



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA
TECNIBISAGRAS**

Trabajo de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial.

Autor:

Ibarra Esmeraldas Jenny Consuelo

Tutor Académico:

Ing. Salazar Cueva Edison Patricio Msc.

LATACUNGA – ECUADOR

AGOSTO - 2022



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Yo **Ibarra Esmeraldas Jenny Consuelo** declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TECNIBISAGRAS”**, siendo el Ing. Edison Salazar Cueva Msc. el tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Ibarra Esmeraldas Jenny Consuelo

CC. 172584536-4



AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“DISEÑO DE UN PLAN MAESRO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TECNIBISAGRAS”, de Ibarra Esmeraldas Jenny Consuelo, de la carrera de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS** de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2022



Tutor académico
Ing. Edison Patricio Salazar Cueva MsC.

CC: 050184317-1



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**, y por la **FACULTAD de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**; por cuanto, la postulante: **Ibarra Esmeraldas Jenny Consuelo** con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TECNIBISAGRAS”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 23 de agosto de 2022

Para constancia firman:



Presidente
Ing. Angel Marcelo Tello Condor Msc.
CC: 0501518559



Lector 2
Ing. Milton Eduardo Herrera Tapia Msc.
CC: 0501503312



Lector 3
Msc. Lilia Cervantes Rodríguez
CC: 1757274376

AGRADECIMIENTO

Dios gracias a tu bondad y amor me permites sonreír por este gran logro a lado de mis seres queridos.

La vida tiene muchos retos y uno de ellos es la formación académica en donde no solo es un reto, más bien una base para el entendimiento de los grandes desafíos que presenta la vida por ello agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi que gentilmente me abrió sus puertas y junto con sus docentes guiaron mi camino.

A mis padres por haberme forjado como la persona que soy ya que muchos de mis logros se los debo a ustedes por apoyarme en todo momento y me motivaron a alcanzar mis sueños.

Una afectuosa gratitud a mis amigos Liz y en especial a Ronald que ha llegado a mi vida como una mano derecha demostrando todo su apoyo incondicional, al igual que todos los buenos momentos pasados.

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Francisco y Carmen ya que han sido mi apoyo primordial pues sin ellos no lo habría logrado por que su bendición a lo largo de mi vida me protege y me guía encontrando siempre una solución en todo momento.

A mi mayor tesoro Scarlett y Jesús, gracias porque son mi inspiración y fortaleza ya que un solo gesto de cariño me da las fuerzas necesarias para luchar y conseguir mis metas por lo que todos mis esfuerzos son por ustedes y para ustedes.

Jen Ibarra

ÍNDICE

PORTADA	I
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE TITULACION	II
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACION	III
AGRADECIMIENTO	IV
1.1 RESUMEN	XIV
ABSTRACT	XV
INFORMACIÓN PERSONAL	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.2 EL PROBLEMA	3
1.2.1 PROBLEMÁTICA	3
1.2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 BENEFICIARIOS	4
1.3.1 BENEFICIARIOS DIRECTOS	4
TABLA 1.1 BENEFICIARIOS DIRECTOS DEL PROYECTO.	4
1.3.2 BENEFICIARIOS INDIRECTOS:	4
TABLA 1.2 BENEFICIARIOS INDIRECTOS DEL PROYECTO.	4
1.2 JUSTIFICACIÓN	5
1.5 HIPÓTESIS	6
TABLA 1.3 VARIABLES DE LA HIPOTESIS	6
1.6 OBJETIVOS	6
1.6.1 GENERAL	6
1.6.2 ESPECÍFICOS	6
1.7 SISTEMA DE TAREAS	7
TABLA 1.4 SISTEMAS DE TAREAS POR OBJETIVOS	7
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
2.1 ANTECEDENTES	8
2.1.1 <i>La empresa</i>	8
TABLA 2.1 PRODUCTOS DE LA EMPRESA TECNIBISAGRAS	9

2.1.1.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	9
FIG. 2.1: ESTRUCTURA ORGANIZACIÓN	10
2.1.1.2 Localización	10
FIG. 2.2: UBICACIÓN DE LA EMPRESA	11
2.1.2 Antecedentes de estudio	11
2.2 MARCO REFERENCIAL	14
FIG. 2.3: SISTEMA DE PRODUCCIÓN	14
2.2.1 PRODUCCIÓN	15
2.2.2 PROCESO	15
2.2.3 SISTEMA DE PRODUCCIÓN	15
2.2.3.1 Tipos básicos de producción	16
2.2.4 Administración de la demanda	17
2.2.5 PRONÓSTICOS DE LA DEMANDA	18
FIG. 2.4: PRONÓSTICO DE LA DEMANDA	19
FIG. 2.5: ETAPAS PARA REALIZAR UN PLAN DE PRODUCCIÓN	22
2.3 ESTADO DEL ARTE	22
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	25
3.1 METODOLOGÍA	25
FIG. 3.1: ETAPAS DE LA PROPUESTA	26
3.1.1 Levantamiento de información	26
3.1.2 Flujo de Proceso	27
3.1.3 Diagnóstico de la situación actual	28
3.1.4 Plan agregado de producción	28
3.1.5 Pronóstico de demanda	28
3.1.6 Plan Maestro de Producción	28
3.1.7 Plan requerimiento de materiales	29
3.1.8 Tipo De Investigación	29
3.1.9 Métodos de investigación	30
3.2 TÉCNICA E INSTRUMENTO	30
3.2.1 TÉCNICA	30
3.2.2 MATERIALES E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN	31
3.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	32

3.3.1 RESULTADO DEL OBJETIVO 1	32
3.3.1.1 <i>Situación actual de la empresa</i>	32
FIGURA 3.2 LAYOUT DE LA EMPRESA TECNIBISAGRAS	33
FIGURA 3.3: DIAGRAMA DE ISHIKAWA	36
FIGURA 3.4: ÁRBOL DE PROBLEMAS	37
3.3.1.2 <i>Recursos productivos</i>	38
FIGURA 3.5: PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE	38
FIGURA 3.6: EJES DE ACERO INOXIDABLE	39
FIGURA 3.7: VARILLAS REDONDAS DE HIERRO	39
3.3.1.3. <i>Procesos de producción de la empresa TECNIBISAGRAS</i>	40
3.3.1.3.1 <i>Fabricación de Rodamientos</i>	40
3.3.1.4 <i>DIAGRAMA DE FLUJO</i>	41
FIGURA 3.8 DIAGRAMA DE FLUJO RODACHINES	42
	42
3.3.1.5 <i>Fabricación de bisagras tipo hembras y machos</i>	43
FIGURA 3.9 DIAGRAMA DE FLUJO BISAGRAS	44
3.3.1.6. <i>Cursograma analítico de procesos</i>	45
TABLA 3.1 SIMBOLOGÍA DEL CURSOGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS	45
TABLA 3.2 DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS DE LA FABRICACIÓN DE RUEDAS	47
TABLA 3.3 DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS DE LA FABRICACIÓN DE BASES Y ARMADO DE RODACHINES	48
TABLA 3.4 DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS DE LA FABRICACIÓN DE BISAGRAS HEMBRAS	49
TABLA 3.5 DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS DE LA FABRICACIÓN DE BISAGRAS MACHO	50
TABLA 3.6 DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS DE LAVADO Y ARMADO DE BISAGRAS	51
3.3.2 RESULTADO DEL OBJETIVO 2	52
3.3.2.1 <i>Capacidad de producción</i>	52
3.3.2.1.1 <i>Capacidad de producción de rodachines</i>	54
TABLA 3.7 CAPACIDAD INSTALADA DE RODACHINES	54
3.3.2.1.2 <i>Capacidad de producción de Bisagras</i>	55
TABLA 3.8 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE BISAGRAS	55
3.3.2.2 DEMANDA	56

3.3.2.2.1 <i>Pronóstico de la demanda</i>	56
TABLA 3.9 REGISTRO DE DEMANDA DE RODACHINES	56
TABLA 3.10 ÍNDICE ESTACIONAL	57
TABLA 3.11 CALCULO DE LA TENDENCIA	58
FIGURA 3.10 GRÁFICO DE LA TENDENCIA	58
3.3.2.2.1.3 <i>Pronóstico de rodachines</i>	59
TABLA 3.12 PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR MÍNIMOS CUADRADOS	59
3.3.2.2.1.4 <i>PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE BISAGRAS</i>	59
TABLA 3.13 REGISTRO DE LA DEMANDA DE BISAGRAS	59
TABLA 3.14 ÍNDICE ESTACIONAL DE BISAGRAS	60
3.3.2.2.1.5 <i>Cálculo de la tendencia de bisagras</i>	60
TABLA 3.15 CALCULO DE LA TENDENCIA DE BISAGRAS	60
FIGURA 3.11 GRÁFICO DE LA TENDENCIA DE BISAGRAS	61
3.3.2.2.1.6 <i>Pronóstico de bisagras</i>	61
TABLA 3.16 PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE BISAGRAS POR MÍNIMOS CUADRADOS	61
3.3.2.3 <i>PLANEACIÓN AGREGADA</i>	62
3.3.2.3.1 <i>Planeación agregada de Rodachines</i>	62
TABLA 3.17 DATOS DE LA FABRICACIÓN DE RODACHINES	62
TABLA 3.18 PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN DE RODACHINES	63
3.3.2.3.2 <i>Planeación agregada de bisagras</i>	64
TABLA 3.19 DATOS DE LA FABRICACIÓN DE BISAGRAS	64
TABLA 3.20 PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN DE BISAGRAS	64
3.3.3 <i>RESULTADO DE OBJETIVO 3</i>	65
3.3.3.1 <i>Capacidad de la planta</i>	65
TABLA 3.21 RESUMEN DE LA CAPACIDAD TEÓRICA	65
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	65
FIGURA 3.12 CAPACIDAD TEÓRICA DE LA PLANTA	65
TABLA 3.22 RESUMEN DE LA CAPACIDAD REAL DE LA PLANTA	66
FIGURA 3.13 CAPACIDAD REAL DE LA PLANTA	66

3.3.3.2 <i>Previsión de ventas</i>	67
TABLA 3.23 PREVISIÓN DE VENTAS	68
3.3.3.3 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN ACTUAL	69
TABLA 3.24 PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN	70
TABLA 3.25 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN COMPARATIVO CON PREVENTAS Y LA CAPACIDAD REAL	66
TABLA 3.26 ANÁLISIS ACTUAL DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA	66
FIGURA 3.14 PREVENTAS Y CAPACIDAD REAL DE PRODUCCIÓN MENSUAL	67
FIGURA 3.15 PREVENTAS Y CAPACIDAD REAL DE PRODUCCIÓN MENSUAL CON NIVELACIÓN POR EXCEDENTES	67
3.3.3.4 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PROPUESTO	68
TABLA 3.27 CAPACIDAD DE LA PLANTA CON ESTRATEGIAS IMPLEMENTADAS	68
FIGURA 3.16 CAPACIDAD REAL CON PROPUESTAS DE ESTRATEGIAS	69
TABLA 3.28 PLAN MAESTRO COMPARATIVO ENTRE PREVENTAS Y LA CAPACIDAD PROPUESTA	69
TABLA 3.29 PLAN MAESTRO COMPARATIVO ENTRE PREVENTAS Y LA CAPACIDAD PROPUESTA	69
3.3.3.4.1 REPRESENTACIÓN GRÁFICA	70
FIGURA 3.17 PREVISIÓN VS CAPACIDAD REAL CON PROPUESTAS DE ESTRATEGIAS	70
FIGURA 3.18 NIVELACIÓN DE PRODUCCIÓN POR EXCEDENTES	71
3.4 EVALUACIÓN TÉCNICA	72
3.4.1 VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS	72
3.4.1.1 <i>Capacidad de producción propuesta de rodachines a partir del plan maestro</i>	72
TABLA 3.30 CAPACIDAD INSTALADA DE RODACHINES	72
3.4.1.2 <i>Capacidad de producción propuesta de Bisagras a partir del plan maestro</i>	73
TABLA 3.31 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE BISAGRAS	73
3.4.2 <i>Eficiencia de producción</i>	74
3.4.2.1 <i>Eficiencia de producción actual</i>	74
3.4.2.2 <i>Eficiencia de producción a partir del plan maestro de producción</i>	75
3.4.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA	76
TABLA 3.32 COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA	76
TABLA 3.32 COSTOS DE MATERIA PRIMA	77
FIGURA 3.19 COSTOS DE PRODUCCIÓN MATERIA PRIMA Y MANO DE OBRA	77

4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO	78
4.1 CONCLUSIONES	78
4.2 RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	82
ANEXO I: CATÁLOGO TECNIBISAGRAS	82
ANEXO II : ÁREA DE PRODUCCIÓN	87
ANEXO III: CAPACIDAD TEÓRICA DE LA PLANTA AL 100%	88
ANEXO IV: CAPACIDAD REAL DE LA PLANTA AL 92%	89
ANEXO V: SIMULACIÓN DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA	90
ANEXO VI: ESTRATEGIAS DE PLANIFICACIÓN PARA EL PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN	91

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 BENEFICIARIOS DIRECTOS DEL PROYECTO.	6
TABLA 1.2 BENEFICIARIOS INDIRECTOS DEL PROYECTO.	6
TABLA 1.3 VARIABLES DE LA HIPOTESIS	8
TABLA 1.4 SISTEMAS DE TAREAS POR OBJETIVOS	9
TABLA 2.1 PRODUCTOS DE LA EMPRESA TECNIBISAGRAS	11
TABLA 3.1 SIMBOLOGÍA DEL CURSOGRAMA ANALÍTICO DE PROCESOS	46
TABLA 3.2 DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS DE LA FABRICACIÓN DE RUEDAS	48
TABLA 3.3 DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS DE LA FABRICACIÓN DE BASES Y ARMADO DE RODACHINES	49
TABLA 3.4 DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS DE LA FABRICACIÓN DE BISAGRAS HEMBRAS	50
TABLA 3.5 DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS DE LA FABRICACIÓN DE BISAGRAS MACHO	51
TABLA 3.6 DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS DE LAVADO Y ARMADO DE BISAGRAS	52
TABLA 3.7 CAPACIDAD INSTALADA DE RODACHINES	55
TABLA 3.8 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE BISAGRAS	56
TABLA 3.9 REGISTRO DE DEMANDA DE RODACHINES	57
TABLA 3.10 ÍNDICE ESTACIONAL	58
TABLA 3.11 CÁLCULO DE LA TENDENCIA	59

TABLA 3.12 PRONÓSTICO DE LA DEMANDA POR MÍNIMOS CUADRADOS	60
TABLA 3.13 REGISTRO DE LA DEMANDA DE BISAGRAS	60
TABLA 3.14 ÍNDICE ESTACIONAL DE BISAGRAS	61
TABLA 3.15 CALCULO DE LA TENDENCIA DE BISAGRAS	61
TABLA 3.16 PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE BISAGRAS POR MÍNIMOS CUADRADOS	62
TABLA 3.17 DATOS DE LA FABRICACIÓN DE RODACHINES	63
TABLA 3.18 PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN DE RODACHINES	64
TABLA 3.19 DATOS DE LA FABRICACIÓN DE BISAGRAS	65
TABLA 3.20 PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN DE BISAGRAS	65
TABLA 3.21 RESUMEN DE LA CAPACIDAD TEÓRICA	66
TABLA 3.22 RESUMEN DE LA CAPACIDAD REAL DE LA PLANTA	67
TABLA 3.23 PREVISIÓN DE VENTAS	69
TABLA 3.24 PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN	71
TABLA 3.25 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN COMPARATIVO CON PREVENTAS Y LA CAPACIDAD REAL	72
TABLA 3.26 ANÁLISIS ACTUAL DE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA	72
TABLA 3.27 CAPACIDAD DE LA PLANTA CON ESTRATEGIAS IMPLEMENTADAS	74
TABLA 3.28 PLAN MAESTRO COMPARATIVO ENTRE PREVENTAS Y LA CAPACIDAD PROPUESTA	75
TABLA 3.29 PLAN MAESTRO COMPARATIVO ENTRE PREVENTAS Y LA CAPACIDAD PROPUESTA	75
TABLA 3.30 CAPACIDAD INSTALADA DE RODACHINES	78
TABLA 3.31 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DE BISAGRAS	79
TABLA 3.32 COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA	82
TABLA 3.32 COSTOS DE MATERIA PRIMA	83

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 2.1: ESTRUCTURA ORGANIZACIÓN	12
FIG. 2.2: UBICACIÓN DE LA EMPRESA	13
FIG. 2.3: SISTEMA DE PRODUCCIÓN	16
FIG. 2.4: PRONÓSTICO DE LA DEMANDA	20
FIG. 2.5: ETAPAS PARA REALIZAR UN PLAN DE PRODUCCIÓN	23
FIG. 3.1: ETAPAS DE LA PROPUESTA	27
FIG. 3.2 LAYOUT DE LA EMPRESA TECNIBISAGRAS	34
FIG. 3.3: DIAGRAMA DE ISHIKAWA	37
FIG. 3.4: ÁRBOL DE PROBLEMAS	38
FIG. 3.5: PLANCHAS DE ACERO INOXIDABLE	39
FIG. 3.6: EJES DE ACERO INOXIDABLE	40
FIG. 3.7: VARILLAS REDONDAS DE HIERRO	40
FIG. 3.8 DIAGRAMA DE FLUJO RODACHINES	43
FIG. 3.9 DIAGRAMA DE FLUJO BISAGRAS	45
FIG. 3.12 CAPACIDAD TEÓRICA DE LA PLANTA	66
FIG. 3.13 CAPACIDAD REAL DE LA PLANTA	67
FIG. 3.14 PREVENTAS Y CAPACIDAD REAL DE PRODUCCIÓN MENSUAL	73
FIG. 3.15 PREVENTAS Y CAPACIDAD REAL DE PRODUCCIÓN MENSUAL CON NIVELACIÓN POR EXCEDENTES	73
FIG. 3.16 CAPACIDAD REAL CON PROPUESTAS DE ESTRATEGIAS	75
FIG. 3.17 PREVISIÓN VS CAPACIDAD REAL CON PROPUESTAS DE ESTRATEGIAS	76
FIG. 3.18 NIVELACIÓN DE PRODUCCIÓN POR EXCEDENTES	77
FIG. 3.19 COSTOS DE PRODUCCIÓN MATERIA PRIMA Y MANO DE OBRA	83

1.1 RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo incrementar la productividad de la empresa TECNIBISAGRAS para tener mayor producción y ventas. La empresa dedicada al rubro metalmecánica en la cual fabrica y comercializa bisagras. El taller en los últimos años viene presentando problemas en el cumplimiento de pedidos, cumpliendo con el 69% de sus pedidos a tiempo.

Los problemas que afectan a esta empresa es la planificación de producción, cantidad de stock para cubrir la demanda y mal planeamiento de los materiales. Este punto se va ir verificando dentro del trabajo. Para solucionar el problema descrito, se tomó registros de producción en un periodo corto con lo cual se propuso diseñar un plan maestro de producción en el taller de bisagras y rodamientos a fin de mejorar la planificación.

El escenario en el que se encuentra la empresa, permite desarrollar un sistema de planificación de la producción, para lo cual primero se realizó un estudio de tiempo verificando la unidad estándar de producción actual, por consiguiente se pronosticó la demanda para los pedidos del segundo periodo del 2022, con el fin de desarrollar cada modelo de pronósticos para cada orden de producción; luego un plan agregado donde se empleó el método de nivelación, lo que permitió cumplir con la demanda estimada luego se aplicó un plan maestro que nos brindó las cantidades a fabricar para cubrir con la demanda variable del mercado y finalmente se verifico la productividad con la comparación de la unidad estándar de producción inicial con la propuesta a través del plan maestro del producción.

Se demostró que con un plan maestro de producción la empresa logró obtener una eficiencia de 95,5 %, lo que indica que se ha utilizado de manera inteligente los recursos de tiempo. Por otra parte, se incrementó de productividad del segundo periodo de 6% con respecto al actual.

Palabras claves: Plan maestro de producción, Productividad en manufactura, Pronostico de la Demanda, Estudio de tiempos Unidad estándar de producción (USP)

UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

AUTHOR: Ibarra Esmeraldas Jenny Consuelo

THEME: "DESIGN OF A PRODUCTION MASTER PLAN IN THE TECNIBISAGRAS COMPANY".

ABSTRACT

The objective of this research work is to increase the productivity of the company TECNIBISAGRAS in order to have higher production and sales. The company is dedicated to the metal-mechanic sector in which it manufactures and commercializes hinges. In recent years, the workshop has been experiencing problems in order fulfillment, meeting 69% of its orders on time. The problems that afflict this company are production planning, quantity of stock to meet demand and poor planning of materials. This point will be verified during the work. To solve the problem described above, production records were taken in a short period of time, with which it was proposed to design a master production plan in the hinges and bearings workshop in order to improve planning. The scenario in which the company is, allows to develop a production planning system, for which first a time study was conducted verifying the current production standard unit, consequently the demand for the orders of the second period of 2022 was forecasted, in order to develop each forecast model for each production order, Then an aggregate plan was developed using the leveling method, which allowed us to meet the estimated demand, then a master plan was applied to provide us with the quantities to be manufactured to meet the variable market demand and finally the productivity was verified with the comparison of the initial standard production unit with the one proposed through the master production plan. It was demonstrated that with a master production plan the company was able to obtain an efficiency of 95.5%, which indicates that time resources have been used intelligently. On the other hand, the productivity of the second period increased by 6% with respect to the current period.

KEYWORDS: Master Production Plan, Manufacturing Productivity, Demand Forecasting, Time Study Standard Production Unit (SPU).

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TECNIBISAGRAS.”** presentado por: **Ibarra Esmeraldas Jenny Consuelo**, estudiante de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2022

Atentamente,



Mg. Marco Beltrán



CENTRO
DE IDIOMAS

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502666514

INFORMACIÓN GENERAL

Título: DISEÑO DE UN PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA TECNIBRIGAS.

Tipo de Proyecto: Proyecto de Investigación

Fecha de inicio: 18/04/2022

Fecha de finalización: Agosto

Lugar de ejecución: EMPRESA TECNIBRIGAS, ubicada en Pichincha Quito sector (La Venecia) Parque Industrial Sur

Facultad que auspicia: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería Industrial

Proyecto de investigación vinculado: N/A

Equipo de Trabajo:

Tutor: Ing. Edison Salazar Cueva Msc.

Estudiante: Ibarra Esmeraldas Jenny Consuelo

Área de Conocimiento:

07 Ingeniería, Industria y Construcción / 072 Ingeniería y Profesiones Afines

Línea de Investigación:

Procesos Industriales

Sub línea de Investigación:

Administración y Gestión de la producción

Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente debido a la alta competitividad global las empresas se han visto obligadas a usar estrategias o herramientas de operaciones en sus procesos para lograr un mejor control de la producción en su desarrollo para así poder cumplir con la demanda y lograr satisfacer al mercado generando un incremento de la productividad y la eficiencia en este caso de la empresa TECNIBISAGRAS.

Para lograr dichos objetivos la empresa depende de la efectividad de sus procesos, lo cual provoca la necesidad de implementar estas estrategias, con el fin de mejorar los procesos que conllevan una mala optimización de recursos, baja competitividad, entre otros factores.

Las estrategias de operaciones pueden ser definida como herramientas a nivel funcional, por lo que depende de la estrategia corporativa de la empresa, las cuales se formulan en el área funcional de operaciones, producción y recoge el conjunto de decisiones estratégicas relativas al proceso de prestación de servicios, a la localización de las instalaciones, a la calidad del servicio ofrecido, etc. Es decir que dichas estrategias vienen a ser un plan de acción para el área de operaciones con el fin de alcanzar una meta específica. Las cuales deben dar como resultado un patrón consistente de toma de decisiones en las operaciones y una ventaja competitiva para la entidad.

El plan maestro de producción (master production scheduling, MPS) es un enlace entre las estrategias generales de la empresa y las estrategias que le permite alcanzar sus metas. El MPS proporciona información esencial para áreas funcionales, tales como operaciones, marketing y finanzas. En este documento se discute el proceso de MPS, la necesidad de coordinación funcional, la forma de desarrollo y la información que proporciona para mejorar la productividad y la administración de la empresa. [1]

Es con estas herramientas que la mayoría de las empresas reconoce como oportunidad de lograr una mayor eficiencia en sus procesos, disminuyendo los obstáculos que las aquejan. Es por ello que se consideró como punto principal la evaluación de la capacidad productiva de la planta, donde se localizó los cuellos de botellas de los procesos, en los que se puede apreciar una falla en el sistema actual.

1.2 EL PROBLEMA

1.2.1 Problemática

El sector industrial está en constante actualización de sus estructuras de gestión, producción y comercialización para mantenerse al frente y permanecer en el mercado. Esto obliga a las empresas a realizar análisis en todos los estamentos de las empresas y uno de los factores más críticos es la parte de producción.

TECNIBISAGRAS es una empresa del sector metalmecánico en el Cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, cuenta con más de 30 años de experiencia en el mercado ecuatoriano, especializada en la fabricación de bisagras y rodamientos como productos principales. Actualmente se enfrenta con problemas en los niveles de productividad dentro de sus procesos, causados por varios factores que originan efectos negativos; entre ellos se destacan: falta de sistemas administrativos, ausencia de profesionalismo en la administración de recursos, malas prácticas de manufactura y carencia de registros de producción y ventas. A esto se añade que la planificación de la producción se realiza de forma empírica, la cual de conjunto con la inexistencia de un Sistema de Gestión de la Calidad adecuado originan los siguientes problemas:

Exceso de volumen en inventarios de materia prima y sobreproducción, como consecuencia de la falta de fiabilidad en el sistema. A demás se observó grandes cantidades de producto terminado debido a problemas de calidad, mismos que ocasionan llevar a cabo reprocesos que necesitan correcciones y no pasan al área de armado y son devueltas al área de manufactura por varias razones como el diseño, corte y medidas no son los adecuados. Otro problema que afecta a la empresa es la distribución inequitativa dentro de los procesos productivos generando tiempos muertos. Ante tales exigencias, TECNIBISAGRAS ve necesario mejorar sus prácticas de planificación de la producción, con el fin de mejorar los niveles de productividad, a través del empleo de nuevas herramientas que se adapten a las condiciones de la empresa y que conlleven a alcanzar los fines planteados.

1.2.2 Formulación del problema

¿El Plan maestro de producción mejorará la productividad en la empresa TECNIBISAGRAS ubicada al sur de Quito?

1.3 BENEFICIARIOS

1.3.1 Beneficiarios Directos

El mejoramiento de procesos beneficiará a todos los grupos de interés, internos y externos de la empresa, como se describe a continuación:

En la tabla 1.1 se expresa la lista de beneficiarios directos de la empresa

Tabla 1.1 Beneficiarios directos del proyecto.

BENEFICIARIOS DIRECTOS	
Dueños de la empresa	2
Trabajadores	16
TOTAL	18

Fuente: Elaboración propia

1.3.2 Beneficiarios indirectos:

En la tabla 1.2 se expresa la lista de los beneficiarios indirectos de la empresa

Tabla 1.2 Beneficiarios indirectos del proyecto.

BENEFICIARIOS INDIRECTOS	
Clientes	250
TOTAL	250

Fuente: Elaboración propia

1.2 JUSTIFICACIÓN

Actualmente debido a la globalización, la competitividad de las empresas cada día se ha vuelto más exigente, por las condiciones que el mismo mercado ofrece ya sea en el precio, calidad de producto, calidad de servicio, sistemas de producción, entre otros factores los cuales ofrecen al consumidor final distintas opciones para el proceso de esta cadena productiva el cual es la adquisición del producto.

Por esta razón que el presente trabajo de investigación será de utilidad a la empresa TECNIBISAGRAS para determinar en primera instancia su situación actual en cuanto a su productividad y de esta manera determinar si los recursos son correctamente utilizados por la misma, en este sentido determinar el inventario óptimo y proponer un modelo de un plan maestro de producción para la empresa con el fin de determinar la producción en un determinado tiempo para que de esta manera la empresa sea lo más eficiente en productividad, ya que actualmente la empresa no cuenta con una planificación adecuada es decir no registra correctamente los factores que deben intervenir en su producción, a más de ello no lleva un control de inventario.

La presente investigación radica en el hecho de proponer un sistema de planificación de la producción a fin de ayudar a la empresa TECNIBISAGRAS en el ámbito administrativo y la planificación de la producción para así poder convertirse en una empresa más competitiva mejorando su metodología manufacturera.

1.5 HIPÓTESIS

¿Un plan maestro ayudará a mejorar la capacidad de producción y la eficiencia productiva de la empresa TECNIBISAGRAS?

Tabla 1.3 Variables de la hipótesis

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE
PRODUCTIVIDAD	PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN

Fuente: Elaboración propia

1.6 OBJETIVOS

1.6.1 General

Diseñar un plan maestro de producción en la empresa TECNIBISAGRAS mediante el estudio de la capacidad de la planta para una mejora en la productividad y manejo de información.

1.6.2 Específicos

- Analizar la situación actual de la empresa en el área de producción para la identificación de problemas existentes.
- Determinar la productividad actual para la planificación de la demanda futura.
- Diseñar un modelo de plan maestro de producción.

1.7 SISTEMA DE TAREAS

Tabla 1.4 Sistemas de tareas por objetivos

OBJETIVO	ACTIVIDADES	RESULTADOS	TÉCNICAS, MEDIOS E INSTRUMENTOS
Analizar la situación actual de la empresa en el área de producción para la identificación de problemas existentes.	- Identificación de la situación actual de la empresa	- Identificación de la problemática	- Diagramas ISHIKAWA - Árbol de problemas
	- Determinación de los procesos productivos	- Identificar los cuellos de botella y las no conformidades productivas	- Diagramas de procesos
	- Revisión del tiempo de ciclo actual de la empresa	- Unidad estándar de producción identificada	- Diagrama analítico de movimientos
Determinar la productividad actual para la planificación de la demanda futura.	- Identificación de la capacidad de producción	- Capacidad de producción	- Tablas en Excel
	- Pronóstico de la demanda	- Proyección de la demanda futura	- Modelos casuales
	- Delimitación de estrategias de producción	- Estrategias de ajuste	- Plan Agregado de producción
Diseñar un modelo de plan maestro de producción	- Deducción de la capacidad de la planta	Capacidad real de la planta identificada	- Tablas en Excel
	- Previsión de ventas	- Previsión de ventas	- Informes de simulación del Plan maestro de producción
	- Plan Maestro de producción	- Estrategias de producción	- Plan maestro de producción

Fuente: Elaboración propia

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 La empresa

La trayectoria de la empresa TECNIBISGRAS con su dueña la Sra. Carmen Cruz, comienza sus actividades hace 30 años, inicialmente ubicada en la parroquia Chillogallo, se dedicaban al servicio de torno y troquelado consecuentemente, por su gran acogida comienzan con la fabricación de todo tipo de material de construcción, posteriormente la empresa se traslada hacia el sector de la Venecia en la Provincia de Pichincha para ampliar su empresa.

En la actualidad esta empresa distribuye sus productos a nivel nacional regiones sierra, costa y oriente.

Actualmente la empresa TECNIBISAGRAS está conformada por 16 trabajadores entre administrativos y operarios de planta.



Productos que ofrece:

La empresa TECNIBISAGRAS ofrece variedad de productos como: rodachines, rejillas, pasadores, poleas, bisagras y artículos similares, accesorios de ferretería para edificios, muebles, vehículos, etcétera.

En la actualidad la empresa está dedicada principalmente a la fabricación de rodachines y bisagras de tipo hembra y macho de hierro. Todos estos productos en sus diferentes presentaciones y medidas como se muestran en el Anexo I.

En la tabla 2.1 se muestra los productos más vendidos en la empresa TECNIBISAGRAS.

Tabla 2.1 Productos de la empresa TECNIBISAGRAS

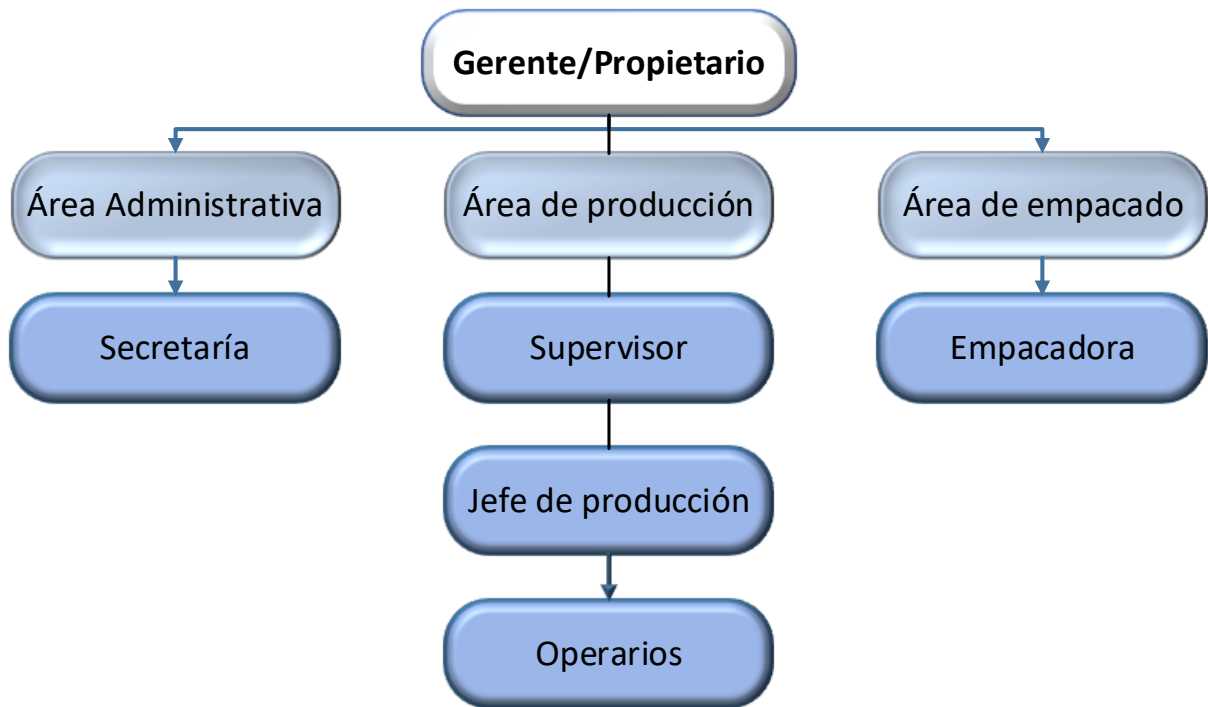
PRODUCTO	MEDIDAS	PRESENTACIÓN
Rodachines con base cuadrada	<ul style="list-style-type: none"> ● 1" ● 1 ½" ● 2" ● 3" 	
Bisagras tipo hembra y macho	<ul style="list-style-type: none"> ● ¾*2 ● 5/8* 2 ● ½ *3 	

Fuente: Elaboración propia

2.1.1.1 Estructura organizacional

La estructura de la empresa TECNIBISAGRAS está consolidada para brindar apoyo a sus colaboradores en cuanto a los procesos que tienen que seguir para cumplir los objetivos deseados. En la figura 2.1 se presenta la estructura organizacional de la empresa TECNIBISAGRAS.

Fig. 2.1: Estructura organización



Fuente: Elaboración propia

2.1.1.2 Localización

En la actualidad toda empresa de manufactura debe disponer de un sistema de producción con la finalidad de ser competitivas ante otras entidades. Las exigencias dentro del área de la herrajería son de amplia escala, no solo para las nuevas tendencias, sino para la remodelación de los diseños. Un sistema de producción origina directrices para lograr metas planteadas dentro de una organización ya sea de bien o servicio.

La empresa TECNIBISAGRAS se encuentra ubicada al sur de la ciudad de Quito en el sector de la Venecia, calle E3E Lote No 9 y calle S58D, como se puede observar en el presente mapa geográfico.

Fig. 2.2: Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps

2.1.2 Antecedentes de estudio

La globalización del mercado representa una ampliación en la visión de negocio de toda industria, el aumento del entorno empresarial constituye un reto en cuestión de competitividad, pero a la vez una oportunidad de ingresar a nuevos mercados.

Los mismos definen los requerimientos de la industria, estos requerimientos reflejan un alto sentido de personalización, puesto que, en la última década, el rápido cambio de los productos se está convirtiendo en un estilo de vida. Los clientes esperan una mejor calidad, mayor variedad y mejor rendimiento de los productos. Es así como los sistemas de manufactura buscan un nuevo enfoque que se adecue eficientemente a estas necesidades. Puntualmente, la función de programación de la producción representa un desafío estrechamente ligado a las tendencias del sector, la asignación de recursos debe desarrollarse de forma flexible, de tal manera que se adecue a las necesidades de producción dinámicas. [8]

Al determinar las prioridades de producción mediante el margen de contribución tradicional y el margen de volumen de trabajo por producto, se identificó que éste último obtuvo una mayor utilidad operacional representada en un 14,05%. Tras ajustar la secuencia de productos debido a la disponibilidad de los materiales, la combinación óptima de productos no cambio, y la utilidad operacional obtenida inicialmente mediante el margen se mantiene. Sin embargo, para obtener el máximo se deben fabricar todas las cantidades en la secuencia establecida. [3]

Se identificaron las restricciones del sistema productivo para el desarrollo de un modelo matemático, siguiendo la metodología de la investigación de operaciones, específicamente la técnica de programación lineal, en conjunto con la teoría de restricciones. Como resultado se obtuvieron las cantidades óptimas de fabricación al menor costo para el período seleccionado. Además, el estudio permitió evidenciar una capacidad productiva no utilizada, a partir de lo cual se identificaron escenarios y oportunidades para el aprovechamiento de sus recursos. [2]

La aplicación de los sistemas de control de inventario se propone como una herramienta de gestión para el suministro de crudo material en la industria del calzado. Esto permite aumentar competitividad y una disminución significativa de la inversión en los materiales almacenados en bodegas. Teniendo en cuenta esto, es necesario concentrar todos los materiales en el centro almacén para establecer un óptimo nivel de inventario. Como resultado, el modelo mejora la forma de los inventarios de materiales en las industrias siendo un gran recurso para el reabastecimiento. Dando prioridad a los materiales de baja en stock. Esto genera el 18,7% del ahorro anual en costos de inventario[9]

Los resultados obtenidos del presente proyecto permitieron que a nivel gerencial se considere la metodología de administración de operaciones como una de las acciones a consideras dentro de los objetivos del área de producción del año 2013. El objetivo principal de la organización al aplicar esta metodología es manejar inventarios adecuado de producto en proceso como de producto terminado utilizada el menos número de recursos y sin generar horas extras excesivas. [10]

Se pudo constatar a través del caso en estudio, que el método de programación lineal, es una técnica sistemática e innovadora, la cual permite combinar y minimizar al máximo cada uno de los recursos más importantes que tiene la empresa objeto de estudio. Y de esta manera tomar la decisión más adecuada, en que se puede llevar a cabo la producción dentro de las empresas enfocadas a la industria de cuero en general. Se presenta una oportunidad de estudios posteriores sobre implementación y experimentación del modelo establecido en otras empresas del sector industrial, con el objetivo de generar mayores ventajas y ahorros económicos [9]

El realizar el modelamiento del proceso productivo con un enfoque en procesos y la aplicación de la teoría de restricciones para poder eliminar las restricciones del sistema y plantear alternativas de cambio han permitido obtener un sistema de mejoramiento continuo que permite obtener mayor rentabilidad en las diferentes industrias. [8]

Se propone un modelo de programación de la producción mediante la aplicación de una meta heurística para lograr la reducción del tiempo de terminación del último trabajo. Se eligió como objeto de estudio una empresa del sector textil y a partir de la codificación de un algoritmo genético simple se desarrolló una metodología de programación de la producción para configuraciones tipo línea de flujo híbrido flexible. El algoritmo arroja resultados de buena calidad con tiempos computacionales bastante razonables y con coeficientes de variación del orden de 2%, en relación a los valores anteriores. Este modelo también muestra un nivel de eficiencia comparable a otras aplicaciones encontradas en la literatura, en las cuales se utilizan algoritmos evolutivos. Se concluye que, a partir de la codificación del sistema productivo y sus principales restricciones, el algoritmo genético ejecuta bien la programación de producción reduciendo costos y mejorando la eficiencia de los trabajadores[11]

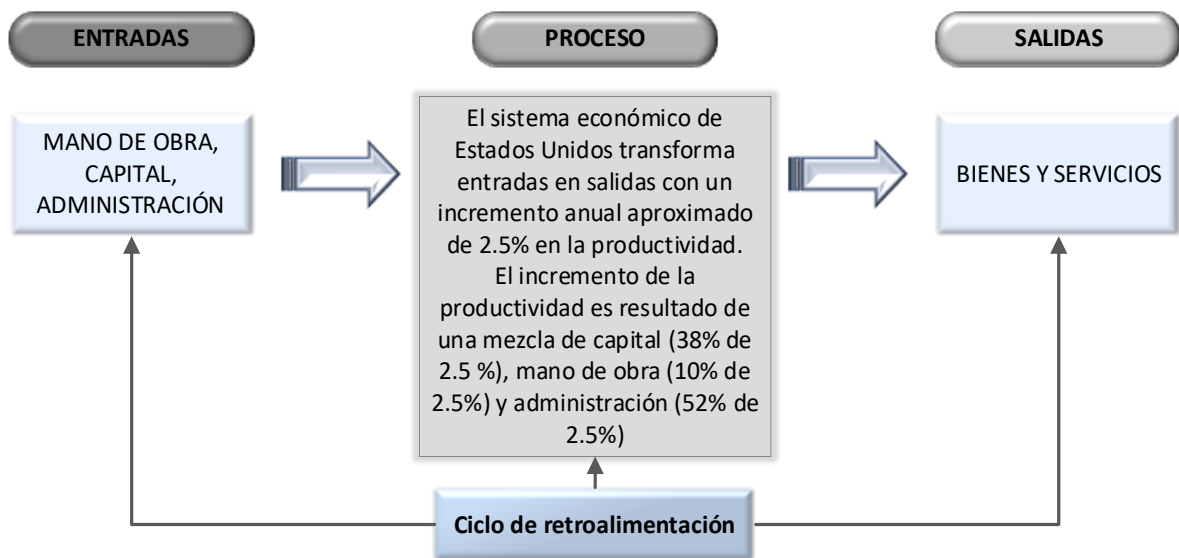
2.2 MARCO REFERENCIAL

En el área de compras, ventas, producción, supervisión, entre otras, deben trabajar en conjunto para evitar inconformidades que pueden reducir la productividad de una empresa y por consiguiente la decadencia de las misma si no se soluciona dichos inconvenientes.

Las áreas administrativas deben trabajar en conjunto con el área de producción como, por ejemplo: el área de compras está obligada a coordinar con el área de producción para programar el abastecimiento de la materia prima, con el objetivo de prevenir un alto en la producción, así mismo, el área de ventas debe pronosticar la demanda basada en datos históricos. [3]

En este conciso ejemplo, permite la orientación al significado del sistema de producción que se encuentra integrado por la mano de obra, capital y administración, la cual crea una conversión entre entrada y salida de bienes o servicios posibilitando un incremento en la productividad.

Fig. 2.3: Sistema de producción



Fuente: Reto de la productividad, pág. 14 [2]

2.2.1 Producción

La producción es la creación de bienes y servicios que trabaja en conjunto con la Administración de operaciones la cual es el conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminados. Las actividades que crean bienes y servicios se realizan en todas las organizaciones. [2]

2.2.2 Proceso

Un proceso es un conjunto de actividades que se encuentra organizada sistemáticamente, con la finalidad de obtener un bien o un servicio, refiriéndose a una parte cualquiera de una organización que toma insumos y los transforma en productos que, según espera, tendrán un valor más alto para ella que los insumos originales. Un proceso que no funciona con las necesidades de la empresa, le impondrá una sanción por cada uno de los minutos que esté operando. [3]

Los procesos tienen como visión presentar una imagen precisa de cómo la empresa funciona en realidad [4]. Cada proceso tiene su propio objetivo y pueden implicar coordinación entre Ingeniería, Marketing y Operaciones por lo tanto la clave del éxito de muchas entidades es la comprensión a cabalidad del funcionamiento de sus procesos. [2]

2.2.3 Sistema de producción

Iván Gómez menciona que una empresa es un sistema como tal ya que posee diversos componentes que funcionan de manera interrelacionada para lograr un objetivo en común, siendo uno de ellos el sistema de producción en el cual se encuentra la planificación y control de la producción, el cual es un proceso que define los objetivos de una empresa y determina los medios idóneos para alcanzarlos. [5]

Se denomina sistema de producción a la forma en general del cómo están distribuidos las máquinas en las áreas permitiendo la transformación de la materia prima en los diferentes productos y servicios que ofrece una organización.[5], a la vez siendo un conjunto de actividades que hay que realizar en el futuro, tendientes a la dotación oportuna de los recursos necesarios para la producción de los bienes y servicios especificados por la planeación estratégica y el Control de la Producción es la técnica que verifica el cumplimiento de los planes correspondientes.[6]

2.2.3.1 Tipos básicos de producción

Los diferentes procesos de producción buscan solventar la variedad de productos que se requiere manufacturar y su demanda respectiva.

2.2.3.1.1 Producción de Taller (Intermitente)

De acuerdo con Iván Gómez el 50% de las plantas utilizan este tipo de sistema productivo ya que un taller es un modo conveniente para una empresa que elabora muchos productos diferentes con un volumen relativamente bajo de demanda de cada uno, preparados para los productos con especificaciones del cliente. Se da la característica de bajo volumen de producción y alta variedad de productos, siendo un sistema productivo enfocado al proceso. [5]

2.2.3.1.2 Producción por lotes (Intermitente)

Es un sistema muy conveniente para las empresas que deben producir volúmenes intermedios de productos en donde la capacidad de la planta es mayor que la demanda por ello se debe producir por lotes (o tandas de producción). Los artículos se producen y almacenan a un nivel predefinido para cumplir con la demanda presente y futura. [5]

2.2.3.1.3 Producción Masiva (Continua)

Se utiliza para la producción de grandes volúmenes de pocos artículos (altos volúmenes, poca variedad). A veces la planta entera se dedica a un solo producto o línea de productos similares, la productividad es alta, especialmente debido a la automatización. Este sistema está enfocado al producto. Se reconocen dos tipos de sistema de producción continuo, la línea de ensamble (montaje) y la línea de flujo de producción. [5]

2.2.3.1.4 Producción celular (Flexible)

Se aplica en un proceso productivo que está en el intermedio entre la producción de taller y la producción masiva, en este sistema se agrupa un gran número de piezas comunes y se producen en una célula compuesta de todas las máquinas que se necesitan para elaborar las piezas del grupo. Cuando se requieren grandes cantidades de cada pieza, las células pueden automatizarse casi por completo de allí el nombre de manufactura flexible. [5]

2.2.3.1.5 Procesos de servicios

Los servicios son productos intangibles los cuales no son almacenables y por tanto se entrega en el mismo momento que se obtiene; la calidad depende de la habilidad de quien presta el servicio lo cual no es recuperable.

2.2.4 Administración de la demanda

Richard Chase la administración de la demanda como el propósito del manejo de la demanda es coordinar y controlar todas las fuentes de la misma, con el fin de poder usar con eficiencia el sistema productivo y entregar el producto a tiempo. [3]

2.2.4.1 Demanda dependiente

Es la demanda de un producto o servicio provocada por la demanda de otros productos o servicios

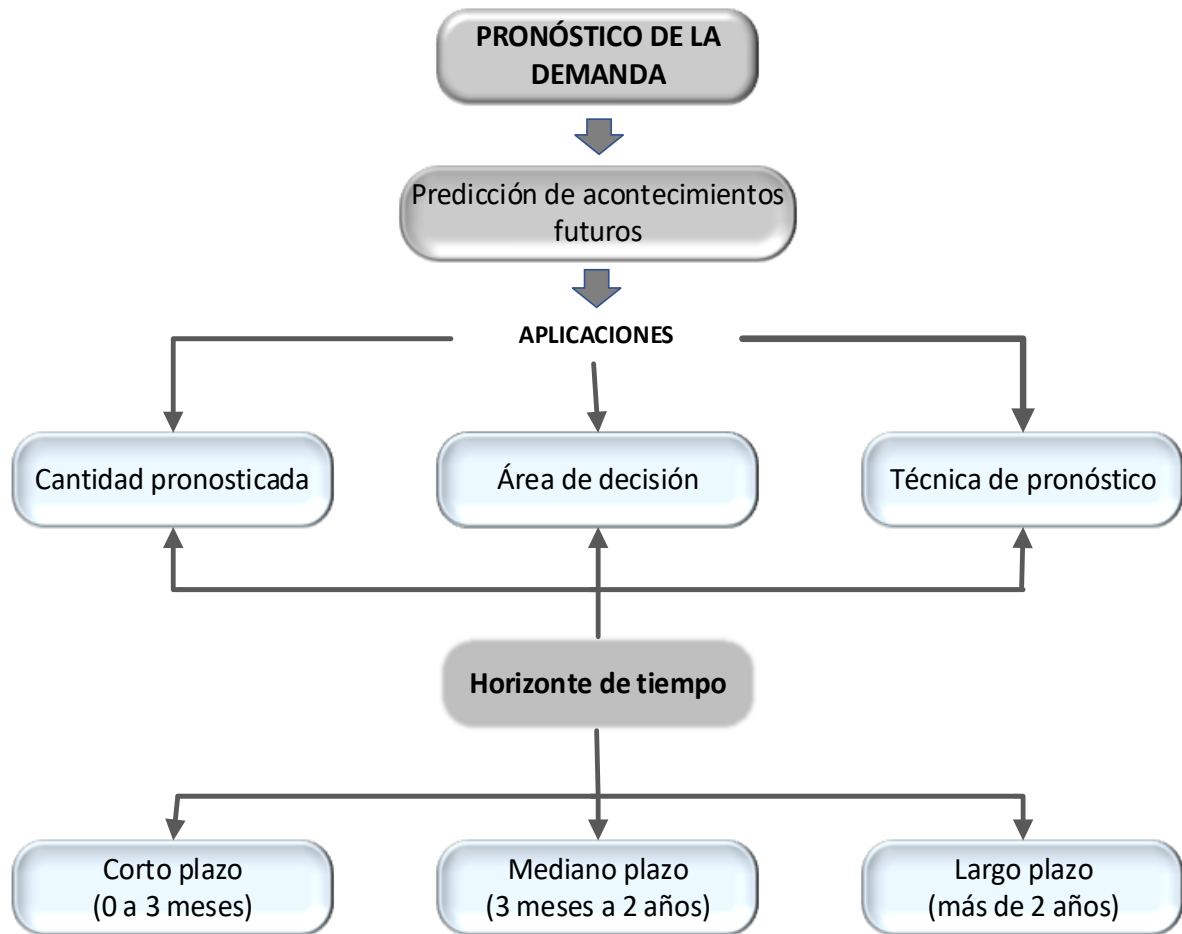
2. 2.4.2 Demanda independiente

La Demanda independiente está relacionada con las condiciones del mercado que están fuera del control de las operaciones, por tanto, es independiente de las operaciones de la empresa. Los inventarios de productos terminados y las partes de repuestos generalmente tienen demanda independiente.

2.2.5 Pronósticos de la demanda

Un pronóstico es una predicción de acontecimientos futuros que se utiliza con propósitos de planificación por lo cual una empresa necesita contar con pronósticos precisos para garantizar el éxito de su cadena de valor. Los métodos de pronóstico pueden basarse en modelos matemáticos que utilizan los datos históricos disponibles, o en métodos cualitativos que aprovechan la experiencia administrativa y los juicios de los clientes, o en una combinación de las dos cosas. [4]

Fig. 2.4: Pronóstico de la demanda



Fuente: Elaboración propia

2.2.5.1 Tipos de pronósticos

Las organizaciones utilizan tres tipos principales de pronósticos en la planeación de operaciones futuras. [2]

2.2.5.1.1 Pronósticos económicos

Abordan el ciclo del negocio al predecir tasas de inflación, suministros de dinero, construcción de viviendas, y otros indicadores de planeación.

2.2.5.1.2 Pronósticos tecnológicos

Se refieren a las tasas de progreso tecnológico, las cuales pueden resultar en el nacimiento de nuevos e interesantes productos, que requerirán nuevas plantas y equipo.

2.2.5.1.3 Pronósticos de la demanda

Son proyecciones de la demanda de productos o servicios de una compañía. Estos pronósticos, también llamados pronósticos de ventas, orientan la producción, la capacidad y los sistemas de programación de la empresa, y sirven como entradas en la planeación financiera, de marketing y de personal. [2]

2.2.6 Planeación agregada

El plan agregado de operaciones se ocupa de establecer los índices de producción por grupo de productos u otras categorías a mediano plazo (3 a 18 meses) [3] , factible desde el punto de vista de la capacidad permitiendo lograr un plan estratégico más eficaz, tomando en cuenta los objetivos del sistema de producción. [6]

2.6.1 Metas del Plan Agregado de producción

- Generar los volúmenes de productos que satisfagan la demanda prevista en el plan estratégico
- Emplear los recursos disponibles de la mejor manera posible
- Viabilizar las estrategias globales de la empresa

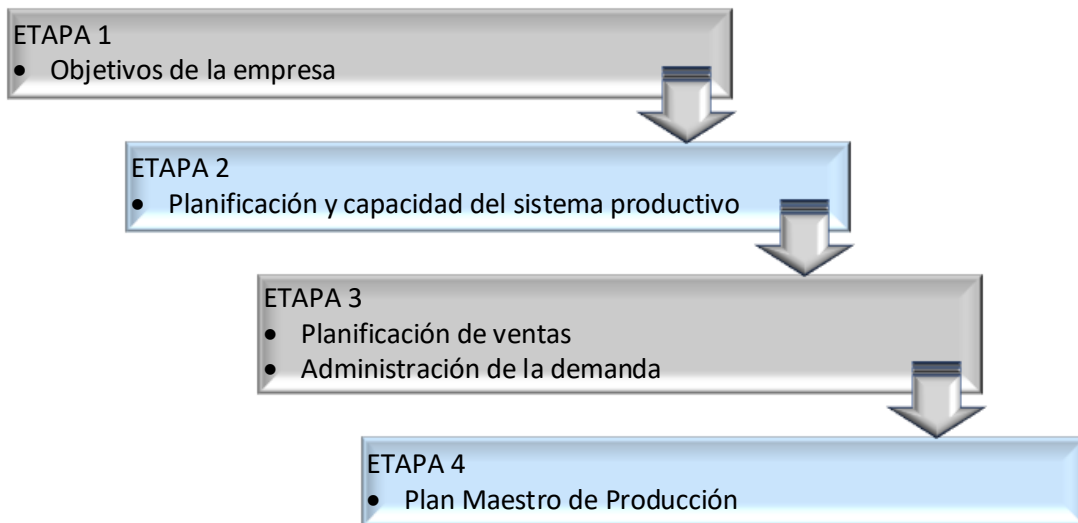
2.2.7 Plan Maestro de Producción

El Plan Maestro de Producción consiste en organizar y sistematizar la planeación agregada de producción a periodos de tiempo más cortos, por lo general semanas o días, y desagregar las familias de productos en productos individuales que serán manufacturados según los pronósticos de corto plazo. Este plan maestro de producción debe ser lo más exacto y confiable posible, ya que es en éste donde se consideran las fechas de entrega al cliente, las fechas de liberación de órdenes para cumplir con las entregas y el inventario de seguridad que se tendrá para algún producto durante el periodo considerado. Esta etapa genera un plan de necesidades de cada parte, teniendo en cuenta los tiempos de producción que cada parte necesita (ya que no todas las partes que conforman un ítem requieren el mismo tiempo). Es por esto que se hace tan importante esta etapa ya que es la que genera la programación y el plan diario o semanal de producción. [4]

Para asegurarse de tener un buen plan maestro de producción, la persona encargada debe tomar en cuenta [3]

- Incluir todas las demandas de venta del producto, resurtido de almacén, refacciones y necesidades entre las plantas.
- Nunca perder de vista el plan conjunto.
- Comprometerse con los pedidos prometidos al cliente.
- Ser visible en todos los niveles de la administración.
- Equilibrar objetivamente los conflictos de manufactura, marketing e ingeniería.
- Identificar y comunicar todos los problemas.

Fig. 2.5: Etapas para realizar un plan de producción



Fuente: Libro de Administración de operaciones[7]

2.3 ESTADO DEL ARTE

Los trabajos más recientes sobre Planeación Agregada basados en el modelo de programación lineal que predeterminaron al estudio actual son:

Hsieh propone un modelo de programación lineal aleatoria para explicar la incertidumbre de la demanda y el costo asociado con el plan agregado. Aplicando un método de distribución aleatoria triangular donde cada cociente, restricción y variable puede tomar tres valores posibles. Uno se llama el valor más alto posible que representa la probabilidad de un valor normalizado, y el otro es el más pesimista, en el peor de los casos y el tercer valor es el más optimista que existe en el mejor de las situaciones, considerando el valor de probabilidad de cada variable. El plan general tiene en cuenta las fluctuaciones de la fuerza laboral durante cada periodo y las fluctuaciones de inventario, refiriéndose a las ordenes pendientes según sea necesario. Las funciones objetivas minimizan los costos totales y brindan una solución robusta pero no óptimas. [12]

Se formula un modelo de Planificación Agregada (PA) con múltiples objetivos como programa de metas preferentes y lo resuelve mediante un algoritmo de búsqueda tabú especialmente desarrollado para objetivos múltiples. [8]

Goetschalck propone dos modelos para reducir costes en las redes de suministro determinando la asignación táctica de la producción y distribución. Su primer modelo se enfoca en establecer los precios de transferencia a manera global con el objetivo de maximizar el beneficio después de impuestos. Su segundo modelo se enfoca en la localización de la producción y distribución dentro de un país con demanda estacional. Este modelo es un PEM grande que necesita de algún método para ser resuelto. Los autores han desarrollado un método de descomposición primal que permite la separación de las decisiones de producción y transporte. [13]

Grossman proponen un modelo de programación no lineal multipremiado para planificar la producción y distribución de plantas continuas de multiproductos en varios sitios. Las condiciones de operación y las propiedades clave son parte de las variables del modelo. Dada la magnitud del problema, utilizando varios modelos de descomposición y comparándolos con las descomposiciones espaciales entre fábrica y el mercado, con las descomposiciones periódicas. [14]

Se considera tres aspectos importantes a tener en cuenta en la planificación agregada de la producción: la utilidad de la empresa, la satisfacción del cliente y el clima laboral. Para lograr estos tres objetivos, el autor propone el desarrollo de un modelo de programación lineal multireferencial entero mixto para el caso real en una empresa que fabrica materiales de construcción en Portugal. Este modelo tiene en cuenta los siguientes aspectos: Aceptar reducciones de inventario, incluir las restricciones legales en el número de trabajadores y la posibilidad de reducir o aumentar las horas extras, la producción y la subcontratación de almacenes o sucursales, tomando en cuenta estos aspectos frente a la demanda determinada se propone tres funciones: [15]

- Maximizar la utilidad del negocio
- Minimizar los retrasos en los pedidos de los clientes
- Minimizar las fluctuaciones laborales durante un periodo de un año

Para encontrar soluciones a este problema los autores desarrollan un método de generación, evaluación y comparación de soluciones adyacentes a través de un entorno interactivo en donde los responsables de tomar las decisiones pueden agregar, eliminar o modificar datos hasta encontrar una solución satisfactoria y desarrollar un modelo óptimo. [13]

Investigaron los problemas con la planificación táctica de la producción de alimentos frescos es decir cuando la demanda se encuentra en una sola temporada. Aplicando el concepto de postergación, contemplan las dos opciones a la vez: la producción directa al realizar todo el producto de una sola vez y los componentes para almacenamiento, que luego serán ensamblados. Previamente proponen un modelo polivalente como destino prioritario del programa. Los objetivos se clasifican y se optimizan la diferencia con el tiempo a través de horas extras, despidos y contratación de personal, los costos aumentan a medida que se aproxima la temporada alta. El costo de la entrega tardía varía según la temporada y aumento exponencialmente en los posteriores días ya que la demanda prácticamente desaparece. [16]

Plantea el problema de la planificación con recursos limitados en la industria alimenticia. Un ejemplo de producción de yogurt ya que consta de un proceso alimentario típico en productos lácteos reales. El problema se centra principalmente en la etapa de envasado, pero se imponen restricciones de tiempo y capacidad en relación con la etapa de procesos por lotes para asegurar la producción de los planes de producción factibles. [17]

En el artículo de Darío Arango se muestran cuatro modelos de los sistemas MRP cerrados con incertidumbre en los componentes de producción, como son: la capacidad necesaria de fabricación de cada producto, el tiempo de entrega y la disponibilidad del inventario [11]. En el trabajo de Ren se aborda un problema de programación para multiobjetivo en la planificación de la producción bajo un complicado entorno de producción con la consideración de múltiples plantas, múltiples departamentos de producción y múltiples procesos de producción [18].

Proporciona la personalización de los productos, una forma importante de atraer clientes, pero puede aumentar la complejidad de los procesos de planificación y programación del sistema de cumplimiento de la orden.[19]

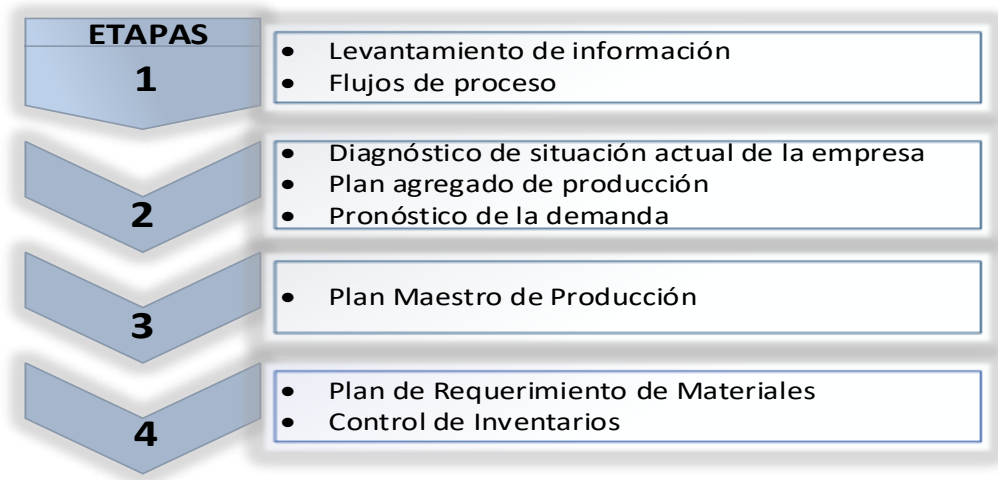
Los antecedentes de las investigaciones realizadas se orientan básicamente en potenciar el marco teórico y conceptual del trabajo objeto de estudio, ya que todas las indagaciones realizadas tienen en cuenta aspectos productivos, pero al mismo tiempo sin integrar simultáneamente las áreas que componen las operaciones de la empresa. Es decir; producción, personal, jornada laboral, finanzas y gestión de personal. Además, todos tienen el mismo propósito y se basa en lo que cada uno ha experimentado durante la implementación de los modelos de planificación de la producción.

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1 METODOLOGÍA

La metodología realizada para la empresa TECNIBISAGRAS se dividió en cuatro etapas de acuerdo a los objetivos específicos que se han planteado, luego de realizar exhaustivas lecturas y tomando como base principal el texto “Administración de la Producción” de Chase, Krajewski, Heizer y Render, se presenta la siguiente figura que muestra la estructura del diseño metodológico que se ocupó para el desarrollo del proyecto. Este se dividió en 4 etapas, la primera se enfoca en todo lo que es entrega de información de la empresa, en la segunda etapa se realizaron los diagnósticos de la empresa (demanda, capacidad, instalaciones), en la tercera etapa se realizaron los cálculos respectivos para el diseño del plan maestro de producción y en la última se miden los resultados a través de un plan de requerimiento de materiales.

Fig. 3.1: Etapas de la propuesta



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla y justifica cada una de las actividades de cada etapa acerca del plan de trabajo para esta investigación:

3.1.1 Levantamiento de información

En esta fase se busca plasmar una visión más profunda y detallada de la empresa, la cual consiste en recolectar los siguientes datos: instalaciones, maquinaria, líneas de producción y personal, se realiza mediciones de tiempo verificando la capacidad de las máquinas con los datos proporcionados por el personal encargado de la producción de la empresa.

3.1.1.1 Productos

Se actualizaron los productos que se ofrecen en la planta a través de la recopilación de información histórica del último año entregada por el departamento de producción con el objetivo de poder establecer cuáles serán los productos demandados por el mercado y obtener una visión de las instalaciones que se están utilizando actualmente en el taller.

3.1.1.2 Tipos de materias primas

Se establece que, para poder realizar una correcta planificación de la producción, es indispensable conocer los tipos de materias primas para cada uno de los productos y por tanto cumplir con el volumen de producción, se analizaron las actuales políticas de compras de la empresa y los registros de compras. Esto con el objetivo de comprobar si el taller cuenta con el abastecimiento necesario de materia prima para la producción mensual.

3.1.1.3 Recursos

Para poder desarrollar una correcta planificación de la producción, es indispensable identificar los recursos que posee la planta, tales como equipos, mano de obra e instalaciones, con el objetivo de saber si la planta posee los recursos necesarios para el cumplimiento de objetivos y demandas del mercado.

3.1.2. Flujo de Proceso

Es de esencial importancia obtener el diagrama de flujo del sistema productivo del taller, ya que este ayuda a analizar de mejor manera paso a paso el proceso de fabricación y el personal que se requiere en cada estación de trabajo hasta la obtención del producto final, el seguimiento del proceso productivo sirvió para la determinación de; distancias de recorrido y el tiempo en que se efectúa, facilitando así la información para un posterior análisis e identificación de cual o cuales son las áreas o procesos donde existe un alto desperdicio de movimientos, se establecieron los puntos críticos a trabajar generando así mejoras en relación al flujo de trabajo de las líneas de producción.

3.1.3 Diagnóstico de la situación actual

En esta etapa, se establece el funcionamiento actual de la empresa en el área de producción identificando varios elementos como:

- Flujo de producción
- Rendimientos de las líneas de producción

3.1.4 Plan agregado de producción

En esta sección se requiere de los registros de ordenes de producción, los operarios que se precisan para la producción, dicha información ayudará a elaborar el plan agregado de producción de la situación actual de la empresa previo al plan maestro de producción.

3.1.5 Pronóstico de demanda

En esta etapa se seleccionó un método de pronóstico de demanda, el cual debió tener en cuenta no solo las demandas previas sino otro tipo de variantes tales como un cálculo aproximado de error. Dados estos requisitos se optó por el método de suavización exponencial para así obtener cálculos más exactos y que se asemeje lo más posible a la realidad, logrando una mayor congruencia entre la demanda y la producción. Para la elaboración de este método se requirió de la información de las ventas de la empresa pertenecientes los meses anteriores, dichos datos sirvieron como base para los pronósticos de demanda mensual actual.

3.1.6 Plan Maestro de Producción

Esta etapa es la formalización del plan de producción evalúa las necesidades de mano de obra, materia prima y equipos para cada trabajo. El plan maestro permite el manejo de la producción estableciendo metas de producción específicas y respondiendo al flujo de las operaciones. Para ello se consideraron los pronósticos de demandas mes a mes y capacidades productivas.

3.1.7 Plan requerimiento de materiales

Una vez realizado el plan maestro se va a tomar los datos para hacer requerimiento de los materiales que se necesita para cubrir la demanda sin problemas para esto se necesitara un registro de inventario de los materiales actuales que hay en la empresa para así poder planificar.

3.1.8 Tipo De Investigación

Línea de Investigación:

Procesos Industriales

Sub línea de Investigación:

Administración y Gestión de la producción

Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos

3.1.8.1 Investigación descriptiva

El tipo de investigación de este proyecto es la investigación descriptiva, ya que describimos de forma clara la problemática de la empresa, pero sin tomar en consideración las variables que influyen en el estado actual de la misma, sin embargo, se toma en cuenta los detalles y se presenta una posible solución en base a nuestro análisis.

3.1.8.2 Investigación Exploratoria

Para poder desempeñar esta investigación es necesario utilizar la investigación exploratoria puesto que el estudio se centrará en identificar problemas y comprenderlos, pero sin entregar resultados concluyentes. Se trabajará directamente con las personas que están inmersas en la empresa ya que ellos conocen como se maneja el modelo de trabajo actual, y en conjuntos con los aportes teóricos y prácticos que como investigadora puedo aportar ayudaré a encontrar soluciones.

3.1.9 Métodos de investigación

3.1.9.1 Método Inductivo

Basado en la hipótesis de nuestra investigación donde se centran varios datos obtenidos se generaliza todos y se presenta conclusiones creativas que no pueden demostrarse, pero si pueden someterse a pruebas y mecanismos.

3.1.9.2 Método Bibliográfico

Basándose en los datos de la empresa y fundamentación teórica necesaria se recopila datos que aporten mayor confiabilidad a la investigación, de esta forma se sustentará de manera verídica la información presentados.

3.2 TÉCNICA E INSTRUMENTO

3.2.1 Técnica

Las fuentes prescritas dentro de la técnica de recolección de la información se basan en dos formas principales.

- **Fuente directa:** Permite recabar la información del campo de acción centrándonos en el área de producción y enfocada a los procesos de fabricación de rodamientos y bisagras e identificando problemas principales todo esto será documentado por medios de videos y fotografías.
- **Análisis documentarios:** Mediante la técnica del análisis documentario se registra los resultados obtenidos desde el inicio del proceso productivo, cuyos datos son analizados durante la investigación. En esta parte de la investigación para recopilar la información.

3.2.2 Materiales e instrumentos de medición

Se presenta los materiales e instrumentos utilizados para realizar la investigación.

- **Flexómetro:** Instrumento que sirve para medir las distancias de la empresa para realizar el layout.
- **Registro toma de tiempos:** Sirve para el registro de tiempos de la empresa TECNIBISAGRAS en el área de producción.
- **Cronometro:** Sirve para medir los tiempos que dura cada actividad.
- **Cámara:** Sirve para documentar en este caso el proceso
- **Computadora:** Ayuda con programas para el desarrollo de la investigación para la redacción, calculo y gráficos referentes necesarios Para el presente trabajo de investigación los instrumentos de medición son los siguientes:
- **Microsoft Excel:** Herramienta necesaria para realizar el plan agregado, así como también realizar el plan maestro de producción.

3.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.3.1 Resultado del objetivo 1

3.3.1.1 Situación actual de la empresa

La presente investigación comienza con una visita a la planta en el área de producción con la necesidad de identificar problemas e incidentes tomando en cuenta opiniones de sus colaboradores en este caso los dueños y operarios de la planta, en cuanto al proceso, puestos de trabajo, ambiente laboral, y línea de producción. Adicional a esto observar de forma específica como los operarios se desenvuelven en su puesto de trabajo, representado de forma gráfica en el Anexo II, ya que esto nos ayudara a identificar el problema.

La planta está conformada por 12 áreas distribuidas de la siguiente manera:

- **Área de administrativa:** En esta área se desarrolla todas las actividades relacionadas a la administración y ventas de la empresa la encargada de esta área en una secretaria.
- **Área de recepción de materia prima:** En esta área es donde se recibe al transporte que descarga la materia prima, aquí permanece almacenada hasta que los operarios la utilicen.
- **Área de torno y corte:** Aquí se encuentra las sierras circulares y cizalla eléctrica, es el lugar donde los operarios cortan la materia prima para procesarla, además se encuentran 4 tornos paralelos.
- **Área de tornos CNC:** En esta área se encuentran 2 tornos cnc que actualmente se encuentran sin funcionar por falta de operarios capacitados.
- **Área de tornos revolver:** Aquí se encuentra 5 tornos revolver donde los operarios fabrican las bisagras de todo tipo.
- **Área de troquelado:** Aquí se encuentran varias máquinas troqueladoras donde se fabrican un sin número de productos.

- **Área de Prensa y Guillotina:** Es el lugar corta el material que necesitan los operarios para fabricar las diferentes piezas.
- **Área de mecanizados:** Aquí se brinda todo el servicio de todo tipo de mecanizados.
- **Área de lavado:** En esta área se encuentra una concretera que cumple la función de lavar las bisagras con Diesel para su posterior armado.
- **Área de vestidores:** Aquí los operarios dejan sus pertenencias en sus casilleros y proceden a cambiarse a su ropa de trabajo.
- **Área de comedor:** En esta área los operarios cuentan con dos microondas y un comedor para la hora de la comida.
- **Área de armado y empaquetado:** En esta área se encuentran todas las piezas que la empresa fabrica para posteriormente armarlas y empaquetarlas para su posterior venta.

En la figura 3.1 se muestra el layout de la empresa donde se presenta cada área de la planta con sus respectivas medidas y divisiones.

Figura 3.2 Layout de la empresa TECNIBISAGRAS



Fuente: Elaboración propia

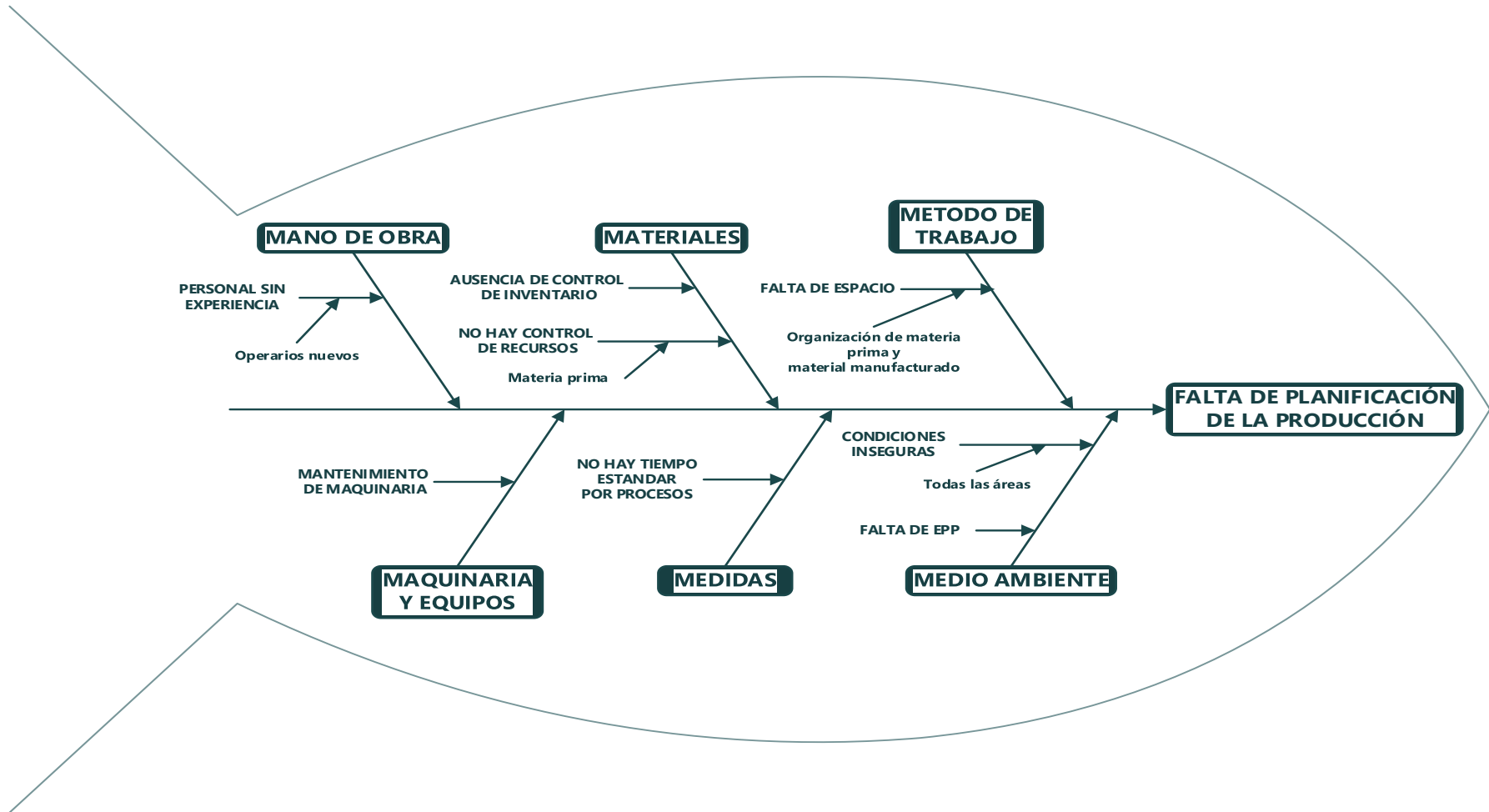
En este trabajo de investigación que se propone estudiar la problemática de la falta de planificación en la producción, y proyección de la demanda en la empresa, ya que actualmente los métodos de trabajo de la misma no dejan que su eficiencia y su productividad tengan el nivel deseado.

Para verificar los problemas que están sucediendo en la empresa se recolecto datos e información que dan paso al diagrama de Ishikawa para luego reflejar un árbol de problemas.

Es muy importante recalcar que los datos tomados se verifican con los registros de producción y con la persona encargada del área para así poder sacar conclusiones y analizar qué problemas tenemos.

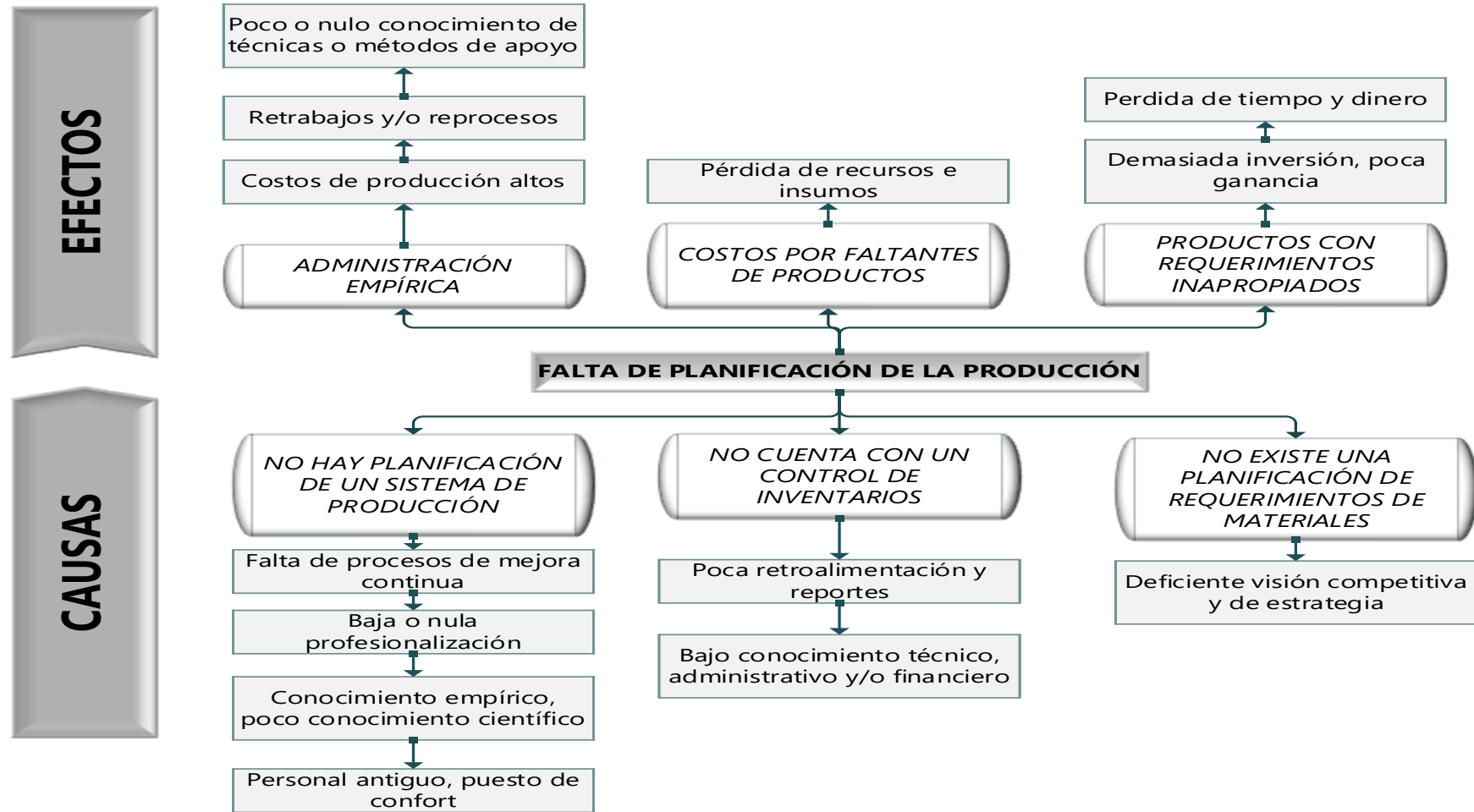
En la figura se llevó a cabo hacer un diagrama de Ishikawa para poder plantear las causas que se aquejan verificándolo con la persona encargada del área

Figura 3.3: DIAGRAMA DE ISHIKAWA



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.4: ÁRBOL DE PROBLEMAS



Fuente: Elaboración propia

Al realizar el árbol de problemas se identificó que la empresa está perdiendo mucho en términos económicos, falta de oportunidades y crecimiento empresarial. Esto debido a que actualmente no existe una planificación en el área de producción ya que por ser un taller la programación de la producción se realiza de manera experimental. Por tal razón se identificó cada problemática que aflige al taller. Por otro lado, esto afecta al taller creando un impacto negativo ya que al no haber planificación en periodos existe mano obra ociosa tanto en operarios como en maquinaria, además de no contar con la capacitación adecuada.

En conclusión, si estos problemas son constantes y no se solucionan se estarían generando una deficiencia en la producción de la empresa, así como también un bajo rendimiento de la productividad.

3.3.1.2 Recursos productivos

- Planchas de acero inoxidable

Las placas de acero inoxidable son fáciles de formar a más de ello tienen un aspecto limpio siendo ligeras y muy duraderas

Figura 3.5: Planchas de acero inoxidable



Fuente: Empresa Tecnbisagras

- Ejes de acero inoxidable

Este es un material que resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, tiene varias aplicaciones en diferentes industrias como alimenticias, cervecera, azucarera, utensilios, industria del cuero, metalmecánica, etc.

Figura 3.6: Ejes de acero inoxidable



Fuente: Empresa Tecnbisagras

- Varillas redondas de hierro

Las varillas de hierro se utilizan para reparaciones en general como para el refuerzo de estructuras y maquinaria, también es utilizada en la carpintería metálica y en la herrería para la fabricación de un sinfín de productos como bisagras, rejas, barandillas, entre otros.

Figura 3.7: Varillas redondas de hierro



Fuente: Empresa Tecnbisagras

3.3.1.3. Procesos de producción de la empresa TECNIBISAGRAS

Para la realización de cualquier estudio o investigación en una empresa manufacturera es de vital importancia conocer el proceso de elaboración de sus productos y las diferentes áreas por donde se transporta y llega la materia prima para su transformación y de esta manera obtener un producto terminado que satisfaga las necesidades del cliente, para lo cual existen técnicas o instrumentos de anotación entre ellos se encuentran los denominados diagramas o cursogramas las cuales se puede determinar información detallada, con precisión y al mismo tiempo de manera estandarizada, a fin de que todos los interesados las comprendan de inmediato. Hay varios tipos de cursogramas de estos los que generan la información de manera más detallada son los denominados diagramas o cursogramas macros entre ellos se citan los siguientes: [4]

- Diagramas de flujo
- Cursograma Analítico de procesos
- Diagrama de Recorrido

3.3.1.3.1 Fabricación de Rodamientos

➤ Ruedas

El proceso de fabricación de ruedas comienza con la recepción de materia prima ejes de transmisión que vienen en presentación de 3m se procede a transportar la materia prima hacia el área de corte, donde los operarios introducen el eje en la sierra circular la cual comienza a cortar el material con una medida de 2.5 cm una vez acabado el proceso de corte se recoge las piezas cortadas y se transporta las piezas hacia el área de torneado aquí el operario, procede a introducir la pieza en el mandril del torno centrándola correctamente, posteriormente se perfora la pieza, secuencialmente comienza el refrentado esto se lo realiza en el torno con la ayuda de una cuchilla se lo hace en los dos lados de la pieza para que su superficie quede completamente lisa, luego se coloca de 5 a 6 piezas en un perno para colocarlas en el mandril del torno aquí las acomoda hasta que todas estén alineadas correctamente para que al final del proceso alguna no este descentrada, el operario comienza a realizar un canal con la ayuda de una cuchilla y tomando en cuenta la medida deseada, luego se coloca en el mandril del torno pieza por pieza y se verifica que la pieza este centrada, y se procede hacer lo que se conoce como casas para que gire el rodamiento. Se envía las piezas a galvanizar externamente cuando las piezas regresan se procede armar y empaquetar.

➤ Bases

El proceso comienza con la recepción de la materia prima planchas ,se procede a transportar el material y hacia el área de corte donde se introduce las planchas en una cizalla eléctrica y se comienza a cortar según las medidas necesarias para las bases, se recoge las piezas cortadas y se procede a llevar al área de troquelado y pieza por pieza se realiza la perforación, luego de esto se traslada la pieza a la troquel adora 2 y se procede a doblar la pieza, a continuación se envía las piezas a galvanizar, cuando las piezas regresan se procede armar y empaquetar.

3.3.1.4 DIAGRAMA DE FLUJO

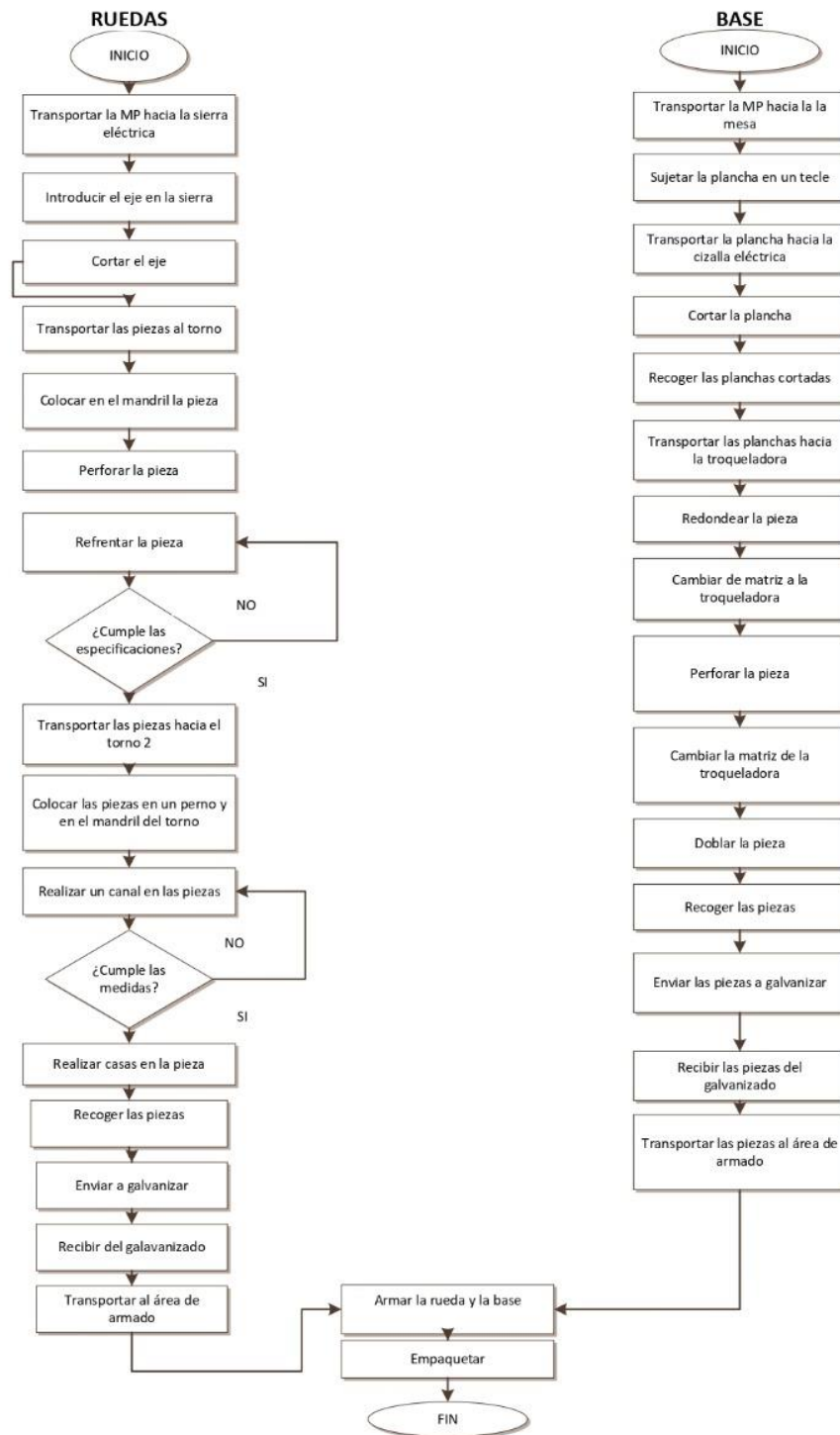
El diagrama de flujo es una forma de representar gráficamente los detalles algorítmicos de un proceso multifactorial. Se utiliza principalmente en programación, economía y procesos industriales. [3]

Metodología utilizada para la realización del Diagrama de Flujo para la empresa TECNIBISAGRAS.

Se identificó el inicio del proceso, las actividades que representaban una operación, las diferentes decisiones que se toman en cuenta durante la fabricación del producto, los documentos o actividades que generan salidas, las actividades que generaban una conexión o enlace con otra y por último la terminación del proceso.

Estos diagramas permiten observar cual es el flujo del proceso de fabricación de las bisagras, picaportes y rodamientos, también se pudo identificar cuáles eran las decisiones que se tomaban durante el proceso en cada una de las áreas de la planta. A continuación, se muestra los diagramas de flujo de los procesos de TECNIBISAGRAS.

Figura 3.8 Diagrama de flujo rodachines



Fuente: Elaboración propia

3.3.1.5 Fabricación de bisagras tipo hembras y machos

➤ Bisagras Hembras

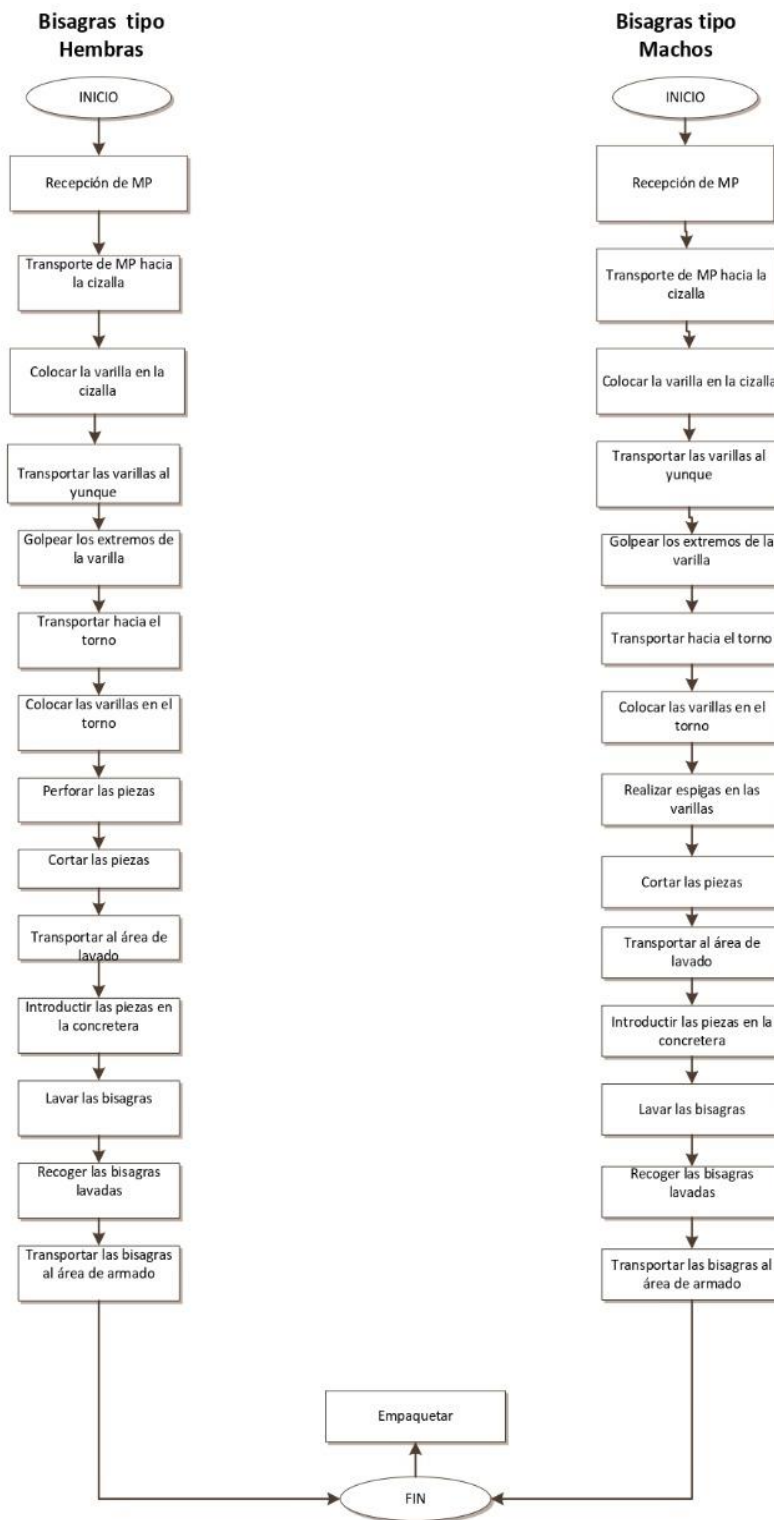
El proceso comienza al transportar la materia prima hacia el área de corte el operario introduce las varillas en la cizalla eléctrica y corta según las dimensiones posterior a esto se procede a golpear los extremos de la varilla en un yunque para que pueda entrar en la boquilla del torno, luego transportan las varillas hacia el área de tornos donde el operario procede a colocar la varilla en la boquilla del mandril del torno y se procede a perforar la varilla y sucesivamente a cortar se recoge en baldes para ser transportados hacia el área de lavado donde se introduce las piezas en una concretera que cumple con la función de lavar las bisagras con diésel luego del tiempo de lavado se recoge y se transporta al área de armado y se arma las bisagras tipo hembras y machos y se procede a enfundar y empaquetar.

➤ Bisagras Machos

El proceso comienza al transportar la materia prima hacia el área de corte el operario introduce las varillas en la cizalla eléctrica y corta según las dimensiones posterior a esto se procede a golpear los extremos de la varilla en un yunque para que pueda entrar en la boquilla del torno, luego transportan las varillas hacia el área de tornos donde el operario procede a colocar la varilla en la boquilla del mandril del torno y se procede a realizar una espiga en la varilla y sucesivamente a cortar se recoge en baldes para ser transportados hacia el área de lavado donde se introduce las piezas en una concretera que cumple con la función de lavar las bisagras con diésel luego del tiempo de lavado se recoge y se transporta al área de armado y se arma las bisagras tipo hembras y machos y se procede a enfundar y empaquetar.

En la figura 3.3 se presenta el diagrama de flujo del proceso de fabricación de bisagras tipo hembras y machos.

Figura 3.9 Diagrama de flujo Bisagras


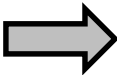


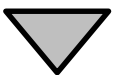


Fuente: Elaboración propia

3.3.1.6. Cursograma analítico de procesos

El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todas las actividades o hechos sujetos al símbolo que corresponda.[20]

Tabla 3.1 Simbología del cursograma analítico de procesos

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	RESULTADO PREDOMINANTE
Operación		Se produce o se realiza algo
Transporte		Se cambia de lugar o se mueve un objeto
Inspección		Se verifica la calidad o la cantidad del producto
Demora		Se interfiere o se retrasa al siguiente paso
Almacenaje		Se guarda o se protege el producto o los materiales

Fuente: Elaboración propia

Los cursogramas analíticos pueden ser de distintos tipos entre ellos se citan: [4]

- Cursograma de operario
Es un diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.
- Cursograma de material
Es un diagrama en donde se registra cómo se manipula o trata el material.
- Cursograma de equipo
Es un diagrama en donde se registra cómo se usa el equipo.

Metodología utilizada para la realización de los cursogramas analíticos para la empresa TECNIBISAGRA


- a) Se estudiaron todas las actividades del proceso productivo de la empresa en estudio, junto con las actividades que corresponden a operación, inspección, transporte, espera, almacenamiento en cada uno de los talleres del proceso productivo.
- b) Se elaboraron los cursogramas analíticos con la información recopilada, a fin de dar a conocer la sinopsis del proceso productivo de manera detallada.

Estos cursogramas analíticos permitieron observar y analizar cuáles eran las actividades que hacen parte del proceso de fabricación de las bisagras, rodamientos y picaportes, además las respectivas actividades que pueden ser eliminadas debido a que no generan un valor agregado al producto. A continuación, se muestran los cursogramas analíticos de los procesos de fabricación en TECNIBISAGRAS.

3.3.1.6.1 Fabricación de rodamiento con base

a) Fabricación de ruedas

Tabla 3.2 Diagrama analítico de movimientos de la fabricación de ruedas

			DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS		OPERARIO	MATERIAL	EQUIPO
					X		
Diagrama núm:	1	Hoja núm:	1 de 1				RESUMEN
Proceso:	FABRICACIÓN DE RUEDAS		ACTIVIDAD		ESTADO ACTUAL		
	Operación		○	6			
	Inspección		□	1			
1. Almacenamiento del producto	Transporte		⇒	5			
2. Corte por sierra sin fin	Almacenamiento		▽	4			
3. Cilindrado y taladrado con torno	Demoras		D	3			
4. Transporte de la pieza	TOTAL			19			
	DISTANCIA (m)			41,6			
Método: Estudio de tiempo y movimientos	PERSONAS			1			
Lugar: Áreas de Producción de TECNIBISAGRAS	HORAS			7,48			

SUBPROCESO	DESCRIPCIÓN	PERSONAS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
					○	□	⇒	▽	D	
CORTE POR SIERRA SIN FIN	Transporte de MP hacia la sierra sin fin	1	2	8,89						Operador realiza la mayor parte de las actividades.
	Corte por sierra			177,84						
	Recoger las piezas cortadas		4	4,74						
CILINDRADO Y TALADRADO CON TORNO	Transporte pieza al torno		2,5	4,03						
	Colocar la pieza en el mandril			12,80						
	Perforar			30,11						
	Refrentar los lados de la pieza			44,58						
	Transporte de la pieza al Torno 2		4,6	8,06						
	Colocar la pieza en el perno			18,85						
	Realizar un canal en la pieza			59,99						
	Colocar la pieza en el mandril			6,40						
Realizar cascos para el rodamiento			40,19							
Transporte de la pieza	Transporte la pieza al área de salida		19,5	18,14						
	Recibir y transportar las piezas al área de almacenamiento	9	14,11							
TOTAL		1	41,6	448,73	6	1	5	4	3	

Fuente: Elaboración Propia

b) Fabricación de bases y armado de los rodachines

Tabla 3.3 Diagrama analítico de movimientos de la fabricación de bases y armado de rodachines

			DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS		OPERARIO	MATERIAL	EQUIPO
					X		
Diagrama núm:	2	Hoja núm:	2 de 1		RESUMEN		
Proceso:			ACTIVIDAD		ESTADO ACTUAL		
FABRICACIÓN DE BASES Y ARMADO DE RODACHINES			Operación	○	6		
Actividades:			Inspección	□	1		
1. Transporte de la plancha			Transporte	⇒	5		
2. Corte por cizalla			Almacenamiento	▽	4		
3. Perforación por troquel			Demoras	D	3		
4. Armado de la pieza			TOTAL		19		
			DISTANCIA (m)		14		
Método: Estudio de tiempo y movimientos			PERSONAS		2		
Lugar: Áreas de Producción de TECNIBISAGRAS			HORAS		6,18		


SUBPROCESO	DESCRIPCIÓN	PERSONAS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
					○	□	⇒	▽	D	
CORTE POR CIZALLA	Transporte las planchas hacia la cizalla	1	3	10,14						Operador realiza la mayor parte de las actividades.
	Cortar las planchas			4,58						
	Recoger las piezas cortadas			76,35						
PERFORACIÓN POR TROQUEL	Transportar las piezas hacia la troqueladora	1	4	12,78						
	Colocar la matriz para troquelar			17,51						
	Perforar la pieza			4,30						
	Cambiar la matriz			16,60						
	Doblar la pieza			8,22						
Armado de la pieza	Transportar las bases hacia el área de armado	1	7	84,27					La persona encargada del armado de la pieza realiza dicha actividad	
	Amar bases y rodamientos			58,92						
Armado de la pieza	Transportar las piezas hacia la mesa de armado	1		20,27						
	Colocar los rodamientos en la rueda			8,38						
	Unir bases y rodamientos			6,65						
	Ajustar en una entenalla el perno			20,32						
	Empaquetar y transportar hacia el área de almacenamiento			21,64						
TOTAL		2	14	370,93	6	1	5	4	3	

Fuente: Elaboración propia

3.3.1.6.2 Fabricación de bisagras

a) Fabricación de bisagras hembras

Tabla 3.4 Diagrama analítico de movimientos de la fabricación de bisagras hembras


		DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS		OPERARIO	MATERIAL	EQUIPO
				X		
Diagrama núm:	3	Hoja núm:	1 de 2	RESUMEN		
Proceso:		ACTIVIDAD		ESTADO ACTUAL		
FABRICACIÓN DE BISAGRAS HEMBRAS		Operación	○	6		
Actividades:		Inspección	□	1		
1. Corte por cizalla		Transporte	⇒	5		
2. Transporte de la varilla		Almacenamiento	▽	4		
3. Perforación por torno		Demoras	D	3		
		TOTAL		19		
		DISTANCIA (m)		12		
Método: Estudio de tiempo y movimientos		PERSONAS		1		
Lugar: Áreas de Producción de TECNIBISAGRAS		HORAS		0,72		

SUBPROCESO	DESCRIPCIÓN	PERSONAS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES	
					○	□	⇒	▽	D		
CORTE POR CIZALLA	Colocar las varillas en la cizalla	1		6,23	●					Operador realiza la mayor parte de las actividades.	
	Cortar las varillas			8,56	●						
	transportar las varillas al yunque		2	5,78	●						
PERFORACIÓN POR TORNO	Golpear los extremos de las varilla				0,76	●					
	Transportar las varillas al torno rev		10	0,30	●						
	Colocar las varillas en la alimentad				12,89	●					
	Perforar las piezas				3,64	●					
	Cortar las varillas				4,85	●					
TOTAL			1	12	43,01	6	1	5	4		3

Fuente: Elaboración propia

b) Fabricación de bisagras macho

Tabla 3.5 Diagrama analítico de movimientos de la fabricación de bisagras macho


		DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS		OPERARIO	MATERIAL	EQUIPO
				X		
Diagrama núm:	4	Hoja núm:	2 de 2	RESUMEN		
Proceso:		ACTIVIDAD		ESTADO ACTUAL		
FABRICACIÓN DE BISAGRAS MACHO		Operación	○	6		
Actividades:		Inspección	□	1		
1. Corte por cizalla		Transporte	⇒	5		
2. Transporte de la varilla		Almacenamiento	▽	4		
3. Perforación por torno		Demoras	D	3		
		TOTAL		19		
		DISTANCIA (m)		12		
Método: Estudio de tiempo y movimientos		PERSONAS		1		
Lugar: Áreas de Producción de TECNIBISAGRAS		HORAS		0,76		

SUBPROCESO	DESCRIPCIÓN	PERSONAS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
					○	□	⇒	▽	D	
CORTE POR CIZALLA	Colocar las varillas en la cizalla	1		6,11	●					Operador realiza la mayor parte de las actividades.
	Cortar las varillas			8,56	●					
	Transportar las varillas al yunque		2	4,67	●					
PERFORACIÓN POR TORNO	Golpear los extremos de las varilla			0,74	●					
	Transportar las varillas al torno rev		10	0,27	●					
	Colocar las varillas en la alimentad			14,23	●					
	Realizar espigas en la varilla			6,06	●					
	Cortar las piezas		4,96	●						
TOTAL		1	12	45,60	6	1	5	4	3	

Fuente: Elaboración propia

c) Terminado de bisagras

Tabla 3.6 Diagrama analítico de movimientos de lavado y armado de bisagras

		DIAGRAMA ANALÍTICO DE MOVIMIENTOS		OPERARIO	MATERIAL	EQUIPO
				X		
Diagrama núm:	5	Hoja núm:	3 de 2	RESUMEN		
Proceso:		ACTIVIDAD		ESTADO ACTUAL		
LAVAR Y ARMAR BISAGRAS		Operación	○	6		
Actividades:		Inspección	□	1		
1. Lavar la pieza		Transporte	⇒	5		
2. Transporte al área de almacenamiento		Almacenamiento	▽	4		
		Demoras	D	3		
		TOTAL		19		
		DISTANCIA (m)		40		
Método: Estudio de tiempo y movimientos		PERSONAS		1		
Lugar: Áreas de Producción de TECNIBISAGRAS		HORAS		1,54		

SUBPROCESO	DESCRIPCIÓN	PERSONAS	DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	SÍMBOLO					OBSERVACIONES
					○	□	⇒	▽	D	
LAVAR LA PIEZA	Transportar las bisagras al área de	1	15	21,18						Operador realiza la mayor parte de las actividades.
	Lavar las piezas			0,12						
	Recoger las piezas lavadas			17,88						
TRANSPORTE A ALMACENAJE	Transportar las piezas al área de a		10	24,71						La persona encargada del armado de las pieza realiza dicha actividad
	Amar las bisagras			6,12						
	Transportar al área de almacenami		15	22,12						
TOTAL		1	40	92,13	6	1	5	4	3	

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Resultado del objetivo 2

3.3.2.1 Capacidad de producción

La capacidad de producción se consiguió a través de la información que brindaron cada operador de la empresa y los supervisores encargados. A continuación, se muestra el cálculo de la capacidad de producción de la empresa TECNIBISAGRAS

- Capacidad Instalada

A continuación, se muestra la estrategia de fuerza laboral constante que se usó para diseñar el plan agregado. Para realizar los cambios se verifico que había un cuello de botella en la organización la cual se en el área de armado por lo cual se tomó en cuenta que hay una sola persona para ensamblar todas las piezas. Por lo tanto, se designó a un personal adicional para igualar la carga.[21]

Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad instalada} = (\text{Días de trabajo} \times \text{horas de turno} \times \text{Número de operarios} \times 60 \text{ min}) \times \text{númerode turnos}$$

(3.1)

- Capacidad teórica

La capacidad teórica es la que se supone que los recursos humanos y los equipos productivos funcionan a pleno rendimiento, lo que lleva a la empresa a realizar los diferentes procesos productivos sin ningún tiempo muerto o interrupciones.

Dicha capacidad se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad teórica} = (\text{Días de trabajo} \times \text{horas de turno} \times \text{Número de operarios} \times 60 \text{ min}) \times \text{número de turnos} (\leq 2)$$

(3.2)

- Capacidad Real

La capacidad real es la producción real obtenida en un determinado periodo de tiempo, la cual se logra de la siguiente manera:

$$\text{Capacidad Real} = (\text{Días de trabajo} \times \text{horas de turno} \times \text{Número de operarios} \times 60 \text{ min}) \times (\text{número de turnos}) - (\text{ausent.} + \text{improductivos})$$

(3.3)

3.3.2.1.1 Capacidad de producción de rodachines

Tabla 3.7 Capacidad Instalada de Rodachines

Capacidad Instalada									
(Días de trabajo x horas turno x Numero de operarios x 60 minutos) x número de turnos (1)									
Días/T	hr/turno	Ope-MOD	Min/hr	Turnos	USP/min	→	Minutos	Unidades	Unid/Día
22	8	4	60	3	13,66		126.720	9.276	422

Capacidad Teórica									
(Días de trabajo x horas turno x Numero de operarios x 60 minutos) x número de turnos (= < 2)									
Días/T	hr/turno	Ope-MOD	Min/hr	Turnos	USP/min	→	Minutos	Unidades	Unid/Día
22	8	4	60	1	13,66		42.240	3.092	141

Capacidad Real									
(Días de trabajo x horas turno x Numero de operarios x 60 minutos x Turnos) – (min ausent.+ min improductivos)									
Días/T	hr/turno	Ope-MOD	Min/hr	Turnos	USP/min	→	Minutos	Unidades	Unid/Día
22	8	4	60	1	13,66		37.805	2.767	126

Min/Aus.	Min/Imp.	%/Aus.	%/Imp.
3.500	5.300	6,0%	4,5%
8,3%	12,5%	2.534	1.901

<input type="checkbox"/> CONTROL Min / %	Porcentaje
	FALSO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.7 se calcula la capacidad teórica de la producción de rodachines obteniendo una producción diaria de 141 ruedas y a su vez la capacidad real en donde se toma en cuentas los minutos de ausentismos de los operadores teniendo una producción de 126 ruedas al día.

3.3.2.1.2 Capacidad de producción de Bisagras

Tabla 3.8 Capacidad de producción de Bisagras

Capacidad Instalada						
(Días de trabajo x horas turno x Numero de operarios x 60 minutos) x número de turnos (1)						
Días/T	hr,turno	Ope-MOD	Min/hr	Turnos	USP/min	
22	8	4	60	1	3,02	
						→
Minutos	Unidades	Unid/Día				
42.240	14.007	637				

Capacidad Teórica						
(Días de trabajo x horas turno x Numero de operarios x 60 minutos) x número de turnos (= < 2)						
Días/T	hr,turno	Ope-MOD	Min/hr	Turnos	USP/min	
22	8	4	60	1	3,02	
						→
Minutos	Unidades	Unid/Día				
42.240	14.007	637				

Capacidad Real						
(Días de trabajo x horas turno x Numero de operarios x 60 minutos x Turnos) – (min ausent.+ min improductivos)						
Días/T	hr,turno	Ope-MOD	Min/hr	Turnos	USP/min	
22	8	4	60	1	3,02	
						→
Minutos	Unidades	Unid/Día				
37.805	12.536	570				

Min/Aus.	Min/Imp.	%/Aus.	%/Imp.
3.500	5.300	6,0%	4,5%
8,3%	12,5%	2.534	1.907

CONTROL Min/%	Porcentaje
<input type="checkbox"/>	FALSO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.8 se calcula la capacidad teórica de la producción de rodachines obteniendo una producción diaria de 637 bisagras y a su vez la capacidad real en donde se toma en cuentas los minutos de ausentismos de los operadores teniendo una producción de 570 bisagras al día.

3.3.2.2 Demanda

3.3.2.2.1 Pronóstico de la demanda

La información proporcionada por el personal administrativo de acuerdo al registro de la demanda de los diferentes productos, se calcula el pronóstico de la demanda para los meses futuros

3.3.2.2.1.1 Pronóstico de la fabricación de rodachines

Tabla 3.9 Registro de demanda de rodachines

	<i>Período</i>	<i>demanda</i>	<i>PM</i>	<i>PMC</i>	<i>FEP x 100</i>
1	1	4670			
	2	4560			
			5540		
	3	6350		5518,75	115,06
			5497,5		
	4	6580		5740	114,63
			5982,5		
2	5	4500		5938,75	75,77
			5895		
	6	6500		5635	115,35
			5375		
	7	6000		5250	114,29
			5125		
	8	4500		5000	90,00
			4875		
3	9	3500		4687,5	74,67
			4500		
	10	5500		4250	129,41
			4000		
	11	4500			
	12	2500			

Fuente: Elaboración propia

A continuación, los FEP deben agruparse según los períodos al que correspondan para calcular el índice estacional, se puede obtener con el promedio medial de los FEP (el valor mayor y el menor se descartan para que los períodos que son extremos no afecten los cálculos).

Tabla 3.10 Índice estacional

<i>FE =</i>	<i>Factor estacional no ajustado</i>							
<i>FA =</i>	<i>Factor de ajuste</i>							
<i>Período</i>	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>T3</i>	<i>T4</i>				
1			115,06	114,63				
2	75,77	115,35	114,29	90,00				
3	74,67	129,41						
FE=	75,22	122,38	114,67	102,32	SUMA	414,59	REDONDEO	415
FA=	1,0000							
INDICE ESTACIONAL								
<i>I de T1 =</i>	75,22							
<i>I de T2 =</i>	122,38							
<i>I de T13=</i>	114,67							
<i>I de T4 =</i>	102,32							

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.2.1.2 Tendencia de rodachines

Para calcular la tendencia se utiliza la siguiente fórmula

$$y = ax + b$$

(3.4)

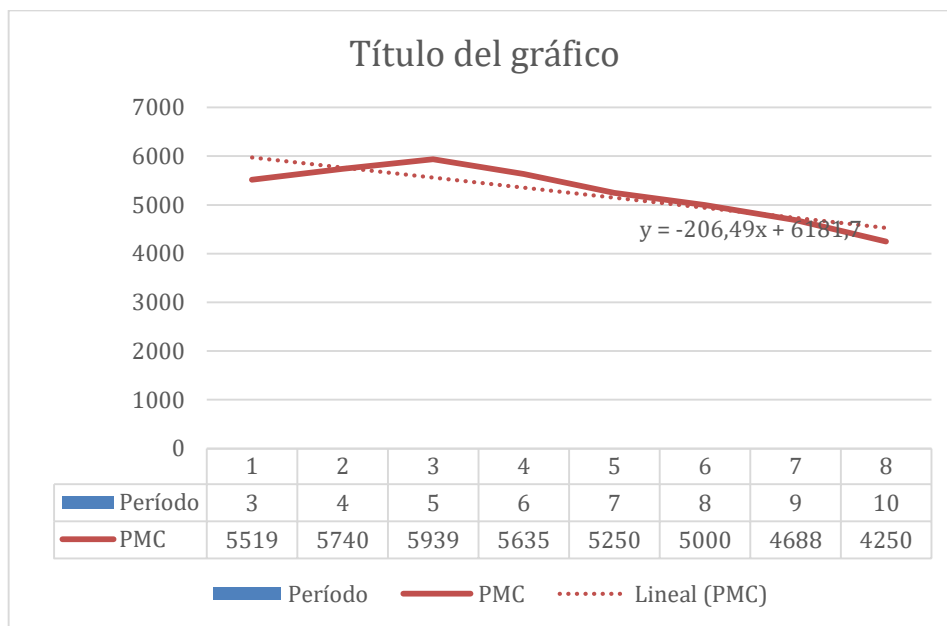
Tabla 3.11 Cálculo de la tendencia

	-206,49	6181,7		
Período	PMC	FTA	FC	
3	5519	4899,28	1,1264	
4	5740	5355,74	1,0717	
5	5939	5149,25	1,1533	
6	5635	4942,76	1,1401	
7	5250	4736,27	1,1085	
8	5000	4529,78	1,1038	
9	4688	4323,29	1,0842	
10	4250	4116,80	1,0324	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.11 se muestra el cálculo de la tendencia central de la fabricación de rodachines

Figura 3.10 Gráfico de la tendencia



Fuente: Elaboración propia

El la figura 3.10 se muestra el avance de la línea de tendencia central de acuerdo a la demanda registrada de rodachines.

3.3.2.2.1.3 Pronóstico de rodachines

Tabla 3.12 Pronóstico de la demanda por mínimos cuadrados

<i>Período</i>	<i>Demanda</i>	$S = f(FTA - I)$	<i>Error absoluto</i>	<i>FC</i>	$S = f(FTA - I - FC)$	<i>Error absoluto</i>
13	3422	3422,11	0,00	1,00	3421,11	1,00
14	3168	3168,46	0,00	1,00	3167,46	1,00
15	2970	2969,68	0,00	1,00	2968,68	1,00
16	2776	2775,54	0,00	1,00	2774,54	1,00
		MAD	0,00		MAD	1,00

Fuente: Elaboración propia

La table 3.12 muestra el pronóstico de la demanda de rodachines para los meses de agosto (13), septiembre (14), octubre (15) y noviembre.

3.3.2.2.1.4 Pronóstico de la demanda de Bisagras

Tabla 3.13 Registro de la demanda de Bisagras

	<i>Período</i>	<i>demanda</i>	<i>PM</i>	<i>PMC</i>	<i>FEP x 100</i>
1	1	11500			
	2	12580			
			11670		
	3	11950		11670	102,40
			11670		
	4	10650		11441,25	93,08
			11212,5		
2	5	11500		11200	102,68
			11187,5		
	6	10750		11425	94,09
			11662,5		
	7	11850		11662,5	101,61
			11662,5		
	8	12550		11891,25	105,54
			12120		
3	9	11500		12201,25	94,25
			12282,5		
	10	12580		11782,5	106,77
			11282,5		
	11	12500			
	12	8550			

Fuente: Elaboración propia

A continuación, los FEP deben agruparse según los períodos al que correspondan para calcular el índice estacional como se muestra en la tabla 3.14, se puede obtener con el promedio medial de los FEP (el valor mayor y el menor se descartan para que los períodos que son extremos no afecten los cálculos)

Tabla 3.14 Índice estacional de bisagras

FE =	Factor estacional no ajustado							
FA =	Factor de ajuste							
Período	T1	T2	T3	T4				
1			102,40	93,08				
2	102,68	94,09	101,61	105,54				
3	94,25	106,77						
FE=	98,47	100,43	102,00	99,31	SUMA	400,21	REDONDEO	400
FA=	1,0000							
INDICE ESTACIONAL								
I de T1 =	98,47							
I de T2 =	100,43							
I de T3 =	102,00							
I de T4 =	99,31							

Fuente: Elaboración propia

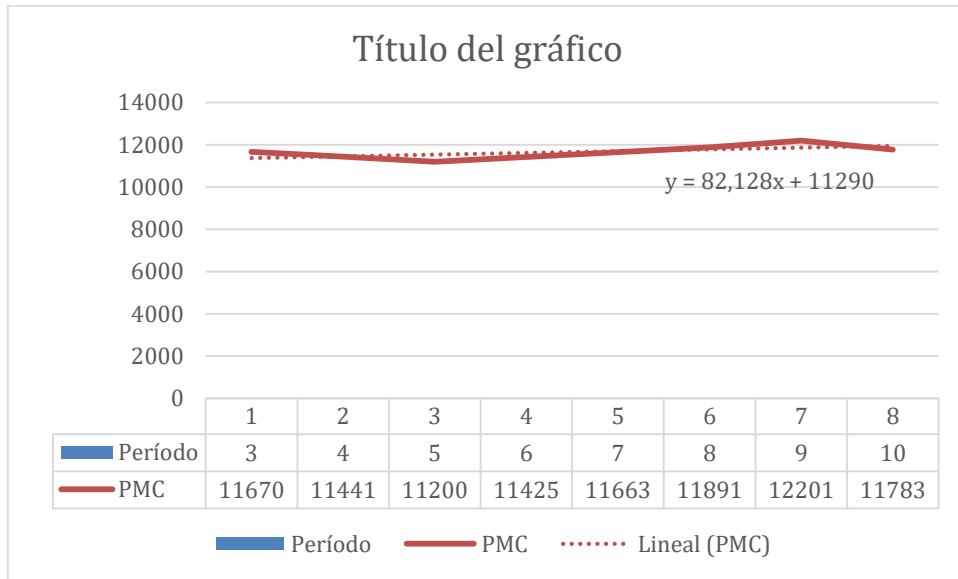
3.3.2.2.1.5 Cálculo de la tendencia de bisagras

Tabla 3.15 Calculo de la tendencia de bisagras

	82,128	11290	
Período	PMC	FTA	FC
3	11670	11916,38	0,9793
4	11441	11618,51	0,9847
5	11200	11700,64	0,9572
6	11425	11782,77	0,9696
7	11663	11864,90	0,9829
8	11891	11947,02	0,9953
9	12201	12029,15	1,0143
10	11783	12111,28	0,9729

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.11 Gráfico de la tendencia de bisagras



Fuente: Elaboración propia

El la figura 3.11 se muestra el avance de la línea de tendencia central de acuerdo a la demanda registrada de Bisagras.

3.3.2.2.1.6 Pronóstico de bisagras

Tabla 3.16 Pronóstico de la demanda de bisagras por mínimos cuadrados

Período	Demanda	$S = f(FTA - I)$	Error absoluto	FC	$S = f(FTA - I - FC)$	Error absoluto
13	12259	12259,20	0,00	1,00	12258,20	1,00
14	12339	12339,36	0,00	1,00	12338,36	1,00
15	12420	12419,92	0,00	1,00	12418,92	1,00
16	12505	12504,74	0,00	1,00	12503,74	1,00
		MAD	0,00		MAD	1,00

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.3 Planeación Agregada

Se realiza un plan agregado con la estrategia de planificación nivelada o fuerza constante, para esto hay que contratar a un trabajador y poner doble turno en el área de acabados.

A continuación, se muestra la estrategia de fuerza laboral constante que se usó para diseñar el plan agregado tomando en cuenta el estudio de la capacidad de producción y el pronóstico de la demanda.

Para efectuar el Plan Agregado de Producción se tomó en cuenta los siguientes datos proporcionados por el personal encargado de la empresa.

3.3.2.3.1 Planeación agregada de Rodachines

Tabla 3.17 Datos de la fabricación de rodachines

DATOS		
PRODUCCIÓN PROMEDIO POR OPERARIO	31	Diario
OPERARIOS ACTUALES INICIALES	4	Trabajadores
COSTO DIARIO POR HORNAL	\$ 20	Diario
COSTO POR CONTRATAR UN OPERARIO	\$ 500	Empleado
COSTO POR DESPEDIR UN OPERARIO	\$ 600	Empleado
COSTO POR ALMACENAR	\$ 5	Unidad
COSTO POR FALTANTE	\$ 1	Unidad
INVENTARIO INICIAL	100	Unidad
HORAS POR HORNAL DE TRABAJO	8	Horas

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 3.17 muestra los datos utilizados para la elaboración del Plan agregado de producción de rodachines tomando en cuenta la capacidad de producción por operario.

Tabla 3.18 Plan Agregado de producción de Rodachines

PLAN AGREGADO DE PRODUCCION (RODACHINES)							
PARAMETROS	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	Total
DÍAS LABORABLES	23	21	24	22	23	16	129
DEMANDA	4500	2500	3422	3168	2970	2776	19336
UNIDADES POR OPERARIO	723	660	755	692	723	503	4057
OPERARIOS REQUERIDOS	5	5	5	5	5	5	5
OPERARIOS ACTUALES	4	5	5	5	5	5	
OPERARIOS CONTRATADOS	1	0	0	0	0	0	1
OPERARIOS DESPEDIDOS	0	0	0	0	0	0	0
OPERARIOS UTILIZADOS	5	5	5	5	5	5	5
UNIDADES PRODUCIDAS	3616	3302	3774	3459	3616	2516	20283
UNIDADES DISPONIBLES	3716	3302	4576	4613	5061	4607	25874
INVENTARIO	0	802	1154	1444	2091	1831	7322
UNIDADES FALTANTES	784	0	0	0	0	0	784
COSTOS DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCION							
POR CONTRATAR	\$ 500	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 500
POR DESPEDIR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR MANO DE OBRA	\$ 2.300	\$ 2.100	\$ 2.400	\$ 2.200	\$ 2.300	\$ 1.600	\$ 12.900
POR DE ALMACENAR	\$ -	\$ 4.010	\$ 5.768	\$ 7.221	\$ 10.455	\$ 9.156	\$ 36.610
POR FALTANTES	\$ 470	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 470
COSTO TOTAL	\$ 3.270	\$ 6.110	\$ 8.168	\$ 9.421	\$ 12.755	\$ 10.756	\$ 50.480

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.18 se muestra el Plan agregado de producción de Rodachines en el cual se muestra la estrategia de nivelación de fuerzas de trabajo para cumplir con la demanda mensual ya que la empresa trabaja por producción.

Para realizar los cambios se verifico que había un cuello de botella en la organización la cual se en el área de armado por lo cual se tomó en cuenta que hay una sola persona para ensamblar todas las piezas. Por lo tanto, de acuerdo al cálculo de la capacidad por operario se designó a personal adicional para igualar la carga.

3.3.2.3.2 Planeación agregada de bisagras

Tabla 3.19 Datos de la fabricación de bisagras

DATOS		
PRODUCCIÓN PROMEDIO POR OPERARIO	142	Diario
OPERARIOS ACTUALES INICIALES	4	Trabajadores
COSTO DIARIO POR HORNAL	\$ 20	Diario
COSTO POR CONTRATAR UN OPERARIO	\$ 500	Empleado
COSTO POR DESPEDIR UN OPERARIO	\$ 600	Empleado
COSTO POR ALMACENAR	\$ 5	Unidad
COSTO POR FALTANTE	\$ 1	Unidad
INVENTARIO INICIAL	100	Unidad
HORAS POR HORNAL DE TRABAJO	8	Horas

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.20 Plan Agregado de producción de Bisagras

PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN (BISAGRAS)							
PARÁMETROS	JUN	JUN	AGO	SEP	OCT	NOV	Total
DÍAS LABORABLES	23	21	24	22	23	16	129
DEMANDA	12500	8550	12259	12339	12420	12505	70573
UNIDADES POR OPERARIO	3276	2992	3419	3134	3276	2279	18377
OPERARIOS REQUERIDOS	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
OPERARIOS ACTUALES	4	4	4	4	4	4	
OPERARIOS CONTRATADOS	0	0	0	0	0	0	0
OPERARIOS DESPEDIDOS	0	0	0	0	0	0	0
OPERARIOS UTILIZADOS	4	4	4	4	4	4	4
UNIDADES PRODUCIDAS	13106	11966	13676	12536	13106	9117	73507
UNIDADES DISPONIBLES	13206	12672	17798	18075	18842	15539	96132
INVENTARIO	706	4122	5539	5736	6422	3034	25558
UNIDADES FALTANTES	0	0	0	0	0	0	0
COSTOS DE PLAN AGREGADO DE PRODUCCIÓN							
POR CONTRATAR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR DESPEDIR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
POR MANO DE OBRA	\$ 1.840	\$ 1.680	\$ 1.920	\$ 1.760	\$ 1.840	\$ 1.280	\$ 10.320
POR DE ALMACENAR	\$ 3.530	\$ 20.611	\$ 27.694	\$ 28.678	\$ 32.108	\$ 15.171	\$ 127.792
POR FALTANTES	0	0	0	0	0	0	\$ -
COSTO TOTAL	\$ 5.370	\$ 22.291	\$ 29.614	\$ 30.438	\$ 33.948	\$ 16.451	\$ 138.112

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.20 se muestra el Plan agregado de producción de Bisagras en el cual se muestra que el número operarios es suficiente para cumplir con la demanda mensual de Bisagras a diferencia de la producción de rodachines en el cual en el cual hay que igualar las fuerzas de trabajo para lograr la meta de producción.

3.3.3 Resultado de Objetivo 3

3.3.3.1 Capacidad de la planta

3.3.3.1.1 Capacidad teórica de la planta

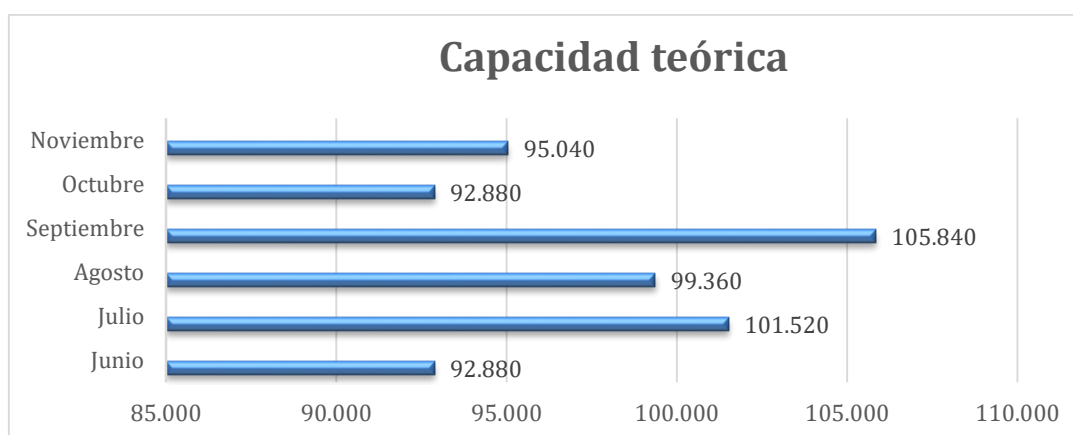
La capacidad teórica de la planta se calcula mediante los días laborables durante cada mes con una capacidad al 100%, como se muestra en el ANEXO III, lo que permite calcular los minutos de producción por mes como se muestra en la tabla 3.22.

Tabla 3.21 Resumen de la capacidad teórica

RESUMEN CAPACIDAD TEORICA								
Concepto	Minutos	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-5	SEM-6	TOTAL
Junio	101.520,0	23.760	23.760	21.600	23.760			92.880
Julio	101.520,0	23.760	23.760	23.760	23.760	6.480		101.520
Agosto	99.360,0	17.280	23.760	19.440	23.760	15.120		99.360
Septiembre	105.840,0	6.480	23.760	23.760	23.760	23.760	4.320	105.840
Octubre	92.880,0	19.440	19.440	23.760	23.760	6.480		92.880
Noviembre	95.040,0	4.320	23.760	23.760	23.760	19.440		95.040
Semestre	596.160,0	95.040	138.240	136.080	142.560	71.280	4.320	587.520

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.12 Capacidad teórica de la planta



Fuente: Elaboración propia

3.3.3.1.2 Capacidad real de la planta

La capacidad real de la planta se calcula mediante los días laborables durante cada mes tomando en cuenta la capacidad de ausentismo, como se muestra en el ANEXO IV, permitiendo calcular la capacidad real en minutos de cada mes como se muestra en la tabla 3.22

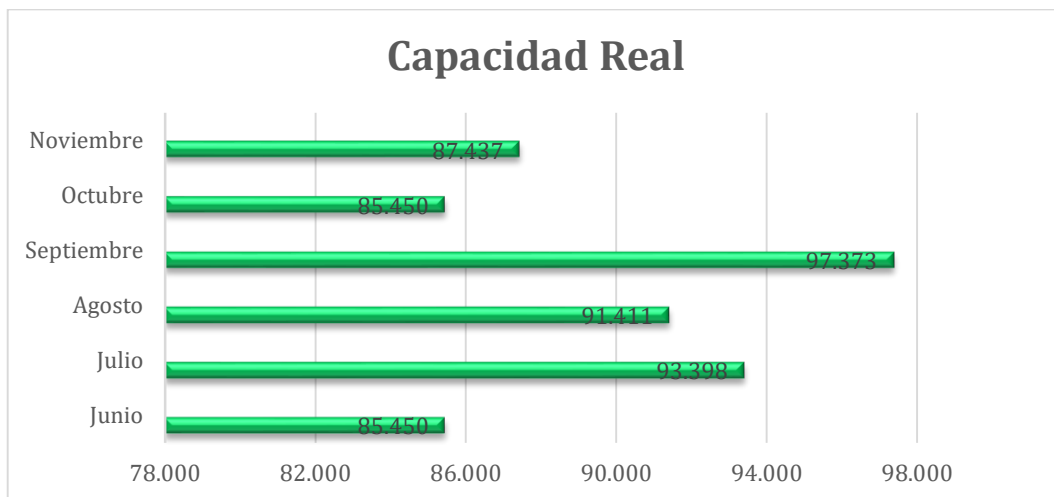
Tabla 3.22 Resumen de la capacidad real de la planta

RESUMEN CAPACIDAD REAL								
Concepto	Minutos	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-5	SEM-6	TOTAL
Junio	93.398,4	21.859	21.859	19.872	21.859			85.450
Julio	93.398,4	21.859	21.859	21.859	21.859	5.962		93.398
Agosto	91.411,2	15.898	21.859	17.885	21.859	13.910		91.411
Septiembre	97.372,8	5.962	21.859	21.859	21.859	21.859	3.974	97.373
Octubre	85.449,6	17.885	17.885	21.859	21.859	5.962		85.450
Noviembre	87.436,8	3.974	21.859	21.859	21.859	17.885		87.437
Semestre	548.467,2	87.437	127.181	125.194	131.155	65.578	3.974	540.518

Fuente: Elaboración propia

La tabla 3.22 muestra la capacidad real e la planta representada en minutos dependiendo los días laborables de cada mes.

Figura 3.13 Capacidad Real de la planta



Fuente: Elaboración propia

3.3.3.2 Previsión de ventas

Para llegar a elaborar los cálculos de unidades necesarios para la realización del plan maestro se debieron considerar además los pronósticos de las preventas de los meses respectivos presentados en la tabla 3.23.

Tabla 3.23 Previsión de Ventas

PREVISION DE VENTAS 2022																				
Tipo	Mayo			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			T/Und	T/Min
	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	Prev.
1	4.500	13,7	61.475	2.500	13,7	34.153	3.422	13,7	46.749	3.168	13,7	43.284	2.970	13,7	40.569	2.776	13,7	37.917	19.336	264.146
2	12.500	3,0	37.696	8.550	3,0	25.784	12.259	3,0	36.970	12.339	3,0	37.211	12.420	3,0	37.454	12.505	3,0	37.710	70.573	212.825
TOTAL	17.000		99.170	11.050		59.936	15.681		83.719	15.508		80.496	15.390		78.023	15.280		75.627	89.909	476.971

STOCK SOLICITUD VENTAS 10%																				
Tipo	Mayo			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			T/Und	T/Min
	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	Prev.
1	450	13,7	6.147	250	13,7	3.415	342	13,7	4.675	317	13,7	4.328	297	13,7	4.057	278	13,7	3.792	1.934	26.415
2	1.250	3,0	3.770	855	3,0	2.578	1.226	3,0	3.697	1.234	3,0	3.721	1.242	3,0	3.745	1.250	3,0	3.771	7.057	21.283
	1.700		9.917	1.105		5.994	1.568		8.372	1.551		8.050	1.539		7.802	1.528		7.563	8.991	47.697

STOCK SOLICITUD GERENCIA 5%																				
Tipo	Mayo			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			T/Und	T/Min
	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	Prev.
1	225	13,7	3.074	125	13,7	1.708	171	13,7	2.337	158	13,7	2.164	148	13,7	2.028	139	13,7	1.896	967	13.207
2	625	3,0	1.885	428	3,0	1.289	613	3,0	1.848	617	3,0	1.861	621	3,0	1.873	625	3,0	1.886	3.529	10.641
	850		4.959	553		2.997	784		4.186	775		4.025	769		3.901	764		3.781	4.495	23.849

PEDIDO ADICIONAL DE UN CLIENTE (Unidades) 1.000																				
Tipo	Mayo			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			T/Und	T/Min
	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	Prev.
1	1.000	13,7	13.661	1.000	13,7	13.661	1.000	13,7	13.661	1.000	13,7	13.661	1.000	13,7	13.661	1.000	13,7	13.661	6.000	81.966
2	1.000	3,0	3.016	1.000	3,0	3.016	1.000	3,0	3.016	1.000	3,0	3.016	1.000	3,0	3.016	1.000	3,0	3.016	6.000	18.094
	2.000		16.677	2.000		16.677	2.000		16.677	2.000		16.677	2.000		16.677	2.000		16.677	12.000	100.060

PREVISION + STOCK GERENCIA + STOCK VENTAS + CLIENTE CONSOLIDADO																				
Tipo	Mayo			Julio			Agosto			Septiembre			Octubre			Noviembre			T/Und	T/Min
	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	mi/u	min/t	Prev.	Prev.
1	6.175	13,7	84.357	3.875	13,7	52.936	4.935	13,7	67.423	4.644	13,7	63.438	4.415	13,7	60.315	4.192	13,7	57.265	28.236	385.734
2	15.375	3,0	46.366	10.833	3,0	32.667	15.098	3,0	45.531	15.190	3,0	45.809	15.283	3,0	46.088	15.380	3,0	46.382	87.189	262.843
	21.550		130.723	14.708		85.604	20.034		112.954	19.834		109.247	19.698		106.403	19.572		103.647	115.395	648.577

Fuente: Elaboración propia

Los Resultados de la tabla donde se toman en cuenta los diferentes aspectos para calcular la preventa a más de ello los pedidos adicionales de los clientes, el stock de ventas y solicitud de gerencia.

3.3.3.3 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN ACTUAL

Para la propuesta del sistema en la empresa de mecanizados TECNIBISAGRAS se ha realizado con tres familias de productos, rodamientos, bisagras y picaportes. El PMP tanto para los tres diferentes productos es el mismo, variando convenientemente los datos que lo alimentan, el cual se realizó de acuerdo a la capacidad de producción por operario y la demanda. Como resultado se le entrega a la empresa TECNIBISAGRAS la cantidad específica de productos finales a producir por cada uno de los meses del año. Con esto se busca que la empresa cumpla con los compromisos de envío de los productos a los clientes. Sin embargo, se deben revisar estos pedidos de clientes de manera semanal para detectar posibles desviaciones de la producción, ya sea por factores operativos o por decisiones estratégicas de la misma empresa.

Por este motivo se entrega un cálculo mensual de unidades a producir, dando una holgura a la misma empresa ante posibles modificaciones en su planificación. Para la presentación de este plan maestro se presentará la capacidad real mensual del segundo semestre del año tomando como base los diferentes parámetros obtenidos mediante el plan agregado de producción, cuyas tablas se presentan a continuación.

En la tabla 3.24 se presenta los parámetros utilizados

Tabla 3.24 Parámetros de producción

TABLA DE PARAMETROS									
Actividad Económica:				Descansos					
				Mañana sábado	0,0	1,0			
				Mañana	0,0				
				Medio día	60,0				
Horario de trabajo:				Semana					
De Lunes a Viernes	Inicio:	8:00:00	Fin:	17:00:00					
Sábado (Extra)	Inicio:	8:00:00	Fin:	12:00:00					
Domingo (Extra)	Inicio:		Fin:						
Tiempos Improductivos	Defectos	Reprocesos	Rotacion Personal	Ausentismos	Total				
	2%		0%	0%	8%				
Capacidad Teórica de la planta (Eficiencia)					100%				
Capacidad Real de la planta (Eficiencia)					100% - 8%	92%			
Salario SMMVL 2019				SMMVL 2022	\$ 425				
Salario SMMVL 2022				SMMVL 2022	Prestaciones	Salario+Prest			
Incremento: 5,9%				\$ 450	30%	\$ 585,1			
COSTO DE LA MANO DE OBRA DIRECTA									
N° Oper.	Costo Empr.	Costo Día	Costo Hora	Costo Minuto	Costo Segun.				
1	\$ 585,1	\$ 19,50	\$ 2,438	\$ 0,04	\$ 0,00				
TIEMPO EN MINUTOS (USP) POR UNIDAD									
REF	1	2	3	4	5				
T/min/Und	13,7	3,0							
COSTO PRODUCTO									
REF	1	2	3	4	5				
Costo Und	\$24	\$0							
Horas total turno L a V				9,0	descanso	1,00	h Trabaj.	9,0	40,0
Horas total turno S (Extra)				4,0	descanso	1,00	h Trabaj.	3,0	3,0
Horas total turno D (Extra)				0,0	descanso	1,00	h Trabaj.	0,0	0,0
								43,0	
REF	HOMBRES	MUJERES	Total puestos de trabajo						
Rodamientos	4	1	5						
Bisagras	4								
Total	8	1							

Fuente: Elaboración propia

Una planificación mensual de la empresa en función a las necesidades de producción para responder a la demanda mensual, nacen del actual incumplimiento que esta tiene con sus pedidos, este plan maestro fue realizado para ser ejecutado durante el año 2022, como modo de prueba, sin embargo, el Excel está diseñado para poder adecuarlo a los años próximos.

Tabla 3.25 Plan maestro de producción comparativo con preventas y la capacidad real

RESUMEN COMPARATIVO DEL PLAN MAESTRO							Prev. y Capac. Acumulada	
Mes	Und/Prduc.	T/Ven/Min	Cap/Teo/Min	Cap/Real/Min	% Cump.	Desv / Min	T/Ven/Min	Cap/Real/Min
Junio	21.550,00	130.722,55	101.520,00	93.398,40	71%	-37.324	130.722,55	93.398,40
Julio	14.707,50	85.603,58	101.520,00	93.398,40	109%	7.795	216.326,13	186.796,80
Agosto	20.033,50	112.953,63	99.360,00	91.411,20	81%	-21.542	329.279,77	278.208,00
Septiembre	19.833,99	109.246,74	105.840,00	97.372,80	89%	-11.874	438.526,51	375.580,80
Octubre	19.698,03	106.403,20	92.880,00	85.449,60	80%	-20.954	544.929,71	461.030,40
Noviembre	19.572,32	103.647,50	95.040,00	87.436,80	84%	-16.211	648.577,20	548.467,20

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.25 se aprecia el desempeño mensual de producción en donde los productos que presentan el porcentaje de cumplimiento exceden a lo requerido se contabilizarán para el próximo año como saldos, mientras que los porcentajes bajo lo estipulado irán con signo negativo en los cálculos de faltantes para los próximos meses.

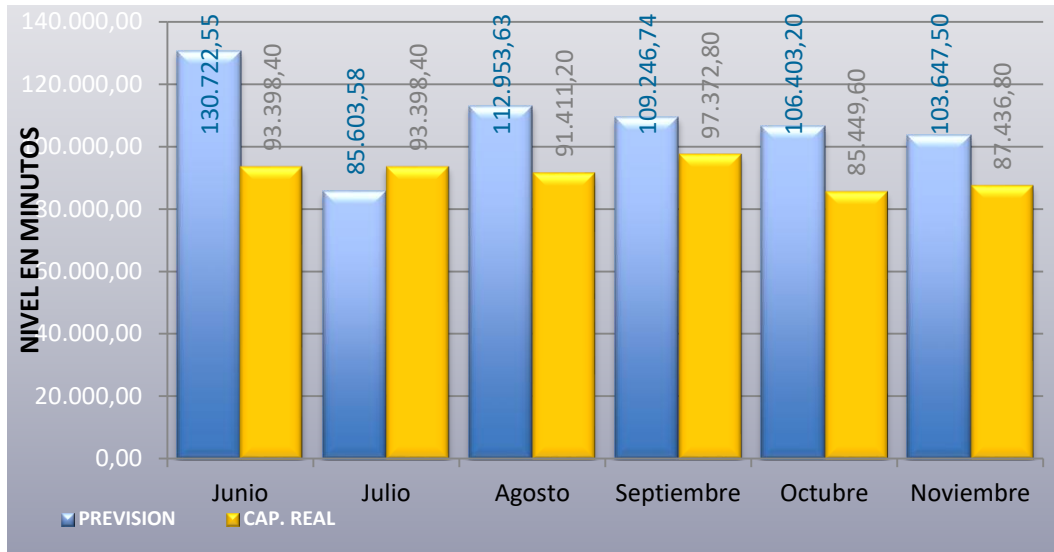
Tabla 3.26 Análisis actual de la capacidad de la planta

Análisis Capacidad Planta	
Prev. Ventas	648.577,2
Cap. Real	548.467,2
Min/Faltantes	-100.110,0
Horas Trab.	-1.668,5
Turnos Trab. 8h	-208,6

Fuente: Elaboración propia

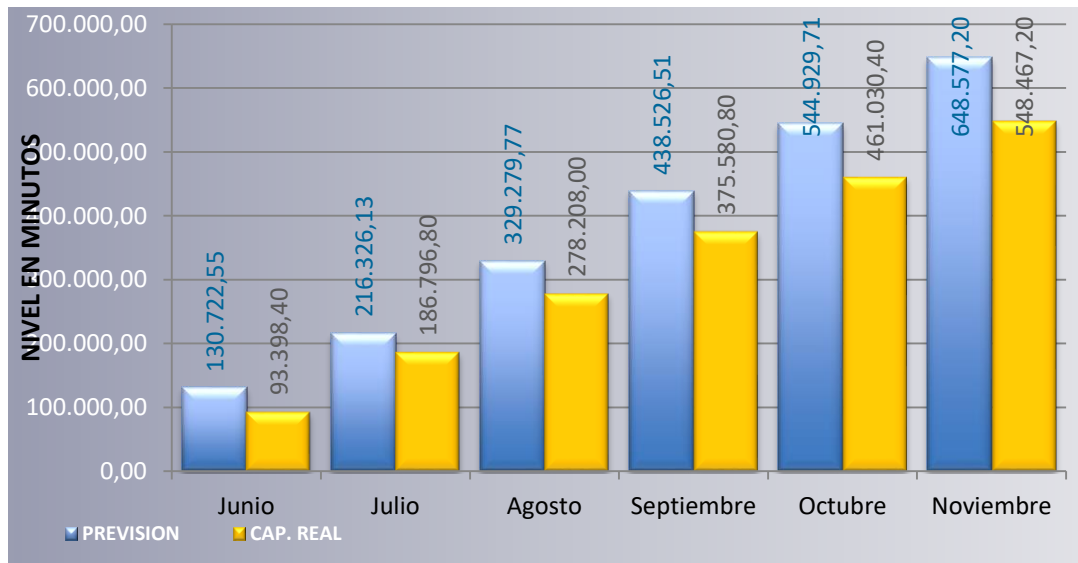
A modo de análisis se puede establecer que claramente la empresa no sigue el plan maestro de producción actual, sino que quizás no fue desarrollado en función de la situación actual de la empresa, o simplemente la misma optan por no seguir, priorizando la producción de productos de manera desmedida ante el cumplir con las demandas de clientes.

Figura 3.14 Preventas y capacidad real de producción mensual



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.15 Preventas y capacidad real de producción mensual con nivelación por excedentes



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la capacidad excedente de los diferentes meses se puede utilizar para cubrir con la capacidad deficiente en los respectivos meses, más aún no es suficiente para poder cumplir con las ventas requeridas.

3.3.3.4 PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN PROPUESTO

El sistema de Plan maestro de producción propuesto se basa en los resultados de la capacidad real de producción

El sistema de Plan maestro de producción propuesto se basa en los resultados de la capacidad real de producción con las estrategias propuestas y la nivelación de fuerza laboral de acuerdo al Plan agregado como se muestra en el ANEXO V.

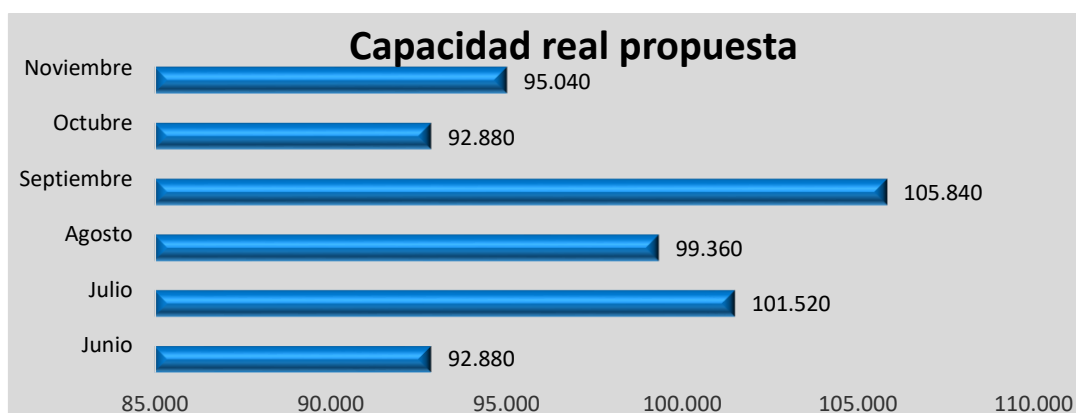
Tabla 3.27 Capacidad de la planta con estrategias implementadas

RESUMEN CAPACIDAD REAL								
Concepto	Minutos	SEM-1	SEM-2	SEM-3	SEM-4	SEM-5	SEM-6	TOTAL
Junio	108.192,0	22.080	26.496	24.288	26.496			99.360
Julio	114.816,0	26.496	26.496	26.496	26.496	8.832		114.816
Agosto	112.608,0	17.664	26.496	24.288	26.496	17.664		112.608
Septiembre	117.024,0	6.624	26.496	26.496	26.496	26.496	4.416	117.024
Octubre	108.192,0	22.080	24.288	26.496	26.496	8.832		108.192
Noviembre	112.608,0	11.040	26.496	26.496	26.496	22.080		112.608
Semestre	673.440,0	105.984	156.768	154.560	158.976	83.904	4.416	664.608

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.27 se muestra un resumen de la capacidad mensual en el cual se visualiza el incremento de tiempo en minutos de la producción por mes.

Figura 3.16 Capacidad real con propuestas de estrategias



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.28 Plan maestro comparativo entre preventas y la capacidad propuesta

RESUMEN COMPARATIVO DEL PLAN MAESTRO							Prev. y Capac. Acumulada	
Mes	Und/Prduc.	T/Ven/Min	Cap/Teo/Min	Cap/Slm/Min	% Cump.	Desv Min	T/Ven/Min	Cap/Real/Min
Junio	21.550,00	130.722,55	101.520,00	108.192,00	83%	-22.531	130.722,55	108.192,00
Julio	14.707,50	85.603,58	101.520,00	114.816,00	134%	29.212	216.326,13	223.008,00
Agosto	20.033,50	112.953,63	99.360,00	112.608,00	100%	-346	329.279,77	335.616,00
Septiembre	19.833,99	109.246,74	105.840,00	117.024,00	107%	7.777	438.526,51	452.640,00
Octubre	19.698,03	106.403,20	92.880,00	108.192,00	102%	1.789	544.929,71	560.832,00
Noviembre	19.572,32	103.647,50	95.040,00	112.608,00	109%	8.961	648.577,20	673.440,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.29 Plan maestro comparativo entre preventas y la capacidad propuesta

Análisis Capacidad Planta	
Prev. Ventas	648.577,2
Cap. Real	673.440,0
Min/Faltantes	24.862,8
Horas Trab.	414,4
Turnos Trab. 8h	51,8

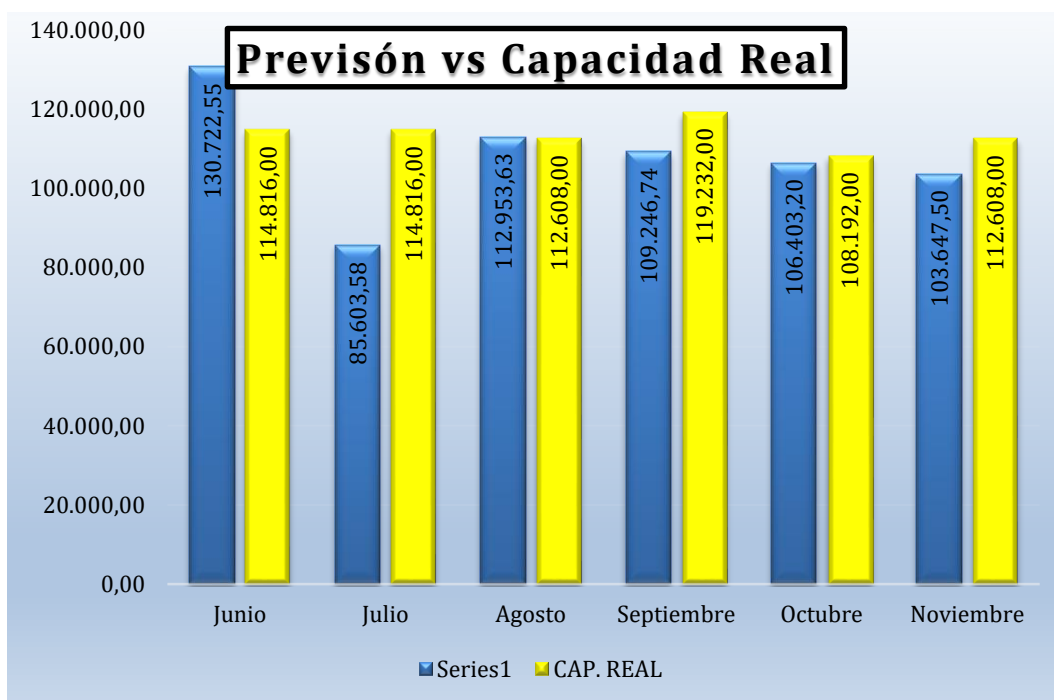
Fuente: Elaboración propia

La tabla 3.29 muestra el análisis de la capacidad de la planta propuesta en comparación a la actual se verifica que se tiene un resultado positivo el cual permitirá cumplir con los objetivos planteados a un plazo determinado.

3.3.3.4.1 Representación gráfica

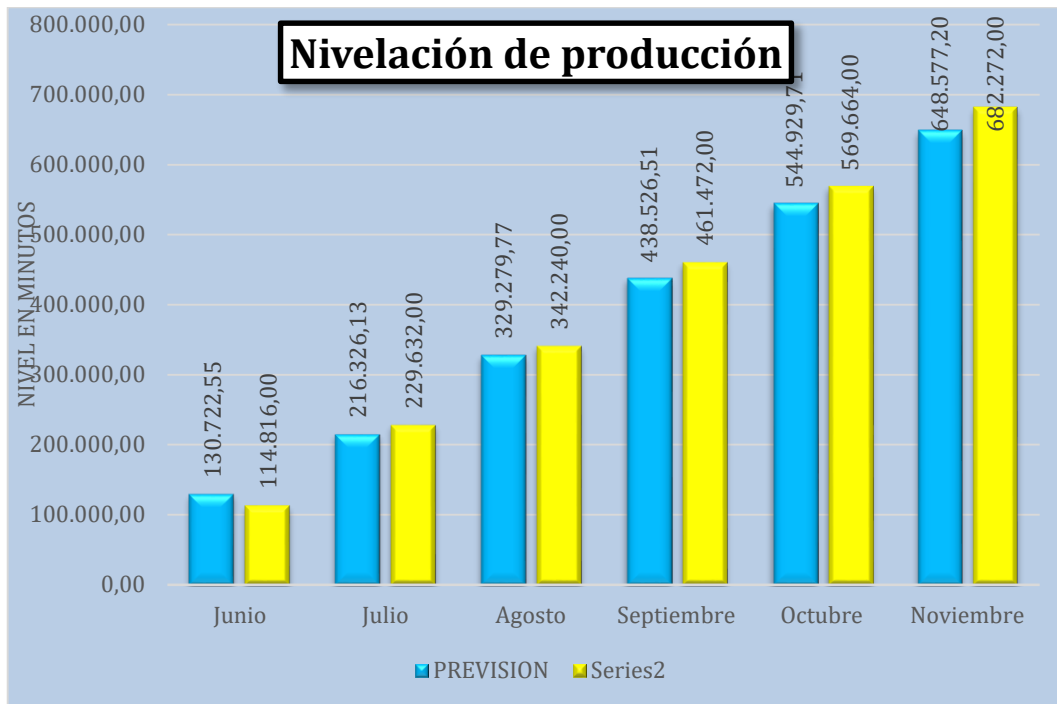
En la figura se muestra la previsión de ventas establecida, observándose que no todos los meses se cumple con la producción requerida.

Figura 3.17 Previsión vs Capacidad real con propuestas de estrategias



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.18 Nivelación de producción por excedentes



Fuente: Elaboración propia

En la figura 3.18 se observa que el sistema nos permite cubrir las deficiencias con los excesos de los diferentes meses cumpliendo en su totalidad con la producción prevista.

3.4 Evaluación Técnica

3.4.1 Validación de la Hipótesis

¿Un plan maestro ayudará a mejorar la capacidad de producción y la eficiencia productiva de la empresa TECNIBISAGRAS?

La hipótesis está constituida a modo de incógnita, comprende los objetivos específicos de forma que guíe el desarrollo del proyecto permitiendo buscar herramientas adecuadas para su cumplimiento y para ello se calcula la capacidad de producción a partir del plan maestro de producción y la nueva eficiencia productiva

3.4.1.1 Capacidad de producción propuesta de rodachines a partir del plan maestro

Tabla 3.30 Capacidad Instalada de Rodachines

Capacidad Instalada									
(Días de trabajo x horas turno x Numero de operarios x 60 minutos) x número de turnos (1)									
Días/T	hr/turno	Ope-MOD	Min/hr	Turnos	USP/min	Minutos	Unidades	Unid/Día	
26	8	5	60	3	13,66	187.200	13.703	527	

Capacidad Teórica									
(Días de trabajo x horas turno x Numero de operarios x 60 minutos) x número de turnos (= < 2)									
Días/T	hr/turno	Ope-MOD	Min/hr	Turnos	USP/min	Minutos	Unidades	Unid/Día	
26	8	5	60	1	13,66	62.400	4.568	176	

Capacidad Real									
(Días de trabajo x horas turno x Numero de operarios x 60 minutos x Turnos) – (min ausent.+ min improductivos)									
Días/T	hr/turno	Ope-MOD	Min/hr	Turnos	USP/min	Minutos	Unidades	Unid/Día	
26	8	5	60	1	13,66	59.592	4.362	168	

Min/Aus.	Min/Imp.	% /Aus.	% /Imp.
1.500	5.300	2,5%	2,0%
2,4%	8,5%	1.560	1.248

<input type="checkbox"/> CONTROL Min/%	Porcentaje
	FALSO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.29 se calcula la capacidad teórica de la producción de rodachines obteniendo una producción diaria de 178 ruedas y a su vez la capacidad real en donde se toma en cuentas los minutos de ausentismos de los operadores teniendo una producción de 168 ruedas al día.

3.4.1.2 Capacidad de producción propuesta de Bisagras a partir del plan maestro

Tabla 3.31 Capacidad de producción de Bisagras

Capacidad Instalada						
(Días de trabajo x horas turno x Numero de operarios x 60 minutos) x número de turnos (1)						
Días/T	hr/turno	Ope-MOD	Min/hr	Turnos	USP/min	
26	8	4	60	1	3,02	
						→
Minutos	Unidades	Unid/Día				
49.920	16.554	637				

Capacidad Teórica						
(Días de trabajo x horas turno x Numero de operarios x 60 minutos) x número de turnos (= < 2)						
Días/T	hr/turno	Ope-MOD	Min/hr	Turnos	USP/min	
26	8	4	60	1	3,02	
						→
Minutos	Unidades	Unid/Día				
49.920	16.554	637				

Capacidad Real						
(Días de trabajo x horas turno x Numero de operarios x 60 minutos x Turnos) – (min ausent.+ min improductivos)						
Días/T	hr/turno	Ope-MOD	Min/hr	Turnos	USP/min	
26	8	4	60	1	3,02	
						→
Minutos	Unidades	Unid/Día				
47.674	15.809	608				

Min/Aus.	Min/Amp.	%/Aus.	%/Amp.
3.500	5.300	2,5%	2,0%
7,0%	10,6%	1.248	998

<input checked="" type="checkbox"/> CONTROL Min / %	Porcentaje
	FALSO

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.8 se calcula la capacidad teórica de la producción de rodachines obteniendo una producción diaria de 637 bisagras y a su vez la capacidad real en donde se toma en cuentas los minutos de ausentismos de los operadores teniendo una producción de 608 bisagras al día.

3.4.2 Eficiencia de producción

La Eficiencia productiva se da cuando una empresa utiliza todos los recursos de manera eficiente llegando al nivel máximo de producción con el uso mínimo de recursos, obteniéndose de la siguiente manera:

$$EP = \left(\frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad estándar}} \right) \times 100 \quad (3.5)$$

3.4.2.1 Eficiencia de producción actual

La eficiencia de producción actual se calcula a partir de las capacidades de producción de cada producto.

- Eficiencia de producción de rodachines

$$EP = \left(\frac{126}{141} \right) \times 100$$

$$EP = (0.89) \times 100$$

$$EP = 89,5 \%$$

- Eficiencia de producción de rodachines

$$EP = \left(\frac{570}{637} \right) \times 100$$

$$EP = (0.89) \times 100$$

$$EP = 89,5 \%$$

La eficiencia actual de producción es de 89.5 % respecto a la capacidad de producción.

3.4.2.2 Eficiencia de producción a partir del plan maestro de producción

La eficiencia de producción posterior al plan maestro de producción se calcula a partir de las capacidades nuevamente determinada en donde se incluyen las estrategias de planificación

- Eficiencia de producción de rodachines

$$EP = \left(\frac{168}{176}\right) \times 100$$

$$EP = (0,95) \times 100$$

$$EP = 95,5 \%$$

- Eficiencia de producción de rodachines

$$EP = \left(\frac{608}{637}\right) \times 100$$

$$EP = (0,95) \times 100$$

$$EP = 95,5 \%$$

La eficiencia de producción a partir del plan maestro es de 95,5 % es decir incremento en un 6% al realizar el estudio y tomar en cuenta las estrategias propuestas.

3.4.3 Evaluación Económica

- Costos de mano de obra directa

En la tabla 3.32 se presenta los valores de remuneración por trabajador lo que incluye el sueldo básico más prestaciones sociales

Tabla 3.32 Costos de mano de obra directa

Salario SMMVL 2022	SMMVL 2022	Prestaciones	Salario+Prest
Incremento: 5,9%	\$ 450	30%	\$ 585,1

COSTO DE LA MANO DE OBRA DIRECTA					
N° Oper.	Costo Empr.	Costo Dia	Costo Hora	Costo Minuto	Costo Segun.
1	\$ 585,1	\$ 19,50	\$ 2,438	\$ 0,04	\$ 0,00

MES	<i>\$0,04</i>	<i>\$0,05</i>	<i>\$0,08</i>	<i>\$0,04</i>	Total
	T/normal	Extras/sem	Extras/dom	Extras/sab	
Junio	\$3.947	\$0	\$0	\$718	\$4.665
Julio	\$3.768	\$0	\$0	\$897	\$4.665
Agosto	\$3.858	\$0	\$0	\$718	\$4.575
Septiembre	\$4.127	\$0	\$0	\$718	\$4.845
Octubre	\$3.499	\$0	\$0	\$897	\$4.396
Noviembre	\$3.858	\$0	\$0	\$718	\$4.575
	\$23.057	\$0	\$0	\$4.665	\$27.722

\$27.722 **\$ MOD** **5,7%**

Fuente: Elaboración propia

Los costos de mano de obra directa son de \$ 27.722 para los mese proyectados de acuerdo a la demanda lo que corresponde al 5,7% de los gastos totales de producción.

- Costos de materia prima

La tabla 3.32 muestra los costos de materia prima por unidad de producción en el tiempo pronosticado.

Tabla 3.32 Costos de materia prima

COSTO PRODUCTO			
REF	1	2	
Costo Und	\$24	\$6	

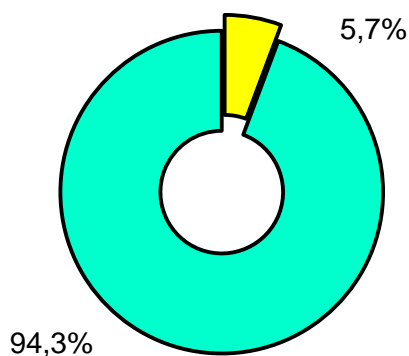
COSTO DIRECTO MATERIA PRIMA			
REFERENCIA	Total/Und	Costo/Und	Costo/ToT
Rodamientos	28.236	7	197.653
Bisagras	87.159	3	261.478
	115.395	10	459.131

\$459.131	\$\$ MP	94,3%
------------------	----------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

Los costos de materia prima son mas altos que los costos de mano de obra ya que si la productividad incrementa pues habrá una demanda mayor en la utilización de los recursos para la producción de los diferentes productos, por lo que en la Figura 3.19 se representa gráficamente el porcentaje económico de los costos de producción

Figura 3.19 Costos de producción materia prima y mano de obra



Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

4.1 CONCLUSIONES

- Los diagramas de tiempos y movimientos ayudan a identificar los cuellos de botellas en los diferentes subprocesos de producción para posteriormente utilizar estrategias de mejorar optimizando la unidad estándar de producción.
- La estrategia de nivelación de fuerzas de trabajo permitió desarrollar un plan agregado de producción cumpliendo con la demanda al 100 %, además se obtuvo un inventario final para el próximo periodo a manera de colchón o reserva para cumplir con la demanda futura.
- El Plan Maestro de producción ayuda a constatar la producción a partir de la demanda y el pronóstico de preventas optimizando la producción y producto en stock.
- Al comparar la productividad entre el método actual y el método propuesto se tiene un incremento del 6% de productividad con una eficiencia del 95,5 % de producción.

4.2 RECOMENDACIONES

- Desarrollar la matriz de tiempos y movimientos de cada subproceso para obtener el tiempo adecuado de ciclo, el cual permitirá calcular correctamente la capacidad por operario de acuerdo a la unidad estándar de producción.
- Para realizar una planificación de producción tomar en cuenta el tipo de manufactura que se realiza en la empresa ya sea producción por lotes o en masa, debido a que son factores que influyen al contratar un operario más o aumentar las horas extras de trabajo.
- Para mejorar la productividad de la empresa, desarrollar un sistema de planificación de la producción para un largo periodo de tiempo coordinando con materia prima y ordenes de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ritzman Larry and Krajewski Lee, “Master production scheduling,” in *Administración de operaciones*, Cuarta., Pfaltzgraff Mark and Martínez Amigón Claudia Celia, Eds. México: Perason, Prectice Hall, 2003.
- [2] Render Barry and Heizer Jay, *Principios de Administración de operaciones*, Séptima. México: PEARSON EDUCACIÓN, 2009.
- [3] Chase Richard, *Administración de Operaciones, Producción y cadena de suministro*, Décima tercera. México: Mc Graw Hill, 2014.
- [4] L. Krajewski, L. Ritzman, and M. Malhotra, *Administración de operaciones, Procesos y cadena de valor*, Octava. México: PEARSON EDUCACIÓN, 2008.
- [5] Gómez Iván and Brito Aguilar Jorge, *Administración de Operaciones*, Primera. Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador, 2020.
- [6] Paredes Roldán Jorge, *Planificación y control de la producción*. Cuenca: IDIUC, 2001.
- [7] Betancourt Diego, “Qué es un plan maestro de producción o MPS,” *Ingenioempresa*, 2016.
- [8] Baykasoglu Andre, “Planificación de la producción agregada,” *Revista Internacional de investigación de la producción*, 2001.
- [9] Reyes Zoleto Yunuem, “Métodos cuantitativos para la economía y la Empresa,” *Universidad Pablo de Olavide*, Sevilla, España, pp. 147–168, 2017.
- [10] Acero Palacios Luis Carlos, *Dirección estratégica*, Segunda. Ecoe ediciones, 2010.
- [11] Arango Martín Darío, Cano José Alejandro, and Álvarez Karla Cristina, “Modelos de sistema MRP cerrados integrando incertidumbre,” *Revista EIA- Escuela de Ingeniería de Antioquía*, Colombia, 2012.
- [12] Hsieh S and Wu M, “Análisis de error de pronósticos de demanda y costos en la planificación agregada mediante modelos de programación lineal,” *Diario de manufactura inteligente*, pp. 355–364, 2000.
- [13] Goetschalckx Martin, Vidal CJ, and Dogan Kristopher, “Modelo y diseño de sistemas logísticos globales: Una revisión de modelos estratégicos integrados,” *Revista Europea de investigación Operativa*, pp. 1–18, 2002.

- [14] Jackson Jr and Grossmann Ilger, “Esquema de descomposición temporal para modelos no lineales de planificación y distribución de producción multisitio,” *Investigación de Química Industrial y de Ingeniería*, vol. 13. pp. 3045–3055, 2003.
- [15] Gomes da Silva Carlos, Figueira Jonas, and Lisboa James, “Un soporte de decisión interactivo.Sistema para un modelo de planificación de producción agregada basada en múltiples criterios de programación lineal,” *La revista Internacional de Ciencias de la Gestión*, pp. 167–177, 2006.
- [16] Leung SCH, “Un modelo de programación por objetivos para la planificación de la producción,” *Informática e Ingeniería Industrial*, pp. 531–541, 2007.
- [17] Georgios Matew, Kopanosa Luis, and Puigjanera Michael, “Planificación de la producción con recursos limitados en industrias alimentarias semicontinuas,” *Elsevier*, 2011.
- [18] Wongb Zhi Li and Peiyu Ren, “Modelado y optimización de problemas de programación de pedidos multiobjetivo en la planificación de la producción,” *Elsevier*, China, 2013.
- [19] Staeblein Thomas, “Planificación y programación en la Industria automotriz,” *Elsevier*, Japon, 2014.
- [20] Meyer Goldstein, R. Schroeder, and Rungtusanatham Johnny, *Administración de operaciones*, Quinta. México: McGraw-Hill Interamericana de España, 2011.
- [21] Mejía Carlos Alberto, “DOCUMENTOS PLANNING,” Medellin-Colombia, 2013.

ANEXOS

Anexo II: Catálogo TECNIBISAGRAS



TECNIBISAGRAS
TORNO & TROQUELADOS

FABRICACION DE:

BISAGRAS
REJILLAS
ALDABONES
RODAMIENTOS
Y OTROS ACCESORIOS

Venecia 1 E3E Lote # 9 y Calle 558D
Telf. 02 3070859 Cel. 0993858336
e-mail. tecnibisagras@gmail.com

RODAMIENTOS

RODAMIENTO

CON BASE 1"



RODAMIENTO

CON BASE 1 1/2"

RODAMIENTO

CON BASE 2"



RODAMIENTO

CON BASE 2 1/2"

Figura II.1



TECNIBISAGRAS **TORNO & TROQUELADOS**

FABRICACION DE:
BISAGRAS
REJILLAS
ALDABONES
RODAMIENTOS
Y OTROS ACCESORIOS

Venecia 1 E3E Lote # 9 y Calle 558D
Telf. 02 3070859 Cel. 0993858336
e-mail. tecnibisagras@gmail.com

RODAMIENTOS

RODAMIENTO

CON BASE 1"



RODAMIENTO

CON BASE 1 1/2"

RODAMIENTO

CON BASE 2"



RODAMIENTO

CON BASE 2 1/2"

Figura II.2

TECNIBISAGRAS
TORNO & TROQUELADOS
FABRICACION DE:
BISAGRAS
REJILLAS
ALDABONES
RODAMIENTOS
Y OTROS ACCESORIOS

Venecia 1 E3E Lote # 9 y Calle 558D
Telf. 02 3070859 Cel. 0993858336
e-mail. tecnibisagras@gmail.com

RODAMIENTO CON BASE TRIANGULAR

**RODAMIENTO
CON BASE TRIANGULAR 1 1/2**



**RODAMIENTO
CON BASE TRIANGULAR 2"**



**RODAMIENTO
CON BASE TRIANGULAR 2 1/2**



Figura II.3



TECNIBISAGRAS
TORNO & TROQUELADOS
 FABRICACION DE:
 BISAGRAS
 REJILLAS
 ALDABONES
 RODAMIENTOS
 Y OTROS ACCESORIOS

Venecia 1 E3E Lote # 9 y Calle 558D
 Telf. 02 3070859 Cel. 0993858336
 e-mail. tecnibisagras@gmail.com

BISAGRAS DE HIERRO

PAR DE BISAGRA 5/16*2



PAR DE BISAGRA 3/8*2

PAR DE BISAGRA 3/8*3



PAR DE BISAGRA 1/2*2

Figura II.4



TECNIBISAGRAS

TORNO & TROQUELADOS

FABRICACION DE:

BISAGRAS
REJILLAS
ALDABONES
RODAMIENTOS
Y OTROS ACCESORIOS

Venecia 1 E3E Lote # 9 y Calle 558D
Telf. 02 3070859 Cel. 0993858336
e-mail. tecnibisagras@gmail.com

BISAGRAS DE HIERRO

PAR DE BISAGRA 5/16*2



PAR DE BISAGRA 3/8*2

PAR DE BISAGRA 3/8*3



PAR DE BISAGRA 1/2*2

Anexo II : Área de producción



ANEXO IV: Capacidad real de la planta al 92%

CAPACIDAD DE PLANTA REAL																																			
Junio			92%			Julio			92%			Agosto			92%			Septiemb			92%			Octubre			92%			Noviembr			92%		
Dia	Op	min/dia	Dia	Op	min/dia	Dia	Op	min/dia	Dia	Op	min/dia	Dia	Op	min/dia	Dia	Op	min/dia	Dia	Op	min/dia	Dia	Op	min/dia	Dia	Op	min/dia	Dia	Op	min/dia	Dia	Op	min/dia			
1	9	3.974	1	9	3.974	1	9	3.974	1	9	1.987	1	9	1.987	1	9	3.974	1	9	3.974	1	9	3.974	1	9	3.974	1	9	3.974						
2	9	3.974	2	9	1.987	2	9	3.974	2	9	3.974	2	9	3.974	2	9	3.974	2	9	3.974	2	9	3.974	2	9	3.974	2	9	3.974						
3	9	3.974	3	9	3.974	3	9	3.974	3	9	3.974	3	9	1.987	3	9	3.974	3	9	3.974	3	9	3.974	3	9	3.974	3	9	3.974						
4	9	1.987	4	9	3.974	4	9	3.974	4	9	3.974	4	9	3.974	4	9	3.974	4	9	3.974	4	9	3.974	4	9	3.974	4	9	3.974						
5	9	3.974	5	9	3.974	5	9	3.974	5	9	3.974	5	9	3.974	5	9	3.974	5	9	3.974	5	9	3.974	5	9	3.974	5	9	1.987						
6	9	3.974	6	9	3.974	6	9	1.987	6	9	3.974	6	9	3.974	6	9	3.974	6	9	3.974	6	9	3.974	6	9	3.974	6	9	3.974						
7	9	3.974	7	9	3.974	7	9	3.974	7	9	3.974	7	9	3.974	7	9	3.974	7	9	3.974	7	9	3.974	7	9	3.974	7	9	3.974						
8	9	3.974	8	9	3.974	8	9	3.974	8	9	3.974	8	9	3.974	8	9	1.987	8	9	3.974	8	9	3.974	8	9	3.974	8	9	3.974						
9	9	3.974	9	9	1.987	9	9	3.974	9	9	3.974	9	9	3.974	9	9	3.974	9	9	3.974	9	9	3.974	9	9	3.974	9	9	3.974						
10	9	3.974	10	9	3.974	10	9	3.974	10	9	3.974	10	9	1.987	10	9	3.974	10	9	3.974	10	9	3.974	10	9	3.974	10	9	3.974						
11	9	1.987	11	9	3.974	11	9	3.974	11	9	3.974	11	9	3.974	11	9	3.974	11	9	3.974	11	9	3.974	11	9	3.974	11	9	3.974						
12	9	3.974	12	9	3.974	12	9	1.987	12	9	3.974	12	9	3.974	12	9	3.974	12	9	3.974	12	9	3.974	12	9	3.974	12	9	1.987						
13	9	3.974	13	9	3.974	13	9	1.987	13	9	3.974	13	9	3.974	13	9	3.974	13	9	3.974	13	9	3.974	13	9	3.974	13	9	3.974						
14	9	3.974	14	9	3.974	14	9	3.974	14	9	3.974	14	9	3.974	14	9	3.974	14	9	3.974	14	9	3.974	14	9	3.974	14	9	3.974						
15	9	3.974	15	9	3.974	15	9	3.974	15	9	3.974	15	9	3.974	15	9	1.987	15	9	3.974	15	9	3.974	15	9	3.974	15	9	3.974						
16	9	3.974	16	9	1.987	16	9	3.974	16	9	3.974	16	9	3.974	16	9	3.974	16	9	3.974	16	9	3.974	16	9	3.974	16	9	3.974						
17	9	3.974	17	9	3.974	17	9	3.974	17	9	3.974	17	9	1.987	17	9	3.974	17	9	3.974	17	9	3.974	17	9	3.974	17	9	3.974						
18	9	1.987	18	9	3.974	18	9	3.974	18	9	3.974	18	9	3.974	18	9	3.974	18	9	3.974	18	9	3.974	18	9	3.974	18	9	3.974						
19	9	3.974	19	9	3.974	19	9	3.974	19	9	3.974	19	9	3.974	19	9	3.974	19	9	3.974	19	9	3.974	19	9	3.974	19	9	1.987						
20	9	1.987	20	9	3.974	20	9	1.987	20	9	3.974	20	9	3.974	20	9	3.974	20	9	3.974	20	9	3.974	20	9	3.974	20	9	3.974						
21	9	3.974	21	9	3.974	21	9	3.974	21	9	3.974	21	9	3.974	21	9	3.974	21	9	3.974	21	9	3.974	21	9	3.974	21	9	3.974						
22	9	3.974	22	9	3.974	22	9	3.974	22	9	3.974	22	9	3.974	22	9	1.987	22	9	3.974	22	9	3.974	22	9	3.974	22	9	3.974						
23	9	3.974	23	9	1.987	23	9	3.974	23	9	3.974	23	9	3.974	23	9	3.974	23	9	3.974	23	9	3.974	23	9	3.974	23	9	3.974						
24	9	3.974	24	9	3.974	24	9	3.974	24	9	3.974	24	9	1.987	24	9	3.974	24	9	3.974	24	9	3.974	24	9	3.974	24	9	3.974						
25	9	1.987	25	9	3.974	25	9	3.974	25	9	3.974	25	9	3.974	25	9	3.974	25	9	3.974	25	9	3.974	25	9	3.974	25	9	3.974						
26	9	3.974	26	9	3.974	26	9	3.974	26	9	3.974	26	9	3.974	26	9	3.974	26	9	3.974	26	9	3.974	26	9	3.974	26	9	1.987						
27	9	3.974	27	9	3.974	27	9	1.987	27	9	3.974	27	9	3.974	27	9	3.974	27	9	3.974	27	9	3.974	27	9	3.974	27	9	3.974						
28	9	3.974	28	9	3.974	28	9	3.974	28	9	3.974	28	9	3.974	28	9	3.974	28	9	3.974	28	9	3.974	28	9	3.974	28	9	3.974						
29	9	3.974	29	9	3.974	29	9	3.974	29	9	3.974	29	9	3.974	29	9	1.987	29	9	3.974	29	9	3.974	29	9	3.974	29	9	3.974						
30	9	3.974	30	9	1.987	30	9	3.974	30	9	3.974	30	9	3.974	30	9	3.974	30	9	3.974	30	9	3.974	30	9	3.974	30	9	3.974						
31			31									31	9	3.974																					
Total del Mes			Total del Mes			Total del Mes			Total del Mes			Total del Mes			Total del Mes																				
93.398,4			93.398,4			91.411,2			97.372,8			85.449,6			87.436,8																				

ANEXO VI: Estrategias de planificación para el plan maestro de producción

Junio	
1	Se contrato un operario para el área de producción de rodamientos
2	
3	

Julio	
1	Se trabaja todo el días los días sábados
2	
3	

Agosto	
1	Se trabaja todo el días los días sábados
2	Se trabaja un feriado medio día
3	

Septiembre	
1	Se trabaja todo el días los días sábados
2	
3	

Octubre	
1	Se trabaja todo el días los días sábados
2	Se trabaja un feriado medio día
3	

Noviembre	
1	Se trabaja todo el días los días sábados
2	Se trabaja los feriados medio día
3	