

DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN POR MEDIO DE LA
PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA
FÁBRICA DE CALZADO TANGIS

TANIA KATHERINE ÁNGEL MOLINA

CARLOS FELIPE VALBUENA BELLO

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.
2018

DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN POR MEDIO DE LA
PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA
FÁBRICA DE CALZADO TANGIS

TANIA KATHERINE ÁNGEL MOLINA

CÓD.: 062121087

CARLOS FELIPE VALBUENA BELLO

CÓD.: 062131022

PROYECTO DE GRADO PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO I INDUSTRIAL

DIRECTOR:

ING. ORLANDO DE ANTONIO SUÁREZ

UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
BOGOTÁ D.C.
2018

NOTA DE ACEPTACIÓN

El trabajo de grado titulado “DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN POR MEDIO DE LA PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE CALZADO TANGIS” realizado por los estudiantes Tania Katherine Ángel Molina con código 062121087 y Carlos Felipe Valbuena Bello con código 062131022, cumple con todos los requisitos legales exigidos por la Universidad para optar al título de Ingeniero Industrial.

Firma del Director

Firma de Jurado 1

Firma de Jurado 2

Bogotá D.C.; Julio de 2018.

DEDICATORIA

El presente proyecto de grado recopila todo nuestro conocimiento, esfuerzo y dedicación culminando así su ejecución y desarrollo. Dedicado primeramente a Dios, por permitirnos desarrollar cada uno de los objetivos propuestos al inicio de este proyecto, por guiarnos en el camino y brindarnos sabiduría y constancia para lograr terminarlo de manera satisfactoria.

Dedicado a nuestros padres por apoyarnos desde el inicio de nuestra carrera y ser nuestra motivación para seguir y no rendirnos en el camino, hermanos y familiares que nos apoyaron moralmente en el desarrollo del presente proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestras familias por apoyarnos en cada momento, darnos motivación y ser nuestro motor para culminar nuestra carrera como Ingenieros Industriales, además por darnos las herramientas necesarias, los espacios, recursos, y demás que ayudaron a la culminación de presente documento.

Adicionalmente, agradecimientos totales a:

Ingeniero Orlando de Antonio Suarez, Director del presente proyecto, por su gestión, colaboración, enseñanzas, persistencia y apoyo para hacer realidad este proyecto.

Ingeniero Humberto Guerrero Salas, por su colaboración y apoyo en el transcurso del desarrollo de este proceso.

Ingeniero Ever Ángel Fuentes, por sus asesorías y conocimientos aportados.

John Arbey Ángel Sánchez, por su colaboración y ser el facilitador para conocer y entender el proceso productivo de la empresa Calzado Tangis, además de brindar la información necesaria y el acceso ilimitado a la planta.

A la Universidad Libre, por brindarnos infraestructura y herramientas como la Biblioteca Gerardo Molina, Bases de datos y otros que enriquecieron nuestro proceso y fueron elementos vitales para la realización y desarrollo, facilitando la elaboración y culminación del documento final.

Y a todas aquellas personas, compañeros, amigos y colegas, que aportaron enseñanzas, conocimientos, motivación y experiencias de las que aprendimos y jamás olvidaremos. Los llevamos en el corazón.

RESUMEN

El siguiente documento presenta el proyecto **DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN POR MEDIO DE LA PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN LA FÁBRICA DE CALZADO TANGIS**, en el que se evidencia por medio de un proceso de seguimiento, que la empresa carece de un sistema de gestión en su sistema productivo, obteniendo así la oportunidad de mejorar significativamente sus procesos, realizando la adaptación de sistemas de gestión como:

- Planeación jerárquica
- MPS (Plan Maestro de Producción)
- MRP (Plan de requerimiento de materiales)
- Programación de taller
- Indicadores de gestión

Inicialmente se realizó un análisis detallado de las problemáticas presentadas en el proceso productivo donde con ayuda del gerente, trabajadores y observaciones realizadas por los autores del proyecto en la planta, se determinaron criterios que estaban afectando la productividad, eficiencia y fluidez de la fabricación del calzado, para lo anterior se realizó un análisis con diagrama de Pareto determinando las variables de mayor afectación. Posteriormente por medio de una matriz DOFA se determinaron aspectos relevantes en las oportunidades, debilidades, amenazas y fortalezas observadas en el diagnóstico previo.

Con la ayuda de herramientas de análisis como Matriz de Vester y una Relación Axial, se establecieron los aspectos más críticos, aspectos del proceso productivo teniendo en cuenta las principales variables que afectan el flujo de la operación. Posteriormente, a través de la recolección de datos de las ventas de los últimos 3 años 2015, 2016 y 2017, se realizó el pronóstico de la demanda teniendo en cuenta los datos históricos, inicialmente planteando escenarios por medio de diferentes métodos determinando como el más acertado el método Holt-Winter con el modelo multiplicativo utilizando semillas.

Seguidamente se plantea el sistema de planeación, programación y control, donde se tuvieron en cuenta aspectos importantes como la capacidad de la planta, los pronósticos anteriormente proyectados, cantidad de recursos a usar para cumplir con la demanda, y factores de producción como eficiencia y eficacia en el proceso. Finalmente, por medio de indicadores de gestión y análisis financiero se muestran los resultados obtenidos con el sistema de producción utilizado actualmente y el propuesto en este documento.

Palabras clave: Producción, demanda, pronósticos, planeación, programación, control, indicadores de gestión, análisis financiero.

ABSTRACT

The following document presents the project **DEVELOPMENT OF PLAN OF MANAGEMENT THROUGH THE PLANNING, PROGRAMMING AND CONTROL OF PRODUCTION AT THE FACTORY OF SHOES TANGIS**, which is evidenced by a follow-up procedure, that the company lacks a management system in its production system, obtaining the opportunity to significantly improve their processes, making the adaptation of management systems such as:

- Hierarchical Planning
- MPS (Master Production Scheduling)
- MRP (Material Requirements Planning)
- Job Shop Scheduling
- Management indicators.

Initially a detailed analysis of the problems presented in the production process was carried out where, with the help of the manager, workers and observations made by the authors of the project in the plant, criteria were determined that were affecting the productivity, efficiency and fluidity of footwear manufacturing. For the above, an analysis with a Pareto diagram was carried out, determining the most affected variables. Subsequently, through a DOFA matrix, relevant aspects were determined in the opportunities, weaknesses, threats and strengths observed in the previous diagnosis.

With the help of analysis tools as an array of Vester and an Axial Ratio, the most critical aspects, aspects of the production process taking into account the main variables that affect the flow of the operation. Subsequently, through the collection of sales data of the last 3 years 2015, 2016 and 2017, the demand forecast taking into account the historical data, initially to pose scenarios by means of different methods of determining how the more successful the Holt-Winter method with the multiplicative model using seeds.

Then there is the system of planning, scheduling and control, where it is taken into account important aspects such as the capacity of the plant, the forecasts previously projected, amount of resources to be used to meet the demand, and factors of production such as efficiency and effectiveness in the process. Finally, by means of indicators of management and financial analysis shows the results obtained with the production system currently being used and the proposed in this document.

Key words: production, demand forecasting, planning, scheduling, control, management indicators, financial analysis.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	18
JUSTIFICACIÓN	18
1. GENERALIDADES	25
1.1. Problema	25
1.1.1. Descripción del problema	25
1.1.2. Pareto de variables críticas	25
1.1.3. Formulación del problema	24
1.2. OBJETIVOS	25
1.2.1. Objetivo General	25
1.2.2. Objetivos específicos	25
1.3. DELIMITACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1.4. CUADRO METODOLÓGICO	27
1.4.1. Tipo de investigación	27
1.4.2. Cuadro Metodologico	28
1.5. MARCO REFERENCIAL	31
1.5.1. Introducción a la organización	311
1.5.2. Marco Teórico	51
1.5.2.1. Pronósticos	373
1.5.2.2. Planeación jerárquica	37
1.5.2.3. Planeación agregada	37
1.5.2.4. Plan maestro de producción (MPS)	38
1.5.2.5. Planificación de plan de requerimiento de materiales (MRP)	38
1.5.2.6. Análisis de la capacidad en planta	41
1.5.2.7. Programación de la producción	43
1.5.2.8. Programación de piso	46
1.5.2.9. Secuenciación de operaciones	46
1.5.2.10. Control de la producción	47

1.5.2.11. Indicadores	48
1.5.3. Marco conceptual	51
1.5.4. Antecedentes	51
1.5.5. Marco legal y normativo	51
2. DESARROLLO DEL PROYECTO	25
2.1. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE PRODUCCIÓN	25
2.1.1. Recursos disponibles para la producción	25
2.1.1.1. Recurso humano	25
2.1.1.2. Maquinaria y equipos	257
2.1.2. Caracterización de instalaciones y productos	25
2.1.2.1. Descripción de la planta física	25
2.1.2.2. Descripción de los productos	250
2.1.2.3. Costos de mano de obra	25
2.1.3. Caracterización de procesos productivos	25
2.1.3.1. Manejo de proveedores	25
2.1.3.2. Proceso de compra de materiales e insumos	25
2.1.4. Diagramas de procesos	25
2.1.5. Estudio de tiempos	25
2.1.6. Pronósticos	25
2.1.6.1. Datos Históricos	25
2.1.6.2. Cálculo de pronósticos	25
2.2. SISTEMA PROPUESTO DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	25
2.2.1. Planeación de la producción	25
2.2.1.1. Horizonte de planeación	25
2.2.2. Planeación agregada	25
2.2.3. Programacion de la producción	25
2.2.3.1. Plan Maestro de Producción (MPS)	25
2.2.3.2. Explosión de materiales (BOM)	25
2.2.4. Plan de requerimiento de materiales (MRP)	25
2.2.5. Capacidad de producción	25
2.2.5.1. Capacidad de producción global	25

2.2.5.2. Capacidad de producción detallada	25
2.2.6. Control de la producción	25
2.2.6.1. Balanceo de línea	25
2.2.6.2. Cronograma de secuenciación	25
2.2.6.3. Formatos de control	25
3. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	25
3.1. VALIDACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO	25
3.1.1. Indicadores de gestión	25
3.1.2. Comparación de resultados	25
3.1.3. Validación por medio de indicadores	25
3.2. ANALISIS FINANCIERO	25
3.2.1. Costos fijos y variables	25
3.2.2. Flujo de caja	25
3.2.3. Punto de equilibrio	25
CONCLUSIONES	25
RECOMENDACIONES	25
BIBLIOGRAFÍA	25
ANEXOS	1218

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Consolidado del formato de registro de datos	23
Tabla 2. Cuadro Metodológico	28
Tabla 3. Programación en los niveles de planeación agregada y desagregación	44
Tabla 4. Reglas de secuenciación de operaciones	45
Tabla 5. Antecedente 1	53
Tabla 6. Antecedente 2	54
Tabla 7. Antecedente 3	56
Tabla 8. Antecedente 4	57
Tabla 9. Matriz DOFA	61
Tabla 10. Matriz de Vester	62
Tabla 11. Malla de costos del botín	71
Tabla 12. Escala de valoración para el ritmo de trabajo	78
Tabla 13. Suplementos calificados para el estudio de tiempos	78
Tabla 14. Tiempos estándar por departamento	79
Tabla 15. Tiempo estándar promedio por departamento	80
Tabla 16. Datos Históricos	80
Tabla 17. Medición del error pronostico	82
Tabla 18. Pronósticos Modelo Holt-Winter (Método Multiplicativo)	84
Tabla 19. Datos de la demanda pronosticada	86
Tabla 20. Costo por par fabricado Calzado Tangis	88
Tabla 21. Información de producción	88
Tabla 22. Información general de costos	88
Tabla 23. Plan agregado del mes de Enero	89
Tabla 24. Plan Maestro de Producción	90
Tabla 25. Lista de materiales del botín	91
Tabla 26. Registro de inventario de materiales	93
Tabla 27. Información para el cálculo de la capacidad	94
Tabla 28. Tiempos perdidos por factores operativos	95

Tabla 29. Cantidad de maquinaria utilizada en el proceso productivo	96
Tabla 30. Calculo de la capacidad disponible	96
Tabla 31. Capacidad general del mes de Enero 2018	97
Tabla 32. Agrupación de materiales y tiempo estándar	98
Tabla 33. Programación de tiempo para el mes de Enero 2018 (Dto. corte)	98
Tabla 34. Calculo de la capacidad para el mes Enero 2018 (Dto. Corte)	99
Tabla 35. Balanceo de línea Calzado Tangis	100
Tabla 36. Resultados del balanceo de línea	100
Tabla 37. Unidades para el pedido de materiales	103
Tabla 38. Productividades por área	103
Tabla 39. Sistema propuesto Vs. Sistema Actual	107
Tabla 40. Flujo de caja	111
Tabla 41. Tasa de retorno de inversión por escenario	112
Tabla 42. Punto de equilibrio por escenario por periodo	112
Tabla 43. Maquinaria Calzado Tangis	117

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diagrama Ishikawa	20
Figura 2. Mapa de ubicación de la fábrica Calzado Tangis	26
Figura 3. Hilo Conductor	32
Figura 4. Organigrama Calzado Tangis	60
Figura 5. Plano Calzado Tangis	68
Figura 6. Distribución por áreas de trabajo	69
Figura 7. Modelos de botines período 2016-2017	70
Figura 8. Diagrama de operaciones	73
Figura 9. Diagrama de proceso	74
Figura 10. Diagrama de recorrido	75
Figura 11. Cuadro resumen sistema propuesto	76
Figura 12. Botín Ref. B-012	77
Figura 13. Desglose de materiales del botín	92
Figura 14. Cronograma de secuenciación para un lote de botines	101
Figura 15. Formato de seguimiento de órdenes de producción	101
Figura 16. Formato de solicitud de material a proveedor	103
Figura 17. Formato de chequeo e inspección de producto terminado	105

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Histórico de pares 2015-2016-2017	22
Gráfica 2. Diagrama de Pareto	24
Gráfica 3. Relación Axial	63
Gráfica 4. Datos históricos en pares de los años 2015-2016-2017	81
Gráfica 5. Estacionalidad de los años 2015-2016-2017	82
Gráfica 5. Pronostico Holt-Winter (Modelo Multiplicativo)	83

LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1. Promedio móvil	34
Ecuación 2. Nuevo pronostico	34
Ecuación 3. Promedio móvil ponderado	35
Ecuación 4. Promedio suavizado exponencial	35
Ecuación 5. Error de pronostico	35
Ecuación 6. MAD - Desviación media absoluta	35
Ecuación 7. MSE - Error cuadrático promedio	36
Ecuación 8. MAPE - Error porcentual cuadrático	36
Ecuación 9. Requerimientos netos	41
Ecuación 10. Retraso de la cola	41
Ecuación 11. Capacidad teórica	42
Ecuación 12. Capacidad instalada	42
Ecuación 13. Capacidad disponible	42
Ecuación 14. Capacidad necesaria	43
Ecuación 15. Capacidad utilizada	43
Ecuación 16. Rendimiento operacional	48
Ecuación 17. Rendimiento almacén	49
Ecuación 18. Utilización maquinaria	49
Ecuación 19. Utilización transportador	49
Ecuación 20. Utilización almacenamiento	49
Ecuación 21. Productividad operacional	49
Ecuación 22. Productividad de transporte	49
Ecuación 23. Productividad de almacén	49

INTRODUCCIÓN

Partiendo del supuesto de que en la actualidad la globalización y los tratados de libre comercio (TLC's) con diferentes países hace que se generen fluctuaciones eventuales en los sistemas económicos y mercantiles de diversos sectores e industrial del país, hace que la competitividad entre empresas locales y extranjeras genere insuficiencias en los sistemas productivos a nivel interno de cada fábrica o proveedor de servicios.

En ese orden de ideas la adquisición de ventajas competitivas hace que los talleres industriales convencionales que tiene el país en múltiples sectores crezcan con pequeños complementos al sistema ya sea a nivel estratégico, táctico u operativo.

Es así como se busca proponer un plan de producción que aumente el rendimiento de Calzado Tangis; y como bien es de saber, en toda industria uno de los pilares base es la planificación, con ella se logra establecer un marco global de desarrollo prospero para una compañía, haciéndola más efectiva frente a sus competidores.

A continuación, se presenta un plan de desarrollo industrial en el ámbito de la planeación, programación y el control de la producción en un sistema flow shop, el cual funciona de una forma factible con una gran oportunidad de mejora.

JUSTIFICACIÓN

Las organizaciones deben soportar sus esquemas de información de tal modo que siempre esté disponible para la dirección en sus actividades productivas. Las actividades industriales requieren una planeación desde todos los aspectos donde se integran los procesos de diversas áreas que le dan valor agregado a cada uno de sus productos, dicho valor en el ámbito de la producción se da gracias a la planeación de producción para los productos que se fabrican en un periodo determinado. Para el funcionamiento óptimo de las industrias manufactureras se hace necesario un sistema de gestión de producción donde se establezca el orden general de todas las variables físicas e intangibles del proceso de fabricación de un producto. La ausencia de un plan de gestión de producción en la empresa, hace que se incurran en costos desmedidos y en ocasiones poco valorados en cualquier tipo de industria manufacturera; estos costos se pueden ver reflejados desde los requerimientos de materia prima, demoras en las operaciones y en la entrega del producto al cliente final.

Al integrar dicho plan de gestión para la planificación, programación y control de producción, al sistema actual de la empresa se optimizará la capacidad, la cual estará acorde al nivel de producción manejado, de igual forma el funcionamiento a nivel operativo, táctico y estratégico de la organización, dado que, si se administran de manera eficiente los factores que intervienen en el proceso, la efectividad, la calidad y la percepción del producto será mejor, así mismo el uso de recursos se evidenciará un ahorro de energía, servicios e insumos implícitos en el proceso. A nivel económico, la implementación del sistema de gestión de producción, beneficiará a la empresa aumentando sus utilidades y abriendo puertas a nuevas oportunidades de negocio. Su solvencia en el mercado será más notable debido a la efectividad de sus procesos.

En cuanto a la competitividad del mercado la empresa tiene oportunidad de mejora frente a sus competidores locales e internacionales como lo son el calzado hecho en china el cual está ganando poderío en el mercado a nivel nacional. La empresa debe fortalecer sus puntos fuertes y potenciar los más débiles ya que el calzado colombiano tiene ventajas considerables frente al chino. La tecnificación y la reorganización de las operaciones estructuradas con un nuevo esquema de producción será una posible competitiva de la empresa para esta situación.

En cuestiones ambientales, se espera reducir los desperdicios que genera la industria aprovechando al máximo el uso de sus materias primas y recursos que se involucran directamente con el proceso aportando un beneficio para el medio ambiente y la sociedad misma.

GENERALIDADES

1.1. PROBLEMA

1.1.1. Descripción del problema

Calzado Tangis es una fábrica que actualmente produce calzado femenino tipo botín en su gran mayoría, sin embargo anteriormente manejaba líneas como baletas, zapatillas, botas caña larga y media caña. Su dueño y gerente general el señor John Arbey Ángel Sánchez, es el encargado de todo el sistema productivo y el cual ha manejado con su experticia y conocimientos empíricos.

Sin embargo, la estructura del centro de trabajo carece de un plan de gestión de producción, evidenciando así una gran oportunidad de mejora y optimización de sus recursos y operaciones. La caracterización del proceso de fabricación identifica los departamentos se describen a continuación:

Corte: Está compuesto por una persona que realiza operaciones totalmente manuales, se encarga de medir las piezas del molde dependiendo la referencia buscando la manera más eficiente de acomodarlas, para así reducir costos por desperdicio. El trabajador de esta área opera en base a su experticia.

Desbastado: Esta tarea es realizada por los guarnecedores, esta operación consiste en desbastar los bordes de las piezas con el fin de facilitar el ensamble con costura. En la mayoría de casos es necesario realizarla para materiales muy gruesos.

Cambrado: Esta etapa del proceso es realizada por medio de un servicio de Outsourcing ubicado en el Barrio Restrepo. Consiste en doblar y planchar las capelladas para figurar la parte posterior del calzado. Esta operación implica el traslado de las piezas y largos tiempos de espera generando costos adicionales en transporte y pérdida de tiempo constante ya que no se tiene en cuenta el tiempo que demora el producto en proceso en esta operación.

Guarnición: Los operarios de esta área se encargan de unir todas las piezas, y montar detalles o accesorios como hebillas, herrajes, taches, ojáleles, cremalleras y otros, basándose en los diseños establecidos. Sin embargo, el catalogo actual no posee especificaciones ni detalles de cada referencia, solamente se cuenta con fotos.

El área siguiente es llamada Soladura y se compone de dos etapas: Montaje y pulido y Vulcanizado y pegado:

Montaje y Pulido: Los trabajadores de esta área son denominados soladores, son los encargados de montar los cortes obtenidos de guarnición en hormas de

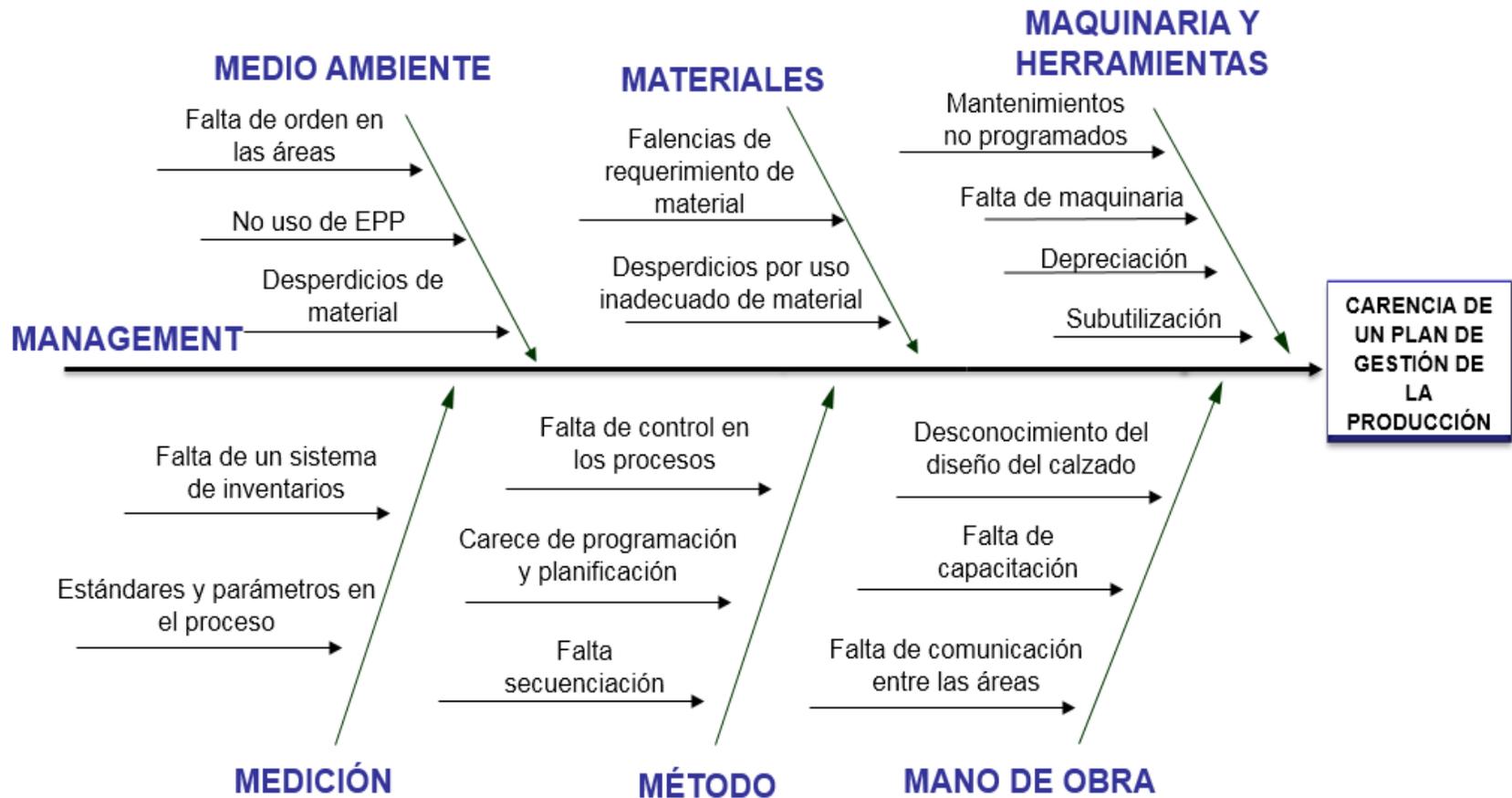
poliuretano según especificaciones. Posteriormente se pulen los bordes inferiores para la aplicación de pegante y activador.

Vulcanizado y Pegado: Los soladores también están encargados de realizar el vulcanizado y pegado de suelas, el cual consiste en calentar la horma con el corte ensamblado y la suela y unirlos a presión en una máquina. Finalizado este proceso, es necesario esperar aproximadamente 10 horas para sacar cada zapato con el fin de que no se desfigure ni se despegue.

Finizaje: En esta última área se arregla y empaca el calzado para la entrega final al cliente, se pinta, limpia, revisa y empaca cada par agrupándolo en docenas o numeración requerida. Esta operación es realizada escogiendo docenas al azar, sin tener en cuenta cual es requerida con mayor brevedad, lo cual hizo evidente la falta de secuenciación de las tareas.

La planeación de la producción está dada por orden de llegada de los pedidos por parte de los clientes, cada docena (también llamada tarea) es aquella numeración de una sola referencia para cada almacén, las órdenes son enviadas a la cadena de producción por medio de “vales”, donde se especifican características propias del calzado que se va a realizar tales como: Material de capellada, talón, puntera, caña y demás piezas dependiendo la referencia, color, altura, destino, numeración, material del forro, entre otras. Cada uno de los vales posee 4 copias, una para cada trabajador de cada una de las áreas. Así pueden constatar por medio de estos la cantidad y la referencia de lo producido a la semana para realizar la nómina correspondiente. Adicionalmente, cabe resaltar que los pagos son al destajo, por lo que se genera pagos de nómina semanalmente.

Figura 1. Diagrama Ishikawa



Fuente: Autores, 2017.

En el diagrama Ishikawa mostrado en la Figura 1, se evidencian las principales falencias del proceso productivo clasificadas en 6 variables:

Antes de comenzar es importante resaltar el modelo administrativo que se tiene actualmente con el cual se desembocan las principales problemáticas en la fábrica. El gerente maneja un modelo empírico de administración de los recursos gestionando aspectos como las compras de material, ordenes de pedido, administración de personal, manejo de insumos y materiales en cada área, además de ser la persona encargada de supervisar todo el proceso productivo.

Con respecto al medio ambiente, se presentan falencias en el manejo de los materiales y los productos en proceso de cada área, además de no contar con organización estandarizada para cada puesto de trabajo ocasionando que el personal disminuya su eficiencia y concentración en cada labor. Cabe mencionar que hay elementos que no corresponden a la actividad productiva generando subutilización del espacio. Al ser una industria que maneja adhesivos industriales y residuos de material en diferentes momentos de la operación, con el tiempo se pueden generar enfermedades laborales al no usar los elementos de protección personal tales como tapabocas y protectores auditivos. (Desperdicios de materiales).

Como se lleva a cabo en las grandes fábricas, se hace necesario un sistema de medición el cual es ausente en la planta, debido a que no posee un sistema de inventarios para materias primas e insumos y productos terminados, esto genera igualmente subutilización del espacio, y tiempos muertos al momento de solicitar algún tipo de material en específico. Cada una de las áreas productivas, carece de secuenciación y control de las operaciones realizadas así mismo la falta de un manual de funciones donde estipulen los estándares para los usos de operaciones ya sean manuales o realizadas en máquina, como por ejemplo el uso de herramientas, tiempos de operación, preparación de maquinaria, entre otros.

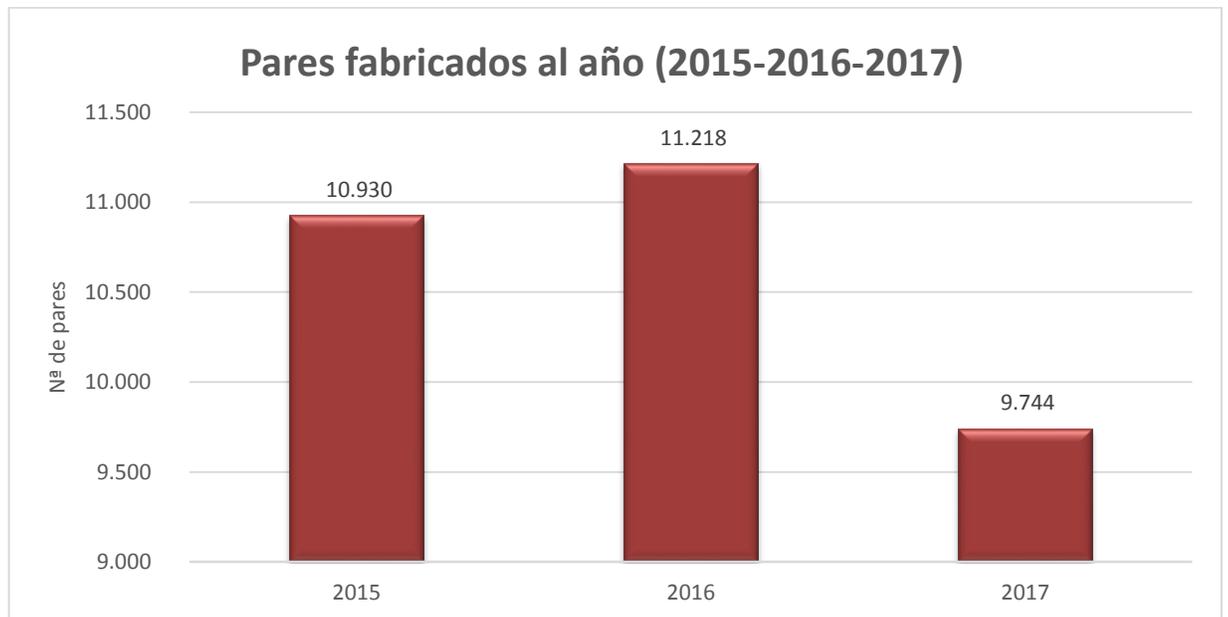
En el manejo de los insumos y materias primas se evidencian ciertas tendencias a faltar o desperdiciar, ya que la programación es inadecuada a la hora de realizar compras de material por parte del gerente, ya que no se tiene en cuenta el lead time, métodos de entrega por parte de proveedores, calidad, volumen, precio, especificaciones propias y errores del proveedor al momento de entregar materia prima que no ha sido solicitada generando sobrecostos y pérdida de tiempo.

En la realización de cada una de las operaciones se observa la falta de planificación a la hora de programar y secuenciar actividades en el proceso productivo, como consecuencia de esto se presenta desbalanceo en línea de producción ocasionando ineficiencia y pérdidas de tiempo que se acumulan a lo largo de la cadena productiva. Para la programación de los pedidos se identificó que no se provee el personal que lo realizará en cada una de las áreas, por

consiguiente se provocan cuellos de botella en varias etapas de la fabricación del calzado.

A continuación, se muestran los datos obtenidos de las órdenes de producción de la empresa realizadas en los últimos 3 años donde se puede evidenciar la decadencia:

Gráfica 1. Histórico de pares fabricados 2015, 2016, 2017



Fuente: Autores con base en la información suministrada por la empresa, 2017.

En la Gráfica 1, se ilustra una disminución en pares del 13% en las órdenes de pedido obtenidas en los últimos 3 años de funcionamiento de la empresa, lo cual es una cifra significativa con respecto a los años anteriores.

1.1.2. Pareto de variables críticas

Con base en las falencias evidenciadas en cada una de las áreas productivas, se identificaron algunas posibles causas en las cuales el proceso se está viendo afectado ya que no permite la fluidez en la cadena productiva, además de falencias de factores claves en la producción del calzado. Como consecuencia de las observaciones realizadas se utilizó el “Formato de registro de datos” (Anexo 2), en el cual se detectaron las principales causas clasificándolas en las variables descritas en el anterior Diagrama de Ishikawa.

Se realizaron observaciones durante 6 días de lunes a sábado de 7:00 a.m. a 12:00 p.m.; durante este proceso se detectó la frecuencia con la que ocurría cada una de las causas seleccionadas como las más relevantes e importantes que

afectan directamente el proceso de fabricación del calzado. A continuación, se presenta en la Tabla 1 la recopilación de los factores que obtuvieron una frecuencia mayor a 0, donde adicionalmente se describe el porcentaje de afectación y el porcentaje acumulado (Ver Anexo 2).

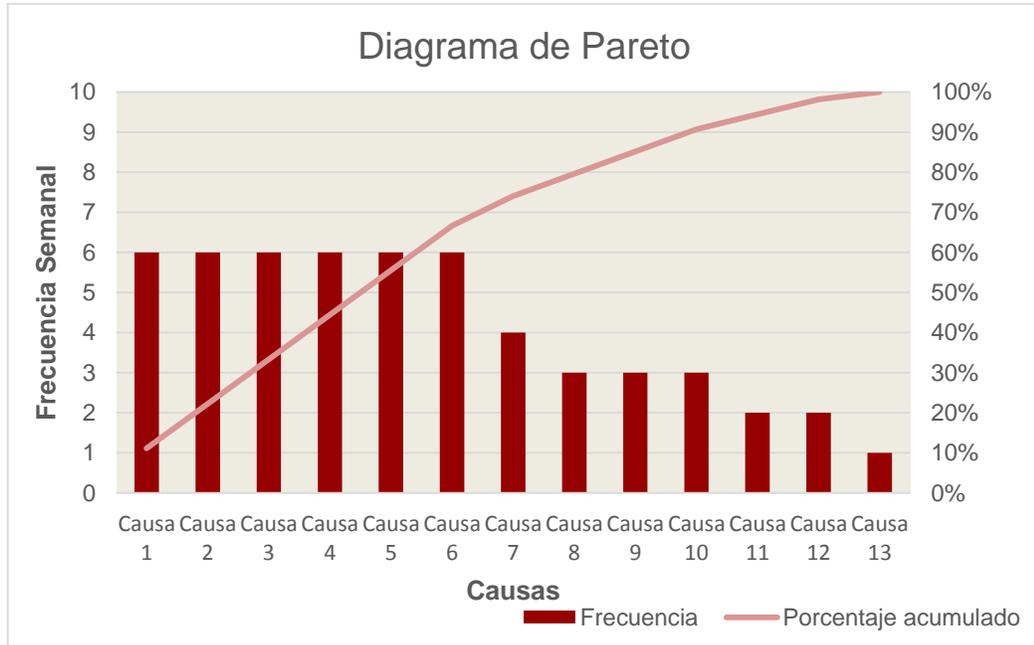
Tabla 1. Consolidado del formato de registro de datos

Causa	Sub-variable	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Causa 1	Falta de orden en el área de trabajo	6	11%	11%
Causa 2	Desperdicios de Material	6	11%	22%
Causa 3	Falta de control en procesos	6	11%	33%
Causa 4	Carece de planificación y programación	6	11%	44%
Causa 5	Desperdicios por uso inadecuado de material	6	11%	56%
Causa 6	Estándares y parámetros de proceso	6	11%	67%
Causa 7	Falta de secuenciación	4	7%	74%
Causa 8	No uso de EPP	3	6%	80%
Causa 9	Falta de comunicación entre áreas	3	6%	85%
Causa 10	Falencias en requerimientos de material	3	6%	91%
Causa 11	Subutilización	2	4%	94%
Causa 12	Falta de un sistema de inventarios	2	4%	98%
Causa 13	Falta de Maquinaria	1	2%	100%
TOTAL		54	100%	

Fuente: Autores y Gerente de la empresa Calzado Tangis.

En la Tabla 1, se muestran los datos recopilados del formato anexo en el cual se consolida la frecuencia de cada una de las causas, el porcentaje que representa cada uno de ellos con respecto a los demás y el porcentaje acumulado. Para poder visualizar de una mejor manera se utilizó un Diagrama de Pareto como herramienta de análisis para la determinación de las causas más relevantes y así mismo dejando de lado las causas poco vitales y enfocando las problemáticas en las diferentes áreas del proceso productivo.

Gráfico 2. Diagrama de Pareto



Fuente: Autores

Como se muestra en el Diagrama de Pareto, Gráfico 2, y en lo observado previamente, las causas más relevantes son de la número uno a la seis, las cuales corresponden a la falta de orden en las áreas de trabajo, pues como se ha descrito, en cada puesto de trabajo del área productiva se hace evidente la gran cantidad de desperdicio de material ubicado en el suelo, donde además de obstaculizar el paso, se evidencia el manejo inadecuado del material tanto para el ambiente como para la eficiencia en el uso de los materiales e insumos incurriendo en ineficiencia con respecto a los costos y el espacio. Además, la falta de planificación y programación colabora con el desconocimiento de la secuenciación de cada una de las tareas o docenas, pues al no realizarlo previamente a la producción se presentan, en ocasiones, cuellos de botella en el área de guarnición y soldadura, el control en los procesos igualmente juega un papel fundamental en la fluidez del proceso, por lo cual los estándares y parámetros no se tienen estipulados y como consecuencia se obtienen resultados desfavorables y poco rentables.

1.1.3. Formulación del problema

¿Cómo desarrollar mejoras en el sistema de planeación de la producción de Calzado Tangis, con el fin de optimizar la productividad de la empresa?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Desarrollar un plan de gestión de la producción a mediano plazo, que permita aumentar la productividad operacional en la fábrica Calzado Tangis por medio de herramientas de planificación, programación y control.

1.2.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el estado actual del sistema de la fábrica Calzado Tangis por medio de observaciones y mediciones para la identificación de variables y parámetros.
- Proponer un sistema de gestión para la planificación, programación y control de las actividades del proceso operacional por medio de la planeación jerárquica optimizando la productividad.
- Validar la metodología propuesta comparándola con los resultados del proceso productivo actual a través del planteamiento de indicadores de gestión.
- Evaluar la viabilidad económica a través de un estudio de costo-beneficio con la metodología propuesta.

1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

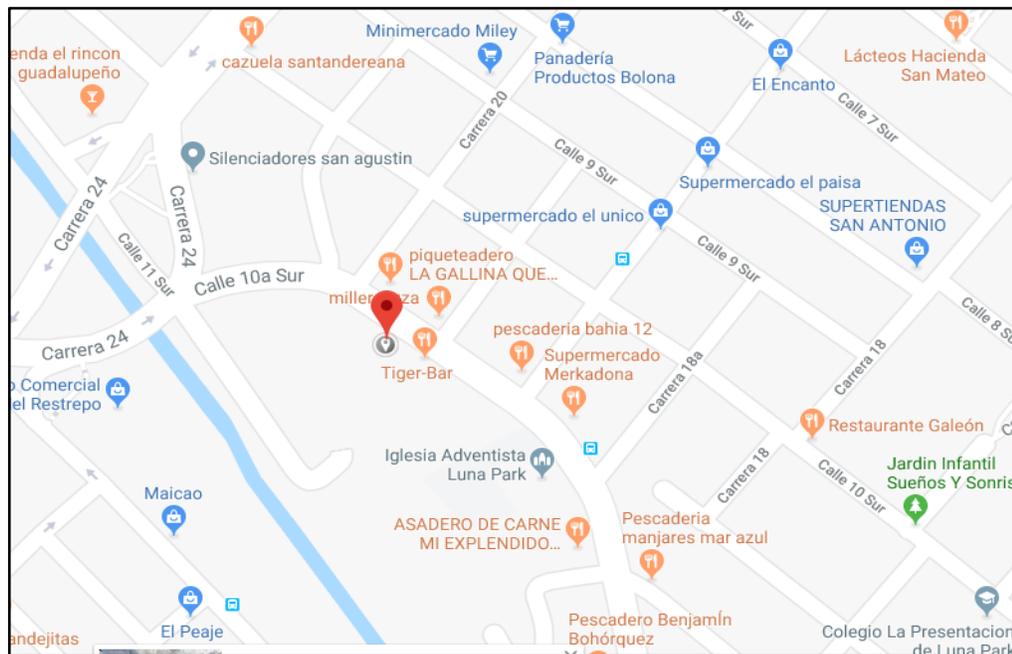
Dimensión Temática: El objeto de estudio del proyecto es la planeación programación y control de la producción.

Dimensión Técnica: La propuesta busca aumentar el rendimiento de la empresa a nivel interno como externo, desde la optimización del tiempo y materiales hasta la satisfacción de los clientes, reduciendo los costos por recursos mal utilizados. Esta mejora se logrará por medio de planeación agregada, planeación maestra (MPS). Planeación de requerimiento de materiales (MRP), programación de taller y secuenciación de operaciones que se acomoden a los factores que entran en la manufactura del producto.

Dimensión Temporal: El horizonte de tiempo proyectado para el proyecto es de 6 a 8 meses, donde se podrá comparar el proceso actual con el propuesto.

Dimensión Espacial: Se busca estructurar un sistema de planeación, programación y control de la producción para la empresa CALZADO TANGIS, que se encuentra ubicada en la Calle 1 A N° 20-03 (Tercer piso), Barrio Luna Park, en la ciudad de Bogotá D.C. La ubicación se puede observar en la Figura 2.

Figura 2. Mapa de ubicación de la fábrica Calzado Tangis



Fuente: Google Maps (Junio, 2017)
(<https://www.google.com.co/maps/@4.5931522,74.0939866,17z?hl=es>)

1.4. CUADRO METODOLÓGICO

1.4.1. Tipo de investigación

Los aspectos más relevantes de la investigación son:

Participación: Se requiere relacionar la investigación y las acciones de los investigadores con el trabajo en conjunto de la empresa donde se realizará la recopilación de la información necesaria para aplicar las correcciones adecuadas para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Análisis: Se requiere, procesar y analizar los datos que se han recogido en el proceso de investigación con el fin de dar un dictamen de cómo se encuentra la empresa y reconocer las falencias que tiene para tomar los correctivos necesarios.

Para el desarrollo de este proyecto de investigación se utilizará el tipo de INVESTIGACIÓN APLICATIVA, ya que por medio de la aplicación de teorías apoyadas en la información recopilada se puede optimizar la producción de calzado Tangis de acuerdo con las necesidades de ésta. El desglose de actividades se puede observar a continuación en la Tabla 2.

1.4.2. Cuadro metodológico

Tabla 2.

Objetivos del proyecto			
Resumen Narrativo de objetivo	Actividades	Metodología	Mecanismos de recolección de datos
<p>Estudiar la información recolectada y realizar análisis donde se establezcan patrones de comportamiento tanto de la demanda, como del factor interno en la producción elaborando gráficos de control para identificar qué factores están en discrepancia con respecto al comportamiento habitual de estos factores. Además, realizar con los las metodologías utilizadas una reingeniería de cada uno de los procesos que conforman la cadena de producción identificando los posibles cambios y estrategias para optimizar el rendimiento del proceso.</p>	Caracterizar la información general de la empresa	<p>Se recolectara información por medio de encuesta durante la jornada de trabajo al personal encargado de cada área de producción, además de recurrir a fuentes primarias de información como lo son los datos históricos y registros que tiene la empresa implementado la herramienta Árbol de problemas con el objetivo de identificar variables que permitan el desarrollo de una matriz DOFA de dicha situación.</p>	<p>Se realizaran encuestas y la observación misma, se hará uso de programas especializados para tabular datos (Información Primaria)</p>
	Recolectar información sobre la demanda del mercado y del área de producción de años pasados		
	Realizar un análisis de la información de producción y mercado recolectada		
	Describir las fallas y problemas en el proceso de fabricación		
	Describir las fallas y problemas en el área de ventas y entrega		
	Identificar variables que están directamente relacionadas con el desempeño actual de la empresa.		
	Indagar acerca de las metodologías que se adaptan mejor al comportamiento del proceso productivo		
Demostrar la factibilidad de la aplicación de estas técnicas para el mejoramiento y funcionalidad del proceso.		<p>Se implementarán técnicas y herramientas relacionadas con la ingeniería de métodos para realizar un estudio analítico y sistemático de la metodología usada en la empresa, para así desglosar y entender de una mejor manera cada una de las operaciones dentro de los procesos y así mismo identificar las posibles fallas presentadas o posibles mejoras a implementar para obtener una mayor productividad.</p>	
Proponer un sistema	Realizar pronósticos de las posibles demandas	Realizar una recolección de las demandas presentadas en los años	Datos históricos de la empresa, ventas, demanda, periodos de

de gestión para la planificación, programación y control de las actividades del proceso operacional por medio de la planeación jerárquica optimizando la productividad.		anteriores y establecer por medio de técnicas de pronósticos el posible comportamiento de los requerimientos de los clientes teniendo en cuenta las temporadas del año de mayores ventas o por cambios de colección.	estacionalidad, niveles de producción y variables aplicables del diagnóstico anteriormente realizado (Información primaria), Bibliografía técnica en temas de planeación, programación y control de la producción, ensayos y papel de las bases de datos universitarias, recurrir a antecedentes en el tema con la ayuda de la hemeroteca de la universidad (Información Secundaria)
	Utilizar herramientas de planeación jerárquica, como MPS y MRP para estandarizar los procesos	Desarrollar e implementar un plan maestro de producción para así establecer los periodos de planificación de las ordenes de producción tomándolos como base para establecer que decisiones operativas podrían llevarse a cabo, además de mitigar demoras en el proceso y retrasos en las ordenes de producción evitando por consiguiente demoras en las entregas a los clientes	
		Verificar con los proveedores el Lead Time establecido para cada una de las materias primas implementado un plan de requerimiento de materiales disminuyendo posibles cuellos de botella en el proceso, teniendo en cuenta estos tiempos adicionales en la programación de las órdenes de producción.	
	Sugerir un adecuado de los puestos de trabajo y despacho de las ordenes de producción	Estudiar la posibilidad de la implementación de herramientas de tiempos y movimientos para adecuar los puestos de trabajo teniendo en cuenta el flujo de materiales y la capacidad efectiva de los procesos productivos.	Toma de tiempos y movimientos, formatos de tiempos y movimientos, tabulación de datos, estandarización de tiempos, normas de trabajo OIT en el lugar de trabajo
		Proponer una posible distribución en planta donde la organización de las áreas este mejor estructurada	
		Programar las órdenes de producción con el uso de un sistema MPS teniendo en cuenta el comportamiento de los factores esenciales en el sistema productivo.	Datos históricos de la empresa, ventas, demanda, periodos de estacionalidad, niveles de producción y variables aplicables

			del diagnóstico anteriormente realizado (Información primaria)
Validar la metodología propuesta comparándola con los resultados del proceso productivo actual a través del planteamiento de indicadores de gestión.	Hacer uso de indicadores de gestión para generar un posible resultado del plan adecuando la metodología que más se acomode a la situación	Estructurar un listado de variables del proceso, y generar una lista de indicadores pertinentes al rendimiento de la producción y la demanda pronosticada.	Con base en los diagnósticos y la información recopilada en la metodología a trabajar se realizarán los cálculos de los indicadores
	Analizar el resultado de los indicadores teniendo en cuenta cada uno de los criterios de producción evaluados	Someter a un análisis riguroso el desempeño de los indicadores contrastando sus resultados con el desempeño actual de la empresa	A partir de la información recopilada de los indicadores, se confrontarán los resultados con los datos actuales, dichos datos son información que ya se tiene desde la caracterización y el diagnóstico de la empresa.
Evaluar la viabilidad económica a través de un estudio de costo-beneficio con la metodología propuesta.	Realizar un estudio financiero del plan de mejoramiento propuesto a la empresa.	Con base en la metodología aplicada calcular los costos que repercuten implementar dicho plan a la estructura de la empresa, postulando sus costos directos a corto plazo y sus beneficios a largo plazo	Se aplicarán herramientas de Costos de producción para saber los costos directos e indirectos del plan, el uso de la ingeniería económica tomara parte importante para la inversión actual en el futuro por medio de VPN, TIR entre otros.

Fuente Autores, 2017.

1.5. MARCO REFERENCIAL

1.5.1. Introducción a la organización

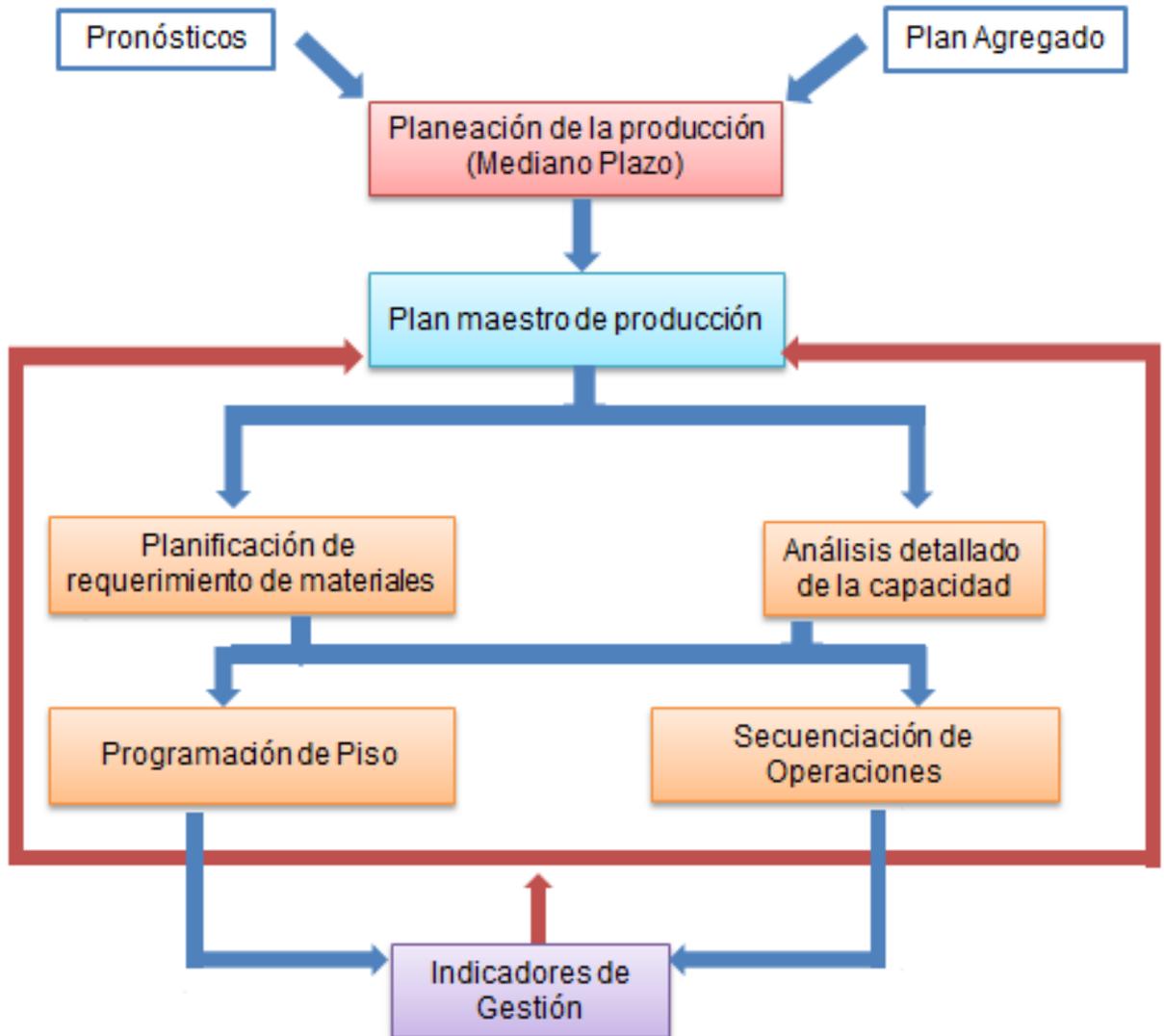
Calzado Tangis es una empresa que se encarga de fabricar y comercializar calzado para dama en diferentes referencias, abarcando tipos de calzado como botines, baletas, zapatillas, botas caña larga y media caña. El proceso de fabricación es realizado por órdenes de producción, siendo distribuidor en Bogotá y sus municipios aledaños. La fábrica fue creada hace aproximadamente 11 años por el Gerente actual el señor John Arbey Ángel Sánchez, el cual ha manejado el sistema productivo con su experticia y conocimientos empíricos.

En sus inicios, el dueño y gerente general, era el encargado de realizar todo el proceso de fabricación de calzado como baletas y tenis en pequeñas cantidades a clientes menores como almacenes de barrio, con el tiempo el calzado se fue caracterizando por ser muy cómodo y de buena calidad, aproximadamente 1 año después se empezó a contratar personal para producir en mayores cantidades y así cumplir con los requerimientos de los clientes, se empezaron a hacer dotaciones para la policía, colegios y hospitales. Posteriormente, los años siguientes fueron de crecimiento obteniendo poco a poco maquinaria, personal más especializado, una planta física más acorde a la estructura de la empresa, y así hoy en día es una de las marcas que se reconoce en almacenes como Nueva Moda, Piccolo, Stilo Nuevo, Calzado Bucaramanga, entre otros, sobresaliendo entre los demás productores por su calidad y comodidad.

1.5.2. MARCO TEÓRICO

En este marco es importante hacer referencia a los temas que se van a manejar en el transcurso del proyecto, esto con el objetivo de facilitar y contextualizar la comprensión del trabajo realizado. Las temáticas a trabajar se pueden observar en el siguiente hilo conductor correspondiente a la Figura 3:

Figura 3. Hilo Conductor



Fuente: Autores

1.5.2.1. Pronósticos

Los pronósticos son una herramienta de planeación que ayudan a prever comportamientos futuros de variables cuantitativas y cualitativas de un entorno que son relevantes en la toma de decisiones, para ello es importante establecer el método a utilizar dependiendo el tipo de problemática en estudio para obtener datos cercanos a la realidad.

Según Sipper y Bulfin (1977) al realizar pronósticos se crea cierta confiabilidad en la predicción de un evento si se usa el método correcto, para ello existe cierta variedad en los tipos de pronósticos que se usan tanto en situaciones de la vida real y como en el ámbito organizacional. Igualmente mencionan que las empresas que manejan procesos de producción controlados por el mercado actual aprovechan de una manera más eficiente la utilización de pronósticos donde cada uno de ellos está determinado por su utilización. Además, lo que se busca con la aplicación de pronósticos oportunos es lograr una exactitud necesaria, a tiempo y a un costo razonable. Los pronósticos se pueden clasificar en tres métodos:

- Métodos subjetivos o cualitativos

El método cualitativo se fundamenta en el juicio de un individuo, no necesariamente tiene forma numérica y puede ser estudiado por medio de herramientas como encuestas, entrevistas, entre otros.

Sin embargo, uno de las técnicas más usadas en este tipo de pronósticos es el Método Delphi el cual consiste en una técnica para realizar estudios de predicción las cuales están fundamentadas en opiniones de expertos sobre el tema estudiado, ya que plantea que la hipótesis del futuro está determinada en el presente investigando y decidiendo como serán las cosas en el porvenir, al menos en el área en que las personas consultadas se consideran competentes. (Luna Huertas, Infante Moro, & Martínez López, 2007). Cabe mencionar, que esta metodología genera resultados tardíos y costosos a pesar de que es frecuentemente utilizado en las industrias, sin embargo, para estudios en avances tecnológicos puede llegar a ser el más acertado.

- Métodos causales con regresión:

Los pronósticos causales son muy útiles, consisten en realizar el pronóstico de una variable dependiente donde el valor de esta está relacionado con un valor observable de una o más variables independientes.

Los pronósticos causales están determinados por estas dos variables donde la dependiente es causada o tiene al menos correlación con las variables independientes. Para el desarrollo de esta clase de pronósticos existen varios tipos de regresión donde el más común es la Regresión lineal simple sin embargo también se pueden usar otros modelos de regresión dependiendo el

comportamiento de las variables y la problemática en la que se presenten. (Sipper & Bulfin, 1998).

- Métodos de series de tiempo:

Para hallar pronósticos con el método de series de tiempo es necesario realizar una recopilación cronológica de datos históricos de cada una de las variables a estudiar, esto con el fin de tener una perspectiva de cómo será el futuro basándose en el comportamiento en el pasado. Se presenta para situaciones donde se requieran valores a corto plazo. De igual forma este se clasifica en:

- Métodos simples:

Es considerado como uno de los métodos más sencillos ya que su técnica se basa en tomar en consideración solo el último dato como pronóstico para el siguiente periodo. En este proceso se deberá analizar el periodo actual, un periodo arbitrario, la demanda histórica, y el pronóstico hecho en el periodo analizado para los futuros.

- Promedios Móviles:

Este tipo de modelo de pronósticos se usa cuando se tienen tendencias relativamente constantes durante cierto periodo de tiempo. La fórmula general para promedios móviles simples es la siguiente:

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

Donde n es el número de periodos incluidos en el promedio móvil.

- Promedios móviles ponderados:

Se enfoca a asignar mayor peso a valores quizá más relevantes que pueden llegar a afectar los resultados futuros, donde cada valor porcentual puede fijarse basándose en la experiencia o comportamientos previos. (Render & Heizer, 2014).

- Suavización Exponencial:

Es otro método de pronósticos también basado en datos históricos, pero en una menor proporción, está dado por la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{Nuevo pronostico} \\ &= \text{Pronostico del periodo anterior} \\ &+ \alpha (\text{Demanda real} - \text{pronóstico}) \end{aligned}$$

Donde α es constante de suavización o ponderación y la demanda real y el pronóstico deben ser las del periodo anterior. Esta constante puede tomar rangos dependiendo de su aplicación. (Render & Heizer, 2014).

$$\text{Promedio móvil ponderado: } \frac{\sum[(\text{Ponderacion para el periodo } n)(\text{demanda en el periodo } n)]}{\sum \text{Ponderaciones}}$$

Seguidamente se tienen los procesos con tendencia del cual se destaca la suavización exponencial con tendencia, el cual evita que los datos tengan una reacción retrasada al crecimiento, para ello se estima la pendiente para obtener la diferencia de la demanda de dos periodos sucesivos. Se deberá hallar un promedio suavizado exponencial de los datos para así ajustar el retraso positivo o negativo de la tendencia. (Render & Heizer, 2014).

Para hallar se emplea la fórmula:

$$FIT_t = F_t + T_t$$

Dónde:

$$FIT_t = \text{Pronóstico incluyendo la tendencia}$$

$$T_t = \text{Tendencia suavizada exponencialmente}$$

El último proceso es el estacional donde son aquellos datos obtenidos en los cuales existe cierta incidencia de factores climáticos o vacacionales sobre los cuales puede llegar a cambiar en la concurrencia de uno u otro valor de los datos ya sea ascendiendo o descendiendo la tendencia de los mismos. Para establecer con exactitud la cantidad o comportamiento de los datos para estas fechas, se hace necesario identificar el índice estacional para cada temporada ya que estas no tienen la misma actuación. (Render & Heizer, 2014).

Adicionalmente, para determinar el margen de error que se puede obtener al realizar procesos de pronósticos, sin importar el método utilizado siempre se tendrá una diferencia entre los datos obtenidos y los datos históricos. Para ello se puede hallar de la siguiente manera:

$$\text{Error de pronóstico: } \text{Demanda real} - \text{Valor pronosticado}$$

Incluso para comparar los modelos de pronóstico se pueden utilizar tres medidas para comprobar su efectividad, tales como:

- Desviación Absoluta Media (MAD): Se debe dividir la suma de los valores absolutos de los errores en el número de periodos.

$$MAD = \frac{\sum |Valor\ real - Pronóstico|}{n}$$

- Error cuadrático medio (MSE): Es un promedio de los errores al cuadrado dividido en el número de periodos.

$$MSE = \frac{\sum (Errores\ de\ pronóstico)^2}{n}$$

- Error porcentual absoluto medio (MAPE): Es más utilizado para datos muy grandes ya que de las técnicas anteriores se obtienen valores extensos.

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100 |Real_i - Pronóstico_i| / Real_i}{n}$$

Tomado de: (Render & Heizer, 2014)

1.5.2.2. Planeación jerárquica

En la planeación jerárquica, programar es una actividad de control y planeación de la producción donde se ordenan las decisiones estratégicas, tácticas y operativas de un objetivo productivo de una organización. Se da de forma jerárquica en lo que refiere a planeación de producción, donde se deben cumplir los requerimientos desde lo más general a lo más específico. Es una actividad que ajusta y estructura la planeación de una organización a corto plazo, ya que desagrega de los recursos necesarios para el proceso de manufactura, facilitando la toma de decisiones. Los principios de este sistema de planeación jerárquico son: el desglose que debe seguir las líneas de la organización, otro es, proporcionar la información al nivel apropiado de agregación para la decisión.

También, es necesario programar sólo el tiempo de preparación que se requiere para las decisiones a tomar; esto significa que pueden hacerse los planes detallados para periodos tan cortos como el tiempo de preparación en la fabricación. En general, existen cuatro elementos que pueden dar origen a construir la jerarquía: tiempo, estado, información y criterios de evaluación. Donde el tiempo es el recurso que se administra dentro de un periodo, el estado es el nivel de agregación que tiene la producción, la información como input de la planificación, y los criterios de evaluación de las actividades y factores que están inmersos en el proceso.

Para la realización de la planeación de producción se hace necesario tener en cuenta los horizontes de tiempo ya que estos son cambiantes y podrían afectar el estudio. Sin embargo se puede determinar tres planes de producción para hacer coincidir la demanda con la cantidad de producción y así no generar pérdidas o no deseados. (Sipper & Bulfin, 1998).

- Plan a largo plazo: (2 años o más), con actualización cada año, se identifica el pronóstico agregado a largo plazo y la capacidad real de la planta. Determina los niveles de producción y línea de producto identificando las necesidades de los proveedores a largo plazo.
- Plan a mediano plazo: (6 meses a dos años), con actualización mensual o trimestral, se estudia desde el plan a largo plazo, pero un poco más específico, ya sea por línea o familia de productos al igual que los departamentos de la planta. Identifican la cantidad de materia prima necesaria y establecer vínculos con proveedores.
- Plan a corto plazo: (una semana a 6 meses), con actualizaciones diarias o semanales, se basa en productos específicos determinando el tiempo extra y el tiempo sobrante identificando la satisfacción de la demanda.
- Plan a muy corto plazo: (diaria a semanal), con actualizaciones en cada turno de manufactura de un día. Aquí se programa la producción con base en la disponibilidad de la capacidad en planta que varía de un día a otro, esta puede verse afectada por daños en maquinaria, ausentismo o falta de organización.

1.5.2.3. Planeación agregada

La planeación agregada está dada por la determinación de la cantidad y los tiempos de producción futuros teniendo en cuenta un horizonte de planificación a mediano plazo entre los 6 hasta los 36 meses, esto con el fin de minimizar costos en el periodo de planificación proyectado. Por lo tanto, se hace necesario conocer y determinar datos importantes como los niveles de ventas y de la producción, realizar los pronósticos de la demanda del periodo en estudio, elegir el método para determinar los costos y la combinación posterior de los pronósticos y los costos para realizar la programación pertinente.

En el proceso de planeación agregada es importante tener en cuenta que las fluctuaciones se ajustaran a la productividad eficiente con respecto a la demanda y así construir un plan de producción agregado, además este plan es factible cuando se está trabajando con diversidad de productos o familias relacionadas de los mismos, esto con el fin de facilitar la planificación de las referencias o tipos de productos. Adicionalmente, se debe tener en cuenta el plan a largo plazo.

- Estrategias de la planeación agregada

Para preparar un plan agregado es necesario determinar que variables afectan la administración de las operaciones dependiendo el tipo de empresa al que vaya a ser aplicado, algunas de estas variables controlables que tienen que ver con la demanda y la capacidad son:

- ✓ Cambiar los niveles de inventario

- ✓ Variar el tamaño de la fuerza de trabajo mediante contrataciones y despidos
- ✓ Variar las tasas de producción mediante tiempo extra o tiempo ocioso
- ✓ Subcontratar o Outsourcing
- ✓ Usar trabajadores de tiempo parcial
- ✓ Influir en la demanda
- ✓ Ordenes pendientes durante periodos de demanda alta.
- ✓ Mezclar productos y servicios con estacionalidad opuesta.
- Técnicas de planeación agregada

Métodos gráficos: Son métodos que permiten relacionar o comparar la demanda proyectada y la capacidad existente, sin embargo, no son exactos, pero si dan una aproximación con pocos cálculos al posible comportamiento a obtener.

Para utilizar esta metodología es necesario tener en cuenta los siguientes pasos: Determinar la demanda de cada periodo, determinar la capacidad para el tiempo normal, tiempo extra y subcontratación de cada periodo, posteriormente encontrar los costos de mano de obra, contratación y despido, así como los costos de mantener inventarios, luego considerar la política de la compañía que se aplica a los trabajadores o a los niveles de inventario, finalmente desarrollar planes alternativos y examinar sus costos totales.

Por otra parte, también se pueden tener en cuenta los enfoques matemáticos, los cuales son usados en la planeación agregada relacionada con enfoques matemáticos se tienen las siguientes:

Método de transporte de programación lineal: Es utilizado cuando se tiene un problema de asignación de la capacidad por operación con el fin de satisfacer la demanda. Se diferencia del método gráfico en que se puede obtener un plan óptimo de producción teniendo en cuenta factores como el tiempo normal y el tiempo extra, posibles subcontrataciones, turnos e inventario. Adicionalmente, las técnicas heurísticas pueden contribuir a la obtención de planes agregados óptimos estructurados con rapidez y eficazmente.

Método de coeficientes administrativos: Consiste en tomar como relevante el desempeño y experiencia del administrador, esto por medio del estudio detallado de las decisiones pasadas del administrador teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los índices de producción. Sin embargo, no son los únicos modelos, también puede usarse la simulación o la regla de decisión lineal. (Render & Heizer, 2014), (Noori & Radford, 1997).

1.5.2.4. Plan maestro de producción (MPS):

El plan maestro de producción se enfoca en determinar el nivel global de la producción enlazado directamente con el plan agregado. El MPS tiene en cuenta elementos importantes tales como la demanda del cliente, desempeño del proveedor, fluctuaciones del inventario, disponibilidad de mano de obra, entre otras.

Se deben identificar los 3 tipos de entornos entre el producto y el mercado, los cuales son: (Sipper & Bulfin, 1998).

- Producción para inventario: Se almacena para cumplir pronósticos de demandas futuras. Se realiza la programación de productos terminados.
- Ensamble por pedido: Se realiza de modo repetitivo, solo se produce sobre pronóstico o pedido. Programación de módulos.
- Producción por pedido: Está orientado al proceso realizando programación de órdenes.

El principal objetivo es cumplir con la demanda y el plan de producción determinado, para esto es necesario realizar una desagregación del plan agregado estableciendo que productos y cuando hacerlos, por esto, el plan agregado tiene en cuenta familia de productos mientras que el plan maestro de producción se centra en productos específicos. (Render & Heizer, 2014)

Además, se busca utilizar todos los recursos propios de la mejor manera posible, optimizando las entregas de pedidos, evitando demoras y retrasos por presentación de cuellos de botella, esencialmente se desean tratar los problemas potenciales de la capacidad de la planta. (Vollmann, Berry , & Clay Whybark, 1997).

Para llevar a cabo el MPS de una manera eficiente deberá tenerse en cuenta la naturaleza del producto y el mercado, inventario existente, restricciones de capacidad, disponibilidad de materiales y el tiempo de producción.

1.5.2.5. Planificación de plan de requerimiento de materiales (MRP)

Un sistema MRP es aquel que planifica y controla las órdenes de compra y de trabajo, los cuales constituyen la salida del sistema, sin embargo, su objetivo primordial es organizar los requerimientos y materia prima por etapas. Para el correcto funcionamiento de este sistema se hace necesario que se tenga una implementación del MPS correcta además de establecer una lista de materiales e identificar unos registros de estado del inventario en el proceso productivo.

Especialmente, el MPS brinda a la planificación del MRP la información más importante para poder determinar en qué etapa y en qué cantidad es necesaria realizar el pedido de insumos. (Sipper & Bulfin, 1998).

De igual forma, la estructuración de un MRP requiere que la planificación de los requerimientos netos y del programa de producción establecido este determinado por un tamaño del lote, el cual determina cual es la cantidad que debe comprarse por medio de algún modelo como por ejemplo métodos heurísticos, algoritmo de Wagner-Whitin (WW) o regla de Peterson-Silver, entre otros. Algunos de ellos son:

- Lote a lote
- Cantidad de lote económico
- Balance parcial del periodo
- Algoritmo de Wagner-Whitin

Es importante definir adicionalmente a que se le consideran Requerimientos brutos de materiales (RBM) y Requerimientos netos de materiales (RNM):

Requerimientos brutos de materiales: Es aquel plan que se realiza al obtener la información especificada anteriormente, este indica cuando debe ordenarse un insumo o materia prima a los proveedores cuando el stock del mismo se encuentre en ceros, o en su defecto cuando deberá comenzar la producción para suplir una futura demanda. Es decir, este plan se realiza cuando no se tienen artículos en el inventario.

Requerimientos netos de materiales: En comparación con el plan de requerimientos brutos de materiales, este se realiza cuando se tienen unidades en el inventario, unidades las cuales deben ajustarse a la cantidad de inventario con la cantidad requerida o de recepciones programadas.

Por otra parte, el registro de estado del inventario aportara el estado de todos los artículos en el inventario. Estos registros adicionalmente ayudaran con información como el tiempo de entrega de cada producto, el inventario de seguridad existente, los diferentes tamaños de lote, y la lista de las órdenes de compra. Igualmente, la lista de materiales también es esencial en este proceso, en esta se determina la estructura del producto, es decir el número de niveles que tiene dicho producto para ser fabricado, y en cada uno de ellos se especificara el tiempo de producción y la cantidad de unidades necesarias para llegar al producto final. (Sipper & Bulfin, 1998).

Para llevar a cabo el proceso de MRP existen una serie de etapas las cuales son:

- Explosión de materiales: Se realiza una desarticulación de cada uno de los factores para el ensamble del producto, teniendo en cuenta la información de la lista de materiales y el MPS. Sin embargo, cuando se tienen procesos de producción con varios factores o niveles se puede utilizar una explosión de

multiniveles para conocer con más claridad los requerimientos de cada uno de los niveles.

- Ajuste a netos: De la explosión de materiales se obtienen los requerimientos netos para para cada especificación expuesta en la lista de materiales. Se puede calcular así:

$$\text{Requerimientos netos} = \text{Requerimientos en conjunto} - \text{Inv. Disponible} - \text{Cantidad Ordenada}$$

- Compensación: Se determinan tiempos de distribución de las ordenes en base a los tiempos establecidos anteriormente con el proveedor.
- Tamaño del lote: Se determina cual es la cantidad que debe comprarse por medio de algún modelo de tamaño de lote como por ejemplo métodos heurísticos, algoritmo de Wagner-Whitin (WW) o regla de Peterson-Silver, entre otros.

También es importante tener en cuenta el tamaño del lote en relación con el tiempo de entrega, ya que en esta situación las restricciones de capacidad pueden afectar el tiempo de entrega, donde según Karmarkar, Kekre y Freeman (1985) establecieron la importancia de la presencia del efecto del lote o pedido y el efecto de saturación en el modelo de tiempo de entrega.

El efecto del lote es el aumento del tamaño del lote cuando varia el tiempo de entrega y el efecto de saturación es lo contrario. Para determinar el retraso de la cola con la siguiente formula:

$$L = \frac{(\lambda/\mu)^2 + \lambda^2 * \sigma^2}{2\lambda (1 - \frac{\lambda}{\mu})} + \frac{1}{\mu}$$

Dónde:

λ =Tasa media de llegadas

μ =Tasa media de servicio

σ^2 = variancia del tiempo de servicio

1.5.2.6. Análisis de la capacidad en planta

Se entiende capacidad como el potencial de una organización de generar producción en una determinada unidad de tiempo. La capacidad de una empresa se define como el volumen de producción, recepción o almacenado de un producto o material durante una unidad de tiempo. La decisión sobre capacidad es

una decisión estratégica, pues supone fuertes inversiones de capital; y si no se gestiona su planeación adecuadamente puede traer consecuencias graves a corto plazo.

1.5.2.6.1. Tipos de capacidad:

Según (Mendez Giraldo, 2003) Se puede clasificar a la capacidad en:

- Capacidad Teórica (CT): Se
- define como la capacidad productiva en condiciones ideales. Se calcula por medio de:

$$CT = \sum_{i=1}^n CT_i = \sum_{i=1}^n (365 \text{ días} * 24 \text{ horas} * n_i)$$

Dónde:

CT_i = Es la capacidad de producción en condiciones teóricas en el sitio de trabajo i
 n_i = # de sitios de trabajo del tipo i .

- Capacidad Instalada (CI): Corresponde al nivel de capacidad real que se posee en ella se contempla el mantenimiento correctivo y preventivo programado. Se define con la siguiente ecuación:

$$CI = \sum_{i=1}^n CI_i = \sum_{i=1}^n (365 \text{ días} * 24 \text{ horas} * g_i) * n_i$$

Dónde:

CI = Es la capacidad de producción en condiciones reales.

n_i = # de sitios de trabajo del tipo i .

g_i = Perdidas por mantenimiento preventivo de una unidad de sitio de trabajo i

- Capacidad Disponible (CD): Se define como la capacidad real disponible con la que labora la organización, considera múltiples variables de producción como, mantenimiento, ausentismo, fallas organizacionales y factores externos, su ecuación correspondiente es:

$$CD = \sum_{i=1}^n CD_i = \sum_{i=1}^n (dh * nt_i * dt_i * g_i * n_i) - (G2 + G3 + G4)$$

Dónde:

CD_i = Es la capacidad de producción de un producto i en condiciones normales de funcionamiento proyectado.

dh = Días hábiles trabajados

Nti = # de turnos programados para el sitio de trabajo i

Dti = Duración de los turnos programados para el sitio de trabajo i

Ni = # de sitios de trabajo del tipo i .

G_i : Horas de mantenimiento programadas.

G_2 : Horas de pérdidas por ausentismo proyectadas.

G_3 : Horas perdidas por cuestiones organizacionales proyectadas.

G_4 : Horas perdidas por agentes externos.

- Capacidad Necesaria (CN): Es la relación entre la demanda proyectada y la disponibilidad de la capacidad de un o más productos. En otras palabras, es la capacidad requerida para cumplir el programa de producción. Se calcula como:

$$CN_i = \sum_{j=1}^n Qp_i \frac{Unid}{Año} * Tp_{ij} \frac{Hora}{Unid}$$

Dónde:

CN_i = Capacidad de producción requerida en el sitio de trabajo i

Qp_i = Es la demanda proyectada de un producto j en el centro de trabajo i

Tp_i = Tiempo planeado de ejecución de una unidad de producto j en el sitio de trabajo i

- Capacidad Utilizada (CU): Se define como la capacidad que realmente se utilizó para el proceso productivo de un periodo. Su formulación es:

$$CU_i = \sum_{j=1}^n Qr_i \frac{Unid}{Año} * Tr_{ij} \frac{Hora}{Unid}$$

Dónde:

CU_i = Capacidad de producción utilizada en el sitio de trabajo i

Qr_i = Es la cantidad de producto j en el centro de trabajo i que realmente se fabrico

Tr_i = Tiempo utilizado de ejecución de una unidad de producto j en el sitio de trabajo

1.5.2.7. Programación de la producción

Programar es una actividad de control y planeación de la producción donde se ordenan las decisiones estratégicas, tácticas y operativas de un objetivo productivo de una organización. Se da de forma jerárquica en lo que refiere a

planeación de producción, donde se deben cumplir los requerimientos desde lo más general a lo más específico.

La programación y la secuenciación son dos de las actividades más comunes en la empresa, son fundamentales para los tres niveles de planeación agregada y desagregación, la construcción adecuada de programación y secuencia permiten una ejecución eficiente de los planes de manufactura o servicio. La construcción de programas secuencias requiere información pertinente a su utilización, por ejemplo, decisiones de la planeación agregada, listas de materiales, información de rutas y pedidos, tareas de producción, tiempos estándar, etc.

También se requiere de información operativa y detallada sobre los tipos de tareas que pueden procesar diferentes recursos, tiempos de procesamiento, preparación y cambio de partes, turnos requeridos, tiempos de inactividad del proceso y del equipo y mantenimientos planeados. A continuación, se presentan los niveles de planeación en la Tabla 3:

Tabla 3. Programación en los niveles de planeación agregada y desagregación

Nivel de Planeación	Características	Ejemplo
Nivel 1	<ul style="list-style-type: none"> • Programación a largo plazo para cumplir la demanda agregada futura • Estrategias de producción de nivel constante, persecución de la demanda y planeación agregada basada en la optimización • Enfoque de la planeación por importe monetario de ventas, líneas de producto o grupo, trimestre y mes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Programar turnos de trabajo usando mano de obra completa y parcial • Planear nuevas contrataciones • Asignar horas extra y jornada reducida • Programar subcontratación • Programar la producción o las tasas de producción
Nivel 2	<ul style="list-style-type: none"> • Programación a mediano plazo para cumplir con la demanda por mes, semana, día • Enfoque en la planeación • Desagregaron de los planes de órdenes de productos finales, sub-ensambles, partes y materias primas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Crear un MPS • Programar las liberaciones de órdenes generadas en el MRP para sub-ensambles, partes componentes y materias primas

<p>Nivel 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Programación y secuenciación a corto plazo por hora y minuto del día • Recursos restringidos • Enfoques en la ejecución en tiempo real • Priorizar las tareas y a los clientes • Decisiones por día y por hora y compensaciones entre ingresos, calidad y servicios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer la prioridad y la secuencia del procesamiento de tareas, productos y partes a través de uno o más recursos • Despachar las partes, la mano de obra y el equipo para lograr la manufactura de los productos • Centrarse en la ejecución y el piso del taller
-----------------------	--	--

Fuente: (Collier & Evans, 2009).

1.5.2.8. Programación de piso

Se define programación de piso a toda actividad de asignación de producción de uno o más productos en uno o más centros de trabajo, este tipo de programación es denominada como programación de taller, donde la secuenciación depende del método que se elija, la programación de piso se ve alimentada de la planeación a corto plazo resultado del MPR y la planeación de la capacidad de la planta.

1.5.2.9. Secuenciación de operaciones

Se dice que está implícita en casi todas las actividades reglamentadas de un entorno, esta es necesaria cuando hay una serie de actividades que usan un recurso en común, dicho recurso puede ser una máquina, un vehículo, un representante de atención al cliente. (Collier & Evans, 2009).

Para un sistema de taller el gestionar el orden de las operaciones según la llegada de los pedidos tiene variaciones, según la necesidad de cada caso, dichas variaciones pueden ser denominadas como reglas e secuenciación, las cuales afectan el desarrollo del sistema en intervalos de tiempo. Trabaja conjuntamente con la programación, si se es planeada. Puede ser medida por medio de tres criterios de desempeño, estos son:

- Criterios de desempeño en el proceso.
- Criterios de fechas límite de entregas centradas en el cliente.
- Criterios basados en los costos.

La aplicabilidad de estos criterios depende de la disponibilidad de la información del proceso. Los criterios de desempeño centrados en el proceso se refieren sólo a información sobre las fechas de inicio y de terminación de las tareas y se concentran en el desempeño del taller, el cumplimiento de sus pedidos y los costos que traen los retrasos por variables de producción, el retraso en la entrega de un pedido, significa un costo elevado y un desequilibrio en los índices de secuenciación.

A continuación se presentan las reglas de la secuenciación: Según (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006) en la Tabla 4:

Tabla 4. Reglas de la Secuenciación de Operaciones.

FCFS: Primero en entrar, primero en trabajar	Los pedidos se ejecutan en el orden en que llegan al departamento
SOT: Tiempo de procesamiento más corto	Ejecutar primero el trabajo con el tiempo de terminación más breve, luego al siguiente más breve, etc. A veces la regla se combina con una regla de retardo para evitar que los trabajos con tiempos más demorados se atrasen demasiado.

EDD: Primero el plazo más próximo	Se ejecuta primero el trabajo que antes se venza.
STR: Tiempo ocioso restante	Se calcula como el tiempo que queda antes de que se venza el plazo menos el tiempo restante de procesamiento. Los pedidos con menor tiempo ocioso restante (STR) se ejecutan primero.
STR/OP: Tiempo ocioso restante por operación	Se ejecutan primero los pedidos con el menor tiempo ocioso por número de operaciones
CR: Proporción crítica	Se calcula como la diferencia entre la fecha de vencimiento y la fecha actual, dividida entre el número de días hábiles que quedan. Se ejecutan primero los pedidos con la menor CR.
LCFS: Último en llegar, primero en trabajar.	Esta regla se aplica a menudo automáticamente. Cuando llegan los pedidos, de ordinario se colocan arriba de la pila; el operador toma primero el que este más alto.
Orden aleatorio o a capricho:	Los supervisores u operadores escogen el trabajo que quieren ejecutar.

Fuente: (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2006)

Aplicaciones de las Reglas de la Secuenciación: La secuenciación en una configuración por taller de trabajo juega un papel importante, ya que esta define la mejor ruta con el tiempo más corto de procesamiento para el cumplimiento de pedidos, el hecho de planear y programar estas rutas es una tarea compleja debido a la multiplicidad de las variables que entran. La secuenciación es un sistema productivo se deriva en dos problemas clásicos que son:

- La secuenciación en un solo recurso: Se aplica a procesos que siguen una sola secuencia, en un solo centro de trabajo, en la manufactura se ven en la producción en serie y el problema radica en el cuello de botella que se debe programar de forma eficiente.
- La secuenciación en dos recursos: Conocida como la regla de Johnson, es una metodología que minimiza el tiempo de procesamiento para establecer la secuencia de un grupo de trabajos en dos centros de trabajo, al mismo tiempo que minimiza el tiempo muerto total en los centros de trabajo.

1.5.2.10. Control de la producción

El control de la producción es importante en el proceso de planeación y programación de producción ya que debe cumplir con la elaboración de programas detallados de producción, distribución de productos, establecer los requerimientos de materiales, regular los niveles de existencia (Stock), prever la demanda del producto, entre otras funciones. Además, deberá evaluar frecuentemente la demanda del cliente para tomar en cuenta tanto el estado actual como el

proyectado. Su principal fin es la constante evaluación de factores que afectan directamente el sistema productivo con el fin de facilitar la toma de decisiones y acciones que pueden resultar en la corrección de algún proceso u operación.

Para realizar una correcta gestión del control de la producción es necesario llevar reportes de trabajo como formatos de órdenes de producción, evaluar y analizar los cuadros de control de la producción y llevar un estricto control de las materias primas, por esta razón es necesario realizar un seguimiento al proceso y a los resultados por medio de indicadores. (Sipper & Bulfin, 1998).

1.5.2.11. Indicadores

Los indicadores en una organización determinarán el grado de cumplimiento de ciertos factores objetivo. Además ayudan a saber en qué factor se pueden realizar ajustes con los resultados obtenidos donde a la vez puedo medir las diferencias entre lo ocurrido y lo pronosticado. (Dominguez Hiraldo, 2004).

El uso de indicadores trae consigo una serie de parametros para su reestructuración y posteriores retroalimentación, estos parametros son:

- Niveles de referencia: Es aquel comparativo o punto de referencia con el cual se calificara el rendimiento del indicador, estos pueden ser , estandares de produccion, datos historicos etc.
- Responsabilidad: Es aquel responsable que se encarga de hacer el seguimiento al resultado de los indicadores.
- Lectura e instrumentos: Es aquel instrumento con el cual se realizara el seguimiento periodico a cada resultado.
- Periodicidad: Se define como la rigurosidad con la que se hace seguimiento a los resultados.
- Sistema de información: Todo resultado debe estar organizado y adecuadamente documentado para la toma desiciones.
- Consideraciones de gestión: La implementacion de estos criterios construiran el rendimiento futuro de cada parametro medido.

El procedimiento estandar en la creacion de indicadores de gestión es:

1. Identificar el proceso a medir
2. Mirar el paso a paso del proceso
3. Definir el objetivo y las variables del indicador
4. Recolectar información
5. Cuantificar y medir la información
6. Realizar el calculo del indicador

7. Comparar el indicador con el global
8. Retroalimentar las mediciones
9. Mejorar con base en el indicador

Algunas de las principales funciones de los indicadores de gestión son las siguientes:

- Apoya y facilita los procesos de toma de decisiones.
- Controla la evolución en el tiempo de los principales procesos y variables.
- Racionaliza el uso de la información.
- Sirve de base para la adopción de normas y patrones efectivos y útiles para la organización.
- Sirve de base para el desarrollo de sistemas de remuneración e incentivos.
- Sirve de base para la comprensión de la evolución, situación actual y futuro de la organización.
- Propicia la participación de las personas en la gestión de la organización. (García, 2008)
- Indicadores de gestión: Se denominan de gestión ya que indican el control que especifican en qué área se presentan dificultades y existe la posibilidad de realizar correcciones midiendo el logro del desarrollo de la sociedad.
- Indicador de eficacia: Se refiere al cumplimiento o no cumplimiento de objetivos, es un indicador absoluto ya que es positivo o negativo el resultado.
- Indicador de eficiencia: Está relacionado con las actividades logradas y además de eso se realizó un uso potencial con los recursos empleados. A diferencia del indicador de eficacia, este indicador nunca será totalmente eficiente, solo se maneja un grado mayor o menor.
- Indicador de efectividad: Es la relación obtenida entre los dos indicadores anteriores, ya que manejan una relación con el cliente tanto interno como externo.

Indicadores de gestión en la ingeniería

Como herramienta de medición y seguimiento de rendimiento de un proceso, los indicadores de gestión se implementan como un sistema de seguimiento al desarrollo de las actividades de una compañía en su quehacer diario. Los indicadores de gestión más utilizados son:

- Indicador de rendimiento: Muestra la utilización de un equipo o de la mano de obra de un proceso operacional comparándolo con un nivel de referencia estipulado.

$$\text{Rendimiento Operacional} = \frac{\text{Nivel de producción real} * 100}{\text{Nivel esperado (Standar)}}$$

$$\text{Rendimiento almacén} = \frac{\text{Costo real de la bodega}}{\text{Costo Presupuestado}}$$

- Indicador de utilización: A través de estos se presenta el índice de utilización de un recurso de un proceso, evaluando la cantidad utilizada contra la disponible de algún proceso.

$$\text{Utilización de una máquina} = \frac{\text{Capacidad Utilizada} * 100}{\text{Capacidad Disponible}}$$

$$\text{Utilización de un transportador} = \frac{\text{Horas Conduciendo} * 100}{\text{Total Horas}}$$

$$\text{Utilización de almacenamiento} = \frac{\text{Superficie utilizada} * 100}{\text{Superficie Total}}$$

- Indicador de productividad: Refleja la utilización eficiente de los recursos asignados a un proceso.

$$\text{Productividad Operacional} = \frac{\text{Valor de la producción real} * 100}{\text{Valor de la producción real esperada}}$$

$$\text{Productividad del Transporte} = \frac{\text{Distancia Recorrida}}{\text{Horas de Viaje}}$$

$$\text{Productividad del almacén} = \frac{\text{Cajas despachadas} * 100}{\text{Horas de trabajo}}$$

Adicionalmente, los indicadores de gestión podrán clasificarse en dos categorías denominadas sociales o logro de objetivos en el cliente externo, e institucionales o logro de objetivos en el cliente interno, los cuales dependiendo del tipo de objetivos que tenga la organización. Entre otros indicadores se encuentran los indicadores de rotación de personal, inventarios, utilización de horas extra y subcontratación de operaciones.

1.5.3. Marco conceptual

Del término capacidad se derivan conceptos generales que no pueden ser confundidos, estos son: (Fernandez, Avella , & Fernandez, 2003).

- Capacidad eficiente: Es el volumen de producción ideal, por periodo en donde los costos son mínimos. También recibe el nombre de escala óptima de producción. Esta se calcula en base al número de horas trabajadas al año dividido el tiempo promedio de producción de un producto.
- Capacidad efectiva: Es la mayor tasa de producción razonable que se puede hacer en la práctica, por lo general la capacidad efectiva es menor a la capacidad eficiente. Ya que al calcular esta las condiciones no son tan ideales, se calcula con el número de horas al año menos el tiempo de preparación del proceso sobre el tiempo estándar de producción de un producto.
- Capacidad real: Se define como la cantidad real de producto obtenida por periodo de tiempo, en esta se intenta ajustar la demanda actual de los productos. Se obtiene de restar la hora de trabajo anual efectiva a las horas de trabajo que se pierden por avería en máquinas, absentismo de los trabajadores y hechos similares. Es el número de horas de trabajo reales de un individuo sobre el tiempo de precios de un producto.
- Capacidad pico: Representa la capacidad máxima de la operación, considerando la aplicación de recursos extra, como horas extra y trabajo sub contratado, políticas especiales entre otras, esta varía con el entorno de cada empresa.
- Centro de trabajo: Es el área en el cual están dispuestos los recursos necesarios para llevar a cabo un proceso determinado. (Nahmias, 2009).
- Costos: Es el gasto económico ocasionado por la producción de algún bien o la oferta de algún servicio. Este concepto incluye la compra de insumos, el pago de la mano de trabajo, los gastos en las producción y administrativos, entre otras actividades. (Jim Nez, 2012).
- Según la NTC-ISO 9000 de 2015, define:
 - Gestión: Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.
 - Eficacia: Extensión en la que se realizan las actividades planificadas que alcanzan los resultados planificados.
 - Eficiencia: Relación entre el resultado alcanzado y los recursos utilizados.
 - Planeación: “Proporciona la base para las actividades futuras por medio del desarrollo de metas y objetivos, y la formulación de directrices, acciones programas para cumplirlos”.
 - Planeación de operaciones. “encontrar el programa de producción que tenga el costo mínimo”.
 - Proceso: Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.
 - Procedimiento. “Forma específica de llevar a cabo una actividad o un proceso”.

- Productividad. “Es la medida que suele emplearse para conocer que tan bien están utilizando sus recursos (o factores de producción) un país, una industria o una unidad de negocio”.
- Producto. “Resultado de un proceso”
- Programación. “Se refiere a la asignación de fechas de inicio y terminación de determinados trabajos, personas o equipos”. (NTC ISO 9000, 2015)
- Según cierto autor se puede definir CPR y PRM como:
- Planeación de requerimientos de capacidad (CRP): Es el proceso para determinar la cantidad de mano de obra y recursos de maquinaria que se requieren para lograr las tareas de producción. (Collier & Evans, 2009)
- Planeación de requerimientos de materiales (PRM): Es un enfoque de previsión basado en la demanda para planear la producción de artículos manufacturados y pedido de materiales y componentes para minimizar los inventarios innecesarios y reducir los costos. (Schroeder, Norton, Orduña Trujillo, Goldstein, & Rungtusanatham, 2011).

A continuación, se presentan conceptos técnicos de la industria del calzado proporcionadas por la empresa, con el fin de contextualizar el proyecto:

Según (Angel, 2017), se define:

- Activador: Líquido halógeno que prepara la suela para la posterior aplicación del pegante.
- Ancho para horma: Elemento de cuero grueso utilizado para expandir la capellada al montar los cortes en la horma.
- Burro: Puesto de trabajo de los soladores.
- Cambrado: Es la operación que fuerza la capellada para dar el giro.
- Cambrión: Pieza metálica ubicada entre la plantilla y recuño que refuerza a la plantilla de montaje y ayuda a sostener el tacón.
- Recuño: Parte superior de la plantilla que cubre el cambrión.
- Caña: Parte superior de las botas y botines que recubren la pantorrilla.
- Capellada: Pieza superior del calzado que recubre el empeine del pie.
- Contrafuerte: Material usado para reforzar la parte delantera del calzado para evitar deformación.
- Corte: Piezas cortadas para ensamblar un zapato.
- Plantilla externa: Pieza utilizada en el área de finizaje para cubrir la plantilla de montaje después de terminado el calzado.
- Desbastado: Operación que reduce el calibre de las piezas en cuero para realizar el dobléz con mayor facilidad al unir las piezas.
- Destajo: Forma de pago realizada en la industria del calzado en el que se cobra en concepto de trabajo realizado y no en modo del tiempo empleado.
- Engrudar: Proceso de unir forro y capellada luego de la operación de guarnición utilizando pegante para instalar puntera y contrafuerte.

- **Finizaje:** Área del proceso productivo donde se realizan acabados y últimos detalles del calzado para su posterior empaque.
- **Guarnecedor:** Persona encargada de coser y unir las piezas del calzado.
- **Horma:** Molde poliuretano usado por los zapateros para hacer zapatos.
- **Marquilla:** Logotipo o marca de la empresa impreso o sobrepuesto en las plantillas del calzado.
- **Material Sintético:** Material usado para capellada
- **Napa Cuero:** Material de ganado vacuno utilizado para hacer todo tipo de piezas del calzado.
- **Neolite:** Material usado en la suela de los zapatos con tacón alto (Estilo Formal).
- **Odena:** Material de reciclaje de cuero usado en el montaje de la capellada.
- **Ojal:** Agujero que atraviesa de parte a parte el amarre del zapato con cordones.
- **Ojálate:** Cubierta metálica o plástica que protege el ojal de posibles daños.
- **Outsourcing:** Servicio o subcontratación de un proceso externo.
- **Pegante Blanco:** Producto adhesivo utilizado para unir la capellada con la suela reactivado con calor.
- **Pegante Solución:** Producto adhesivo a base de caucho utilizado en el área de guarnición para pegar el forro al corte ensamblado.
- **Pegante Amarillo:** Producto adhesivo utilizado para engrudar.
- **Piezas:** Fracciones de cuero cortado para ensamble del calzado.
- **Plantilla de montaje:** Pieza de odena colocada en la horma
- **Puntera:** Material usado para reforzar la parte delantera del calzado para evitar deformación.
- **Solador:** Persona encargada de montar cortes ensamblados y pegar suelas del calzado.
- **Suela:** Parte del zapato que toca al suelo hecha de material PVC o TR
- **Tacón:** Pieza, de mayor o menor altura, unida a la suela del zapato en la parte que corresponde a la parte posterior del pie.
- **Talón:** Parte posterior del pie o del corte ensamblado.
- **Tarea o docena:** Orden de producción clasificada en numeración correspondiente al pedido del cliente.

1.5.4. Antecedentes

En la actualidad la competencia entre Pymes de este sector es muy elevado debido a la alta estandarización y organización que tienen ciertas empresas que destacan en este mercado. Al ser un producto con una demanda tan grande, se hace compleja la tarea de gestionar los procesos internos y externos para el proceso de fabricación del mismo. En ese orden de ideas es fundamental el planificar, programar y controlar, los sistemas de producción buscando la satisfacción del cliente y la mejora continua. En las siguientes tablas presentan referentes asociados a la implementación de un sistema de planeación,

programación, y control de la producción donde se analizan las metodologías aplicadas y sus resultados investigativos.

ANTECEDENTE 1

Tabla 5. Antecedente 1

Nombre del artículo	Desarrollo de un sistema de planeación, programación y control de la producción de alimentos en la fundación hogar integral
Autor(es)	Lorena Andrea Bernal Tique
Palabras clave	Sistema, planeación, programación, control, indicadores de gestión.
Año de publicación	2013
Ciudad	Bogotá
Link de descarga del artículo	Http://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9414/proyecto%20de%20grado.pdf?sequence=1&isallowed=y

Fuente: (TIQUE, 2013)

Con respecto a la información tomada de la Tabla 5, se tienen los siguientes parámetros:

Resumen del artículo

Objetivo: Desarrollar un sistema de planeación, programación y control para el Centro de producción cocina industrial de la Fundación Hogar integral, A fin de brindar una herramienta que facilite la toma de decisiones y la organización de actividades relacionadas con la preparación de alimentos.

Método: El método de planeación, programación y control desarrollado para el sistema de producción, presenta la siguiente estructura:

- MPS (Plan maestro de producción)
- MRP (Plan de requerimiento de materiales)
- Planeación jerárquica
- Programación de taller
- Control de piso
- Evaluación del sistema por medio de indicadores de gestión.

La metodología planteada en el antecedente 1 se basa en el comportamiento de fabricación tipo taller que presenta la producción de alimentos en el centro de producción, la cual puede ser ajustada a las necesidades futuras (mediano plazo) que se generen.

Conclusión

Durante el desarrollo del presente proyecto se evidencio en la Tabla 3, que a partir de implementaciones secuenciales en el centro de producción, se vieron mejoras respecto a la elaboración de alimentos, se formuló la aplicación del 100% del sistema de planeación, programación y control desarrollado, con el fin de apoyar cambios ya efectuados y así generar una mayor eficiencia de las operaciones asociadas, de igual manera el proceso de gestión documental que fue planteado facilitó la toma de medidas preventivas y correctivas, dando mejoras a los procesos involucrados o relacionados con las actividades de transformación (preparación) de alimentos, como también el uso e implementación de los indicadores propuestos, los cuales permiten cuantificar la eficiencia de procesos.

Aporte del proyecto

Con la implementación del sistema de planeación, programación y control en la Fundación Hogar Infantil se obtuvo la optimización en el centro de producción, centro de almacenamiento y disminución de costos, por esta razón se toma como referencia, además la estructura del plan de gestión utilizado es similar al propuesto para la fábrica de Calzado Tangis. Parte de estos cambios rentables fueron la adquisición de productos como abarrotes, a fin de establecer acuerdos de compra con el proveedor a un menor costo, con lo cual se optimiza el uso del espacio en el cuarto de almacenamiento. Además de la implementación de una herramienta ingenieril que permita un mejor manejo de la información, teniendo en cuenta que la Fundación Hogar Integral, maneja un gran el volumen de alimentos que son almacenados hasta su posterior transformación. (TIQUE, 2013).

ANTECEDENTE 2

Tabla 6. Antecedente 2

Nombre del artículo	Sistema de gestión de la producción para creaciones G.D.M. S.A.S.
Autor(es)	Camilo Ernesto Cárdenas Velandia
Palabras clave	Sistema, producción, costos, planeación, control.
Año de publicación	2015
Ciudad	Bogotá
Link de descarga del artículo	http://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7852/cardenasvelandiacamiloernesto2015.pdf?sequence=1

Fuente: (VELANDIA, 2015)

Con respecto a la información tomada de la Tabla 6, se tienen los siguientes parámetros:

Resumen del artículo

Objetivo: Desarrollar un sistema de gestión de la producción para Creaciones G.D.M S.A.S a través del seguimiento de las variables que inciden en los costos y la productividad de manera que optimice su operación.

Método: La realización del proyecto realizado por el estudiante Camilo Cárdenas, siguió la siguiente metodología:

- Recolección de datos históricos correspondientes a la facturación de 2 años anteriores, y con la ayuda de diferentes métodos de pronósticos se establece la demanda proyectada para un período de doce meses.
- Se establece el sistema de planeación, programación y control de la producción para un período de 12 meses con el fin de utilizar efectivamente los recursos disponibles, buscando siempre el menor costo.
- Se valida el sistema de gestión propuesto con la ayuda de indicadores.
- Concluir los resultados obtenidos por el sistema propuesto.
- Recomendaciones para la empresa.

Conclusión

Por medio del diagnóstico realizado se identificaron los problemas por los cuales atraviesa Creaciones G.D.M. S.A.S. Para mencionado diagnóstico se utilizaron herramientas como matriz DOFA, matriz de Vester, estudio de tiempos, diagrama de Ishikawa. Estas técnicas fueron esenciales para establecer las posibles soluciones y diseñar el sistema de producción propuesto. Se adaptaron dos herramientas de planeación, control y programación de la producción con el fin de facilitar la toma de decisiones del gerente de la empresa de estudio. Se realizó el sistema de planeación de requerimiento de materiales (MRP) para tener claridad de los materiales que su cliente debe entregarle por periodo para cumplir con cada uno de los requerimientos todo esto con el fin de dar a conocer los beneficios de implementar el sistema de gestión producción propuesto.

Aporte del proyecto

Se evidencio en la Tabla 6 que a través herramientas de ingeniería como la matriz DOFA, matriz de Vester, estudio de tiempos y diagrama de Ishikawa, el manejo del sistema de gestión de producción es una variable determinante para el correcto funcionamiento de la empresa de estudio, de modo que al desarrollar

estrategias en esta área, traerá beneficios tangibles, adicionalmente, la implementación del sistema de gestión de producción propuesto mejoraría notablemente la administración de recursos, aumentaría la productividad y se tendría clara la materia prima, mano de obra y maquinaria requerida para cumplir con los estándares demandados por el cliente Inversiones Gran Jean (VELANDIA, 2015).

ANTECEDENTE 3

Tabla 7. Antecedente 3

Nombre del artículo	Sistema de planeación programación y control de producción en Artes Gráficas Real Ltda.
Autor(es)	Andrés Camilo González Vargas Germán Leonardo Mendoza Rojas
Palabras clave	Estandarización, pronósticos, planeación agregada, programación, simulación.
Año de publicación	2012
Ciudad	Bogotá
Link de descarga del artículo	http://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7776/gonzalezvargasandrescamilo2012.pdf?sequence=1

Fuente: (VARGAS & ROJAS, 2012)

Con respecto a la información tomada de la Tabla 7, se tienen los siguientes parámetros:

Resumen del artículo

Objetivo: Desarrollar un sistema de planeación programación y control de producción, que optimice el funcionamiento productivo de ARTES GRÁFICAS REAL LTDA.

Método: El método de planeación, programación y control desarrollado para el sistema de producción, presenta la siguiente estructura:

- Diagnóstico del estado actual de la empresa, en el cual se obtuvo información acerca de los procesos, demandas y ventas realizadas durante los últimos dos años.
- Caracterización del proceso de troquelado, plastificado y brillo UV junto con los diagramas de flujo de procesos tanto operativo como administrativo.
- Recopilación de los datos financieros de la empresa se observó el comportamiento de las demandas para cada proceso y así determinar su estacionalidad.

- Se aplicaron herramientas como Matriz DOFA, estudio de tiempos, diagramas ASME y otras.
- Indicadores de gestión para medir productividad y efectividad.
- Simulación mediante Monte Carlo validando el sistema de planeación y control de la producción.

Conclusión

Se hizo evidente mediante el diagnostico que Artes Gráficas Real Ltda. Presentado en la Tabla 5, presentaba una falencia en su planeación, organización y control de los procesos de producción, en gran medida debido al desconocimiento de los mismos, de los tiempos, y de basar su respuesta de producción a la demanda del mercado. Artes gráficas real Ltda., realizaba su planeación de manera empírica, con la propuesta generada permite un anticipo a la demanda, y confrontarla con una producción efectiva que permitirá la optimización de los recursos y a su vez el menor costo posible. La utilización de indicadores de gestión como metodología para el control de la producción, lo cual ha determinado que, por medio de la implementación de dichos indicadores, Artes Gráficas Real Ltda.

Aporte del proyecto

Es importante considerar tanto los aspectos administrativos como los componentes técnicos en cada una de las fases dentro del sistema de planeación, programación y control de la producción, ya que estas permitirán la toma de decisiones, de forma que se logre el objetivo de alta y optima productividad de Artes Gráficas Real Ltda. Implementar medidas de planeación de manera regular que permitan una actualización de la información, y con ello una aproximación real a los datos pronosticados. Establecer políticas y criterios que ayuden a definir los procedimientos requeridos para la programación y control de producción con el fin de disminuir los inconvenientes con los plazos de entrega del pedido pactados con el cliente. (VARGAS & ROJAS, 2012).

ANTECEDENTE 4

Tabla 8. Antecedente 4

Nombre del artículo	Sistema de gestión de procesos productivos para “Obleas De La Sabana Ltda.”
Autor(es)	Nelson Fernando Zamora Ramos Carlos Darío Suárez Leal
Palabras clave	Producción, eficiencia, costo, demanda, indicadores, producto
Año de publicación	2016
Ciudad	Bogotá
Link de descarga del	Http://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9158/sistema%20de%20ges

artículo	ti%c3%b3n%20de%20procesos%20productivos%20obleas%20de%20la%20sabana%20ltda.pdf?sequence=1&isallowed=y
----------	---

Fuente: (RAMOS & LEAL, 2016)

Con respecto a la información tomada de la Tabla 8, se tienen los siguientes parámetros:

Resumen del artículo

Objetivo: Desarrollar un sistema de gestión de procesos productivos mediante herramientas de ingeniería para el mejoramiento continuo de la capacidad y los resultados productivos en OBLEAS DE LA SABANA LTDA.

Método: En el desarrollo del proyecto se analizó la situación actual de los procesos de producción de la planta con el fin de identificar los aspectos de mayor importancia dentro del ciclo de producción que terminaban afectando la productividad. Se siguió la siguiente metodología:

- Caracterización las variables inherentes al proceso productivo mediante su medición para la estandarización de los procesos productivos.
- Generación indicadores de gestión de procesos productivos mediante la evaluación de las operaciones de alto impacto para la obtención de medidas de la eficiencia y su mejora.
- Validación el modelo propuesto mediante una herramienta de simulación determinando así el cumplimiento de los estándares. Analizar la viabilidad financiera para el modelo propuesto mediante la construcción del flujo de fondos.

Conclusión

El desarrollo de este proyecto concluyó que el sistema de gestión de procesos productivos logró mantener un orden lógico y secuencial en sus operaciones para lograr una organización precisa y buenas prácticas controlando la producción, los costos, la materia prima y la mano de obra. Además de lograr disminuir el inventario en exceso de producto terminado con el fin de obtener el mejor provecho en los costos y la mano de obra demandados por periodo.

Aporte del proyecto

Se presentó en la Tabla 6 una estrategia para conseguir el logro de los objetivos en cuanto al aumento y el pronóstico de la producción. La continuidad de su personal y la adquisición de nueva maquinaria logra a corto plazo estabilizar la cantidad de producción mensual y así cumplir con la demanda requerida por los

clientes actuales, así mismo cualquier demanda adicional, puede ser evaluada por medio de las herramientas entregadas. La sugerencia de utilizar formatos entregados, como los indicadores, deberán ser revisados y ejecutados con el fin de controlar y documentar datos históricos que en el futuro ayudarán a un estudio posterior en caso de cambios en la estructura o el crecimiento de la organización. (RAMOS & LEAL, 2016).

1.5.4. Marco legal y normativo

En el desarrollo de este proyecto no se encontró normatividad referente a la temática, con respecto a la planeación, programación y control de la producción. Sin embargo, a continuación, se presentan normas relativas al proceso de fabricación y materiales usados en el calzado, que no serán utilizadas ni tendrán relevancia en el desarrollo del presente proyecto:

NTC 1639: Factores humanos, medidas de los zapatos, sistema Mondopoint, características fundamentales. Esta norma establece las características fundamentales de un sistema de medidas de calzado aplicable a todos los tipos de calzado, estas características son denominadas Mondopoint. Donde se estipula la talla y el calce corresponden a la longitud y el ancho real del pie, expresado en milímetros. (NTC 1639, 1981).

NTC 1638: Factores humanos, medidas de los zapatos, sistema Mondopoint, graduación de longitud. Esta norma establece el sistema de graduación de la longitud para el uso de medidas Mondopoint, con el fin de fijar el intervalo de medidas de las botas y zapatos. Aplica pata todo tipo de botas o zapatos. (NTC 1638, 1981)

NTC 5058: Etiquetado de cueros y piles curtidas naturales, materiales sintéticos con apariencia natural, calzado, partes de calzado, marroquinería y productos elaborados de dicho material. En esta norma se establecen los parámetros del etiquetado que deben llevar los productos hechos a partir de cuero o materiales sintéticos con apariencia natural que tengan objeto de comercialización. (NTC 5058, 2002).

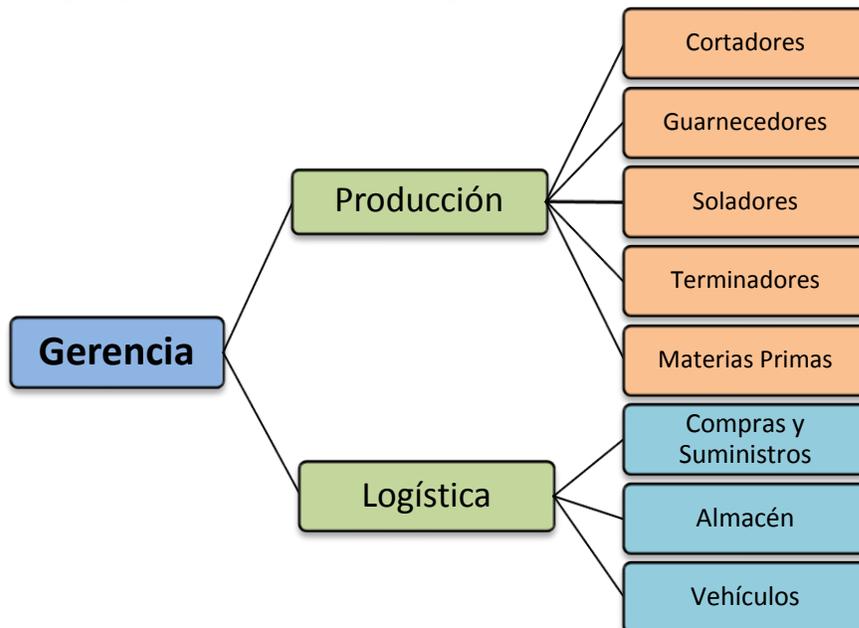
DESARROLLO DEL PROYECTO

2.1. Diagnóstico de Calzado Tangis

Para la realización del diagnóstico de la fábrica de Calzado Tangis, se buscó recopilar datos desde los diferentes niveles empresariales, partiendo desde la perspectiva estratégica hasta el ámbito operativo, con ayuda del gerente se lograron clasificar los hechos que impactan de forma directa la problemática a solucionar, las variables más importantes fueron soportadas en la descripción del problema por medio de análisis de Pareto. (Ver Tabla 1)

Como información general, durante la toma de datos en la empresa se evidenció la ausencia de elementos claves a nivel estratégico, tales como la misión y la visión de la compañía, pese a que la empresa no tiene un “objetivo claro” sus trabajadores y su actividad en si genera rentabilidad, la cual puede ser mayor si se acondicionarán un poco mejor ciertas áreas como la planeación, la programación y el control de la producción. Cabe mencionar que es una empresa que pese a sus problemas genera utilidades ya que sus clientes conocen la tradición y la calidad que esta tiene. Ya en cuestiones de organización la empresa no cuenta con un organigrama definido de sus actividades, a continuación, en la Figura 4 se presenta el organigrama planteado por los autores del proyecto, Con el objetivo de dar a conocer el estado actual de la empresa con más profundidad

Figura 4. Organigrama de Calzado Tangis



Fuente: Autores

Con ayuda de la observación y la descripción de la empresa por parte del gerente y cada una de sus partes, se realiza un análisis DOFA en el cual se clasificarán variables internas y externas para esta problemática bajo el criterio del gerente los trabajadores y los autores del proyecto. Aun así, el análisis DOFA da a conocer dichas variables mas no a cuantificar su importancia en ese orden de ideas se procede a realizar una matriz Vester y una relación axial a modo de ejercicio diagnóstico, para finalmente poder generar un esquema de estrategias para la solución al problema general, en la Tabla 9. Se muestran los resultados obtenidos del análisis realizado con la información obtenida anteriormente.

Tabla 9. Matriz DOFA

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fidelidad de los clientes ▪ Calidad ▪ Precio razonable en el mercado ▪ La empresa es reconocida a nivel local 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crecimiento de la demanda ▪ Oportunidad de mejora al proceso ▪ Optimización en llegadas de materias primas
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de orden en el área de trabajo ▪ Falta de máquinas y herramientas 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Competencia local y extranjera ▪ La moda

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ambiente de trabajo poco adecuado ▪ Falta de planificación ▪ Incumplimiento de ordenes ▪ Falta de seguimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variación de precios de materiales
--	--

Fuente: Autores, 2018.

Teniendo en cuenta la agrupación en la matriz DOFA, como se puede observar en la tabla 9 se han identificado aspectos internos como externos que se presentan en la fábrica actualmente, se optó por reunir factores que interactúen directamente y que puedan tener un cambio relevante y específico, es allí donde han clasificado las siguientes variables:

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fidelidad ▪ Calidad ▪ Precio del producto ▪ Reconocimiento ▪ Crecimiento de la demanda ▪ Mejoras al proceso ▪ Llegada de material | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Orden en el A.T. ▪ Falta de equipo ▪ Planificación ▪ Incumplimiento ▪ Seguimiento ▪ Competencia ▪ Moda ▪ Precios del material |
|---|--|

Sin embargo, se realizó la matriz DOFA cruzada (Ver Anexo 7).

Con este grupo de variables se hace posible la cuantificación por medio de la matriz Vester, esta cuantificación se puede ver en la tabla 10. Por medio de lo anterior, se realiza el proceso de cuantificación por medio de la siguiente pregunta: “¿Cómo influye el factor A en el factor B?” Dicha respuesta se califica con un factor de incidencia que va desde 0 hasta 3 donde:

- | | |
|----------------------------------|----------------------------|
| • Cero: No tiene relación alguna | • Dos: Influencia media |
| • Uno: Influencia débil | • Tres: Influencia Intensa |

Ya calificadas las variables neutralizadas, se efectúa la metodología de la matriz Vester a cabalidad con sus correspondientes sumas activas (SA, eje horizontal) y sus sumas pasivas (SP, eje vertical). Por suma activa se entiende el valor de incidencia de ese factor sobre otros factores, en ese orden de ideas la suma pasiva es el valor de incidencia de otros factores sobre el factor a calificar. Finalmente se tiene el siguiente resultado que se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Matriz de Vester

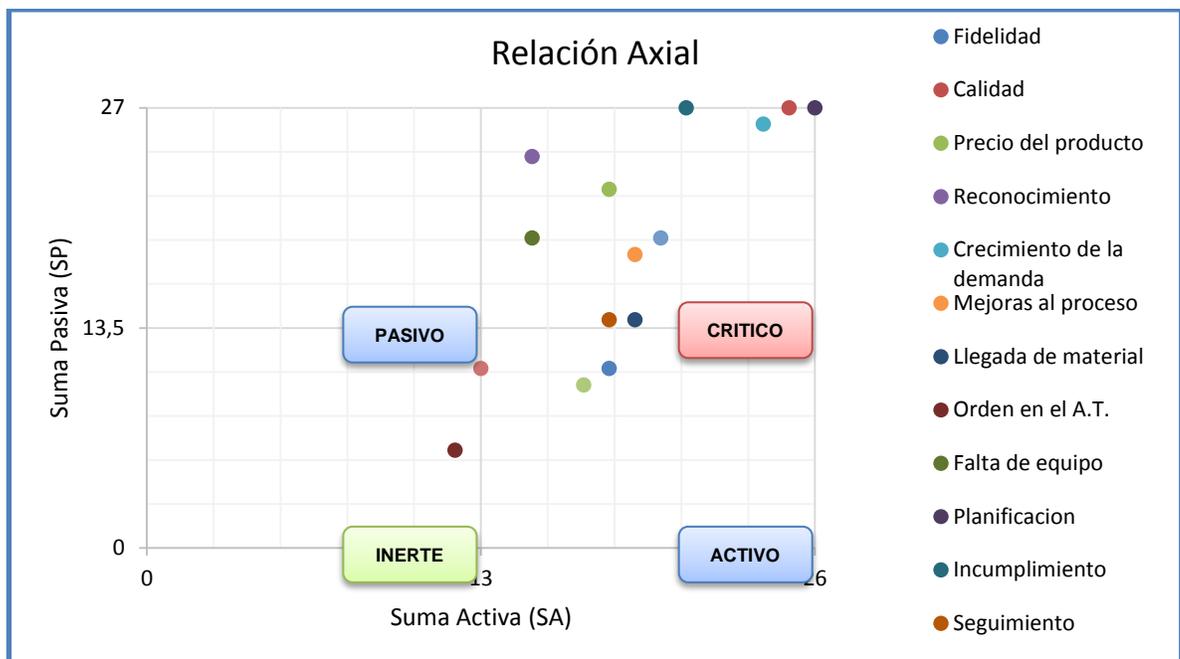
Variables	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	Suma Activa (ΣSA)
Fidelidad	A	3	3	3	2	1	0	0	0	0	2	0	2	2	0	18

Calidad	B	3	1	3	2	2	2	0	1	3	3	3	2	0	0	25
Precio del producto	C	2	3	2	1	0	0	0	2	0	0	0	3	2	3	18
Reconocimiento	D	2	2	1	1	0	0	0	0	0	3	0	3	3	0	15
Crecimiento de la demanda	E	1	2	3	2	1	0	0	3	2	2	0	3	2	3	24
Mejoras al proceso	F	0	1	1	0	3	1	3	3	2	2	3	0	0	0	19
Llegada de material	G	0	1	1	1	2	0	0	0	3	3	1	0	0	2	14
Orden en el A.T.	H	0	2	0	1	0	3	0	1	2	2	1	0	0	0	12
Falta de equipo	I	0	1	3	0	3	3	0	0	3	2	0	0	0	0	15
Planificación	J	0	3	0	3	3	3	2	1	3	3	3	1	0	1	26
Incumplimiento	K	2	1	0	3	3	2	2	1	2	3	1	1	0	0	21
Seguimiento	L	0	3	0	0	0	3	3	1	2	3	2	0	0	1	17
Competencia	M	1	1	3	3	3	0	1	0	2	1	3	0	2	0	20
Moda	N	0	2	3	3	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	13
Precios del material	O	0	2	3	0	3	0	3	0	0	3	0	2	1	0	18
Suma Pasiva (Σ SP)		11	27	22	24	26	18	14	6	19	27	27	14	19	11	10
SP x SA		198	675	396	360	624	342	196	72	285	702	567	252	380	143	160

Fuente: Autores, 2018.

Como primer análisis se puede observar que la variable más influyente en el sistema después de obtener los resultados de las sumas activas y pasivas, es la mejora en la planificación. Sin embargo, para fines más prácticos se busca representar la matriz de Vester como una relación axial donde a forma de plano cartesiano permite ubicar factores en grados de influencia, tomando el eje X como la suma pasiva y a la suma pasiva en el eje Y cómo se puede observar en la tabla 10. Para el diseño de la relación axial, se ubicaron las 2 valoraciones más altas de la SA (26) y la SP (27), con un corte de secciones en $X=13$ y en $Y=13,5$, teniendo así los 4 cuadrantes, estos son en orden de derecha a izquierda, de arriba hacia abajo, cuadrante pasivo, crítico, inerte y activo.

Grafica 3. Relación Axial



Fuente: Autores, 2018.

Con base en la Gráfica 3, se puede concluir con respecto al análisis de las variables presentadas y desarrolladas en la Matriz de Vester (Tabla 10) en cada uno de los cuadrantes lo siguiente:

Cuadrante Pasivo

En el estudio, la estructura axial no muestra factores en este cuadrante, estos son poco influyentes a corto plazo pero en dado caso que se presentaran, la organización deberá plantear solución a estos ya que afectan a largo plazo en los resultados de la empresa.

Cuadrante Activo

Dados los resultados presentados en la gráfica 3. Los factores activos no son muy “sensibles” frente a los otros, es decir que no inciden en otros factores para la obtención de resultados. Según la calificación se los factores que se encuentran en este cuadrante son:

- Precios del Material
- Fidelidad de los clientes
- Moda

Siendo estos últimos factores que no afectan la investigación, siendo poco influyentes en la empresa.

Cuadrante Crítico

Según los resultados, aquí en la tenemos los factores más importantes para desarrollar el planteamiento de estrategias y así poder enfocar la investigación, estos factores son los que generan más incidencias en las actividades de la empresa y son determinantes para mejorar la planificación, la programación y el control de la producción de la fábrica, dichos factores son:

- Planificación
- Calidad
- Incumplimiento
- Crecimiento de la demanda
- Reconocimiento
- Precio del producto
- Competencia
- Mejoras del proceso
- Falta de equipo
- Llegadas de material

A partir de los factores ubicados en dicho cuadrante se propondrán las estrategias de mejoramiento pertinentes a las actividades y procesos de la fábrica con una alta oportunidad de mejora. El planteamiento de estrategias busca mejorar el entorno interno de la empresa y así mantener las fortalezas y hacer a la empresa más competitiva en el mercado.

Cuadrante Inerte

Para terminar, el cuadrante inerte, en él se encuentra las variables secundarias a intervenir, ya que no representan influencia directa en el proyecto pero a largo plazo afectan a la organización.

En el cuadrante inerte se tiene:

- Orden en el área de trabajo

Puede ser tomado como un factor ambiental ya que siempre se ha hecho presente el “desorden” en varios aspectos de la planta generando bajas en la productividad, si no es tenido en cuenta al implementar las estrategias propuestas, el funcionamiento de la empresa no será el esperado a largo plazo.

2.1.1 Recursos disponibles

2.1.1.1. Recurso humano

Calzado Tangis cuenta con el siguiente personal operativo por área de manufactura definida:

Gerente General

El gerente general es la persona encargada de la gestión administrativa y logística del negocio, su jornada laboral va desde la 6:30 a.m. hasta la hora de cierre que dependerá de la temporada en la que se esté, es el apoyo para cada una de las compras y despachos de la empresa siempre cuenta con un ayudante para sus diferentes labores. Algunas de sus funciones más importantes son:

- Realizar las compras de materiales e insumos del proceso
- Contactar a los clientes
- Gestionar nuevos diseños de producto
- Supervisar el trabajo de las diferentes áreas
- Manejar las finanzas de la empresa
- Gestionar el personal para cada temporada
- Seleccionar a los proveedores
- Realizar la distribución de producto terminado a los clientes
- Actualizar el catalogo según las tendencias en el mercado

Auxiliar de Gerencia

El auxiliar de Gerencia es la mano derecha del gerente general en sus actividades, su jornada laboral es de carácter administrativo (8:00 am – 5:00 pm), sin embargo, no se requiere su presencia en temporadas bajas de ventas, de forma contraria, en temporadas altas su labor se vuelve esencial para el flujo de materiales, entregas a clientes y labores extra que se requieran. Sus funciones más importantes son:

- Apoyar al despacho de los pedidos
- Estar al tanto de los requerimientos de material e insumos necesarios de cada una de las áreas.
- Contactar a los clientes para las cuestiones logísticas
- Realizar seguimiento a las órdenes de pedido en proceso de fabricación
- Administrar la información de facturas, órdenes de compra y de pedido, ventas y aspectos contables.
- Realizar inventario de producto terminado para gestionar entregas a clientes.

Cortadores

El cortador es el encargado de almacenar la materia prima como cueros, sintéticos, forros y demás materiales correspondientes a su área, además de organizar los moldes por referencias, alturas, tendencias y numeraciones. Su jornada laboral es abierta, es decir el maneja su tiempo dependiendo su habilidad

para cortar las órdenes del día ya que su pago es al destajo, normalmente se cuenta con una sola persona en este cargo ya que su pericia y experticia permite que la cantidad de pares cortados sea suficiente para máximo cuatro guarnecedores. Sus funciones incluyen:

- Realizar los cortes para cada pedido a entregar
- Realizar perfilado de los cortes cambrados
- Entregar al guarnecedor los cortes perfilados (Cambrado, forros, etc.)
- Gestionar los pedidos de materiales a la gerencia
- Informar al gerente cuando sea necesario llevar los cortes al personal externo por medio de Outsourcing (en caso de necesitar Cambrado).

Guarnecedores

Una de las tareas de más variabilidad dentro de la fábrica, así mismo el ritmo de trabajo varía según la temporada y en ese sentido el trabajo que se tenga disponible. En cuanto al número de guarnecedores, esto es muy dinámico ya que en temporadas bajas como en los meses de Enero, Febrero y Junio hay poco trabajo habrá alrededor de 1 o 2 personas, mientras que, si la temporada de demanda más alta como los meses de Mayo y Diciembre, puede haber hasta 4 personas ocupando esta labor. Sus funciones incluyen:

- Aplicar solución a cada forro y a cada corte
- Entretelar cada par de cortes
- Desbastar el corte en caso de que el material sea cuero
- Confeccionar forros y capelladas
- Realizar el montaje de adornos, correas, ojales, ojáletes, etc.
- Realizar la entrega de los cortes confeccionados a soladura.

Soladores

El solador es el encargado de realizar el montaje en las hormas del zapato, es el proceso más crítico de la cadena productiva ya que es el área donde el calzado toma forma y adquiere comodidad y calidad para el cliente, para los operarios de esta área el horario es similar al de un guarnecedor ya que dependen del trabajo terminado disponible, con la diferencia que en esta área siempre hay 4 soladores, 3 especializados en botas y botines y otro encargado de baletas y en ocasiones de otros tipos de zapato. Entre sus funciones están:

- Emplantillar la suela en hormas
- Pegar el forro a la capellada
- Pegar los contrafuertes y los cuños del zapato
- Montar la capellada en la horma
- Realizar el montaje inferior de la bota (suela)

- Engrudar las suelas y el parte inferior del zapato montado en la horma
- Pegar suelas a calor y presión
- Descalzar el montaje y pasarlo al área de finalizaje

Operarios de Finalizaje

Las personas encargadas de finalizaje realizan los detalles finales, el control de calidad y los despachos de los pedidos, usualmente ya sea temporada baja o alta esta área se compone de 2 operarios, que cumple con un horario de 7:00 a.m. hasta las 5.00 p.m. de lunes a viernes y sábados hasta las 12:00 p.m.:

- Emplantillar el zapato
- Retirar tachuelas y pintar los bordes
- Preformar el calzado
- Retirar exceso de pegante y solución
- Adherir el registro de especificaciones de material del calzado
- Poner la maquilla de la marca
- Empacar el calzado
- Almacenar el calzado en cajas
- Organizar el calzado por orden de pedido teniendo en cuenta el cliente y la numeración
- Ayudar con el despacho de los lotes de calzado

2.1.1.2. Maquinaria y equipos

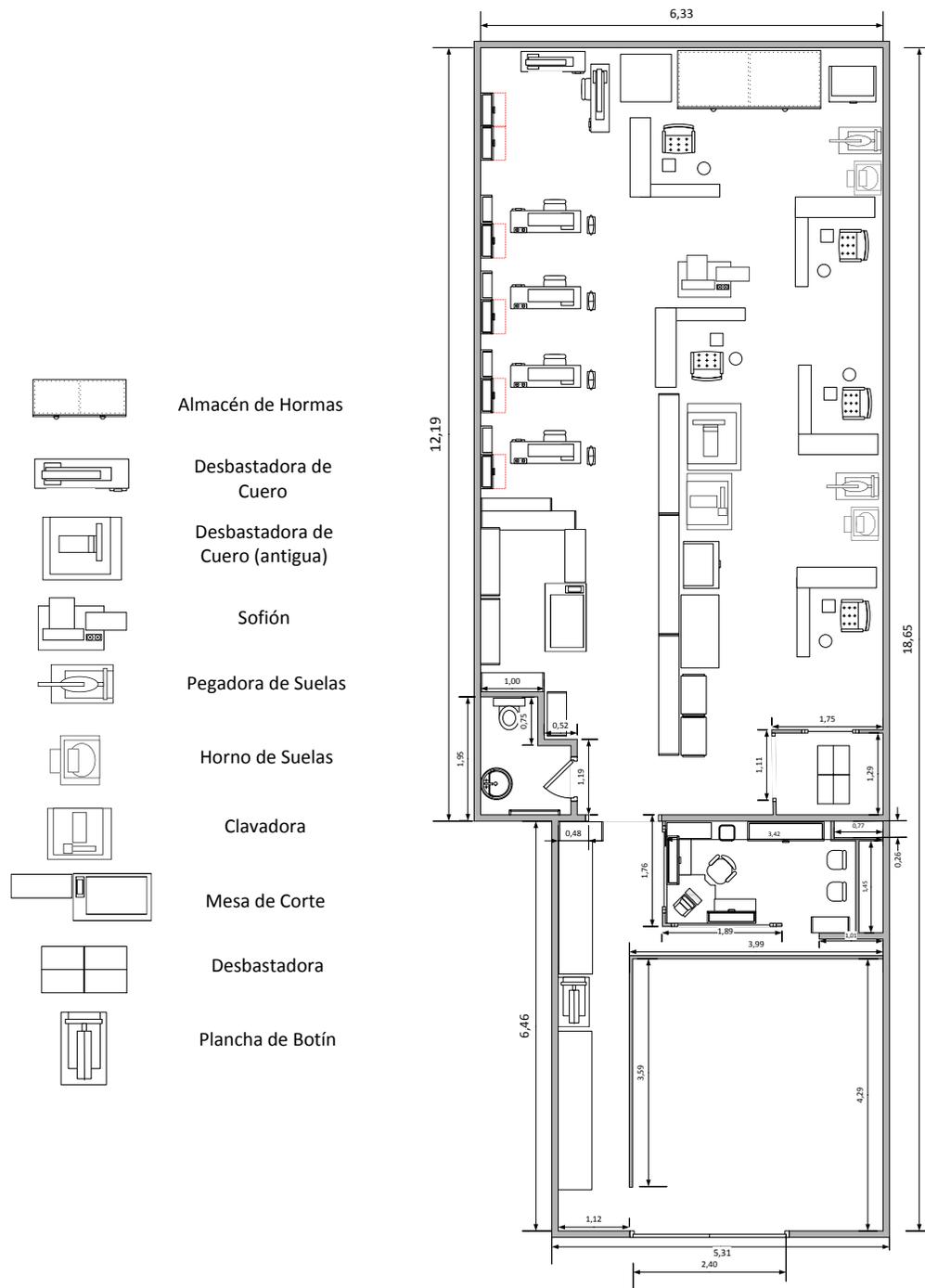
Para la fabricación de sus productos Calzado Tangis cuenta con las siguientes máquinas y equipos: (Ver Anexo 1).

2.1.2. Caracterización de la instalación y sus productos

2.1.2.1. Descripción de la planta física

La empresa cuenta con una bodega adaptada para trabajar a modo de taller, la bodega tiene un área de 104 m², cuenta con una sola planta, tiene una altura de 5,5 m, y tiene la propiedad de ser versátil para cualquier tipo de pyme del sector (Ver Figura 5)). Cuenta con un baño mixto.

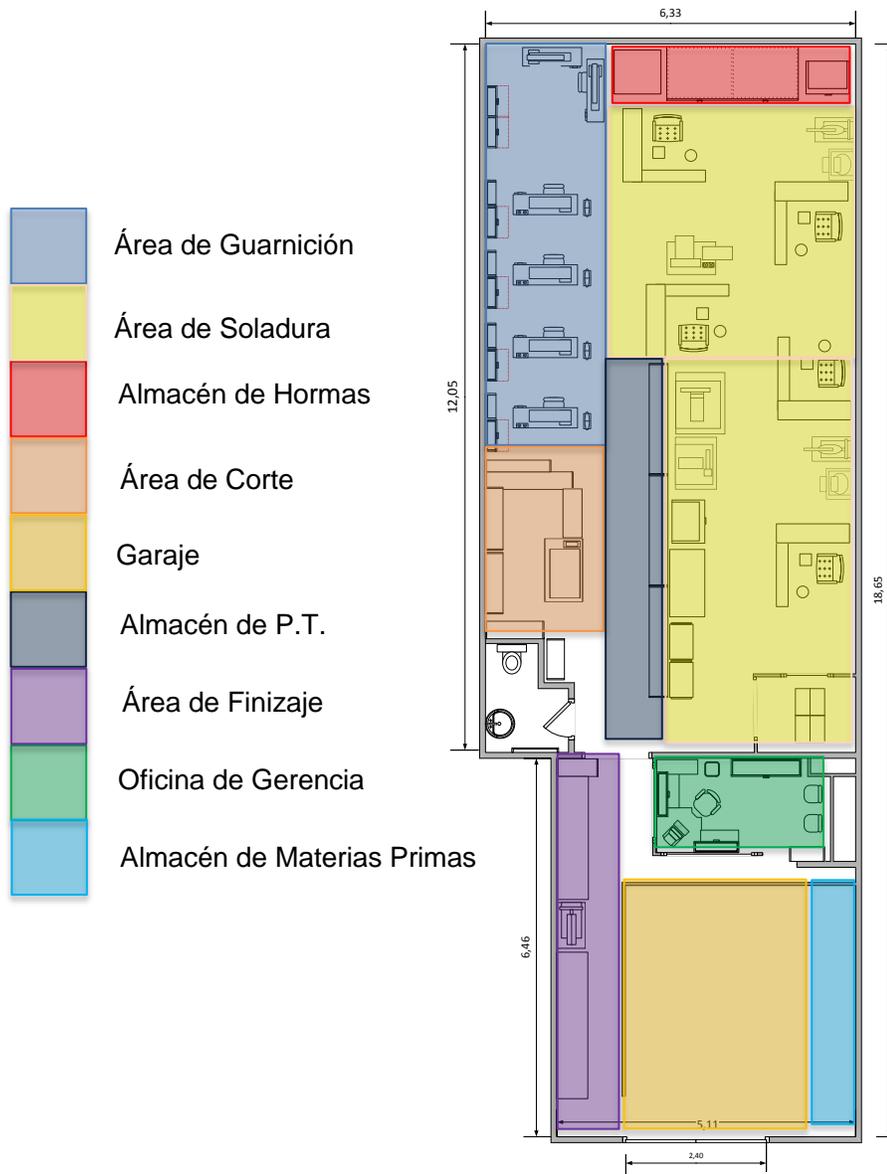
Figura 5. Plano Calzado Tangis



Fuente: Autores, 2017

En lo que respecta a su distribución interna, el taller tiene un concepto de producción clásico, sin embargo, se presencia mucho desorden en la manipulación de materiales e insumos. Cada una de sus áreas está ubicada secuencialmente de tal modo que la materia prima sigue un patrón en “U” iniciando desde el área de corte, seguido de guarnición, soldadura y terminando con el finalizaje En la Figura 6. Se puede observar cómo se distribuye la planta:

Figura 6. Distribución por áreas de trabajo



Fuente: Autores, 2017

En la distribución de operación por máquina, cada uno de los operarios, dispone de un área de trabajo, pero para todas aquellas operaciones extras que requiera un pedido de producción específico, se respeta el orden en la llegada de un operario a dicha máquina.

2.1.2.2. Descripción de productos

Para hablar de los productos de la fábrica hay que tener en cuenta que esta funciona bajo pedidos realizados por diferentes clientes, la empresa maneja las últimas tendencias en moda sin descuidar los aspectos financieros, el funcionamiento del área de diseño está a cargo del gerente. Con base en la información adquirida en internet y revistas de moda, el gerente focaliza un diseño y genera los troqueles para los modelos de un botín en particular. La ensambla y la muestra a lo diferentes clientes para su posterior aprobación. Cabe destacar que la variabilidad de las referencias es muy alta debido a que la fábrica se encuentra en un sector donde el producto final cambia según las tendencias del mercado del calzado local e internacional. A continuación, se presenta una serie de modelos hechos durante el periodo 2016-2017. En la figura 7 se pueden observar algunos de los modelos hechos por la empresa.

Figura 7. Modelos de botines periodo 2016-2017



Fuente: Autores, 2018

Entre los productos de mayor rotación se encuentran las botas de caña corta los cuales dependiendo la temporada, una referencia rota más que otra dependiendo el gusto y la tendencia del mercado; comúnmente los clientes cuando realizan el pedido de una referencia que se vende constantemente, realizan resurtidos en numeraciones comerciales, así que contactan nuevamente a la empresa con el fin de sacar un nuevo pedido con una misma referencia o con una nueva.

2.1.2.3. Costos de mano de obra

A continuación, se relacionan los costos respectivos a la mano de obra en la fabricación de los botines fabricados actualmente en la empresa, no se tuvo en cuenta la variedad de referencias si no los valores generales de cada uno de los aspectos mencionados en la Tabla 11.

Tabla 11. Malla de costos Botín

BOTÍN			
MATERIAL	CANTIDAD	VALOR UNITARIO (\$)	TOTAL
Cuero o Napa cuero (Dm)	32	\$ 450	\$ 14.400
Forro	1	\$ 1.300	\$ 1.300
Corte	1	\$ 1.200	\$ 1.200
Desbastado	1	\$ 250	\$ 250
Cambrado	1	\$ 500	\$ 500
Guarnición	1	\$ 4.000	\$ 4.000
Solución	1	\$ 500	\$ 500
Hilo	1	\$ 200	\$ 200
Hebillas	1	\$ 1.000	\$ 1.000
Montaje	1	\$ 3.700	\$ 3.700
Plantilla	1	\$ 1.500	\$ 1.500
Fibra	1	\$ 250	\$ 250
Suela	1	\$ 1.200	\$ 1.200
Cambrión	1	\$ 100	\$ 100
Pegante	1	\$ 700	\$ 700
Cremallera	1	\$ 480	\$ 480
Caja	1	\$ 320	\$ 320
Finizaje	1	\$ 110	\$ 110
Brillo	1	\$ 200	\$ 200
Servicios públicos	1	\$ 650	\$ 650
Prestaciones	1	\$ 1.200	\$ 1.200
VALOR TOTAL			\$ 33.760

Fuente: Autores, 2018

En la tabla 11, se describen cada uno de los materiales usados en la fabricación de los botines, en el material base del producto se tiene la napa cuero o sintético la cual se compra por decímetros, en un par de botines se gastan aproximadamente 32 dm de material, adicionalmente los demás materiales mencionados se están calculando en base a un par producido, los costos de mano de obra tales como corte, guarnición, soladura y finizaje igualmente se realizan por par fabricado, como se ha mencionado anteriormente el pago se realiza al destajo. Finalmente se tienen en cuenta los costos como luz y agua como servicios públicos y las prestaciones pagadas a cada uno de los trabajadores.

Cabe resaltar que no se tienen en cuenta los costos de transporte del material ya que no se tiene estipulado ningún acuerdo con los proveedores, actualmente las materias primas llegan algunas veces por cuenta del gerente o por orden directa de los proveedores. Además, los proveedores en el sistema de flujo de materiales no son constantes, es decir no siempre se compran las materias primas a los mismos proveedores, lo cual genera cierta incertidumbre en la calidad y cantidad a la hora de la compra.

2.1.3. Caracterización de los procesos productivos

2.1.3.1. Manejo de proveedores

El manejo de los proveedores para la fabricación del calzado es uno de los aspectos más importantes en la cadena productiva ya que es el núcleo del flujo de la fabricación, algunas de las materias primas son transportadas a la fábrica por los mismos proveedores, sin embargo, otros materiales e insumos tienen que ser comprados en peleterías y almacenes cerca en el barrio Restrepo. La cadena de abastecimiento es encabezada por los proveedores los cuales han sido previamente seleccionados, clasificándolos dependiendo de la calidad, cantidad disponible, tiempo de recepción, facilidad de transporte, forma de pago, y demás aspectos relevantes dependiendo el tipo de materia prima y la prontitud del requerimiento. (Ver Anexo 3, Hoja, Listado de Proveedores).

Las formas de pago que se manejan con la mayoría de los proveedores son a crédito con un plazo de pago de 15 a 30 días, aunque en algunos de los almacenes es pago al contado.

2.1.3.2. Compras de materiales e insumos

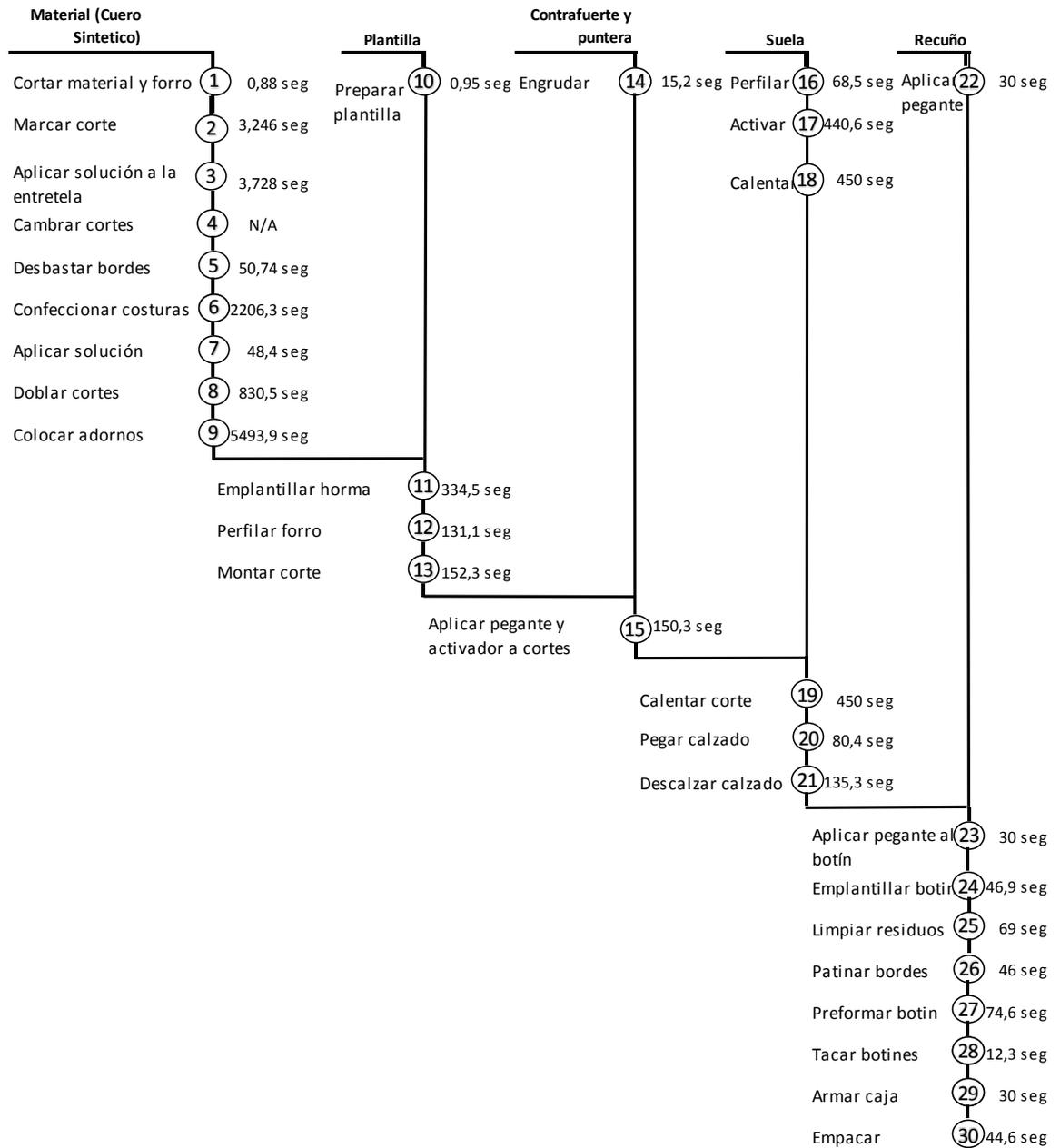
El flujo de los materiales es muy limitado ya que no se tiene en cuenta el Lead Time para realizar los pedidos de los requerimientos establecidos, las compras se realizan cada vez que los operarios y trabajadores lo soliciten, sin embargo, no siempre los proveedores tienen la disponibilidad de la materia prima en el momento de la solicitud, por lo cual en ocasiones se debe esperar o detener la producción por falta de material. Es una oportunidad de mejora para evitar estas paradas en el proceso, adicionalmente cuando las compras se ejecutan los tiempos de entrega son muy variables. Las cantidades son calculadas por el gerente con base en su experiencia con los pedidos y especificaciones del cliente en cada referencia, ya que un cliente puede solicitar una referencia establecida en el catálogo, pero en diferentes materiales, dependerá de la cantidad de decímetros en el cuero o sintético, y los detalles adicionales que se requieran. Sin embargo, algunos insumos se consideran permanentes como lo son el hilo, pegante, solución, pinta cuero, varsol, entre otros, ya que hacen parte del proceso intrínsecamente.

2.1.4. Diagramas de procesos

Con base en las observaciones y visitas realizadas a la fábrica de calzado, por medio de mediciones realizadas a toda la cadena productiva, se realizaron los correspondientes diagramas de procesos para evidenciar la secuenciación de las actividades como se realizan actualmente. Hay que tener en cuenta que los siguientes diagramas fueron realizados por los autores, ya que la empresa no tenía esta información documentada. En la figura 8, se puede evidenciar la

secuencia de las actividades que se realizan durante el proceso de fabricación actualmente de los botines en la empresa Calzado Tangis, en el cual se tuvieron en cuenta los procesos (sin estimar tiempos) que se realizan por medio de servicio Outsourcing.

Figura 8. Diagrama de operaciones Calzado Tangis



Fuente: Autores, 2018.

Figura 9. Diagrama de proceso Calzado Tangis

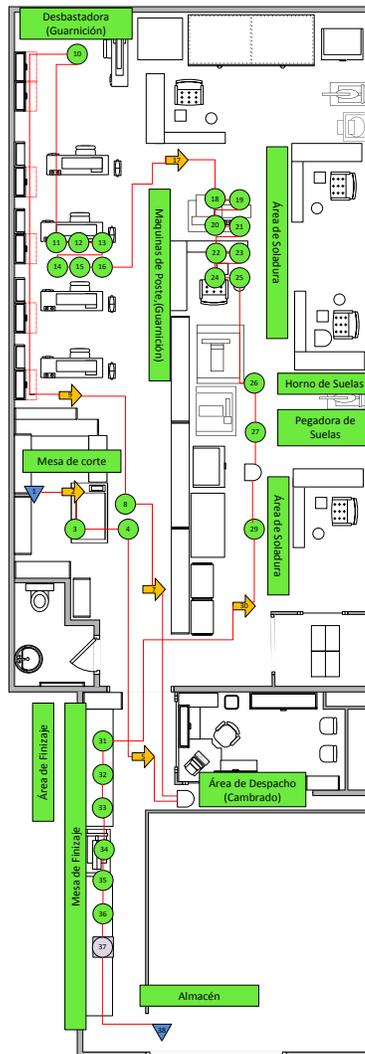
CALZADO TANGIS			Operación	Transporte	Inspección	Retraso	Almacenaje	Operación e Inspección	Distancia (Cm)	Tiempo (Seg)
Index	Operación	Área								
1	Buscar material	Corte	○	→	□	□	▽	⊗	77,5	240
2	Cortar material	Corte	●	→	□	□	▽	⊗	-	37,535
3	Marcar corte con mina de plata	Corte	●	→	□	□	▽	⊗	-	3,40
4	Aplicar solución a la entre tela	Corte	●	→	□	□	▽	⊗	-	48,038
5	Llevar corte a Cambrado	Corte	○	→	□	□	▽	⊗	-	120
6	Proceso de cambrado	Corte	○	→	□	●	▽	⊗	-	11318,40
7	Traer corte de Cambrado	Corte	○	→	□	□	▽	⊗	-	120
8	Perfilar corte	Corte	●	→	□	□	▽	⊗	-	27,35
9	Llevar cortes a Guarnición	Corte	○	→	□	□	▽	⊗	760	240
10	Desbastar cortes	Guarnición	●	→	□	□	▽	⊗	-	53,2
11	Realizar costuras	Guarnición	●	→	□	□	▽	⊗	-	2959,0
12	Aplicar solución a los cortes	Guarnición	●	→	□	□	▽	⊗	-	50,7
13	Doblar cortes	Guarnición	●	→	□	□	▽	⊗	-	870,3
14	Confeccionar cortes	Guarnición	●	→	□	□	▽	⊗	-	2312,2
15	Colocar adornos	Guarnición	●	→	□	□	▽	⊗	-	5732,5
16	Terminación de costuras	Guarnición	●	→	□	□	▽	⊗	-	5767,5
17	Llevar cortes a Soladura	Guarnición	○	→	□	□	▽	⊗	670	180
18	Emplantillar en horma	Soladura	●	→	□	□	▽	⊗	-	350,5
19	Perfilar forro	Soladura	●	→	□	□	▽	⊗	-	137,4
20	Engrudar contrafuerte	Soladura	●	→	□	□	▽	⊗	-	25,0
21	Engrudar talón	Soladura	●	→	□	□	▽	⊗	-	7,8
22	Pegar talón y contrafuertes	Soladura	●	→	□	□	▽	⊗	-	20,8
23	Montar corte en la horma	Soladura	●	→	□	□	▽	⊗	-	147,0
24	Secado	Soladura	○	→	□	●	▽	⊗	-	3772,8
25	Perfilar suela	Soladura	●	→	□	□	▽	⊗	-	71,7
26	Activar suela	Soladura	●	→	□	□	▽	⊗	-	293,7
27	Pegado de corte y suela	Soladura	●	→	□	□	▽	⊗	-	87,7
28	Secado	Soladura	○	→	□	●	▽	⊗	-	18864,0
29	Descalzar de la horma	Soladura	●	→	□	□	▽	⊗	-	141,8
30	Llevar calzado a Finizaje	Soladura	○	→	□	□	▽	⊗	940	60
31	Revisar calzado	Finizaje	●	→	□	□	▽	⊗	-	65,6
32	Pegar recuño y plantilla	Finizaje	●	→	□	□	▽	⊗	-	51,3
33	Patinar bordes con tinta	Finizaje	●	→	□	□	▽	⊗	-	195,0
34	Preformar bota	Finizaje	●	→	□	□	▽	⊗	-	247,6
35	Limpiar residuos	Finizaje	●	→	□	□	▽	⊗	-	129,2
36	Tacar bota	Finizaje	●	→	□	□	▽	⊗	-	40,8
37	Empacar	Finizaje	○	→	□	□	▽	●	-	47,8
38	Almacenar	Finizaje	○	→	□	□	▽	⊗	100	60,0
									2.548	54.898
									DT	TT

Resumen	Total	Tiempo
Operación	27	19874,926
Transporte	5	720
Inspección	-	-
Retraso	3	33955,20
Almacenaje	2	300,0
Operación e Inspección	1	47,8
Distancia (m)	25	-
Tiempo (Horas)	-	15,249

Fuente: Autores, 2018.

En el diagrama de operaciones en la figura 8, se muestra el proceso desde la etapa inicial de buscar la materia prima la cual la realiza el cortador, hasta la parte final del proceso de fabricación en el área de finalizaje al realizar el empaque y almacenamiento de los productos terminados. Adicionalmente, en el diagrama de procesos en la Figura 9, se describen los tiempos y distancias incurridas en cada una de las operaciones realizadas en el proceso de fabricación, además de las demoras generadas por secados en el área de Soldadura. Se está teniendo en cuenta la demora generada en el proceso de cambrado, el cual se realiza afuera de las instalaciones de la fábrica, esta demora está basada en que los cortes serán procesados por orden de llegada.

Figura 10. Diagrama de recorrido Calzado Tangis



Fuente: Autores, 2018.

En la Figura 10, se presenta el movimiento del material por las diferentes áreas, actualmente se maneja un esquema de producción en línea, en distribución circular, con lo cual hace que el sistema funcione bien ya que los diferentes departamentos están secuenciados. El único inconveniente es el desorden que se genera por falta de organización en temas de calidad, implementar un esquema de 5's serie muy útil como estrategia de aumento de la productividad.

2.1.5. Sistema propuesto

A manera de ejercicio se procede a proponer un nuevo procedimiento con el fin de presentar una mejora en el tiempo del proceso. El factor diferenciador a tener en

cuenta será la implementación de una maquina cambradora en la fábrica evitando así tercerizar dicho proceso. Para el sistema propuesto hay que tener en cuenta:

- El tiempo de procesamiento de la cambradora será de 1 minuto y medio
- Se adquirirá solo una cambradora.

El diagrama de proceso propuesto se puede visualizar en el Anexo 3 (Hoja Diagrama de Proceso Propuesto)

A partir de lo anterior se tiene el siguiente cuadro resumen:

Figura 11. Cuadro resumen sistema propuesto

Resumen	Total	Tiempo
Operación	27	19874,926
Transporte	5	720
Inspección	-	-
Retraso	3	22726,80
Almacenaje	2	300,0
Operación e Inspección	1	47,8
Distancia (m)	29	-
Tiempo (Horas)	-	12,130

Fuente: Autores, 2018

Cabe mencionar que con la adquisición de una cambradora en el área de corte la demora por tercerización del proceso en termino de tiempo seria muy grande llegando a reducir hasta en 3 horas el proceso en comparación al actual, la empresa podría considerar hacer un plan de inversión para sus siguientes 3 años donde su rendimiento en aspectos tales como producción y cumplimiento se verían en alzas potenciales.

2.1.6. Estudio de tiempos

Como bien se sabe el estandarizar los tiempos de un proceso es una parte fundamental para estructurar la planeación de la producción y la capacidad. Al tener un esquema de tipo taller donde los productos no siempre son iguales más si son muy similares, se buscó seguir una de las referencias con más sub-operaciones a fin de calcular un tiempo estándar global para todas las referencias del taller.

A continuación, en la Figura 12 se muestra la referencia estudiada.

Figura 12. Botín Ref. B-012



Fuente: Autores, 2018

Se ha seleccionado esta referencia de botín, ya que es la que presenta mayor demora en cada uno de los departamentos especialmente en Guarnición, donde el trabajo es mayor por la cantidad de detalles que tiene esta referencia, esto con la finalidad de generar un tiempo estándar estimado del producto.

ELEMENTOS PARA REALIZAR EL ESTUDIO

Para recopilar los datos del estudio de tiempos se utilizarán los siguientes elementos:

- Cronometro Acumulativo
- Formatos de Tiempos, (Anexo 3, Hoja Formato de Tiempos)
- Planilla de Soporte
-

PASOS POR SEGUIR PARA REALIZAR EL ESTUDIO DE TIEMPOS

Gracias a la ingeniería de métodos, se propone según la OIT el siguiente procedimiento:

1. **Seleccionar el trabajo:** Se selecciona el proceso de seguimiento de tiempo al botín B-012 de Calzado Tangis.

2. **Selección de trabajadores:** Se tomará el tiempo a los empleados más lentos de cada área con el fin de tener en cuenta los cuellos de botella por departamento. Cabe mencionar que al ser tareas tan empíricas la mayoría de los empleados tienen casi la misma pericia al hacer su labor.
3. **Obtener información del proceso:** Se buscará adquirir toda la información relativa al proceso desde su funcionamiento hasta su rendimiento general, con ayuda del gerente.
 - Comprobar el método actual: Se realiza un seguimiento de tarea en conjunto con cada uno de los trabajadores de cada área con el objetivo de tener información más acertada. También se busca realizar un estudio de tiempo preliminar para posteriormente poder analizar el tamaño óptimo de la muestra. (Anexo 3, Hoja Numero de muestras)
4. **Realizar el montaje del diagrama de operaciones:** Al poseer la información se presentará de forma gráfica los diagramas de operaciones, de proceso y de recorrido para entender el proceso de una forma más eficiente.
5. **Esquematizar el tiempo:** Busca saber cuánto y cómo se va a medir el proceso.
6. **Determinar el tamaño de la muestra:** En este apartado se hace uso de la siguiente fórmula para calcular el tamaño óptimo de la muestra para que el estudio tenga un comportamiento normal con un nivel de bondad del 95%.

$$n = \left(\frac{40 * \sqrt{n' * (x^2) - (x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Pero como se ha mencionado se realizará el estudio a un producto único, así que el tanteo inicial (n') será el mismo para determinar el tamaño de la muestra, si se da el caso, se procederá a tomar más muestras si el cálculo lo requiere, así que en este orden de ideas se realizará la toma de 10 muestras a todas las operaciones analizadas. Para ver las muestras tomadas y la tabla de n (cantidad de muestras).

7. **Cronometrar (Vuelta a cero o Tiempo Continuo):** Por facilidades de observador se optará por cronometrar en tiempo continuo.
8. **Valoración del Ritmo:** Se considera que el ritmo de trabajo para este estudio es del 80% a nivel general. En la Tabla 12 se puede observar el criterio de calificación para el ritmo según la OIT.

Tabla 12. Escala de Valoración para el Ritmo de Trabajo

Escala de valoración (Factor de velocidad Operativa)
50-70 MUY LENTO
71-80 LENTO
81-90 CONSTANTE
91-100 RÁPIDO
101-125 MUY RÁPIDO

Fuente: Autores, 2018

9. Inclusión de Suplementos: Según los parámetros de la OIT se procede a calificar el ambiente de trabajo con base en la tabla de suplementos estándar, dando como resultado la Tabla 13:

Tabla13. Suplementos Calificados para el Estudio de Tiempos

Suplementos %	
Necesidades Personales	0,05
Fatiga	0,04
Trabajo de Pie	0,02
Postura	0,02
Fuerza	0,0
Iluminación	0,0
Condiciones Atmosféricas	0,0
Atención / Concentración	0,05
Ruido	0,02
Pesadez	0,08
Monotonía	0,01
Demoras Ineludibles	0,02
TOTAL SUPLEMENTOS	1,31

Fuente: Autores, 2018

RESULTADOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS

Siguiendo la metodología anteriormente comentada, se logran estandarizar lo tiempos de operación individual junto con los de cada departamento, las operaciones analizadas se pueden observar en el diagrama de operaciones (Figura 8). Los resultados de la aplicación del método completo se pueden observar en el Anexo 3, (Hoja, Estudio de Tiempos), Anexo 4, (Estudio de Tiempos (Planillas)).

Para el estudio estadístico del ejercicio se procede a calcular en numero de muestras necesarias por proceso junto con su desviación estándar la cual arroja

un nivel de bondad del 95%. Estos resultados se pueden visualizar en el Anexo 3. (Hoja Numero de Muestras).

Hay que mencionar un punto muy importante en lo que al dato de estandarización de tiempos radica, antes de iniciar con la explicación hay que nombrar que el proceso de fabricación de botas tiene sus limitaciones especiales, en este caso son las demoras inevitables como:

- La ausencia de una máquina de cambrado
- El secado de la solución amarilla entre la parte superior y la suela del zapato.

Esto genera variabilidad al cálculo de un estándar ya que el tiempo de dichas operaciones no es constante demorando más, o menos tiempo, dependiendo de la situación. Al prever esta situación también se deja un cronometro corriendo desde el inicio de la producción hasta su finalización a fin de comparar los resultados. En este caso lo tiempos de espera dieron un aproximado del 63% del tiempo total lo que es equivalente a 9 horas y 25 minutos de espera. Los tiempos calculados por departamento se pueden ver en la Tabla 14.

Tabla 14. Tiempo estándar por departamento.

TIEMPO ESTÁNDAR POR ÁREAS (horas)		
Corte	0,0190	0,13%
Guarnición	4,9426	33,03%
Soladura	0,3566	2,38%
Finizaje	0,2159	1,44%
Secados	6,2880	42,01%
Cambrado	3,1440	21,01%
TOTAL	14,9661	100%

Fuente: Autores, 2018

El estudio de tiempos para lote de 12 pares desde el inicio hasta el final de la orden de producción dio como resultado 16,56 horas; pero según el estudio de tiempos el primer par al cual se le está realizando el seguimiento salió a las 14,96 horas.

Como se puede observar las demoras generan acumulación de órdenes, un freno en la tasa de producción, al ser tan incierto el hecho de cuánto tiempo de retraso puede tener una orden u otra se procede a utilizar la tasa promedio de producción por hora para los tres primeros departamentos, en lo que respecta a finizaje el tiempo de operación no se promedia ya que no genera acumulación de pedidos, es decir el tiempo total de cada área dividido en el número de pares del lote (en este caso 12 pares). Dando como resultado lo que se ilustra en la Tabla 15.

Tabla 15. Tiempos estándar promedio por departamento.

TIEMPO ESTÁNDAR POR ÁREAS (Horas)		
Corte	0,264	3,163
Guarnición	0,412	4,943
Soladura	0,554	6,645
Finizaje	0,216	0,216
TOTAL	1,445	14,966

Fuente: Autores, 2018

Al poseer este dato, se asume que en promedio cada 1,44 horas sale un par de botines, partiendo de allí se calcula la planeación de la capacidad a fin de comparar los posibles resultados del rendimiento si en términos de porcentaje de utilización y productividad se habla.

2.1.7. Pronósticos

2.1.7.1. Datos Históricos

Se realizó la recolección de los datos históricos de las ordenes de pedido en pares ejecutadas de los años 2015, 2016 y 2017, para pronosticar el comportamiento de la demanda del año 2018, con respecto al volumen de pares solicitado en las ordenes de pedido, basándose en la información suministrada de las bases de datos del gerente y ordenes de pedido de los años anteriores. A continuación, se presentan los valores de los pares extraídos de las órdenes de pedido consolidado por meses durante los últimos 3 años. (Ver tabla 16).

Tabla 16. Datos Históricos

AÑO	2015	2016	2017
Enero	734	202	554
Febrero	633	812	934
Marzo	207	520	422
Abril	1.099	762	440
Mayo	2.009	1.228	1.188
Junio	510	1.107	484
Julio	462	709	844
Agosto	447	975	774
Septiembre	607	787	1.094
Octubre	1.118	1.045	531
Noviembre	914	1.070	292
Diciembre	2.190	2.001	2.187

Total general	10.930	11.218	9.744
----------------------	---------------	---------------	--------------

Fuente: Autores, 2018.

Además, hay que tener en cuenta, que los datos anteriores son datos históricos agregados, es decir, datos generales de todas las referencias de botines que fabrica la empresa (Familia de productos), algunas de las referencias se mantienen constantes y se establecieron como referencias fijas en la producción y otras son cambiantes, dependiendo de la temporada del año o tendencias en moda. Sin embargo, Calzado Tangis se caracteriza por mantener la línea clásica en sus productos, los cambios realizados en su mayoría son de accesorios o tipos de material, por lo tanto la estructura física general del producto no cambia.

Para visualizar mejor el comportamiento de los datos, se presenta la gráfica 4 donde se muestra el total de los pares vendidos de botines con base en la información anterior.

Gráfica 4. Datos históricos en pares de los años 2015, 2016, 2017

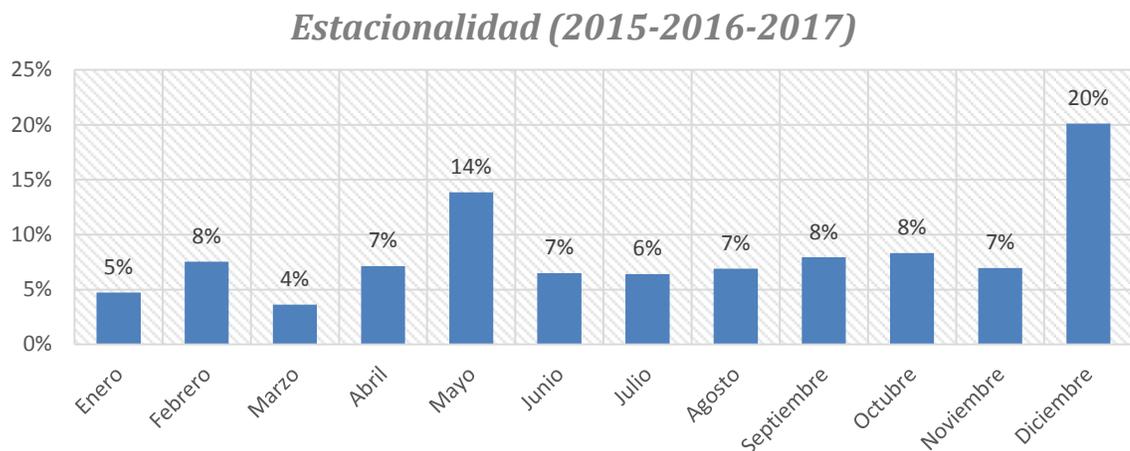


Fuente: Autores, 2018

Analizando el comportamiento de las ventas en los años anteriores, se evidencia que se presentan picos elevados en los meses de mayo y diciembre, en los cuales los pedidos se incrementan ya que los clientes se preparan para recibir las dos temporadas de movimiento más altas en el mercado, en el mes de Mayo por cuestión de vacaciones y primas, y al final del año por temporada Navideña, todo esto según la experiencia y conocimiento del gerente y los trabajadores.

Teniendo en cuenta los picos de ventas presentados se estableció calcular la estacionalidad con base en dicha información, identificando la tendencia de los datos en cada uno de los meses, en la Gráfica 5 se demarcan los meses Mayo y diciembre como los más altos, reiterando que estos son los dos meses del año donde la fábrica presenta un alto nivel en ventas, por lo cual deben prepararse en meses anteriores para cumplir con la demanda.

Grafica 5. Estacionalidad de los años 2015, 2016, 2017



Fuente: Autores, 2018

2.1.7.2. Cálculo del pronóstico

Con la totalidad de la información recopilada, se utilizó inicialmente el Simulador Risk como complemento en Excel, usado como herramienta para el cálculo de los diferentes modelos de pronósticos relacionados en la tabla 18, en el Anexo 5 (Pronósticos Risk), se puede evidenciar el comportamiento de los pronósticos en relación con los datos históricos de cada uno de los modelos, obteniendo como resultado las siguientes medidas de error o señales de rastreo para cada modelo. (Ver tabla 17).

Tabla 17. Medición del error del pronóstico

Medidas de Error	RMSE	MSE	MAD	MAPE	U de Theil
Promedio Móvil Simple	630,057	396971,857	499,367	74%	0,841
Suavización Exponencial Simple	532,917	284000,249	382,626	55%	0,668
Promedio Móvil Doble	514,033	264230,099	394,907	53%	0,745
Suavizado Exponencial doble	533,525	284648,964	392,776	59%	0,626
Aditivo Estacional	525,371	276014,566	429,341	58%	0,633
Multiplicativo Estacional	532,409	283459,852	441,858	60%	0,634
Aditivo Holt-Winter	520,552	270973,99	427,328	59%	0,594
Multiplicativo Holt-Winter	530,812	281761,054	439,27	59%	0,603

Fuente: Autores, 2018

En la Tabla 17, se muestra que el margen de error varia de un modelo de pronóstico a otro, pero en esta situación en particular como ya se ha mencionado anteriormente, se juega con el factor de la estacionalidad de 2 ciclos donde la demanda cambia; dando como resultado una variación poco predecible que aun así sigue una tendencia. Realizando un barrido con respecto a la teoría de cada uno de los métodos de pronósticos mencionados anteriormente, cuando se tiene una demanda que tiene un comportamiento muy variable o maneja cierta secuencia en sus series de tiempo, como en este caso, es recomendable usar el Modelo Holt-Winter ya que este considera el nivel, la tendencia y la estacionalidad, además se adapta con facilidad a este tipo de comportamientos. Por consiguiente, se realizó el método Holt Winter por medio del modelo aditivo y multiplicativo presentando así cuatro posibles escenarios:

- Escenario 1: Holt Winter Aditivo (Semillas)
- Escenario 2: Holt Winter Multiplicativo (Semillas)
- Escenario 3: Holt Winter Aditivo (To,Lo)
- Escenario 4: Holt Winter Multiplicativo (To,Lo)

Para los escenarios 1 y 2 se tuvo en cuenta el valor de la estimación de la estacionalidad por medio de la simulación de semillas para años anteriores a los periodos a analizar, es decir se estipulo un valor arbitrario de una semilla estacional par periodos anteriores a los analizados, a fin de calcular el comportamiento futuro de la demanda. Se tuvo en cuenta esta metodología ya que genera resultados un poco más acertados que con la atenuación de variables, así como en los escenarios 3 y 4. Para los escenarios 3 y 4, se utilizó la serie exponencial atenuada (Lo) y la estimación de la tendencia (To) como el promedio de los años anteriores en relación con los periodos establecidos en cada año (Ver Anexo 3, Hoja Pronósticos).

Según los datos obtenidos en los 4 escenarios realizados de los pronósticos, los modelos aditivos no se ajustan al comportamiento de los datos, ya que este no tiene en cuenta la variabilidad de la estacionalidad, por el contrario, los modelos multiplicativos arrojaron valores mucho más ajustados a la tendencia de los datos, sin embargo, el escenario 4 proyectó valores muy similares a los del año anterior, por lo cual no se consideró como un escenario valido para el proyecto en estudio.

Por consiguiente, se realiza la validación del escenario 2 a través del modelo Holt-Winter por medio del método multiplicativo utilizando las semillas, ya que este modelo además de tener en cuenta las series temporales donde están presentes la estacionalidad de los datos y la tendencia, presenta un patrón estacional en el cual su magnitud decrece o crece siendo directamente proporcional con el

comportamiento de los datos. Adicionalmente, se obtuvo la aprobación directa del gerente general de acuerdo a lo ocurrido en años anteriores. Siendo así, se desarrolló el modelo multiplicativo obteniendo los siguientes resultados en la Tabla 18.

Tabla 18. Pronósticos Modelo Holt-Winter (Modelo Multiplicativo)

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ft+1	573	856	519	728	1278	739	772	809	911	841	723	1890
DMA	325	Alpha	0,001	Beta	0,835	Gamma	0,374					

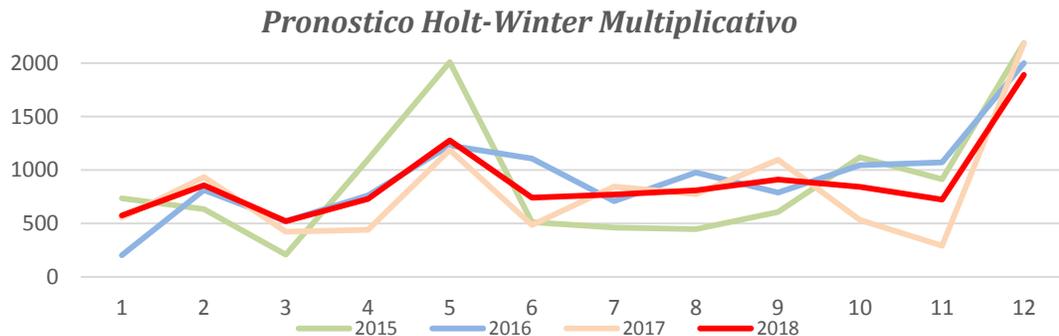
Fuente: Autores, 2018

En la Tabla 18, se observan los datos obtenidos de la demanda para el año 2018, en el cual se denota la estacionalidad en los dos meses de picos con base en los años anteriores, de igual forma se especifican los valores de las constantes de atenuación según la optimización realizada por medio de la herramienta Solver en Excel, donde se minimizo la función objetivo tomada como el valor de DMA (Desviación Media Absoluta), y tomando en cuenta las siguientes restricciones:

$$\begin{array}{lll} \alpha \geq 0 & \beta \geq 0 & \gamma \geq 0 \\ \alpha \leq 1 & \beta \leq 1 & \gamma \leq 1 \end{array}$$

El comportamiento de los datos obtenidos de los pronósticos en relación con los datos históricos, se denota cierta tendencia que se adapta a los altibajos de los datos. A continuación, se visualiza en la Gráfica 6.

Grafica 6.



Fuente: Autores, 2018.

En la gráfica 6, se denota en la línea de color rojo la cercana tendencia que tienen los datos pronosticados a los datos históricos. La información anterior, servirá como guía para la estructuración del plan agregado, el MPS y el MRP para la empresa durante el próximo año, dicha planeación se hará con base en la disponibilidad hablando en términos de capacidad de planta para cada par de botas a fabricar, cabe mencionar que para la realización del plan se asumen las condiciones reales del proceso, donde todas las referencias de botines tienen el mismo proceso con el mismo tiempo estándar

2.2. SISTEMA PROPUESTO DE PLANEACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL

2.2.1. Planeación de la producción

2.2.1.1. Horizonte de planeación

Para el proceso de planeación de la producción para el año 2018 en el comportamiento de la demanda en la empresa de Calzado Tangis, se tuvieron en cuenta aspectos significativos que afectan directamente la efectividad de la cadena productiva, además de la importancia de la toma de decisiones tanto operativas como administrativas que influyen directamente en la posición de la empresa en el mercado, los productos, su ambiente laboral, entre otros.

En la gestión de la planeación inicialmente se estableció el horizonte de planeación, de acuerdo a los datos históricos obtenidos con respecto a la información suministrada por la empresa Calzado Tangis, se consideró un horizonte a mediano plazo, es decir, los 12 meses del año 2018. Seguidamente, tener en cuenta la demanda de los 3 años anteriores con su estacionalidad, ya que el ámbito del calzado se caracteriza por sufrir altibajos en diferentes meses del año, esto por su dependencia a la moda y tendencias en el mercado.

En la Tabla 19 se relacionan los datos obtenidos para la demanda del año 2018 y la estacionalidad en cada uno de los meses.

Tabla 19. Datos de la demanda pronosticada

DATOS DE DEMANDA PRONOSTICADA						
Periodo	Botín					
	Datos Históricos			Pronosticado	D/H	Factor Estacional
	2015	2016	2017			
Enero	734	202	554	573	22	0,047
Febrero	633	812	934	856	20	0,075
Marzo	207	520	422	519	18	0,036
Abril	1099	762	440	728	21	0,071
Mayo	2009	1228	1188	1278	21	0,138
Junio	510	1107	484	739	19	0,065
Julio	462	709	844	772	20	0,064
Agosto	447	975	774	809	21	0,069
Septiembre	607	787	1094	911	20	0,079
Octubre	1118	1045	531	841	22	0,083
Noviembre	914	1070	292	723	20	0,070
Diciembre	2190	2001	2187	1890	20	0,201

Fuente: Autores, 2018.

Por otra parte, la jornada laboral no está estipulada de igual forma para todos los trabajadores, pues la empresa abre sus puertas desde las 7:00 a.m. hasta las 7:00 p.m. en temporada baja y en temporada alta puede estar hasta las 10:00 p.m.; como se ha mencionado anteriormente el pago de la nómina se realiza al destajo por lo cual cada trabajador maneja su jornada laboral, sin embargo, deben permanecer mínimo 8 horas dentro de las instalaciones de la fábrica diariamente. De igual forma, se le asignan docenas a cada persona la cual debe entregarlas al área siguiente en el menor tiempo posible.

Cabe resaltar que las entregas a los clientes se realizan en lo posible entre los días viernes y sábados, en los cuales las docenas despachadas deberán estar listas en almacenamiento para su correcta entrega, sin embargo, esto no siempre se cumple, en ocasiones por falta de material, u otros factores que no lo permiten.

2.2.2. Planeación agregada

Con la información obtenida anteriormente, la planeación agregada ayudará a establecer los niveles de producción necesarios para suplir la demanda pronosticada, además de planear los presupuestos que se usarán en la cadena productiva durante el horizonte de planeación proyectado.

Para el proceso productivo en la fábrica de calzado Tangis y el tipo de mercado donde opera, es necesario establecer las variables que afectan directamente la administración de la operación productiva. Inicialmente, la demanda no podrá variar ya que la empresa maneja sus órdenes de producción en base a las órdenes que realizan los clientes, por lo tanto, no maneja un sistema de inventario estable.

Además, para realizar el plan agregado se tendrá en cuenta la posibilidad de variar las tasas de producción agregando si es requerido tiempo extra en la jornada laboral. Además, se contempla la posible contratación de Outsourcing, solo en caso de no tener la capacidad requerida para cumplir con la demanda.

Se utilizó como sistema de loteo la técnica lote a lote, ya que se igualan las necesidades netas con los pedidos realizados por los clientes, de esta manera no se producirá más de lo necesario, evitando así costos de inventario y almacenamiento, todo esto con el fin de satisfacer los requerimientos de producción, optimizando los recursos del proceso productivo.

Inicialmente, se calculó el costo de tiempo ordinario de cada trabajador, sin embargo, el pago por par no es igual para el personal de cada área, los siguientes son los costos que corresponden al pago al destajo para cada una de las áreas (Ver tabla 20).

Tabla 20. Costo por par fabricado Calzado Tangis

Área	Costo por par
Corte	\$ 1.200
Guarnición	\$ 4.000
Soladura	\$ 3.700

Fuente: Información suministrada por Calzado Tangis, 2018.

Cabe destacar que en el área de finizaje, el pago no se realiza por par, si no por sueldo fijo. De igual forma, se utilizó la información relevante acerca de la producción, determinando que las horas máximas para cada trabajador son 8 horas, y el número máximo de personal son 12 personas, esto debido a la cantidad de maquinaria, puestos de trabajo, y espacio de la planta de producción.

Además, para la utilización del servicio Outsourcing, en caso de ser necesario, el lote mínimo será de 12 pares, por políticas del proveedor de servicio. Por lo anterior, se muestra la tabla 21:

Tabla 21. Información de producción

INFORMACIÓN DE PRODUCCIÓN		
Número De Trabajadores	Máx.	Min.
		12
Turnos	2	1
Horas	8	8
Capacidad Máx. de planta	2200	Pares
Lote mínimo de Outsourcing	12	Pares

Fuente: Información suministrada por Calzado Tangis, 2018

En la tabla 22, se muestra la información general utilizada para la planeación agregada.

Tabla 22. Información General de costos

INFORMACIÓN GENERAL	
Tiempo Estándar	1,247
Botín	Costo/Hora
Costo De Tiempo Ordinario	\$ 12.193
Costo De Tiempo Extra	\$ 12.193
Costo Outsourcing	\$ 30.000

Fuente: Autores e información suministrada por Calzado Tangis, 2018

Adicionalmente, en la tabla 22, se muestra el tiempo estándar por par a lo largo de la cadena productiva, y los costos relacionados. El costo de tiempo ordinario se calculó en base a los costos pagados al destajo y las horas en promedio trabajadas por el personal de la planta; dicho costo es el mismo para las horas en tiempo extra ya que en caso de utilizarse, se realizarán dos turnos al día de 8 horas.

Como resultado se obtiene una matriz de tiempos y costos para cada uno de los meses de 2018, en la búsqueda de un panorama general APROXIMADO de cuanto puede costar a la empresa anualmente la planificación del personal mes a mes, el ejercicio en un taller de calzado es muy sencillo de modular ya que los costos de contratar o despedir no aplican. El cálculo de la capacidad necesaria y disponible se realizó en base a los tiempos estándar por la demanda y los datos anteriormente mencionados, respectivamente. En la tabla 23 se muestra las variables a analizar del plan agregado para el mes de enero con cada uno de sus costos.

Tabla 23. Plan Agregado mes de enero

Periodo		Enero	Total	Total (\$)	
2018	Producto	22			
	Botín	573			
	Capacidad Necesaria (horas)		828	828	N/A
	Cantidad de Trabajadores Temporales		-	N/A	N/A
	Cantidad de Trabajadores Fijos Disponibles		4	N/A	N/A
	Cantidad de Trabajadores Disponibles		4	N/A	N/A
	Capacidad Disponible (1er Turno)		704	704	\$ 8.583.872
	Tiempo Ocioso		0	-	-
	Déficit De Tiempo		124	124	
	Horas Extra Disponibles		176	176	
	Horas Extra Disponibles Sobrantes		52	52	
	Horas Extra Utilizadas		124	124	\$ 1.506.754
	Horas de Outsourcing		-	-	-
	Costo Total del Plan Agregado				\$ 10.090.626

Fuente: Autores, 2018.

La Tabla 23. Es un fragmento de todo el plan agregado calculado y se muestra con el fin de que el lector visualice el esquema general de su funcionamiento.

Para visualizar el plan agregado completo para calzado Tangis en el 2018 se encuentra en el Anexo 4, (Hoja Plan Agregado). En el plan agregado se formula a manera de guía empresarial general. Ya que si el gerente busca un costo preciso

de la operación puede ir a la sección de Capacidad detallada por periodo y calcularla allí.

2.2.3. Programación de la producción

2.2.3.1. Plan maestro de producción (MPS)

En la realización del plan maestro de producción propuesto para la empresa calzado Tangis se muestra el desglose semanal con una proyección de las cantidades que deberán ser fabricadas para los primeros 3 mes del año 2018, estas cantidades con base en los pronósticos realizados previamente.

En la Tabla 24, se tomaron los pronósticos de los meses de Enero, Febrero y Marzo de 2018, los cuales para distribuir de una manera imparcial el volumen de producción, se dividieron en las 4 semanas del mes equitativamente, del igual forma la capacidad hallada fue dividida en el número de semanas del mes. Por otra parte, se realizó el plan de colocación de órdenes para cada parte o material usado en el proceso de producción, el cual fue alimentado con la información resultante de la planificación de requerimiento de materiales, el cual se muestra en el Anexo 3, (Hoja MPS).

Tabla 24. Plan Maestro de Producción

PLAN MAESTRO DE PRODUCCIÓN (MPS)												
Meses	Enero				Febrero				Marzo			
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pronósticos (Pares)	143	143	143	143	214	214	214	214	130	130	130	130
Capacidad Disponible (Pares)	304	304	304	304	365	365	365	365	287	287	287	287
% de Utilización	47%	47%	47%	47%	59%	59%	59%	59%	45%	45%	45%	45%
PLAN DE COLOCACIÓN DE ORDENES												
Semanas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Botín Terminado	143	143	143	143	214	214	214	214	130	130	130	130
Recuño	136	286	286	286	428	428	428	428	260	260	260	260
Parte superior del botín	286	286	286	286	428	428	428	428	260	260	260	260
Parte inferior del botín	286	286	286	286	428	428	428	428	260	260	260	260
Cuero	745	144	1144	1144	1712	1712	1712	1712	1040	1040	1040	1040
Forro	695	1144	1144	1144	1712	1712	1712	1712	1040	1040	1040	1040
Herrajes y ojáleles	597	572	572	572	856	856	856	856	520	520	520	520
Cremallera	573	572	572	572	856	856	856	856	520	520	520	520
Hilo	86	286	286	286	428	428	428	428	260	260	260	260
Suela	73	573	573	573	856	856	856	856	520	520	520	520

Cambrión	623	573	573	573	856	856	856	856	520	520	520	520
Plantilla interna	97	573	573	573	856	856	856	856	520	520	520	520

Fuente: Autores, 2017

2.2.3.2. Explosión de materiales (BOM)

Para el planteamiento del plan de requerimiento de materiales, se realizó el desglose de cada uno de las piezas o material usado en el botín, es importante recalcar que los accesorios y detalles mínimos son muy variables dependiendo la referencia de cada producto, estos pueden ser hebillas, herrajes, ojáleles, botones, cremalleras de lujo, entre otros, por lo cual no se tienen en cuenta por unidades, pues todos los botines fabricados tienen la misma estructura de producción, lo único cambiante son los accesorios, lo cual no interfiere directamente en la producción de calzado.

Así mismo, la planificación y control de los materiales se realiza buscando cumplir con la demanda pronosticada, donde de esta manera el gerente podrá conocer con anticipación la cantidad de cada pieza o material que requerirá para cumplir con ciertas órdenes de producción.

Además, facilitará la fluidez del proceso productivo, ya que actualmente no se tiene en cuenta la cantidad de materia prima ni lead time, si no que a medida que se va necesitando el material, éste es solicitado al proveedor; de esta manera la planeación de requerimiento de materiales minimizará tiempos y costos adicionales por inventarios.

En la Tabla 25, se muestra la lista de materiales que estructuran el botín el cual se compone de las siguientes piezas o materiales:

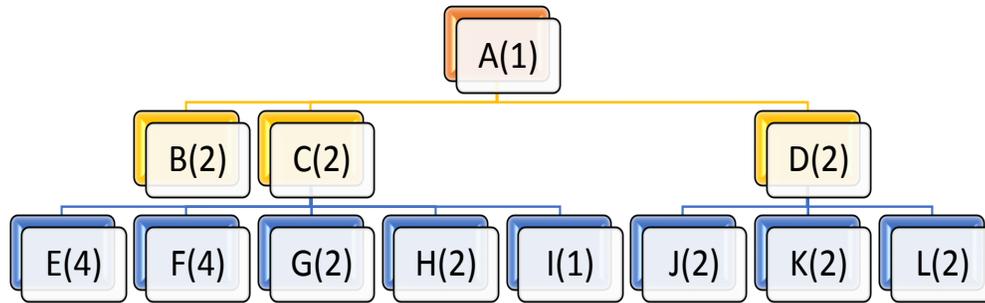
Tabla 25. Lista de materiales del botín.

Código	Nivel	Descripción	Cantidad
A	0	Botín Terminado	1
B	1	Recuño	2
C	1	Parte superior del botín	2
D	1	Parte inferior del botín	2
E	2	Cuero	4
F	2	Forro	4
G	2	Herrajes y ojáleles	2
H	2	Cremallera	2
I	2	Hilo	1
J	2	Suela	2
K	2	Cambrión	2
L	2	Plantilla interna	2

Fuente: Autores, 2018.

En la Figura 12, se presenta la estructura de la lista de materiales clasificados por niveles y cantidades a usar de cada uno de ellos.

Figura 13. Desglose de materiales del botín.



Fuente: Autores, 2018.

Las cantidades mencionadas en la figura 12, de cada material usado es para un par de zapatos, en el caso del cuero y el forro son 4 piezas ya que para un solo zapato son necesarias 2 piezas, la capellada y talón. Los accesorios como hebillas y ojáleles varían dependiendo la referencia del botín que se va a fabricar, sin embargo, se consideran los más usados en la mayoría de las referencias, también pueden usarse tachos, cordones, entre otros.

2.2.4. Plan de requerimiento de materiales

Para la planificación de materiales o componentes para la fabricación de producto en estudio, en base a la demanda estimada, es necesario plantear un sistema de requerimiento de materiales teniendo en cuenta el stock de seguridad, lead time, inventario, y cantidades solicitadas para cumplir con esa demanda.

En la Tabla 26, se muestran los inventarios disponibles para cada uno de los materiales, en donde los que presentan inventario en cero es debido a que este material para el Gerente General, es costumbre pedirlo sobre el tiempo y exactamente lo que se va a gastar, esto ocasiona que en algunos momentos se acabe el material y la nueva solicitud no llegue inmediatamente, generando tiempos ociosos, cuellos de botella y retrasos en las producción dando como consecuencia cambios en la programación de la entrega de las ordenes de pedido.

Para alimentar de información la planificación de los materiales, se define para la primera semana del año, el inventario disponible de cada uno de ellos, los únicos materiales que manejan stock de seguridad son los herrajes y ojáleles,

cambriones y plantillas internas, debido a que, en el proceso de compra de los mismos, se adquieren grandes cantidades, por lo tanto, siempre habrá disponibles unidades para mínimo una docena de producto. Además, se tiene en cuenta el Lead Time de los materiales como 1 semana estándar para todos, con el fin de tener un colchón de seguridad en la requisición de los mismos, situación que no se tenía en cuenta actualmente.

Los únicos materiales que se solicitan con antelación son el cuero y el forro, en el caso del cuero, hay ocasiones en las que el producto llega no apto o un gran porcentaje del pedido llega con daños, por lo cual debe ser devuelto al proveedor y esperar nuevamente por el pedido.

A continuación, en la tabla 26, se presenta el registro de inventario de materiales para un par de botines:

Tabla 26. Registro de inventario de materiales

Registro de inventario				Cantidad para elaborar elemento padre	Lead time	Recepciones programadas	
Cód.	Descripción	Inventario disponible	Stock de seguridad			Semana	Cantidad
A	Botín Terminado	0	0	1	1		
B	Recuño	150	0	2	1		
C	Parte superior del botín	0	0	2	1		
D	Parte inferior del botín	0	0	2	1		
E	Cuero	400	0	4	1	2	1000
F	Forro	400	0	4	1	1	50
G	Herrajes y ojáleles	0	12	2	1		
H	Cremallera	0	0	2	1		
I	Hilo	200	0	1	1		
J	Suela	500	0	2	1		
K	Cambrión	0	25	2	1		
L	Plantilla interna	500	12	2	1		

Fuente: Autores, 2018.

Posteriormente, se prosigue a realizar la planificación de los materiales, para ello, se tienen en cuenta los siguientes factores importantes dentro del cálculo:

Las necesidades brutas: Serán aquellos materiales que equivales a la cantidad total que se va a fabricar, es decir, la demanda pronosticada, para esto la planificación se alimenta de los datos obtenidos del MPS.

Recepciones programadas: Serán las órdenes de compra que se lanzaron anteriormente que están próximos a llegar de la materia prima.

Disponible: Es el cálculo del inventario disponible para responder a la demanda, en este caso las necesidades brutas, esto debido a que como se está manejando un sistema lote a lote, la producción está guiada por las ordenes de pedido realizadas por los clientes.

Necesidades netas: Son los valores que representan las unidades necesarias para cumplir con la demanda, ya si el inventario disponible es menor a las necesidades brutas, el valor será negativo por lo cual no es factible producir unidades extra.

Recepción de orden: Será la cantidad de material solicitado que se recibe en el periodo en estudio, por el cual, la metodología usada no permite tener inventarios altos y se debe producir exactamente lo que se requiere para cumplir con la demanda.

Lanzamiento de orden: Se considera en el momento en el que sea necesario mandar una nueva orden o solicitud de material directamente al proveedor.

En el Anexo 3, (Hoja MRP), se puede evidenciar la planificación de los materiales completa, teniendo en cuenta todas las partes descritas anteriormente.

2.2.5. Capacidad de producción

Un factor clave para la planeación y planificación de la producción es tener en cuenta la capacidad de la planta identificando los centros de trabajo que maneja cada una de las áreas que conforman la línea de producción de la empresa calzado Tangis. A manera de ejercicio se plantean 2 posibles escenarios uno con una programación de tiempo general y mensual; otra con una planeación de tiempo por departamento y semana.

2.2.5.1. Capacidad de producción global

Para realizar el cálculo de las capacidades se tuvo en cuenta la información mostrada en la tabla 27:

Tabla 27. Información para el cálculo de la capacidad

INFORMACIÓN	
365	Días
12	Horas turno
1	# de Turnos
244	Días H

1,445	Hora/par
-------	----------

Fuente: Autores, 2018.

Capacidad Necesaria:

La capacidad necesaria para cada una de las áreas está basada en los tiempos estándar de operación de cada una de las áreas, los cuales fueron tomados del estudio de tiempos mostrado anteriormente. Sin embargo, en el Anexo 3, (Hoja Capacidad), se muestra detalladamente el cálculo de la capacidad por mes para el año 2018.

Capacidad Disponible:

En el cálculo de la capacidad disponible se tendrá en cuenta múltiples tiempos perdidos por factores operativos tales como ausentismo, mantenimiento, fallas organizacionales y factores externos, por lo tanto, es necesario calcular la capacidad para cada una de las áreas como se muestra a continuación en la tabla 28:

Tabla 28. Tiempos perdidos por factores operativos

Gi	Corte	Guarnición	Soladura	Finizaje	TOTAL (Horas)
	9%	36%	36%	19%	
Mantenimiento programado	0	28	28	4	60
Ausentismo	18	70	70	37	195
Perdidas organizacionales	9	35	35	19	98
Perdidas agentes externos	14	56	56	30	156

Fuente: Autores, 2018.

Donde el mantenimiento programado de cada una de las maquinas usadas en el proceso, fue proporcionado según la experiencia del gerente, donde manifestó que a la maquinaria se le realizaban mantenimientos semestrales, el ausentismo igualmente se calculó según lo presentado en años anteriores, caracterizándose como el 10% de las horas trabajadas en el año, 5% para las perdidas organizacionales, las cuales se presentan en el mes de diciembre en la cena de despedida de año, adicionalmente la celebración de algunos de los cumpleaños de los trabajadores; y para las perdidas por agentes externos con ayuda de la información suministrada por el gerente, se concluyó que el 5% de las horas trabajadas representaban causas externas en la llegada y salida de los operarios.

Desglosando la información anterior presentada en la Tabla 29, con respecto a la maquinaria se presenta lo siguiente:

Tabla 29. Cantidad de maquinaria utilizada en el proceso productivo

Mantenimiento Programado		
Áreas	Maquina	Cantidad
Guarnición	Máquina de poste	4
	Cizadora	1
	Desbastadora de cortes	1
Soladura	Desbastadora de suelas	1
	Pulidora	1
	Sofión	1
	Horno	2
	Pegadora	2
	Clavadora	1
Finizaje	Plancha para botín	1

Fuente: Autores, 2018.

Se tomó en cuenta la cantidad de centros de trabajo con respecto a la maquinaria disponible, es importante resaltar que en el área de corte como se ha descrito anteriormente no se utiliza ninguna máquina en específico, por esta razón no es nombrada en la descripción anterior. A continuación, en la Tabla 30 se presenta el cálculo de la capacidad disponible con base en la información anterior:

Tabla 30. Calculo de la capacidad disponible

Capacidad Disponible	Centros de trabajo	Horas-Hombre	En pares
Corte	1	2.888	10955
Guarnición	5	5.477	33242
Soladura	3	5.477	14836
Finizaje	2	5.677	26295
	TOTAL	19.518	10955

Fuente: Autores, 2018.

Capacidad Utilizada:

Finalmente se calcula el % de utilización para cada periodo de tiempo calculado.

CUADRO DE CAPACIDAD GENERAL

En la Tabla 31. Se puede observar el análisis de la capacidad general para el mes de enero, con las condiciones anteriormente mencionadas:

Tabla 31. Capacidad General Mes de Enero

Mes		Enero
Días Hábiles		22
Capacidad Requerida (Pares)		573
Capacidad Necesaria (Horas)	Corte	151
	Guarnición	236
	Soldadura	317
	Finizaje	124
Total (Horas)		828
Capacidad Disponible (Horas)	Corte	261
	Guarnición	248
	Soldadura	496
	Finizaje	513
Total (Horas)		1518
Total (Pares)		1051
Puestos de Trabajo x Área	Corte	1
	Guarnición	1
	Soldadura	2
	Finizaje	2
Total Personal		6
Porcentaje de Utilización	Corte	58%
	Guarnición	95%
	Soldadura	64%
	Finizaje	24%
Promedio		60%

Fuente: Autores, 2018.

El cálculo de las capacidades, puestos de área de trabajo por área y porcentaje de utilización de la planta están descritos en el Anexo 3, (Hoja Capacidad), donde se denota mes a mes la tasa de utilización en cada una de las áreas productivas, esto, con el fin de conocer y planear el comportamiento proyectado de la demanda, además de ser una variable clave para la determinación de costos fijos, cumplimiento con los clientes, y garantizar que la organización está usando correctamente el potencial de sus instalaciones.

2.2.5.2. Capacidad de producción detallada

Para la formulación de la capacidad detallada se hizo uso de la planificación de materiales (MRP) y una agrupación de estos, por departamento para así calcular cuánto tiempo su utilizara en cada material por semana. Es importante destacar que la planificación del tiempo se realizó por áreas semanalmente con el fin de mejorar los índices de utilización y reducir costos de operación por mano de obra.

En breve se muestra la agrupación de materiales con sus respectivos tiempos estándar previamente calculados en el estudio de tiempos. Este cálculo es la

suma de las operaciones involucradas por cada uno de los materiales. Ver tabla 32.

Tabla 32. Agrupación de materiales y tiempos estándar

Agrupación de Óp. Por Material.	Botín Terminado	Recuño	Parte superior del botín (con Cremalleras, Hilo, HERRAJES)	Parte inferior del botín (con cambiación, plantilla interna, suela)	Cuero	Forro
Corte (Horas)	0	0	0	0	0,01	0,01
Guarnición (Horas)	0	0	0,28	0	0	0
Soladura (Horas)	0	0	0	0,55	0	0
Finizaje (Horas)	0,18	0,03	0	0	0	0

Fuente: Autores, 2018.

Al tener el MRP y la tabla de agrupación, se procede a multiplicar los tiempos estándar por la cantidad de material necesaria por periodo por departamento. Antes de darle continuidad esto es de vital importancia nombrar el cálculo de la programación de tiempo para cada una de las semanas por departamento, en este caso se indican los cálculos de la capacidad detallada para el mes de enero con su respectiva programación en el área de corte. En la Tabla 33 y en la Tabla 34, se plasman los cálculos para el mes anteriormente mencionado.

Tabla 33. Programación de Tiempo para el mes de enero, departamento de corte

Programación de Tiempo	
Parámetros	Mes
	Enero
Duración. Turno (horas)	6
DH (Días)	22
# de Turnos	1
Tripulación (Operarios)	1
Paros de Producción (Horas)	3,3675

Fuente: Autores, 2018.

Tabla 34. Calculo de la capacidad detallada para el mes de enero departamento de corte

Corte	Semanas			
	1	2	3	4
Botín Terminado	0	0	0	0
Recuño	0	0	0	0
Parte superior del botín	0	0	0	0
Parte inferior del botín	0	0	0	0
Cuero (Horas)	16	16	16	16
Forro (Horas)	6	6	6	6
Capacidad necesaria	22	22	22	22
Capacidad disponible	32	32	32	32
Índice de utilización	68%	67%	67%	67%

Fuente: Autores, 2018.

El cálculo de las capacidades, puestos de área de trabajo por área por semana por mes junto con el porcentaje de utilización descritos en Anexo 3, (Hoja Capacidad); los datos obtenidos anteriormente definen en esencia los límites competitivos de la empresa, por esta razón es necesario realizar un análisis de los resultados, donde no solo ayudarán en la toma de decisiones en el ámbito operativo si no también determinar los niveles de inventario, fuerza laboral y la posibilidad de contratar horas extra.

2.2.6. Control de la producción

2.2.6.1. Balanceo de línea

Es de vital importancia realizar el planteamiento de balance de línea para así controlar cuanto personal se requiere para un pedido de producción entrante. Se plantea el balance de línea para calzado Tangis en la tabla 35.

Tabla 35. Balanceo de Línea Calzado Tangis

N°	Actividad	T. Est	Unid/min	Personas	Unid Totales	Flujo por Hora	Cuello de Botella	Eficiencia
		(seg/unid)						
1	Corte	0,26	3,7939	1	3,794	0,263580782	0,263580782	100,000%
2	Guarnición	0,41	2,4279	5	12,139	0,082377369	0,263580782	31,253%
3	Soladura	0,55	1,8060	3	5,418	0,184571129	0,263580782	70,025%
4	Finizaje	0,22	4,6315	1	4,631	0,21591478	0,263580782	81,916%
Total						0,74644406	1,054323127	70,798%

Fuente: Autores, 2018.

Para el cálculo del balance de línea se tomaron los tiempos estándar promedio por departamento para un par de botas, partiendo de allí se procede a iterar el número de operarios en torno a la operación cuello de botella que en este caso está dada por el departamento de corte. A partir de la información obtenida se tiene el análisis de la línea en la tabla 36. La metodología que se llevó a cabo se puede encontrar en lo presentado por Chase, Jacobs & Aquilano, 2016.

Tabla 36. Resultados del Balanceo de Línea

Rendimiento/Hora	4	Unid/Hora
Duración (100 unidades)	26,36	Horas
Personas	10	
Productividad	0,3794	Unid/Hora*Persona
Eficiencia	70,8%	

Fuente: Autores, 2018.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo del rendimiento están dadas de la siguiente forma:

$$\mathbf{Productividad} = \frac{\text{Producto Obtenido}}{\text{Recurso Utilizado}}$$

$$\mathbf{Rendimiento x hora} = \frac{\text{Cantidad Orden}}{\text{Duración Orden}}$$

$$\mathbf{Duración Proceso} = \frac{\text{Cantidad Orden}}{\text{Rendimiento Estandar x Linea Hora}}$$

Como conclusiones a los resultados globales del balanceo lo siguiente:

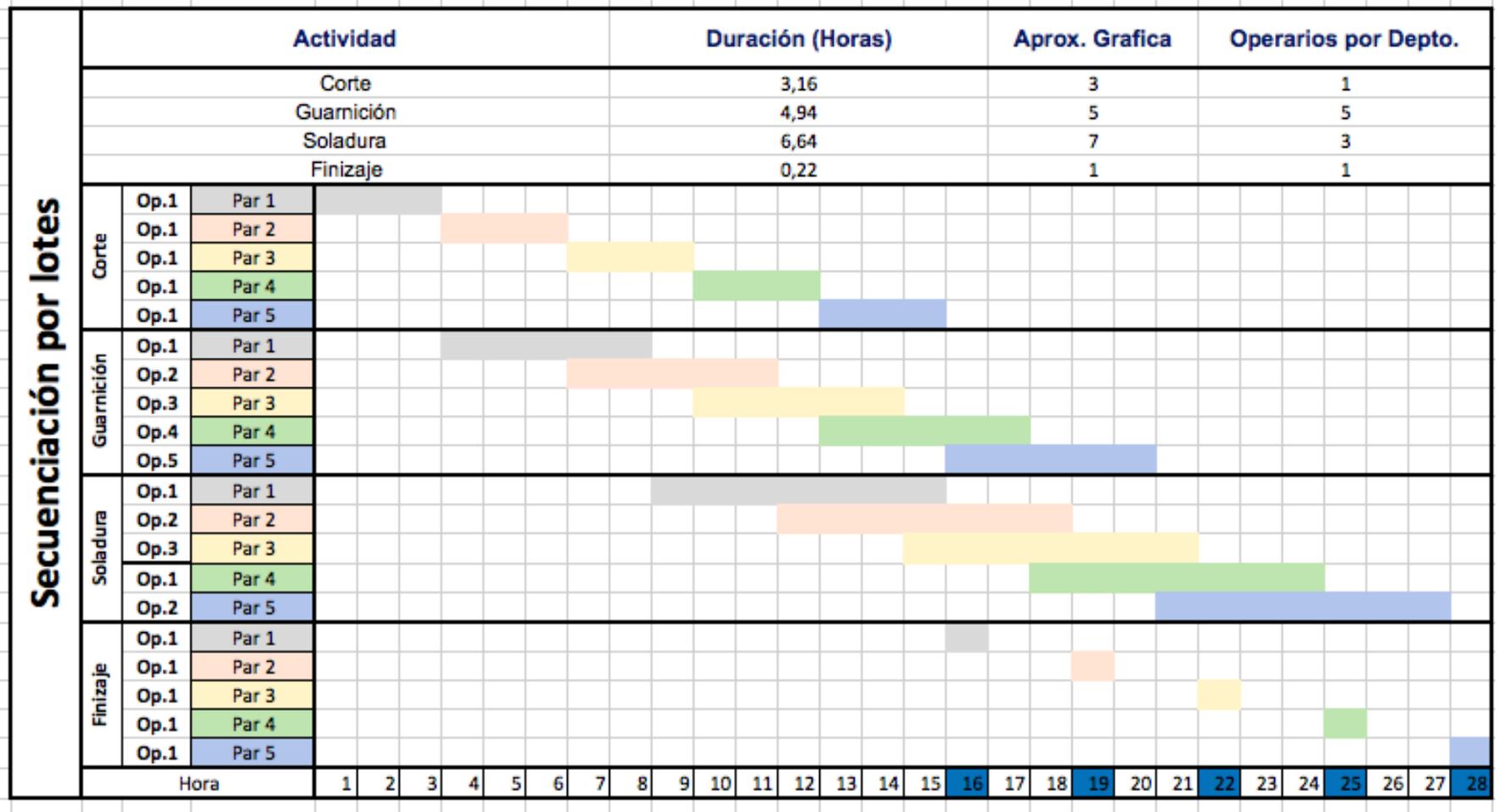
- El cuello de botella está en el departamento de corte, pero a la vez al ser el departamento que menos carga de trabajo tiene y más rápido opera, se debe considerar una mejora potencial allí con el fin de mejorar la eficiencia.
- El rendimiento en 8 horas de trabajo regular es equivalente a 32 pares de zapatos, alrededor de tres lotes de pedido.
- La tripulación óptima es de 10 personas reduciendo costos de mano de obra, y dejando a la planta con 2 vacantes libres en caso de un aumento potencial de la demanda.

2.2.6.2. Cronograma de secuenciación

Al disponer de la tripulación óptima para la línea de manufactura, se procede a calcular el tiempo de ciclo del sistema y su tiempo de arranque con dicho personal.

Se han realizado los diferentes cálculos y diagramas ya sea para una secuenciación de un solo par o para un lote completo, ver Figura 13. Anexo 3, (Hoja Cronograma Gantt),

Figura 14. Cronograma de Secuenciación para un lote de botines



Fuente: Autores, 2018.

Dado lo anterior se tiene que el tiempo de ciclo para el sistema es de 3 horas para un lote de 12 unidades, y el tiempo de calentamiento del sistema es de 16 horas con la tripulación dada en el balance de línea.

2.2.6.3. Formatos de control

Durante el desarrollo del presente proyecto, se identificaron en el proceso productivo los siguientes aspectos importantes considerados como operaciones de control, en los cuales se propone la utilización de formatos para realizar un seguimiento en las siguientes actividades:

- Seguimiento de las órdenes de producción en el proceso productivo
- Ordenamiento y entrada de materiales e insumos
- Chequeo e inspección de producto terminado
- Programación y entrega de producto terminado a clientes

FTM-101 Seguimiento de órdenes de producción

Inicialmente, para el despacho de las órdenes de producción, es necesario implementar un formato que controle la cantidad y tiempo en la que cada orden será entregada a cada área del proceso. El formato de seguimiento de órdenes de producción (ver Figura 14.) evitará el desconocimiento del avance de cada una de las órdenes en proceso, de esta manera se podrá llevar un control del avance de cada orden para así, garantizar los tiempos de entrega a los clientes y tener un monitoreo del flujo del proceso productivo.

Figura 15. Seguimiento de órdenes de producción

<i>SEGUIMIENTO DE ORDENES DE PRODUCCION</i>																
Nº Orden de pedido			Fecha de pedido			Cliente										
Nº Vale	Referencia	Nº Pares	Corte			Guarnición			Soldadura			Finizaje			Terminado	
			Cód.	Fecha entrega	Hora entrega	Cód.	Fecha entrega	Hora entrega	Cód.	Fecha entrega	Hora entrega	Cód.	Fecha entrega	Hora entrega	SI	NO

FTM- 101 FORMATO DE SEGUIMIENTO DE ORDENES DE PRODUCCIÓN

Fuente: Autores, 2018.

Para el seguimiento y control, es necesario codificar a cada uno de los trabajadores de las diferentes áreas para facilitar la tabulación de los datos. El control del formato *FTM-101* debe realizarse por consecutivo de orden de pedido y cliente.

FTM-102 Solicitud de material a proveedor

En el formato de solicitud de material a proveedor se caracterizan los materiales que se van a requerir para producir la orden previa, se deberá especificar la unidad de medida, esto dependiendo el tipo de material a solicitar, algunos de los materiales usados se muestran a continuación en la tabla 37.

Tabla 37. Unidades para pedido de materiales

Material	Unidad de medida
Cuero o napa	Dm ²
Hilo	Rollo o tubo (500 mts)
Forro	Metros
Suelas	Numeración
Fibra	Lamina 1mt x 1mt
Plantillas	Numeración
Recuño	Pares
Accesorios	Pares
Cremallera	Metros

Fuente: Autores, 2018.

Entre otros materiales que son usados en el proceso, todo dependerá de la referencia relacionada. De esta manera, el gerente podrá llevar un control de los materiales que solicita para cumplir con los requisitos de cada una de las órdenes de pedido, y así tener todos los recursos disponibles para cuando se lance la orden de producción. De igual forma, controlar la cantidad de desperdicios del material optimizando costos y recursos. (Ver Figura 15.)

Figura 16. Formato de solicitud de material al proveedor

Solicitud N° 0001

SOLICITUD DE MATERIAL AL PROVEEDOR

N° Orden de pedido: _____ Cliente: _____

Fecha de solicitud	Proveedor	Material	Descripción	Unidad de medida	Cantidad por par	Cantidad Total

Realizado por: _____

Fuente: Autores, 2018

FTM-103 Chequeo e inspección de producto terminado

El formato *FTM-103* busca minimizar la cantidad de producto terminado con alguna inconformidad en el proceso de fabricación, de esta manera se podrá llevar un indicador que muestre cuales son los daños más comunes y con qué frecuencia está ocurriendo esto durante la etapa productiva, y por consiguiente, tomar acciones correctivas para evitar los mismo. El registro (Figura 16.) será diligenciado por el personal del área de finalizaje, el cual al revisar y empacar simultáneamente inspecciona cada unidad confirmando que el producto se encuentra apto para entregarlo al cliente.

Figura 17. Formato de chequeo e inspección

Inspección N° 0001

CHEQUEO E INSPECCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO

REFERENCIA: _____ FECHA: ____/____/____ N° VALE _____

N° DE PARES INSPECCIONADOS: _____ ÁREA RESPONSABLE _____

Daño	Registro	Subtotal
Costura		
Material		
Suela		
Accesorios		
Ensamble		
Otro		
TOTAL		
Total Rechazados		

Fuente: Autores, 2018.

Posteriormente, toda la información del día se tabula por referencia y tipo de material, así se llevará un indicador semanal de la frecuencia de los daños o inconsistencias presentadas en los pares producidos, para consecutivamente tomar planes de acción e implementar cambios, evitando que estas inconformidades aparezcan. Además de minimizar costos y tiempos, se mejorará la calidad del producto final que es entregado al cliente, Cabe resaltar que el formato *FTM-103* deberá diligenciarse para todas las órdenes de producción fabricadas sin depender su destino o referencia, esto con el fin de tabular datos reales y coherentes para el control interno de la calidad del producto.

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

3.1. VALIDACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

3.1.1. Indicadores de gestión

Para el control del cumplimiento de las metas propuestas, es necesario realizar seguimiento y obtención de resultados a través de indicadores que gestión, que ayuden a comprender la efectividad del proceso, de esta manera el gerente general podrá realizar un seguimiento a la producción identificando factores claves para la toma de decisiones y posibles fallas en el proceso productivo.

Adicional a lo anterior, los operarios al conocer estos indicadores podrán proponer acciones de mejora y facilitar la identificación de fallas o procesos erróneos que no son muy evidentes, motivando al personal a la mejora continua y crecimiento organizacional.

INDICADOR DE PRODUCTIVIDAD OPERACIONAL

A nivel general, el indicador de productividad operacional, determinando la utilización eficiente de los recursos, como se muestra en el marco teórico, la fórmula es:

$$\textit{Productividad Operacional} = \frac{\textit{Valor de la produccion real} * 100}{\textit{Valor de la produccion real esperada}}$$

El indicador de productividad operacional podrá ser calculado a partir del año 2018 ya que anteriormente no se poseen valores de la producción real esperada, por esta razón no se calculó para los años 2016 y 2017. (Ver Ficha técnica Anexo 6)

INDICADOR DE TASA DE PRODUCCIÓN

Para el cumplimiento oportuno en la entrega de las órdenes de pedido, la empresa dependiendo de su capacidad y especificaciones solicitadas por el cliente se pactará un tiempo estimado de entrega. Por lo tanto, se deben tener en cuenta los tiempos promedio de producción por par que realiza una persona en cada una de las áreas para determinar las cantidades a producir por área (ver Tabla 38).

De esta manera, realizar un seguimiento y control a la tasa de producción promedio de cada una de las áreas, podrá determinar de una manera más acertada los plazos de entrega que se pactaran con el cliente, dando así mayor confiabilidad y cumplimiento de acuerdos.

Tabla 38. Productividades por área

Área	Tiempo Estándar por par	Productividad Esperada
Corte	0,264 h	4 Pares / Hora
Guarnición	0,413 h	2 Pares / Hora
Soldadura	0,554 h	2 Pares / Hora
Finizaje	0,090 h	11 Pares / Hora

Fuente: Autores, 2018.

Con base en los datos mostrados en la tabla 38, se puede interpretar la siguiente fórmula para la tasa de producción de pares fabricados por persona en una hora:

$$\text{Tasa de producción} = \frac{\text{Nº de pares fabricados}}{\text{Horas trabajadas}}$$

(Ver Ficha técnica Anexo 6)

INDICADOR DE CUMPLIMIENTO EN ENTREGAS A CLIENTES

Realizar las entregas oportunas a los clientes es un aspecto fundamental para la fidelizar y garantizar el cumplimiento empresarial, este indicador estará directamente relacionado con la fluidez del proceso productivo, además de la correcta programación de cada una de las órdenes de pedido, es importante resaltar que deberán estipularse tiempos de entrega coherentes con la capacidad productiva de la planta. Para ello, se tendrá en cuenta la cantidad de órdenes que cumplieron con el tiempo programado de entrega y las ordenes totales programadas.

$$\% \text{ de Cumplimiento} = \frac{\text{Nº de ordenes entregadas a tiempo}}{\text{Nº de ordenes de pedido solicitadas}} * 100\%$$

El indicador de cumplimiento de entregas a clientes podrá ser calculado a partir del año 2018 ya que anteriormente no se conoce el número de pedidos que fueron entregados a tiempo directamente al cliente, por esta razón no se calculó para los años 2016 y 2017. (Ver Ficha técnica Anexo 6)

INDICADOR DE RENDIMIENTO DE CALIDAD

Es necesario llevar un indicador de rendimiento de la calidad del producto con el fin de cumplir con las expectativas de los clientes, además de garantizar el producto que se está ofreciendo al mercado, controlar la cantidad de producto

inconforme que se presente en el volumen de producción ayudará a detectar falencias y deficiencias en los procesos. Por lo tanto, el indicador de rendimiento de calidad, deberá llevarse mensualmente para realizar las correcciones necesarias e identificarlas a tiempo. Para el cálculo del indicador se tendrán en cuenta los pares totales producidos y la cantidad de pares conformes.

$$\text{Indicador de calidad} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de pares conformes}}{\text{N}^{\circ} \text{ de pares totales}} * 100\%$$

El indicador de calidad podrá ser calculado a partir del año 2018 ya que anteriormente no se realizaba control ni seguimiento de la cantidad de pares conformes sin novedad en sus aspectos de fabricación, por esta razón no se calculó para los años 2016 y 2017. (Ver Ficha técnica Anexo 6)

3.1.2. Comparación de resultados

3.1.3. Validación por medio de indicadores de gestión

Para la validación y control del cumplimiento de las metas propuestas, es necesario realizar seguimiento y obtención de resultados a través de indicadores que gestión, que ayuden a comprender la efectividad del proceso, de esta manera el gerente general podrá realizar un seguimiento a la producción identificando factores claves para la toma de decisiones y posibles fallas en el proceso productivo.

En la tabla 39, se muestran los resultados de los indicadores del año 2017 en relación con los esperados para el año 2018.

Tabla 39. Sistema propuesto Vs. Sistema Actual

Indicador	Sistema Propuesto	Sistema Actual	Mejora
Productividad Operacional	95%	80%	15%
Tasa de producción General	4,75 pares / hora	3,69 pares / hora	29%
Productividad Corte	4 pares / hora	4 pares / hora	0,0%
Productividad Guarnición	2 pares / hora	1,65 pares / hora	17,5%
Productividad Soladura	2 pares / hora	2 pares / hora	0,0%
Productividad finalizaje	11 pares / hora	15 pares / hora	36,3%
Cumplimiento en entregas	90%	73%	17%
Rendimiento de calidad	95%	90%	5%

Fuente: Autores e información suministrada por Calzado Tangis 2018.

En la tabla 39, se demuestra que el porcentaje de mejora de los indicadores son positivos para la implementación del sistema propuesto, lo cual queda a decisión del gerente general.

3.2. Análisis financiero

De forma concluyente se plantea un esquema de costos y beneficios monetarios con la información anteriormente nombrada. Una parte de cada capítulo se ve inmersa en la planificación del flujo de caja para el proyecto. Para el cálculo del flujo de caja neto es necesario plantear con anterioridad todos aquellos costos fijos y variables inmersos en el proceso, posteriormente calcular un punto de equilibrio financiero, terminando con el planteamiento de 3 escenarios posibles para el flujo de caja a analizar.

3.2.1. Costos fijos y variables

En lo que respecta al cálculo de los costos fijos y variables del sistema estos se desglosan de la siguiente forma:

3.2.1.1. Costos fijos

Son considerados costos fijos:

- Gastos de instalaciones (Arriendo)
- Servicios públicos con tarifa fija.

3.2.1.2. Costos variables

Son considerados costos variables:

- Costos de material, previamente calculados en la tabla 11; se calcularon multiplicando el valor del pronostico vs el costo de producir un par de botines
- Costos de mano de obra, previamente calculados en la tabla 11; se calcularon multiplicando el valor por hora de cada área (en este caso se calcula a partir del promedio semanal que recibe cada área exceptuando finalizaje los cuales ganan un sueldo mínimo) vs el tiempo a trabajar.
- Costos de transporte de material y/o producto terminado, calculado con la ayuda del gerente
- Servicios públicos con tarifa dinámica

Para consultar los valores de cada uno de estos rublos, ver Anexo 3, (Hoja Costos).

3.2.2. Flujo de caja

Al disponer de la malla de costos se confrontan las ventas netas de una aglomeración de tres periodos (3 meses en este caso) como se planifico en el Capítulo 2. Se asume que para el 2018 el precio de venta será de \$42.000 COP ya que el de año inmediatamente anterior fue de \$40.000 COP. Este valor se

acordó con el gerente de la compañía. Pero como se ha mencionado con anterioridad se presentan otros escenarios bajo las siguientes condiciones. Se contempla una inversión en pre-operativos para el acondicionamiento del sistema, esta inversión es básicamente los salarios de 2 meses equivalentes a \$2.000.000 COP para cada uno de los autores.

- **ESCENARIO 1:** Donde las condiciones son las más óptimas el pronóstico de la demanda calculado se cumple y las condiciones socioeconómicas del sector permiten el nuevo precio de venta al cliente. Sin tener en cuenta los impuestos.
- **ESCENARIO 2:** Donde el pronóstico se reduce en un 20% de lo proyectado pero las condiciones socioeconómicas del sector permiten el nuevo precio de venta al cliente. Sin tener en cuenta los impuestos.
- **ESCENARIO 3:** Donde el pronóstico se cumple, pero las condiciones socioeconómicas del sector no permiten el nuevo precio de venta al cliente. Este se mantiene en \$40.000 COP. Sin tener en cuenta los impuestos.

El planteamiento de los escenarios mencionados se puede ver en la tabla 39.

3.2.3. Punto de Equilibrio

Según la metodología de **(MALLO, 2000)** (Anexo 3, Hoja, punto de equilibrio), se calcula el punto de equilibrio económico con la siguiente formulación (ver Tabla 40):

	$CF = Q * (Pu - Cu)$
VT - CT = 0	$CF = Q * Mu$
$VT - CV - CF = 0$	$Qe = CF / Mu$
$Pu * Q - Cu * Q - CF = 0$	$VTe = Qe * Pu$
$CF = Pu * Q - Cu * Q$	$ITE = Qe * (PU)$

Donde:

Q = cantidad
 Qe = cantidad de equilibrio
 VT = ventas totales
 VTe = ventas totales de equilibrio
 CT = costes totales
 Cu = coste unitario
 Pu = precio unitario
 Mu = margen unitario
 CV = costes variables
 CF = costes fijos

Dando como resultado:

Tabla 40. Flujo de caja

Escenario 1						
Producción (Pronosticos)		1948	2746	2492	3454	
Precio (Por Par)		\$ 42.000	\$ 42.000	\$ 42.000	\$ 42.000	
Punto de Equilibrio (Unds)		1569	1592	1592	1615	
	Inversión	Enero - Febrero - Marzo	Abril - Mayo - Junio	Julio - Agosto - Septiembre	Octubre - Noviembre - Diciembre	
+ INGRESOS X VENTAS		\$ 81.818.633	\$ 115.325.797	\$ 104.665.698	\$ 145.076.826	
+ OTROS INGRESOS (Vts. Activos)						
- Costos Fijos		\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	
- Costos Variables		\$ 69.394.420	\$ 85.994.403	\$ 80.244.964	\$ 102.788.996	
= UAI		\$ 9.154.213	\$ 26.061.394	\$ 21.150.734	\$ 39.017.830	
- Impuesto 1era. Categoría (33%)		\$ 3.020.890	\$ 8.600.260	\$ 6.979.742	\$ 12.875.884	
= UDI		\$ 6.133.323	\$ 17.461.134	\$ 14.170.992	\$ 26.141.946	
= Flujo de Caja Operacional		\$ 6.133.323	\$ 17.461.134	\$ 14.170.992	\$ 26.141.946	
- Inversión Pre Operativa	-\$	8.000.000				
- Inversión en Cap. De Trabajo						
+ Recuperación Cap. De Trabajo						
FCN	-\$	8.000.000	\$ 6.133.323	\$ 17.461.134	\$ 14.170.992	\$ 26.141.946
Escenario 2						
Producción (Pronosticos)		1558	2197	1994	2763	
Precio (Por Par)		\$ 42.000	\$ 42.000	\$ 42.000	\$ 42.000	
Punto de Equilibrio (Unds)		1569	1592	1592	1615	
	Inversión	Enero - Febrero - Marzo	Abril - Mayo - Junio	Julio - Agosto - Septiembre	Octubre - Noviembre - Diciembre	
+ INGRESOS X VENTAS		\$ 65.454.907	\$ 92.260.638	\$ 83.732.558	\$ 116.061.461	
+ OTROS INGRESOS (Vts. Activos)						
- Costos Fijos		\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	
- Costos Variables		\$ 69.394.420	\$ 85.994.403	\$ 80.244.964	\$ 102.788.996	
= UAI		-\$ 7.209.513	\$ 2.996.235	\$ 217.595	\$ 10.002.465	
- Impuesto 1era. Categoría (33%)		\$ -	\$ 988.758	\$ 71.806	\$ 3.300.813	
= UDI		-\$ 7.209.513	\$ 2.007.477	\$ 145.788	\$ 6.701.652	
= Flujo de Caja Operacional		-\$ 7.209.513	\$ 2.007.477	\$ 145.788	\$ 6.701.652	
- Inversión Pre Operativa	-\$	8.000.000				
- Inversión en Cap. De Trabajo						
+ Recuperación Cap. De Trabajo						
FCN	-\$	8.000.000	-\$ 7.209.513	\$ 2.007.477	\$ 145.788	\$ 6.701.652
Escenario 3						
Producción (Pronosticos)		1948	2746	2492	3454	
Precio (Por Par)		\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000	
Punto de Equilibrio (Unds)		1799	1805	1805	1831	
	Inversión	Enero - Febrero - Marzo	Abril - Mayo - Junio	Julio - Agosto - Septiembre	Octubre - Noviembre - Diciembre	
+ INGRESOS X VENTAS		\$ 77.922.508	\$ 109.834.093	\$ 99.681.617	\$ 138.168.405	
+ OTROS INGRESOS (Vts. Activos)						
- Costos Fijos		\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	
- Costos Variables		\$ 69.394.420	\$ 85.994.403	\$ 80.244.964	\$ 102.788.996	
= UAI		\$ 5.258.088	\$ 20.569.690	\$ 16.166.653	\$ 32.109.410	
- Impuesto 1era. Categoría (33%)		\$ 1.735.169	\$ 6.787.998	\$ 5.334.996	\$ 10.596.105	
= UDI		\$ 3.522.919	\$ 13.781.692	\$ 10.831.658	\$ 21.513.305	
= Flujo de Caja Operacional		\$ 3.522.919	\$ 13.781.692	\$ 10.831.658	\$ 21.513.305	
- Inversión Pre Operativa	-\$	8.000.000				
- Inversión en Cap. De Trabajo						
+ Recuperación Cap. De Trabajo						
FCN	-\$	8.000.000	\$ 3.522.919	\$ 13.781.692	\$ 10.831.658	\$ 21.513.305

Fuente: Autores, 2018

Como resultado del análisis se obtuvo que para el análisis de retorno de inversión de cada uno de los escenarios es de:

Tabla 41. Tasa de retorno de inversión por escenario.

Escenario 1	TIR	1,309311052
Escenario 2	TIR	-0,160504774
Escenario 3	TIR	0,989645593

Fuente: Autores, 2018

Haciendo rentable el proyecto para el primer y tercer escenario.

Tabla 42. Punto de Equilibrio por escenario por periodo.

Escenario 1				
Producción (Pronósticos)	1948	2746	2492	3454
Precio (Por Par)	\$ 42.000	\$ 42.000	\$ 42.000	\$ 42.000
Punto de Equilibrio	1569	1592	1592	1615
Periodos	Enero- Febrero- Marzo	Abril- Mayo-Junio	Julio-Agosto-Septiembre	Octubre-Noviembre-Diciembre
Costos Fijos	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000
Escenario 2				
Producción (Pronósticos)	1558	2197	1994	2763
Precio (Por Par)	\$ 42.000	\$ 42.000	\$ 42.000	\$ 42.000
Punto de Equilibrio	1569	1592	1592	1615
Periodos	Enero- Febrero- Marzo	Abril- Mayo-Junio	Julio-Agosto-Septiembre	Octubre-Noviembre-Diciembre
Costos Fijos	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000
Escenario 3				
Producción (Pronósticos)	1948	2746	2492	3454
Precio (Por Par)	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 40.000
Punto de Equilibrio	1799	1805	1805	1831
Periodos	Enero- Febrero- Marzo	Abril- Mayo-Junio	Julio-Agosto-Septiembre	Octubre-Noviembre-Diciembre
Costos Fijos	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000	\$ 3.270.000

Fuente: Autores; 2018.

CONCLUSIONES

- Para la integración del plan de producción propuesto es necesario resaltar que el sistema de planificación maneja plazos críticos, así que cualquier desfase que no se prevea hará que la producción se retrase, así que es de vital importancia que el gerente tenga a una persona al mando de dicho monitoreo.
- La capacidad de planta restringe el crecimiento de la empresa, ya que no se tienen inversiones ni en maquinaria ni en proyectos de mejora que permitan un aumento gradual en el rendimiento del tiempo productivo de la empresa.
- Se pueden implementar estrategias de asignación en las áreas de corte y finalizaje con la finalidad de mejorar el tiempo ocioso que se genera por falta de órdenes.
- Se tiene que contemplar la idea de mejorar el método de trabajo de corte ya que es el departamento que genera cuello de botella en el proceso, ya sea desde el puesto de trabajo hasta la inversión en máquinas.
- El rendimiento en términos de productividad y eficiencia en el área de corte mejoraría si se invierte capital en una Cambradora o una Troqueladora industrial.
- Se contempla la oportunidad de obtener ingresos adicionales por medio de la tercerización del tiempo ocioso que tiene el departamento de corte.
- En temporadas altas como mayo y diciembre, se deben tener en cuenta que la empresa no se puede comprometer con sus clientes, con pedidos más grandes de los que su capacidad instalada pueda soportar, así no se dañan los indicadores de cumplimiento y sus operarios trabajen bajo un ritmo permisible de trabajo.
- La planificación de producción (MPS y MRP) puede soportar cambios a mediano y a largo plazo según el modelo propuesto por los autores donde los pedidos inesperados pueden preverse de manera más ágil. Pero a corto plazo como ya se mencionó el plazo es crítico siendo un elemento complejo a tener en cuenta en los desfases de programación por falta de material.
- Con el sistema propuesto se pueden iniciar proyectos alternos en el área de calidad y métodos de ingeniería siempre y cuando el esquema de producción este guía implementado en la empresa.
- Después de realizar la investigación de campo se da por entendido que el proceso tiene 2 variables críticas de producción en términos de calidad, estas se encuentran en los departamentos de corte y finalizaje. Por un lado, está el departamento de corte el cual se encargaría de revisar todo el material primario de los botines, y el finalizaje con la retroalimentación del proceso de fabricación.
- Al ser un mercado dinámico, se deben tener estrategias de contratación más efectivas que las actuales siempre teniendo personal de respaldo en caso de emergencia.

RECOMENDACIONES

- Instalación de carteleras informativas en cada área, donde ya sea semanal o mensualmente, se publiquen noticias importantes, información relevante, resultados de indicadores, especificaciones para el producto, información de seguridad, mantenimientos, eventos, etc.
- Estimular al personal con las metas o productividades propuestas con incentivos como días libres, remuneraciones, invitaciones, detalles, etc.
- Fomentar un sistema de gestión que permita mejorar progresivamente la seguridad de cada operario, esto, por medio de observaciones de comportamiento que puede realizar una persona semanalmente siguiendo el procedimiento establecido para uso de herramientas, uso de maquinaria, actividades operativas, y otras que estén directamente relacionadas con el diario vivir del personal dentro de la planta de producción.
- Publicar abiertamente la visión, misión y estructura organizacional de la empresa.
- Programar reuniones con el personal operativo para realizar actividades como lluvia de ideas para fomentar la mejora continua y participación de todos los actores de la organización.
- Realizar un cronograma para los mantenimientos tanto de la maquinaria como de las herramientas usadas en la producción, con el fin de evitar posibles fallas, accidentes o cuellos de botella.
- Elaborar manuales de procedimientos para cada área productiva, maquinaria, normas de seguridad, especificaciones de calidad y demás que contribuyan a que todos los miembros de la organización conozcan y comprendan la importancia del cuidado tanto de las instalaciones como de ellos mismos.
- Implementar un tablero informativo, exponiendo las órdenes de pedido que están en mano, identificando, la persona que la está realizando en cada área, numero de pares y destino, para llevar un control y gestión de las órdenes.

BIBLIOGRAFÍA

- Luna Huertas, P., Infante Moro, A., & Martínez López, F. J. (2007). *Los Delphi como fundamento metodológico predictivo para la investigación en sistemas de información y tecnologías de la información (IS/IT)*. Madrid: Universidad de Sevilla.
- Render, B., & Heizer, J. (2014). *Principios de administración de operaciones*. Naucalpan de Juárez, Estado de México: Pearson.
- Fernandez, E., Avella, L., & Fernandez, M. (2003). *Estrategia de producción*. Madrid: Mc Graw-Hill.
- Vollmann, T., Berry, W., & Clay Whybark, D. (1997). *Sistemas de planificación y control de la fabricación*. Colombia: Mc GRAW-HILL.
- Sipper, D., & Bulfin, R. L. (1998). *Planeación y control de la producción*. México: McGRAW-HILL.
- Beltran Jaramillo, J. (s.f.). *Indicadores de gestión*. 3R Editores.
- Reyes, H. (2013). *Administración de las operaciones*. Buenos Aires : nueva librería.
- Dominguez Hiraldo, G. (2004). *Indicadores de gestión y resultados*. Medellín: Biblioteca Jurídica DIKE.
- Collier, D., & Evans, J. (2009). *Administración de operaciones, bienes, servicios y cadenas de valor*. México: Cengage Learning.
- Nahmias, S. (2009). *Análisis de la producción y de las operaciones*. México: McGraw- Hill.
- Chase, R. B., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2006). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. México D.F: McGraw-Hill.
- Marketing, P. (1990). *Instrumentos de análisis del marketing estratégico*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Schroeder, R., Norton, H., Orduña Trujillo, J., Goldstein, S., & Rungtusanatham, M. (2011). *Administración de operaciones*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., Collado, F., & C. Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México D.F.: Mc.Graw-Hill.
- Jim Nez, M. P. (2012). *NIIF - Normas Internacionales de Información Financiera*. Dreams Magnet, Llc.
- Tique, I. A. (2013). *Desarrollo de un sistema de planeación, programación y control de la producción de alimentos en la fundación hogar integral*. Bogotá.
- Rojas, a. F., & ávila, h. S. (2013). *Sistema de planeación, programación y control de la producción para la planta de manufactura de "flow sport s.a.s"*. Bogotá.
- Velandia, c. E. (2015). *Sistema de gestión de la producción para creaciones g.d.m. s.a.s.*. Bogotá.

- Vargas, a. C., & rojas, g. L. (2012). *Sistema de planeación programación y control de producción en artes gráficas real ltda.* . Bogotá.
- Ramos, n. A., & leal, c. D. (2016). *Sistema de gestion de procesos productivos para obleas de la sabana ltda.* Bogotá.
- certificacion, I. C. (2015). *NTC ISO 9000-Sistema de gestion de la calidad, fundamentos y vocabulario.*
- NTC ISO 9000, I. C. (2015). *NTC ISO 9000.*
- NTC 1640, I. C. (1981). *Factores humanos, medidas de los zapatos, sistema Mondopoint, características fundamentales.* Bogotá.
- NTC 1638, I. C. (1981). *Factores humanos, medidas de los zapatos, sistema Mondopoint, graduacion de longitud.* Bogotá.
- NTC 1639, I. C. (1981). *Factores humanos, medidas de los zapatos, sistema Mondopoint, características fundamentales.* Bogotá.
- NTC 5058, I. C. (2002). *Etiquetado de cueros y piles curtidas naturales, materiales sintéticos con apariencia natural, calzado, partes de calzado, marroquinería y productos elaborados de dicho material.* Bogotá.
- Garcia, L. A. (2008). *Indicadores de la gestion logística.* Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Noori, H., & Radford, R. (1997). *Administracion de operaciones y producción: Calidad total y respuesta sensible rápida.* Bogotá: Mc Graw Hill.
- Mendez Giraldo, G. A. (2003). *Gerencia de Manufactura, función de la planeación.* Bogotá.
- Angel, J. (2017). *Terminología del Calzado, Calzado Tanguis.* Bogota.
- Mallo, C. (2000). *Contabilidad de costos y estratégica de gestión.* Madrid: Pearson education.

ANEXOS

1. Anexo 1 (Maquinaria y equipos)

Tabla 43. Maquinaria Calzado Tangis

Máquina		Descripción
A	Mesa de corte y estanterías de material	Mueble donde se realizan todas aquellas operaciones de corte, estas incluyen corte de telas, cueros, forros etc. Está compuesta por una estructura en madera inclinada hacia el trabajador a un ángulo de 20°, en la parte superior se encuentra un panel acrílico fijo a la madera para realizar los cortes con mayor facilidad. Esta mesa de corte está acompañada de un grupo de estanterías donde se acomodan toda la materia prima que hace parte del zapato.
B	Desbastadora de cuero	Esta máquina es la encargada de pulir los bordes mal cortados del recubrimiento del zapato, es usualmente utilizada en materiales de cuero puro y no en sintéticos, ya que este en ocasiones tiende a deformarse al momento del corte o la unión de los diferentes cortes.
C	Máquina de Poste	Máquina de confección de una aguja, utilizada comúnmente en la industria del calzado con el fin de realizar costuras angulares y curvas que una maquina plana no puede realizar. Es utilizada por el área de guarnición para fabricar cada una de las uniones entre cortes externos e internos de una pieza de calzado.
D	Burros	Son estructuras metálicas donde se organizan cada una de las tareas por pares, estéticamente tiene similitud con la columna vertebral donde cada uno de sus puestos se acomoda una parte de la costura del corte para una sola unidad de calzado.
E	Estanterías de Soladura	Básicamente son estanterías en madera donde se colocan las piezas exteriores del calzado para su secado, tienen tres niveles, y en ellas se acomodan alrededor de 18 pares de calzado de diferentes tallas.
F	Almacén de Hormas	Consta de un grupo de cajones donde se almacenan clasificados en series de 12 pares divididos por altura, tipo de puntera, y demás para el área de soladura, son utilizadas diariamente por lo soladores para dar forma al corte confeccionado que llega desde el área de guarnición.
G	Horno de Suelas	Horno eléctrico encargado de activar la suela para que se pegue a la horma con mayor facilidad, el horno de suelas es muy importante debido a que el proceso de activación de una suela requiere cierta temperatura para que el índice de adhesión entre la tela o el cuero y el caucho aumente, y así mismo la durabilidad del calzado.
H	Pegadora de Suelas	Maquina neumático manual, encargada de pegar la suela al montaje superior del calzado por medio de presión, la pegadora cumple un papel crucial al momento de unir el montaje superior con el inferior, el manejo de esta máquina requiere cierto nivel de pericia para que el calzado no quede disparejo ni roto.
I	Desbastadora de cuero	Maquina automática encargada desgastar el material sobrante de la suela cuando el zapato está montado en la horma. Esta máquina es utilizada en todos los procesos de calzado
J	Clavadora	Maquina manual, encargada de colocar clavos a presión en la zona del talón para diversos tipos de calzado, esta máquina se encarga de realizar el clavado manual en tres partes del tacón para botas botines y baletas.
K	Sofión	Maquina manual que ayuda a calentar el material montado en la horma con el fin de evitar las arrugas cuando se descalce el corte
L	Mesa de Finizaje	Estructura metálica donde se llevan a cabo todas aquellas operaciones relacionadas con la terminación y el control de calidad en la parte final del proceso, en esta mesa se organizan, terminan y empaacan todos los productos terminados.
M	Plancha de Botín o Reformadora	Maquina manual encargada de planchar la caña de la bota o botín, preformándola para su posterior empaque y terminación de este tipo de productos. Esta máquina es utilizada en todo el calzado menos en tenis y baletas.

Fuente: Autores, 2017

A. Mesa de corte y estanterías de material



B. Desbastadora de Cuero



C. Máquina de Poste



D. Burros para calzado



E. Estanterías de Soladura



F. Almacén de hormas



G. Horno de Suelas



H. Pegadora de Suelas



I. Desbastadora de cuero



J. Clavadora



L. Mesa de Finalizaje



M. Plancha de Botín

