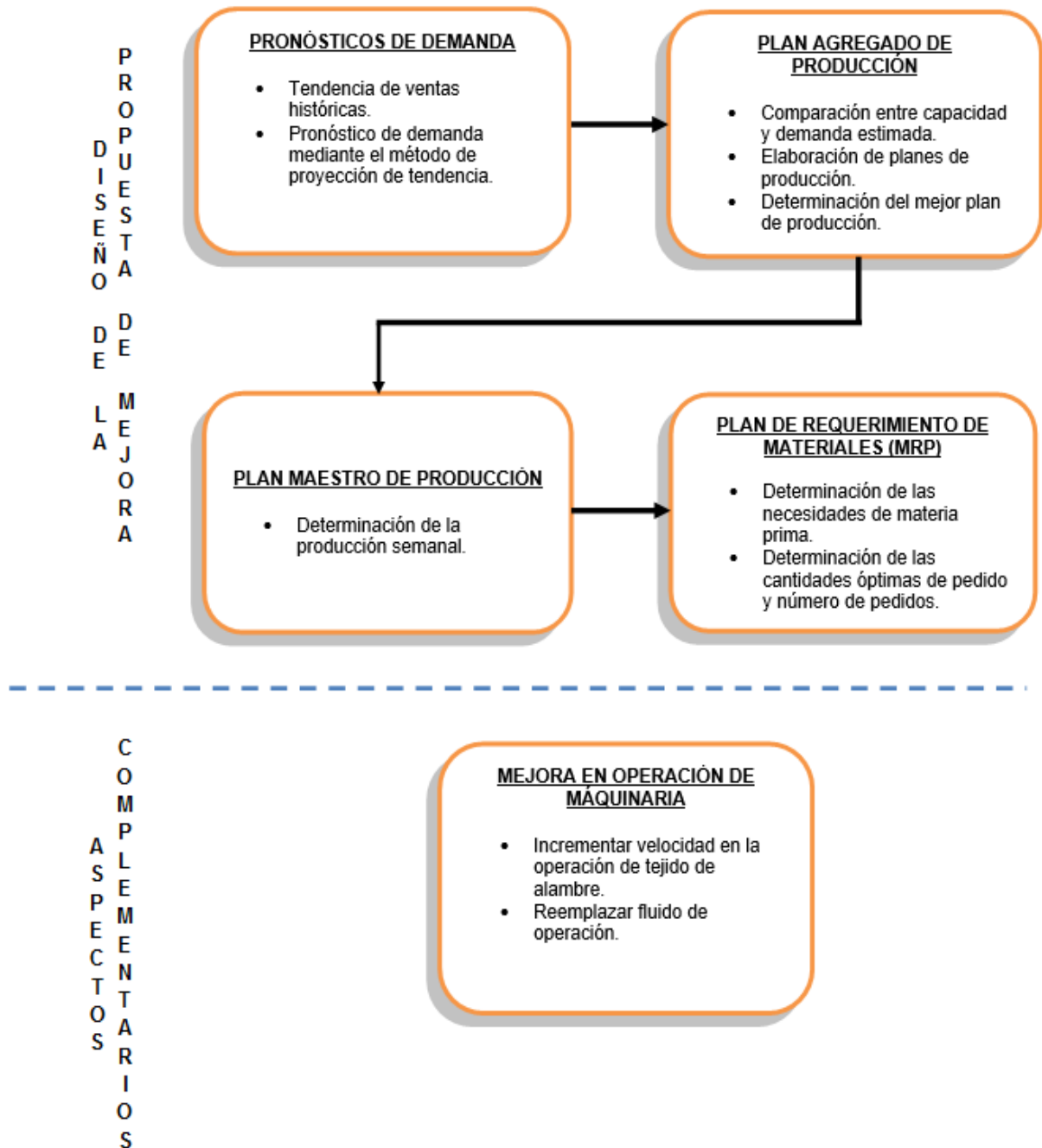


Figura n.º 12 Diseño de propuesta de mejora

Fuente: Elaboración Propia

4.3.1. Mejora en operación de máquina

a) Incremento de velocidad en la operación de tejido de alambre

Debido que actualmente la máquina realiza la operación de tejido de alambre a la velocidad de 150 rpm, con lo cual la capacidad máxima de producción es de 01 rollo de malla olímpica por turno de 8 horas; se propone realizar una nueva configuración de la velocidad, hasta los 250 rpm.

De esta manera se espera incrementar la capacidad de producción, así mismo mejorar la productividad de mano de obra.

El nuevo indicador de producción será:

$$\text{Producción} = \frac{\text{Tiempo Base}}{\text{Ciclo}}$$

$$\text{Producción} = \frac{480 \text{ min/turno}}{320 \text{ min}}$$

$$\text{Producción} = 1.5 \text{ Rollos de malla olímpica/Turno}$$

A continuación, se determinará la nueva capacidad de producción. Para ello se muestra la tabla n. ° 22 en la que se muestran los datos para determinar la capacidad de producción proyectada.

Tabla n. ° 14 datos para cálculo de la capacidad de producción proyectada

Datos para cálculo de la capacidad	
Días trabajados por semana	6 Días
Turnos trabajados por día	2 Turnos
Producción máxima de maquinaria	1.5 Rollos/Turno

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{Capacidad Proyectada} = (\text{días por semana} * n^{\circ} \text{ turnos})(\text{producción por turno})$$

$$\text{Capacidad Proyectada Mensual} = \left(26 \frac{\text{días}}{\text{mes}}\right) \left(1.5 \frac{\text{und}}{\text{turno}}\right) (2 \text{ turnos}) = 78 \text{ Unid/mes}$$

b) Cambio de fluido de operación

Se ha determinado que el fluido utilizado (refrigerante) para la operación de la máquina, no es el apropiado. Por lo que se propone remplazar por lubricante para maquinado de piezas metálicas.

De esta manera se espera incrementar la eficiencia física, debido a que el nivel de desperdicio será mínimo. Así mismo, como consecuencia del incremento de la eficiencia física, se obtendrá incremento en la eficiencia económica.

4.3.2. Pronóstico de Demanda

4.3.2.1. Método de suavizado exponencial

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1})$$

Donde:

α = Constante de suavización ($0 \leq \alpha \leq 1$)

F_t = Pronóstico para el periodo futuro.

F_{t-1} = Pronóstico para el periodo pasado.

A_{t-1} = Demanda histórica en el periodo pasado.

Tabla n.º 15. Historial de ventas de malla olímpica

Historial de ventas de malla olímpica			
Año	Mes	Calibre 10	Calibre 12
2016	Mayo	9	26
	Junio	11	32
	Julio	10	26
	Agosto	10	29
	Septiembre	12	33
	Octubre	9	33
	Noviembre	13	29
	Diciembre	11	34
2017	Enero	12	30
	Febrero	13	33
	Marzo	12	32
	Abril	12	35

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n.º 16. Pronóstico de Demanda – Malla calibre 10

ventas mensuales - Malla Calibre 10			
Mes	Ventas	Pronóstico $\alpha=0.2$	Error Absoluto
jun-16	9	9	0
jul-16	11	9	2
ago-16	10	9	1
sep-16	10	9	1
oct-16	12	9	3
nov-16	9	10	1
dic-16	13	10	3
ene-17	11	11	0
feb-17	12	11	1
mar-17	13	11	2
abr-17	12	11	1
may-17	12	11	1
		Sumatoria	16

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n.º 17. Pronóstico de Demanda – Malla calibre 12

Ventas Mensuales - Malla Calibre 12			
Mes	Ventas	Pronóstico $\alpha=0.2$	Error Absoluto
jun-16	26	26	0
jul-16	32	26	6
ago-16	26	27	1
sep-16	29	27	2
oct-16	33	27	6
nov-16	33	28	5
dic-16	29	29	0
ene-17	34	29	5
feb-17	30	30	0
mar-17	33	30	3
abr-17	32	31	1
may-17	35	31	4
		Sumatoria	33

Fuente: Elaboración Propia

Evaluación del desempeño de pronósticos (Desviación Absoluta Media)

$$DAM = \frac{\sum |A_t - F_t|}{n}$$

- $DAM_{Malla\ 10} = \frac{16}{12} = 1.3$

El método de pronóstico de suavizado exponencial, presenta una desviación absoluta media de error de 1.3, respecto a la malla olímpica calibre 10

- $DAM_{Malla\ 12} = \frac{33}{12} = 2.8$

El método de pronóstico de suavizado exponencial, presenta una desviación absoluta media de error de 2.8, respecto a la malla olímpica calibre 12

4.3.2.2. Método de regresión lineal (Proyección de tendencia)

El presente método de pronóstico consiste en analizar la tendencia lineal de la demanda histórica, seguidamente se calcula la ecuación de la recta que viene a ser la tendencia de la demanda. A continuación, se muestran las ecuaciones correspondientes para obtener los parámetros requeridos en el cálculo de pronósticos

$$Y = a + b(x)$$

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

$$a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Se muestra la tabla n. °18, que representa la recopilación del historial de ventas de rollos de malla olímpica (cada rollo contiene 20 metros lineales) en los últimos 12 meses.

Tabla n.° 18. Historial de ventas de malla olímpica

Historial de ventas de malla olímpica			
Año	Mes	Calibre 10	Calibre 12
2016	Mayo	9	26
	Junio	11	32
	Julio	10	26
	Agosto	10	29
	Septiembre	12	33
	Octubre	9	33
	Noviembre	13	29
	Diciembre	11	34
2017	Enero	12	30
	Febrero	13	33
	Marzo	12	32
	Abril	12	35

Fuente: Administración EyM José Gálvez SRL.

Según los datos mostrados en la tabla n. °18, a continuación, se analiza gráficamente el patrón de demanda, así como la tendencia en el tiempo.

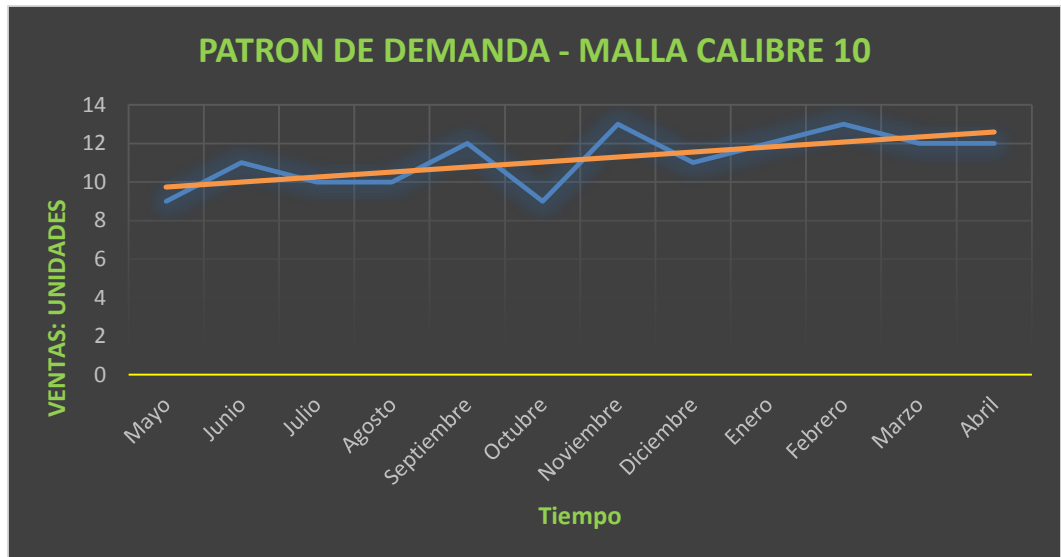


Figura n.° 13. Patrón de demanda y tendencia de malla olímpica calibre 10

Fuente: Elaboración Propia

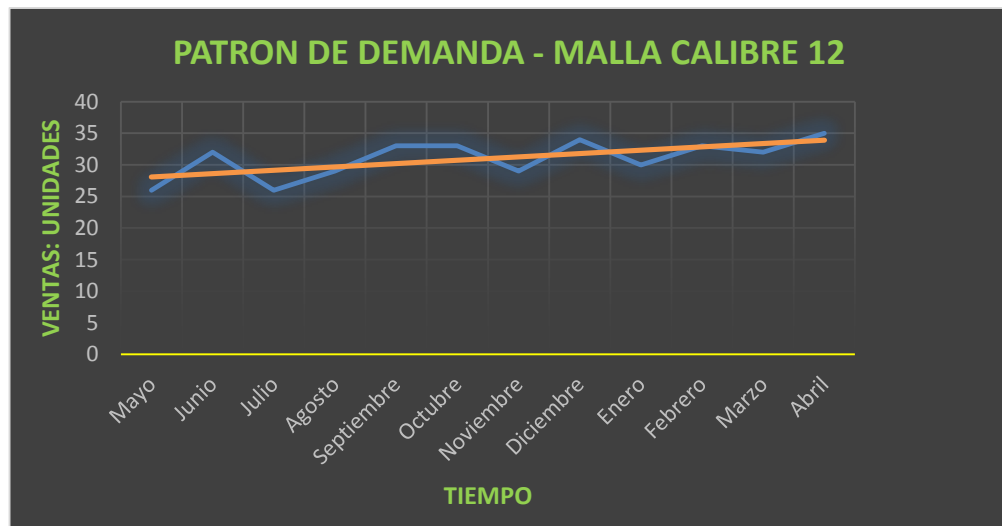


Figura n.° 14. Patrón de demanda y tendencia de malla olímpica calibre 12

Fuente: Elaboración Propia

Según las gráficas en las figuras n.º 14 y n.º 15 se aprecia una tendencia lineal creciente. Por lo tanto, se ha determinado que el método de pronóstico de demanda será de *Proyección de tendencia*.

Según el método de pronóstico de *Proyección de Tendencia*, el valor de los n periodos futuros, se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$Y = a + b(x)$$

La expresión antes mostrada representa la ecuación de la recta, donde:

Y: Demanda.

a: Coeficiente de la variable ordenada.

b: Coeficiente de la pendiente.

x: Periodo de estimación

A continuación, se muestra la tabla n.º 19, en la que se realizan los cálculos para determinar la ecuación de la recta que determina la estimación de pronósticos de demanda para la malla olímpica calibre 10.

Tabla n.º 19. Cálculo de variables para pronóstico – Malla calibre 10

Variables para cálculo de pronóstico – Malla Calibre 10				
Mes	periodo x	y	x2	xy
jun-16	1	9	1	9
jul-16	2	11	4	44
ago-16	3	10	9	90
sep-16	4	10	16	160
oct-16	5	12	25	300
nov-16	6	9	36	324
dic-16	7	13	49	637
ene-17	8	11	64	704
feb-17	9	12	81	972
mar-17	10	13	100	1300
abr-17	11	12	121	1452
may-17	12	12	144	1728
Σ	78	134	650	7720
Promedio	7	11		

Fuente: Elaboración Propia

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

PENDIENTE	B	0.26
ORDENADA	A	9.48

Con los valores obtenidos de a y b, se tiene la siguiente ecuación, la cual determina la estimación de los pronósticos requeridos para la malla olímpica calibre 10.

$$Y = 9.48 + 0.26(x)$$

A continuación, se muestra la tabla n. ° 20, en la que se realizan los cálculos para determinar la ecuación de la recta que determina la estimación de pronósticos de demanda para la malla olímpica calibre 10.

Tabla n.° 20. Cálculo de variables para pronóstico – Malla calibre 10

Variables para cálculo de pronóstico – Malla Calibre 12				
Mes	periodo x	y	x2	xy
jun-16	1	26	1	26
jul-16	2	32	4	128
ago-16	3	26	9	234
sep-16	4	29	16	464
oct-16	5	33	25	825
nov-16	6	33	36	1188
dic-16	7	29	49	1421
ene-17	8	34	64	2176
feb-17	9	30	81	2430
mar-17	10	33	100	3300
abr-17	11	32	121	3872
may-17	12	35	144	5040
sumatoria x	78	372	650	21104
promedio x	7	31		

Fuente: Elaboración Propia

PENDIENTE	B	0.53
ORDENADA	A	27.55

Con los valores obtenidos de a y b, se tiene la siguiente ecuación, la cual determina la estimación de los pronósticos requeridos para la malla olímpica calibre 12.

$$Y = 27.55 + 0.53(x)$$

A continuación, se tiene la tabla n. ° 21, en la que se muestra el resumen de la demanda estimada mediante el método de pronóstico de *Proyección de tendencia*, para malla olímpica calibre 10 y calibre 12.

Tabla n.° 21. Resumen de Demanda Estimada

Demanda Estimada			
Mes	Malla N°10 Unid	Malla N°12 Unid	Total Unid
jun-17	13	34	47
jul-17	13	35	48
ago-17	13	36	49
sep-17	14	37	51
oct-17	14	37	51
nov-17	14	38	52
dic-17	14	38	52
ene-18	15	39	54
feb-18	15	39	54
mar-18	15	40	55
abr-18	15	40	55
may-18	16	41	57

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3. Etapa 4: Plan agregado de producción

- **Análisis de la capacidad de producción vs demanda estimada**
A continuación, se muestra la tabla n.º 22 en la que se presenta el resumen de las cantidades de producción histórica y capacidad proyectada mensual.

Tabla n.º 22. Resumen de demanda estimada – Capacidad proyectada.

Capacidad vs Demanda Estimada		
Mes	Capacidad Proyectada Und / Mes	Demanda Estimada Und / Mes
jun-17	72	47
jul-17	72	48
ago-17	72	49
sep-17	72	51
oct-17	72	51
nov-17	72	52
dic-17	72	52
ene-18	72	54
feb-18	72	54
mar-18	72	55
abr-18	72	55
may-18	72	57

Fuente: Elaboración Propia

Con los datos de la tabla n.º 24, se representa gráficamente la interacción entre la producción histórica y la capacidad de producción proyectada mensual, en la siguiente figura.

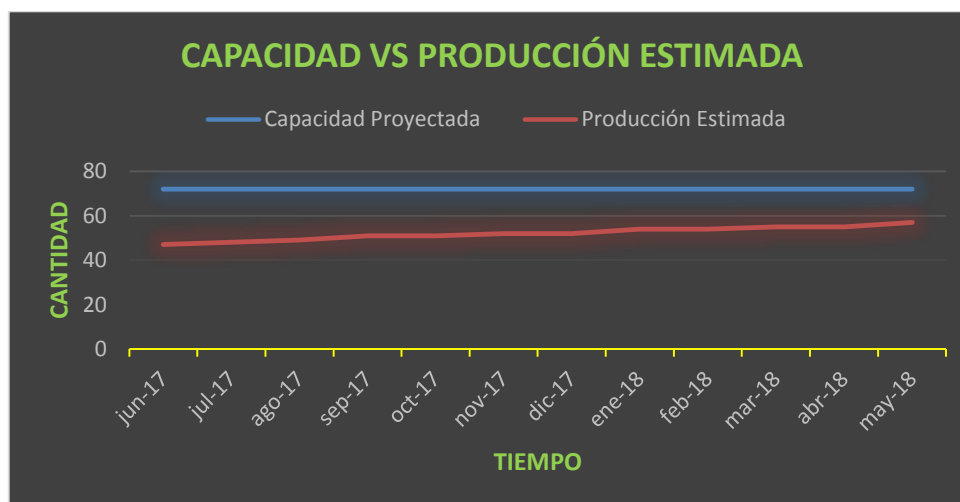


Figura n.º 15. Gráfica: Capacidad vs. Producción Histórica
Fuente: Elaboración Propia

- **Opción de planeamiento 1: Fuerza laboral constante - Horas Extras**

Tabla n. °23. Datos para planeamiento. Opción de planeamiento 1

Datos para planeamiento - Costos y recursos		
Cantidad de Operadores	2.00	Operadores
Capacidad de producción de cada operador	1.00	Rollo/Turno
Tiempo de producción de un rollo de malla	8	Horas
Pago diario de cada operador	S/. 37.50	Día
Costo de tiempo extra	S/. 5.60	Hora
Costo de Mantenimiento de inventario	S/. 2.80	Unidad
Inventario Inicial	0.00	Unidades

Fuente: Elaboración Propia

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Total
Días de trabajo por mes	26	24	27	26	26	25	25	26	24	27	25	26	
Mano de Obra Regular	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Unidades producidas	52	48	54	52	52	50	50	52	48	54	50	52	614
Pronóstico de demanda	47	48	49	51	51	52	52	54	54	55	55	57	625
Inventario - Fin de mes	5	5	10	11	12	10	8	6	0	-1	-6	-11	
Necesidad de Producción Extra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	11	
Tiempo Extra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	48	88	
COSTOS													
Tiempo Regular	1,950	1,800	2,025	1,950	1,950	1,875	1,875	1,950	1,800	2,025	1,875	1,950	S/. 23,025.00
Tiempo Extra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	269	493	S/. 806.40
Mantenimiento de Inventario	14	14	28	31	34	28	22	17	0	0	0	0	S/. 187.60
COSTO TOTAL	S/. 1,964.00	S/. 1,814.00	S/. 2,053.00	S/. 1,980.80	S/. 1,983.60	S/. 1,903.00	S/. 1,897.40	S/. 1,966.80	S/. 1,800.00	S/. 2,069.80	S/. 2,143.80	S/. 2,442.80	S/. 24,019.00

Figura n.° 17. Plan de producción 1

Fuente: Elaboración Propia

- **Opción de planeamiento 2: Consideración de inventario Inicial**

Tabla n. °24. Datos para planeamiento. Opción de planeamiento 2

Datos para planeamiento - Costos y recursos		
Cantidad de Operadores	2.00	Operadores
Capacidad de producción de cada operador	1.00	Rollo/Turno
Tiempo de producción de un rollo de malla	8	Horas
Pago diario de cada operador	S/. 37.50	Día
Costo de tiempo extra	S/. 5.60	Hora
Costo de Mantenimiento de inventario	S/. 2.80	Unidad
Inventario Inicial	12.00	Unidades

	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Total
Días de trabajo por mes	26	24	27	26	26	25	25	26	24	27	25	26	
Mano de Obra Regular	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Unidades producidas	52	48	54	52	52	50	50	52	48	54	50	52	614
Pronóstico de demanda	47	48	49	51	51	52	52	54	54	55	55	57	625
Inventario - Fin de mes	17	17	22	23	24	22	20	18	12	11	6	1	
Necesidad de Producción Extra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tiempo Extra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
COSTOS													
Tiempo Regular	1,950	1,800	2,025	1,950	1,950	1,875	1,875	1,950	1,800	2,025	1,875	1,950	S/. 23,025.00
Tiempo Extra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	S/. 0.00
Mantenimiento de Inventario	48	48	62	64	67	62	56	50	34	31	17	3	S/. 540.40
COSTO TOTAL	S/. 1,997.60	S/. 1,847.60	S/. 2,086.60	S/. 2,014.40	S/. 2,017.20	S/. 1,936.60	S/. 1,931.00	S/. 2,000.40	S/. 1,833.60	S/. 2,055.80	S/. 1,891.80	S/. 1,952.80	S/. 23,565.40

Figura n. ° 18. Plan de producción 2
Fuente: Elaboración Propia

- **Resumen de planes de producción agregada**

Tabla n. °25. Resumen de Opciones de planeación agregada.

Resumen - Planeamiento Agregado	
Opciones de Planeamiento Agregado	Monto Total
Producción exacta: Fuerza laboral constante - Horas Extras	S/. 24,019.00
Producción exacta: Fuerza laboral constante - Uso de inventario	S/. 23,565.40

Fuente: Elaboración Propia

4.3.4. Etapa 4 Plan Maestro de Producción

Tabla n. °26. Plan Maestro de Producción.

PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN																																																				
Periodo	jun-17				jul-17				ago-17				sep-17				oct-17				nov-17				dic-17				ene-18				feb-18				mar-18				abr-18				may-18							
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48				
Malla Olímpica Calibre 10	4	3	3	3	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4
Malla Olímpica Calibre 12	9	9	8	8	9	9	9	8	9	9	9	9	10	9	9	9	10	9	9	9	10	10	9	9	10	10	9	9	10	10	10	9	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10	10
Total	47				48				49				51				51				52				52				54				54				55				55				57							

Fuente: Elaboración Propia

4.3.5. Etapa 6: Plan de Requerimiento de Materiales

4.3.5.1 Necesidades de materiales

Se muestra la tabla n. °27. En la que se muestran datos de pesos de malla olímpica, así como el peso de cada rollo de alambre galvanizado. A partir de la referida información, será posible calcular las necesidades de alambre galvanizado, para cubrir la demanda estimada.

Tabla n. °27. Datos para Plan de requerimiento de Materiales

Datos para elaborar Plan de Requerimiento de Materiales		
Descripción	Cantidad	Unidad
Peso de malla olímpica calibre 10	83	Kg
Peso de malla olímpica calibre 12	64	Kg
Peso de Rollo de alambre galvanizado	50	Kg

Fuente: Elaboración Propia

NECESIDADES DE ALAMBRE GALVANIZADO (EN KILOGRAMOS) - POR SEMANA																																																								
Periodo	jun-17				jul-17				ago-17				sep-17				oct-17				nov-17				dic-17				ene-18				feb-18				mar-18				abr-18				may-18											
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48								
Malla Olímpica Calibre 10	332	249	249	249	332	249	249	249	332	249	249	249	332	332	249	249	332	332	249	249	332	332	249	249	332	332	249	249	332	332	332	249	332	332	332	249	332	332	332	249	332	332	332	249	332	332	332	249	332	332	332	249	332	332	332	249
Malla Olímpica Calibre 12	576	576	512	512	576	576	576	512	576	576	576	576	640	576	576	576	640	576	576	576	640	640	576	576	640	640	640	576	640	640	640	576	640	640	640	576	640	640	640	576	640	640	640	576	640	640	640	576	640	640	640	576	640	640	640	576
Total (Kg.)	3255				3319				3383				3530				3530				3594				3594				3741				3741				3805				3805				3952											

Figura n.° 19. Necesidades de alambre Galvanizado.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n. °28. Necesidades brutas de alambre galvanizado por semana

NECESIDADES BRUTAS DE ALAMBRE GALVANIZADO (EN ROLLOS DE 50 KILOS) - POR SEMANA - MES																																																								
Periodo	jun-17				jul-17				ago-17				sep-17				oct-17				nov-17				dic-17				ene-18				feb-18				mar-18				abr-18				may-18											
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48								
Malla Olimpica Calibre 10	7	5	5	5	7	5	5	5	7	5	5	5	7	7	5	5	7	7	5	5	7	7	5	5	7	7	5	5	7	7	7	5	7	7	7	5	7	7	7	5	7	7	7	5	7	7	7	5	7	7	7	7				
Total	22				22				22				24				24				24				24				26				26				26				26				28											
Malla Olimpica Calibre 12	12	12	11	11	12	12	12	11	12	12	12	12	13	12	12	12	13	12	12	12	13	13	12	12	13	13	12	12	13	13	13	12	13	13	13	12	13	13	13	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	15	13	13	13
Total	46				47				48				49				49				50				50				51				51				52				52				54											

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n. °29. Plan de Requerimiento de Materiales – Alambre Galvanizado calibre 10

PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES - ALAMBRE GALVANIZADO - CALIBRE 10													
Descripción	Inicio	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18
Necesidades brutas de Alambre Galvanizado		22	22	22	24	24	24	24	26	26	26	26	28
Stock Final	8												
Necesidades Planeadas Netas		14	22	22	24	24	24	24	26	26	26	26	28

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n. °30. Plan de Requerimiento de Materiales – Alambre Galvanizado calibre 12

PLAN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES - ALAMBRE GALVANIZADO - CALIBRE 12													
Descripción	Inicio	jun-17	jul-17	ago-17	sep-17	oct-17	nov-17	dic-17	ene-18	feb-18	mar-18	abr-18	may-18
Necesidades brutas de Alambre Galvanizado		46	47	48	49	49	50	50	51	51	52	52	54
Stock Final	14												
Necesidades Planeadas Netas		32	47	48	49	49	50	50	51	51	52	52	54

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se muestra la tabla n. °31, en la que se detalla el resumen de requerimiento de alambre galvanizado calibre 10 y calibre 12, por cada mes del horizonte de planificación.

Tabla n. °31. Lista de Materiales

RESUMEN - REQUERIMIENTO DE ALAMBRE GALVANIZADO		
Mes	Alambre Galvanizado Calibre 10	Alambre Galvanizado Calibre 12
jun-17	14	32
jul-17	22	47
ago-17	22	48
sep-17	24	49
oct-17	24	49
nov-17	24	50
dic-17	24	50
ene-18	26	51
feb-18	26	51
mar-18	26	52
abr-18	26	52
may-18	28	54
Suma	286	585

Fuente: Elaboración Propia

4.3.5.2 Cantidad Óptima de Pedido

La cantidad óptima de pedido será calculado a partir de la siguiente ecuación:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

D: Demanda Estimada.

S: Costo de realizar un pedido.

H: Costo de mantener el inventario.

Se muestra la tabla n. °32. En la que se muestran datos que aplican en la gestión de pedido de alambre galvanizado.

Tabla n. °32. Datos que intervienen en la gestión de pedido de alambre galvanizado.

Descripción	Cantidad	Unidad
Demanda de alambre calibre 10	286	Rollos
Demanda de alambre calibre 12	585	Rollos
Costo de realizar un pedido	8.6	Soles
Costo de Mantener el inventario	17	Soles

Fuente: Elaboración Propia

- **Cantidad óptima de pedido: Alambre calibre 10**

$$EOQ = \sqrt{\frac{2(286)(8.6)}{17}}$$

$$EOQ = 17$$

Interpretación: Cada vez que se genere una orden de compra, se debe considerar el abastecimiento de 17 rollos de alambre galvanizado calibre 10.

- **Cantidad óptima de pedido: Alambre calibre 12**

$$EOQ = \sqrt{\frac{2(585)(8.6)}{17}}$$

$$EOQ = 25$$

Interpretación: Cada vez que se genere una orden de compra, se debe considerar el abastecimiento de 25 rollos de alambre galvanizado calibre 12.

4.3.5.3 Número de Pedidos

El número de pedidos será calculado a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Número de Pedidos} = \frac{\text{Demanda Total}}{EOQ}$$

- **Número de pedidos: Alambre calibre 10**

$$\text{Número de Pedidos} = \frac{286}{17}$$

$$\text{Número de Pedidos} = 16$$

Interpretación: Para cubrir el horizonte de planificación de la producción (un año), serán necesarios realizar 16 gestiones de pedidos de alambre galvanizado calibre 10.

- **Número de pedidos: Alambre calibre 12**

$$\text{Número de Pedidos} = \frac{585}{25}$$

$$\text{Número de Pedidos} = 23$$

Interpretación: Para cubrir el horizonte de planificación de la producción (un año), serán necesarios realizar 23 gestiones de pedidos de alambre galvanizado calibre 12.

4.3.5.4 Lead Time

El Lead Time (Tiempo de espera), será calculado a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Lead Time} = \frac{\text{Días trabajados anual}}{\text{Número de Pedidos}}$$

- **Lead Time: Alambre calibre 10**

$$\text{Lead Time} = \frac{312}{16}$$

$$\text{Lead Time} = 19$$

Interpretación: El tiempo de espera para el abastecimiento de alambre calibre 10, es de 19 días.

- **Lead Time: Alambre calibre 12**

$$\text{Lead Time} = \frac{312}{25}$$

$$\text{Lead Time} = 12$$

Interpretación: El tiempo de espera para el abastecimiento de alambre calibre 12, es de 12 días.

4.4. Resultados Obtenidos

4.4.1. Medición de Variables

4.4.1.1. Variable independiente (Planeamiento y control)

a) Dimensión: Pronostico de la demanda

Se determinó la ecuación de la recta, la cual representa la tendencia de demanda de los tipos de malla olímpica, calibre 10 y calibre 12. Las cuales son las siguientes:

$Y = 9.48 + 0.26(x)$. Ecuación de la recta de tendencia (malla olímpica calibre 10)

$Y = 27.55 + 0.53(x)$. Ecuación de la recta de tendencia (malla olímpica calibre 12)

Proyectando la tendencia, se determinó el pronóstico de la demanda para el horizonte de tiempo de un año. Las cantidades totales anuales son las siguientes:

Producción anual (Malla calibre 10) = 171 Rollos de malla olímpica

Producción anual (Malla calibre 12) = 474 Rollos de malla olímpica

b) Dimensión: Plan Agregado de producción

Se elaboró dos planes de producción, los cuales se muestran resumidos en la siguiente tabla:

Tabla n. °32 Resumen de Planeamiento agregado.

Resumen - Planeamiento Agregado	
Opciones de Planeamiento Agregado	Monto Total
Producción exacta: Fuerza laboral constante - Horas Extras	S/. 24,019.00
Producción exacta: Fuerza laboral constante - Uso de inventario	S/. 23,545.80

Fuente: Elaboración Propia

Costo optimo del plan agregado de producción = S/.23,545.80

c) Dimensión: Plan Maestro de Producción

Luego de haber seleccionado el mejor plan agregado, se elaboró el plan maestro de producción, en el que se distribuye la producción anual en semanas. A continuación, se muestra la tabla n.°33 en la que se muestra la producción semanal promedio de ambos tipos de malla olímpica.

Tabla n. °33 Producción semanal promedio

Tipo de Malla	Producción semanal promedio
Malla Olímpica Calibre 10	4 Unidades
Malla Olímpica Calibre 12	9 Unidades

Fuente: Elaboración Propia

4.4.1.2. Variable dependiente (Productividad)

j) Dimensión: Producción

- Tiempo base: Mes.
- Tiempo de ciclo: 320 minutos
- Días trabajados por mes: 26 días.
- Numero de turnos: 2 turnos
- Horas trabajadas por turno: 8 Horas

$$Producción = \frac{Tiempo Base}{Ciclo}$$

$$Producción mensual = \frac{(26 \frac{días}{mes})(2 \frac{turnos}{día})(8 \frac{horas}{turno})(60 \frac{min}{hora})}{320 minutos}$$

$$Producción mensual = 78 \text{ rollos de malla / mes}$$

k) Dimensión: Mano de Obra

- Producción: 78 Rollos de malla / Mes
- Días trabajados por mes: 26 días
- Numero de turnos: 02 turnos / día.
- Horas Trabajadas por turno: 8 Horas / turno
- Cantidad de operadores: 2 Operadores

$$Productividad M.O = \frac{Unidades Producidas por mes}{Horas Hombre trabajadas en el mes}$$

$$Productividad M.O = \frac{78 \text{ Rollos de malla olímpica/mes}}{(26 \frac{días}{mes}) \times (8 \frac{horas}{turno}) \times (2 \frac{turnos}{día})}$$

$$Productividad M.O = 0.1875 \text{ rollos} - \text{Hora Hombre}$$

I) Dimensión: Máquina

- Producción: 78 Rollos de malla / Mes
- Días trabajados por mes: 26 días
- Horas trabajadas por turno: 8 Horas
- Cantidad de turnos: 2 Turnos

$$\text{Productividad de Máquina} = \frac{\text{Unidades Producidas / mes}}{\text{Horas Máquina trabajadas por mes}}$$

$$\text{Productividad de máquina} = \frac{52 \text{ Rollos de malla olímpica / mes}}{\left(26 \frac{\text{días}}{\text{mes}}\right) \times \left(8 \frac{\text{horas}}{\text{turno}}\right) \times \left(2 \frac{\text{turnos}}{\text{día}}\right)}$$

$$\text{Productividad de máquina} = 0.1875 \text{ rollos} - \text{Hora máquina}$$

m) Indicador Materia prima (Eficiencia Física)

- Peso de rollo de malla olímpica calibre 12: 62 Kg.
- Peso de rollo de malla olímpica calibre 10: 81 Kg.
- Alambre galvanizado empleado calibre 12: 64 Kg
- Alambre galvanizado empleado calibre 10: 83 Kg

$$\text{Eficiencia física} = \frac{\text{Peso de Producto terminado}}{\text{Peso de materia prima empleado}} \times 100\%$$

$$EF \text{ Malla Calibre } 12 = \frac{62}{64} \times 100 = 96.88\%$$

La producción de malla olímpica calibre 12 genera un desperdicio de 3.22% por cada rollo.

$$EF \text{ Malla Calibre } 10 = \frac{81}{83} \times 100 = 97.6\%$$

La producción de malla olímpica calibre 10 genera un desperdicio de 2.4% por cada rollo.

n) Indicador Económico (Eficiencia Económica)

A continuación, se detallan costos que intervienen para producir un rollo de malla olímpica calibre 10 y calibre 12. Así mismo se indica los precios de venta de los dos tipos de malla olímpica.

Tabla n.º 34. Detalle de costos y precios de venta de malla olímpica

Item	Descripción	unidad	Costo (S/.)
1	Alambre Galvanizado	kg	S/. 4.20
2	Mano de obra	Rollo	S/. 37.50
3	Depreciación de Maquinaria	Rollo	S/. 20.00
4	Gastos Generales	Rollo	S/. 18.00
5	Precio de venta Malla Calibre 12 (2.0x20m)	Rollo	S/. 410.00
6	Precio de venta Malla Calibre 10 (2.0x20m)	Rollo	S/. 530.00

Fuente: Administración Estructuras y Montaje José Gálvez SRL

$$Eficiencia\ Económica = \frac{Precio\ de\ venta\ del\ producto}{Costo\ total\ de\ producción}$$

$$Eficiencia\ Económica\ Malla\ Calibre\ 12 = \frac{S/.410.00}{(4.20 * 64) + 32 + 20 + 18}$$

$$Ef.\ Econ. Malla\ calibre\ 12 = 1.21$$

Produciendo y comercializando malla olímpica calibre 12 (2.0x20m), se estima un ingreso de S/. 1.21 sobre el monto invertido.

$$EE\ Malla\ Calibre\ 10 = \frac{S/530.00}{(4.20 * 83) + 32 + 20 + 18}$$

$$Ef.\ Econ. Malla\ calibre\ 10 = 1.26$$

Produciendo y comercializando malla olímpica calibre 10 (2.0x20m), se estima un ingreso de S/. 1.26 sobre el monto invertido.

A continuación, se muestra la tabla n°21, en la que se muestra de forma resumida las dimensiones cuantificadas de la variable dependiente (productividad).

Tabla n.º 35. Comparación de Medición de indicadores

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ANTES	DESPUÉS	VARIACIÓN	UNIDAD			
VARIABLE INDEPENDIENTE	PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	Pronóstico de demanda	Unidades vendidas por año. Malla olímpica calibre 10	134	171	27.60%	Unidades / Mes		
			Unidades vendidas por año. Malla olímpica calibre 12	372	474	27.42%	Unidades / Mes		
		Plan Agregado de Producción	Costo de plan agregado	No hay Registro	S/. 23,565.40	100.00%	Unidades / Mes		
		Plan Maestro de Producción	Unidades promedio producidas por semana. Malla olímpica calibre 10	No hay Registro	4	100.00%	Unidades / Semana		
			Unidades promedio producidas por semana. Malla olímpica calibre 12	No hay Registro	9	100.00%	Unidades / Semana		
		Plan de Requerimiento de Materiales	Cantidad Óptima de Pedido. Alambre n° 10	No hay Registro	17	100.00%	Pedidos		
			Cantidad Óptima de Pedido. Alambre n° 12	No hay Registro	25	100.00%	Pedidos		
		VARIABLE DEPENDIENTE	PRODUCTIVIDAD	Capacidad de Producción	Número de unidades producidas por mes.	52	78	50.00%	Unidades / Mes
				Productividad: Mano de Obra	Número de unidades producidas por Hora - Hombre	0.125	0.1875	50.00%	Unidades / Hora Hombre
				Productividad: Maquinaria	Número de unidades producidas por Hora - Máquina	0.125	0.1875	50.00%	Unidades / Hora Máquina
Eficiencia Física	Relación: Peso del producto terminado / Peso de materia prima. (Malla Calibre 12)			85%	96.88%	11.88%	Efectividad Física / Unid.		
	Relación: Peso del producto terminado / Peso de materia prima. (Malla Calibre 10)			86%	97.60%	11.60%	Efectividad Física / Unid.		
Eficiencia Económica	Relación: Ingreso por ventas / Costos. (Malla Calibre 12)			1.09	1.21	10.28%	Efectividad Econ. / Unid.		
	Relación: Ingreso por ventas / Costos. (Malla Calibre 10)			1.14	1.26	11.74%	Efectividad Econ. / Unid.		

Fuente: Elaboración Propia

4.5. Análisis Económico

4.5.1. Costos de Implementación

A continuación, se analiza el costo de implementación de un sistema de planeación y control

Tabla n.º 36. Detalle de costos de implementación

DETALLE DE COSTOS PARA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
1 MANO DE OBRA						
1.1	Supervisor de producción	Mes	12	S/. 2,200.00	S/. 26,400.00	S/. 26,400.00
2 EQUIPOS						
2.1	Laptop	Unid	1	S/. 2,200.00	S/. 2,200.00	S/. 2,200.00
3 INSUMO PARA MÁQUINA						
3.1	Lubricante Cam 2	Unid	1	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00
4 ARTÍCULOS DE OFICINA						
4.3	Pizarra Acrílica	Unid	1	S/. 180.00	S/. 180.00	
4.4	Plumones para pizarra	Unid	3	S/. 6.00	S/. 18.00	
4.5	Borrador para pizarra	Unid	1	S/. 8.00	S/. 8.00	
4.6	Papel Bond	Millar	1	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 277.00
4.7	Engrampador	Unid	1	S/. 14.00	S/. 14.00	
4.8	Perforador	Unid	1	S/. 12.00	S/. 12.00	
4.9	Lapiceros	Unid	10	S/. 2.50	S/. 25.00	
6 OTROS GASTOS						
6.1	Energía Eléctrica	Mes	12	S/. 180.00	S/. 2,160.00	S/. 2,304.00
6.2	Agua	Mes	12	S/. 12.00	S/. 144.00	
COSTO TOTAL DE LA IMPLEMENTACIÓN						S/. 31,331.00

Fuente: Elaboración Propia

DESCRIPCIÓN	AÑO: 0	AÑO: 1	AÑO: 2	AÑO: 3	AÑO: 4	AÑO: 5
MANO DE OBRA	S/. 26,400.00	S/. 26,400.00	S/. 26,400.00	S/. 26,400.00	S/. 26,400.00	S/. 26,400.00
Supervisor de Producción	S/. 26,400.00	S/. 26,400.00	S/. 26,400.00	S/. 26,400.00	S/. 26,400.00	S/. 26,400.00
EQUIPOS	S/. 2,200.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00	S/. 0.00
Laptop	S/. 2,200.00					
INSUMO PARA MÁQUINA	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00
Lubricante para maquinado Cam 2	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00	S/. 150.00
ARTÍCULOS DE OFICINA	S/. 277.00	S/. 63.00	S/. 63.00	S/. 63.00	S/. 63.00	S/. 63.00
Pizarra Acrílica	S/. 180.00					
Plumones para pizarra	S/. 18.00	S/. 18.00	S/. 18.00	S/. 18.00	S/. 18.00	S/. 18.00
Borrador para pizarra	S/. 8.00					
Papel Bond	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00	S/. 20.00
Engrapador	S/. 14.00					
Perforador	S/. 12.00					
Lapiceros	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00	S/. 25.00
OTROS GASTOS	S/. 2,304.00	S/. 2,304.00	S/. 2,304.00	S/. 2,304.00	S/. 2,304.00	S/. 2,304.00
Energía Eléctrica	S/. 2,160.00	S/. 2,160.00	S/. 2,160.00	S/. 2,160.00	S/. 2,160.00	S/. 2,160.00
Agua	S/. 144.00	S/. 144.00	S/. 144.00	S/. 144.00	S/. 144.00	S/. 144.00
TOTAL DE GASTOS	S/. 31,331.00	S/. 28,917.00	S/. 28,917.00	S/. 28,917.00	S/. 28,917.00	S/. 28,917.00

4.5.2. Análisis económico – Escenario Optimista

En el escenario optimista se considera la implementación del 100% del diseño de propuesta de mejora.

4.5.2.1. Beneficios por ahorros e ingresos al ejecutar la Implementación

- **Beneficio Anual por Ahorro: Materia Prima**

Tabla n.º 38. Beneficio anual: Ahorro en Materia Prima

Beneficio Anual: Materia Prima					
Tipo de Malla Olímpica	Costo unitario sin Propuesta de mejora	Costo unitario Propuesta de mejora	Producción Anual	Ahorro Por Unidad	Ahorro Anual
Malla Olímpica Calibre 10	S/. 394.80	S/. 348.60	171	S/. 46.20	S/. 7,900.20
Malla Olímpica Calibre 12	S/. 306.60	S/. 268.80	454	S/. 37.80	S/. 17,161.20
Total Beneficio - Materia Prima					S/. 25,061.40

Fuente: Elaboración Propia

- **Beneficio Anual por ahorro: Mano de obra**

Tabla n.º 39. Beneficio anual obtenido por ahorro en mano de obra

Beneficio Anual : Mano de Obra				
Tipo de Malla Olímpica	Producción Anual	Costo unitario sin Propuesta de mejora	Costo unitario Propuesta de mejora	Ahorro Anual
Malla Olímpica Calibre 10	171	S/. 6,412.50	S/. 4,275.00	S/. 2,137.50
Malla Olímpica Calibre 12	454	S/. 17,025.00	S/. 11,362.50	S/. 5,662.50
Total Beneficio - Mano de Obra				S/. 7,800.00

Fuente: Elaboración Propia

- **Beneficio Anual por ahorro: Maquinaria**

Tabla n.º 40. Beneficio anual Obtenido por ahorro en maquinaria.

Beneficio: Maquinaria				
Tipo de Malla Olímpica	Producción Anual	Costo unitario sin Propuesta de mejora	Costo unitario Propuesta de mejora	Ahorro Anual
Malla Olímpica Calibre 10	171	S/. 3,420.00	S/. 2,280.00	S/. 1,140.00
Malla Olímpica Calibre 12	454	S/. 9,080.00	S/. 6,060.00	S/. 3,020.00
Total Beneficio - Mano de Obra				S/. 4,160.00

Fuente: Elaboración Propia

- **Ingreso anual por ventas**

Tabla n.º 41. Ingreso anual por ventas

INGRESO ANUAL POR VENTAS			
Tipo de Malla Olímpica	Producción Anual	Precio de venta	Costo unitario Propuesta de mejora
Malla Olímpica Calibre 10	171	S/. 530.00	S/. 90,630.00
Malla Olímpica Calibre 12	454	S/. 410.00	S/. 186,140.00
Total ingreso por ventas			S/. 276,770.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n.º 42. Resumen de beneficios obtenidos por año

RESUMEN DE BENEFICIOS POR AÑO	
Descripción	Beneficio Anual
Beneficio - Materia Prima	S/. 25,061.40
Beneficio Mano de Obra	S/. 7,800.00
Beneficio - Maquinaria	S/. 4,160.00
Ingreso - Ventas	S/. 276,770.00
Beneficio Total Anual	S/. 313,791.40

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la tabla n°. 43 se muestra los beneficios proyectados al implementar la propuesta de mejora, durante el periodo de 5 años

Tabla n.º 43. Beneficios proyectados – Escenario Óptimista

Beneficios	Año:1	Año: 2	Año:3	Año:4	Año:5
Proyectados	S/. 313,791.40	S/. 313,791.40	S/. 313,791.40	S/. 313,791.40	S/. 313,791.40

A continuación, en la tabla n°. 28 se muestra los beneficios obtenidos al implementar la propuesta de mejora, durante el periodo de 5 años

Tabla n.º 44. Flujo de Caja proyectado – Escenario Optimista

Año: 0	Año: 1	Año: 2	Año: 3	Año: 4	Año: 5
-S/. 31,331.00	S/. 284,874.40	S/. 284,874.40	S/. 284,874.40	S/. 284,874.40	S/. 284,874.40

4.5.2.2. Tasa COK

Según la información obtenida en el estado de situación financiera y estado de ganancias y pérdidas de la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL, se realiza el cálculo del valor COK, mediante la siguiente fórmula.

$$CPPC = WACC = \frac{D}{D + C} \times Kd \times (1 - T) + \frac{C}{D + C} \times Ke$$

Donde:

CPPC= Costo promedio ponderado de capital

D= Deuda

K= Capital

Kd= Costo deuda 14.46%

T= Impuesto a la renta 30%

Ke= Rentabilidad Accionista 58.86%

DEUDA	605,000	57%
CAPITAL	463,500	43%
TOTAL	1,068,500	100%

CPPC= 31.26%

Tabla n.º 45. Indicadores Económicos – Escenario Optimista

INDICADORES ECONÓMICOS	
COK	31.26%
VA	S/. 677,421.42
VAN	S/. 646,090.42
TIR	909%
IR	21.62

VAN > 0, se acepta la inversión.

TIR > COK, Se acepta la inversión.

IR > 1, Se acepta la inversión.

Debido a que los indicadores económicos son aceptables, se sustenta la viabilidad de la inversión, obteniendo S/. 20.62 de rentabilidad, por cada unidad monetaria invertida.

4.5.3. Análisis económico – Escenario Pesimista

En el escenario pesimista se considera que no se ha implementado las propuestas de mejora con respecto a la maquinaria. En consecuencia, no se estima los beneficios obtenidos por ahorro, si no únicamente el ingreso anual por ventas.

A continuación, en la tabla n.º. 46 se detalla el ingreso anual por ventas, como único beneficio.

Tabla n.º 46. Ingreso Anual por Ventas – Escenario Optimista

INGRESO ANUAL POR VENTAS			
Tipo de Malla Olímpica	Producción Anual	Precio de venta	Costo unitario Propuesta de mejora
Malla Olímpica Calibre 10	171	S/. 530.00	S/. 90,630.00
Malla Olímpica Calibre 12	454	S/. 410.00	S/. 186,140.00
Total ingreso por ventas			S/. 276,770.00

A continuación, en la tabla n°. 47 se muestra los beneficios obtenidos al implementar la propuesta de mejora, durante el periodo de 5 años

Tabla n.° 47. Beneficios proyectados – Escenario Pesimista

Beneficios	Año:1	Año: 2	Año:3	Año:4	Año:5
Proyectados	S/. 276,770.00	S/. 276,770.00	S/. 276,770.00	S/. 276,770.00	S/. 276,770.00

A continuación, en la tabla n°. 28 se muestra los beneficios obtenidos al implementar la propuesta de mejora, durante el periodo de 5 años

Tabla n.° 48. Flujo de Caja proyectado – Escenario Pesimista

Año: 0	Año: 1	Año: 2	Año: 3	Año: 4	Año: 5
-S/. 31,331.00	S/. 247,853.00	S/. 247,853.00	S/. 247,853.00	S/. 247,853.00	S/. 247,853.00

Tabla n.° 49. Indicadores Económicos – Escenario Pesimista

INDICADORES ECONÓMICOS	
COK	31.26%
VA	S/. 589,385.82
VAN	S/. 558,054.82
TIR	791%
IR	18.81

VAN > 0, se acepta la inversión.

TIR>COK, Se acepta la inversión.

IR>1, Se acepta la inversión.

Debido a que los indicadores económicos son aceptables, se sustenta la viabilidad de la inversión, obteniendo S/. 17.81 de rentabilidad, por cada sol invertido.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

Mediante la propuesta de un sistema de planificación y control de la producción, se puede afirmar que la productividad de la línea de producción de malla olímpica de la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL, mejorará considerablemente según se fundamenta a continuación.

Inicialmente se analizó la productividad de la línea de producción de mallas olímpicas de la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL. Se determinó que existen problemas de baja productividad, básicamente en cuanto a la maquinaria, lo cual genera consecuencias de baja productividad en los aspectos de: capacidad de producción, mano de obra, eficiencia física y eficiencia económica.

Los problemas determinados fueron: que no existe un sistema implementado de planificación y control de la producción, la gestión de la producción se realiza empíricamente. Así mismo la máquina de producción de malla olímpica opera a una velocidad relativamente lenta y debido al no uso de lubricante, se está generando un desperdicio considerable de materia prima.

Al realizar la medición de los indicadores de las variables dependiente (productividad), se obtuvo los siguientes resultados: la capacidad de producción de 48 rollos de malla olímpica por mes, productividad respecto a la mano de obra y maquinaria de 0.1250 rollos de malla olímpica por hora hombre y hora máquina respectivamente, eficiencia física de 85% para la malla calibre 12 y 86% para malla calibre 10; eficiencia económica de 10.72% para la malla olímpica calibre 12 y eficiencia económica de 14.86% para la malla olímpica calibre 10.

En cuanto a los indicadores de la variable independiente (planeamiento y control de la producción), los resultados fueron que no hay registro, debido a que no se ha implementado un sistema de planificación y control de la producción, sin embargo, los indicadores contemplados son: pronóstico de demanda, plan agregado de producción, plan maestro de producción y plan de requerimiento de materiales.

Ante la evidencia de que existen problemas de baja productividad, se diseñó un sistema de planificación y control, para mejorar la productividad de la línea de producción de mallas olímpicas. En el plan de mejora se propuso inicialmente ejecutar dos aspectos de mejora en la máquina de producción de mallas. El primer aspecto fue de emplear lubricante para maquinado durante la operación de la máquina, para evitar la generación de desperdicios, el segundo aspecto de mejora fue realizar la modificación de la velocidad de operación, desde los 100 rpm, hasta los 300 rpm. Con esta nueva velocidad de operación se estima el incremento considerable en la capacidad de producción

Mediante la ejecución del diseño de la propuesta de mejora, se demostró que es posible generar incremento en la productividad, al optar por el uso de lubricante para maquinado en el funcionamiento de la máquina, así mismo realizar el incremento de la velocidad de operación de la referida máquina. Los resultados fueron el incremento de la productividad con respecto a

maquinaria, mano de obra, eficiencia física y eficiencia económica. Se demuestra que la capacidad de la línea de producción se incrementó en 24 unidades al mes, pasando de 48 a 72 unidades por mes. Así mismo se generó un incremento de la productividad de mano de obra y maquinaria, incrementando de 0.1250 a 0.1875 unidades por hora hombre y hora máquina respectivamente. La eficiencia física incremento a 96.88% para la malla olímpica calibre 12 y a 97.6% la malla olímpica calibre 10, representando una variación positiva de 11.88% y 11.6% respectivamente. Así mismo la eficiencia económica incremento a 21% para la malla olímpica calibre 12 y a 26.6% la malla olímpica calibre 10, representando una variación positiva de 10.28% y 11.74% respectivamente.

En cuanto a la variable independiente (planificación y control de la producción), se empezó por analizar de las ventas históricas, para determinar la ecuación de la recta que determina la tendencia de la demanda. De esta manera se logró determinar los pronósticos de demanda para los dos tipos de malla olímpica (calibre 10 y calibre 12), mediante la elección del método de proyección de tendencia.

A partir de los pronósticos de demanda, se realizó los planes agregados de producción, considerando las opciones de inventarios variables y empleo de horas extras. Luego se determinó el mejor plan agregado de producción, el cual fue la opción de considerar horas extras. El costo del plan elegido es de S/. 23,545.80, lo que representa S/. 473.20 menos que el otro plan de producción agregada.

Se elaboró el plan maestro de producción, el cual es un calendario de producción, en el que se visualiza semanalmente las necesidades de producción de los dos tipos de malla olímpica. Mediante el plan maestro de producción se facilita la determinación de las cantidades necesarias de materia prima por cada semana del año.

El diseño de la propuesta concluye con la planificación de requerimiento de materiales, el cual se determinó a partir del plan maestro de producción, de manera semanal. Se realizó el cálculo de kilogramos de alambre galvanizado para cada semana, teniendo en cuenta el inventario inicial del periodo.

Finalmente se demostró la viabilidad de la propuesta de implementación, mediante análisis económico, particularmente con la metodología beneficio / costo. Los ahorros anuales al implementar la propuesta, son de S/. 313,791.40

CONCLUSIONES.

- Se diseñó un sistema de planificación y control de la producción para mejorar la productividad de la línea de producción de mallas olímpicas en la empresa estructuras y montaje José Gálvez SRL.
- Se realizó un análisis con respecto a la productividad en la línea de producción de mallas olímpicas en la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL.
- Se diseñó un sistema de planificación y control de la producción en el área de producción de mallas olímpicas de la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL.
- Se analizó y discutió los resultados obtenidos luego de aplicar el sistema de planificación y control de la producción en la línea de producción de mallas olímpicas en la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL.
- Se realizó la evaluación económica de la propuesta de mejora a través de la metodología beneficio / costo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa Estructuras y Montaje José Gálvez SRL aplicar la presente investigación a la línea de producción de mallas olímpicas, para mejorar la productividad. Así mismo emplear como referencia para mejorar la productividad en las otras líneas de producción que cuenta la referida empresa.
- Realizar un control permanente de los indicadores de productividad, para que se realicen los ajustes respectivos en caso de que se presente variaciones negativas.
- Realizar un seguimiento permanente al sistema de planificación y control para detectar posibles variaciones. Así mismo el término del horizonte de planificación, realizar nuevamente pronósticos de demanda para que se realice nuevamente la planificación de la producción del siguiente periodo.
- Se recomienda realizar un plan de mantenimiento para la máquina de producción de mallas olímpicas.
- Se recomienda a futuros investigadores, considerar como referencia a la presente investigación, ya que en su contenido presenta herramientas de ingeniería Industrial para la planificación de la producción.

REFERENCIAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Vollman, T. (2008). *Planeación y control de la producción*. México: MCGRAW HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Krajewski, L., & Ritzman, L. (2008). *Administración de Operaciones: Procesos y Cadenas de Valor*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Heizer, J., & Render, B. (2005). *Principios de Administración de Operaciones*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Nahmias, S. (2007). *Análisis de la Producción y Operaciones*. México: MCGRAW HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Chase, R., Jacobs, F., & Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros*. México: MCGRAW HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Chapman, S.N. (2006). *Planificación y Control de la Producción*. México: PEARSON EDUCACIÓN

Cuatresacas, LI. (2011). *Organización de la Producción y Dirección de Operaciones*. Argentina: EDICIONES DÍAZ DE SANTOS

Hopeman, R. (2005). *Administración de Producción y Operaciones*. México: COMPAÑÍA EDITORIA CONTINENTAL.

Heizer, J., & Render, B. (2007). *Dirección de la producción y Operaciones*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN.

REFERENCIAS DE TESIS

- Benites A. (2013). *“Propuesta de planeamiento y control de producción para el proceso productivo de pimiento california en conserva en la empresa agroindustrial Danper Trujillo S.A.C”*. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.
- Estefanía, C.M. (2013). *Diseño e Implementación de un sistema de planeamiento y control de operaciones en la empresa embotelladora Chávez S.A.C para mejorar su productividad*. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial, Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Lloret Molina, J.F. (2014). *Propuesta para implementar un modelo de planificación y control de la producción en la empresa Isollanta Cía. LTDA*. Tesis para optar título de Ingeniero Industrial, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca.
- Revollo Gaviria, I. & Suarez Alonso, J. (2009). *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*. Tesis para optar título de Ingeniero Industrial, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá –Colombia.

ANEXOS

ANEXO 1: Formato de la entrevista – Gerente: Carlos Cabanillas Torres.

1. ¿Qué formatos de malla olímpica produce actualmente?
2. ¿Cuáles son los materiales que intervienen en la producción?
3. ¿Cuántos trabajadores están involucrados en el área de fabricación de malla olímpica?
4. ¿Cuál es el método para determinar los niveles de producción?
5. ¿Cuántas máquinas son necesarias para producir malla olímpica?
6. ¿Conoce los tiempos de operación de la máquina?
7. ¿Dispone de datos de ventas de meses pasados?
8. ¿Cómo se determina los niveles de producción?
9. ¿Se dispone de cifras de producción semanal y/o mensual?
10. ¿Cómo es el manejo del pedido de materiales?
10. ¿El personal cuenta con la capacitación adecuada en el manejo de la máquina?
11. ¿Considera que hay problemas que necesite mejorar? ¿Cuáles son?

ANEXO 2: Procedimiento de entrevista – operador: Rafael Ordoñez García

1. ¿Qué cantidad de malla olímpica se produce por cada turno?
2. ¿La cantidad de producción por turno varía según el tipo de malla?
3. ¿La máquina podría producir mayor cantidad de malla olímpica por turno?
4. ¿Por qué emplean refrigerante mezclado con detergente en la fabricación?
5. ¿Se encuentra capacitado?

ANEXO 3: Producto: Malla olímpica Galvanizada



Figura n.º 16 Rollos de malla olímpica de alambre galvanizado

Fuente: Administración Estructuras y Montaje José Gálvez SRL

ANEXO 4: Producto: Características de Malla olímpica

Tabla n.º 50. Características de Malla Olímpica

Tipo de malla olímpica	Alto (m)	Contenido (20m)	Grosor de alambre (mm)
Malla olímpica calibre 10	2	20	3.4
Malla olímpica calibre 12	2	20	2.7

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 4: Producción de Malla Olímpica



Figura n.º 17. Producción de Malla Olímpica

Fuente: Administración Estructuras y Montaje José Gálvez SRL

ANEXO 5: Tiempos de operación – máquina de producción de mallas

Tabla n.º 51. Tiempos de operación en la producción de malla olímpica

Tiempos de Operación de Máquina - Por Rollo de Malla	
Operación	Tiempo (minutos)
Tejido de malla	480
Corte	3
Doblado de extremos	8
Enrollado	3

Fuente: Administración Estructuras y Montaje José Gálvez SRL

ANEXO 6: Guía de observación – área de producción de mallas

Tabla n. ° 52. Guía de Observación

GUÍA DE OBSERVACIÓN	
<p>Empresa: Estructuras y Montaje José Gálvez SRL. Área: Producción de malla olímpica. Tarea Observada: Fabricación de malla olímpica. Observador: Orlando López Llanos. Fecha: 03/04/2017</p>	
1.	<p>¿Qué proceso se está observando? Fabricación de malla olímpica calibre 12</p>
2.	<p>¿Qué máquinas interviene en el proceso? Tan solo interviene una máquina, la cual realiza 4 operaciones repetitivas.</p>
3.	<p>¿Qué operaciones realiza la máquina? Realiza los procesos de: Tejido de alambre, corte de alambre, doblado de extremos de malla y enrollado de malla olímpica.</p>
4.	<p>¿Qué materiales ingresan a producción? Se emplea: Alambre galvanizado, mezcla de refrigerante – detergente.</p>
5.	<p>¿Cómo funciona la máquina? Funciona mediante motores eléctricos trifásicos, presenta un tablero de control, desde el cual el operador presiona los diversos pulsadores para realizar el mando a los motores. Se aprecia que la velocidad de la operación de tejido, es considerablemente lenta. Los operarios afirman que la mezcla de refrigerante con detergente sirve para generar suavidad en las partes metálicas en las que hay fricción.</p>
6.	<p>¿Qué cantidad de personal interviene en la fabricación? Sólo interviene un operador por cada turno de trabajo.</p>
7.	<p>¿Existe inventario de materiales? Sí, pero solo el necesario para cubrir el pedido del cliente.</p>

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 7: Estado de situación financiera – Estructuras y montaje José Gálvez SRL

ESTRUCTURAS Y MONTAJE JOSÉ GÁLVEZ SRL	
BALANCE GENERAL - CONSOLIDADO	
Activos	2016
Activos corrientes	
Efectivo y Equivalentes al Efectivo	S/. 190,000.00
Otros Activos Financieros	S/. 50,000.00
Cuentas por cobrar comerciales y otras cuentas por cobrar	S/. 31,000.00
Cuentas por Cobrar Comerciales (neto)	S/. 30,000.00
Otras Cuentas por Cobrar (neto)	S/. 12,000.00
Cuentas por Cobrar a Entidades Relacionadas	S/. 17,000.00
Anticipos	S/. 10,000.00
Inventarios	S/. 12,300.00
Gastos pagados por anticipados	S/. 15,000.00
Activos por Impuestos a las Ganancias	S/. 9,000.00
Otros Activos no financieros	S/. 7,000.00
Activos no Corrientes para su Disposición Clasificados como Mantenidos para la Venta	S/. 35,000.00
Total Activos Corrientes	S/. 418,300
Activos No Corrientes	
Otros Activos Financieros	S/. 75,000.00
Inversiones Contabilizadas Aplicando el Método de la Participación	S/. 60,000.00
Otras Cuentas por Cobrar	S/. 4,000.00
Propiedades, Planta y Equipo (neto)	S/. 740,000.00
Total Activos No Corrientes	S/. 879,000
TOTAL DE ACTIVOS	S/. 1,297,300
Pasivos y Patrimonio	
Pasivos Corrientes	
	T
Otros Pasivos Financieros	S/. 530,000.00
Cuentas por pagar comerciales y otras cuentas por pagar	S/. 10,000.00
Cuentas por Pagar Comerciales	S/. 4,000.00
Otras Cuentas por Pagar	S/. 5,000.00
Cuentas por Pagar a Entidades Relacionadas	S/. 8,000.00
Ingresos diferidos	S/. 15,000.00
Provisión por Beneficios a los Empleados	S/. 10,000.00
Otras provisiones	S/. 5,000.00
Pasivos por Impuestos a las Ganancias	S/. 2,000.00
Total de Pasivos Corrientes para su Disposición Clasificados como Mantenidos para la Venta	S/. 150,000.00
Total Pasivos Corrientes	S/. 739,000
Pasivos No Corrientes	
Otros Pasivos Financieros	S/. 75,000.00
Cuentas por pagar comerciales y otras cuentas por pagar	S/. 1,000.00
Ingresos Diferidos	S/. 1,500.00
Provisión por Beneficios a los Empleados	S/. 10,000.00
Pasivos por impuestos diferidos	S/. 13,000.00
Total Pasivos No Corrientes	S/. 100,500
Total Pasivos	S/. 839,500
Patrimonio	
Capital Emitido	S/. 200,000.00
Acciones de Inversión	S/. 89,000.00
Otras Reservas de Capital	S/. 30,000.00
Resultados Acumulados	S/. 60,500.00
Otras Reservas de Patrimonio	S/. 10,000.00
Participaciones No Controladoras	S/. 74,000.00
Total Patrimonio	S/. 463,500
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	S/. 1,303,000

RESUMEN	
Total Activos Corrientes	S/. 418,300
Total Activos No Corrientes	S/. 879,000
TOTAL DE ACTIVOS	S/. 1,297,300
Total Pasivos Corrientes	S/. 739,000
Total Pasivos No Corrientes	S/. 100,500
Total Pasivos	S/. 839,500
Total Patrimonio	S/. 463,500
TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	S/. 1,303,000

Figura n.º 18. Balance General

Fuente: Administración Estructuras y Montaje José Gálvez SRL

ANEXO 8: Estado de Resultados – Estructuras y montaje José Gálvez SRL

ESTADO DE RESULTADOS - CONSOLIDADO	
ESTRUCTURAS Y MONTAJE JOSÉ GÁLVEZ SRL	
CUENTA	2016
Total de Ingresos de Actividades Ordinarias	S/. 300,000
Costo de Ventas	S/. 130,000.00
Ganancia (Pérdida) Bruta	S/. 430,000
Gastos de Ventas y Distribución	S/. -70,000.00
Gastos de Administración	S/. -65,000.00
Otros Ingresos Operativos	S/. 5,000.00
Otros Gastos Operativos	S/. -50,000.00
Ganancia (Pérdida) Operativa	S/. 250,000
Gastos Financieros	S/. -20,000.00
Diferencias de Cambio neto	S/. 50,000.00
Resultado antes de Impuesto a las Ganancias	S/. 280,000
Gasto por Impuesto a las Ganancias	S/. -10,000.00
Ganancia (Pérdida) Neta de Operaciones Continuas	S/. 270,000.00
Ganancia (Pérdida) Neta del Ejercicio	S/. 270,000

Figura n.º 19. Estado de Resultados

Fuente: Administración Estructuras y Montaje José Gálvez SRL

ANEXO 9: Cálculo: Costo Promedio de Capital – Estructuras y montaje José Gálvez SRL

LEYENDA	
D= Deuda	57%
K= Capital	43%
Kd= Costo Deuda	14.46%
T= Impuesto a la Renta	30%
Ke= Rentabilidad Accionista= ROE	58.86%

$$CPPC = WACC = \frac{D}{D+C} \times Kd \times (1 - T) + \frac{C}{D+C} \times Ke$$

DEUDA	605,000	57%
CAPITAL	463,500	43%
TOTAL	1,068,500	100%

RENTA NETA IMPONIBLE	280,000.00
IMP. A LA RENTA	7,200.00
TOTAL	272,800.00

ROE	UTILIDAD NETA	272,800.00
	TOTAL PATROMONIO	463,500.00
		58.86%

COSTO PROMEDIO PONDERADO DE CAPITAL	
CPPC	31.26%

Figura n.º 20. Cálculo de Costo Promedio de Capital

Fuente: Elaboración Propia