

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRONICA E
INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE
AUTOMATIZACIÓN**

TEMA:

**“PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE SERIGRAFÍA DE
LA EMPRESA DE CALZADO STROCALZA”**

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

SUBLINEA DE INVESTIGACIÓN: Gestión de sistemas de planeación y control de la producción de bienes industriales.

AUTOR: Nelly Estefanía Zamora Núñez

TUTOR: Ing. Mg. César Aníbal Rosero Mantilla

Ambato - Ecuador

Enero 2020

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: “PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE SERIGRAFÍA DE LA EMPRESA DE CALZADO STROCALZA”, de la señorita Nelly Estefanía Zamora Núñez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato Enero, 2020

EL TUTOR



Ing. Mg. César Aníbal Rosero Mantilla

AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN EL ÁREA DE SERIGRAFÍA DE LA EMPRESA DE CALZADO STROCALZA”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Enero, 2020



Nelly Estefanía Zamora Núñez

CC: 1804436234

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato Enero, 2020



Nelly Estefanía Zamora Núñez

CC: 1804436234

DEDICATORIA

A mi amado padre, mi ángel, Estuardo, que dedicó su vida entera a amar y luchar por nuestra familia.

A mi hermosa madre, Nelly, la mujer más fuerte, la mejor guerrera, mi mejor ejemplo.

A mi princesa Alisson Malena, mi motor, mi mayor inspiración, lo mejor en mi vida.

A mis hermanos, Jessenia y Juan, quienes me han apoyado incondicionalmente en cada paso.

Los amo infinitamente.

Nelly Estefanía Zamora Núñez

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica de Ambato, y de manera especial a la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, por abrirme sus puertas, y dirigir mi formación académica.

Al Ing. César Rosero Mantilla por su apoyo, tiempo y dedicación, gracias por ser mi guía a lo largo de este proceso.

A quienes conforman la empresa de calzado Strocalza, por el apoyo y facilidades brindadas.

A mi familia y amigos por el cariño y apoyo brindado.

Nelly Estefanía Zamora Núñez

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

| | |
|---|--------------------------------------|
| TEMA | i |
| APROBACIÓN DEL TUTOR..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| AUTORÍA..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| DERECHOS DE AUTOR..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO..... | vii |
| ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS..... | viii |
| Índice de tablas..... | xi |
| Índice de figuras..... | xii |
| RESUMEN..... | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| INTRODUCCIÓN | xv |
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| MARCO TEÓRICO..... | 1 |
| 1.1 Antecedentes investigativos | 1 |
| 1.2 Objetivos..... | 3 |
| CAPÍTULO II | 4 |
| METODOLOGÍA | 4 |
| 2.1. Materiales..... | 4 |
| 2.2. Métodos..... | 5 |
| Desarrollo del proyecto | 5 |
| Entrevista..... | 6 |
| Estudio de tiempos | 6 |
| Estudio de tiempos con cronómetro | 6 |
| Ciclos a cronometrar | 6 |
| Valoración del ritmo de trabajo | 7 |

| | |
|---|-----------|
| Calculo del tiempo normal o básico | 8 |
| Suplementos..... | 8 |
| Tiempo estándar | 8 |
| Capacidad de producción | 9 |
| Balanceo de la línea de ensamble | 9 |
| Plan de requerimiento de materiales (MRP) | 10 |
| Programa maestro de producción (MPS) | 11 |
| Desarrollo de un programa maestro de producción | 11 |
| CAPÍTULO III..... | 14 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 14 |
| 3.1 Desarrollo de la propuesta..... | 14 |
| Introducción de la empresa..... | 14 |
| Ubicación | 14 |
| 3.2 Desarrollo de la entrevista..... | 16 |
| Interpretación de la entrevista | 18 |
| 3.3 Estudio de métodos | 18 |
| Mapa de procesos - Serigrafía..... | 18 |
| Levamiento de procesos | 20 |
| 2.3.3. Lista de tareas..... | 39 |
| Análisis de factores y procesos de producción | 20 |
| Producto | 20 |
| Procesos para la elaboración de capelladas | 20 |
| Diagramas de proceso..... | 41 |
| Diagrama de ensamble de fabricación de capelladas | 41 |
| Diagrama de recorrido | 43 |
| Cursograma analítico | 44 |
| Diseño de placa | 44 |
| Diseño del modelo de estampado..... | 45 |
| Revelado de marcos | 46 |
| Fabricación de capelladas | 47 |
| 3.4 Estudio de tiempos | 48 |
| Número de ciclos a cronometrar | 48 |
| Cálculo de tiempo estándar por procesos..... | 49 |
| 3.5 Capacidad de producción | 55 |

| | |
|--|----|
| 3.6 Balanceo de la línea de ensamble..... | 56 |
| 3.7 Pronóstico de ventas..... | 58 |
| Histórico de ventas | 58 |
| Ejecución del pronóstico de ventas | 60 |
| 3.8 Planeación Agregada..... | 66 |
| Interpretación de los resultados de la Planeación Agregada | 71 |
| 3.9 Plan de requerimiento de materiales (MRP) | 71 |
| Programa maestro de producción (MPS) | 71 |
| Lista de Materiales (BOM)..... | 72 |
| Árbol del producto | 73 |
| Desarrollo del Plan de requerimiento de materiales | 73 |
| 3.10 Análisis de resultados..... | 77 |
| CAPITULO V | 78 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 78 |
| 4.1. Conclusiones | 78 |
| 4.2. Recomendaciones | 79 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 80 |
| ANEXOS..... | 81 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Lista de tareas, producción de capelladas | 39 |
| Tabla 2. Observaciones preliminares para el estudio de la muestra | 49 |
| Tabla 3. Descripción de actividades- Corte | 50 |
| Tabla 4. Tiempo normal- Corte..... | 50 |
| Tabla 5. Cálculo de suplementos y tiempo estándar-Corte..... | 51 |
| Tabla 6. Descripción de actividades- Estampado | 52 |
| Tabla 7. Tiempo normal- Estampado..... | 52 |
| Tabla 8. Cálculo de suplementos y tiempo estándar para hombre-Estampado..... | 53 |
| Tabla 9. Cálculo de suplementos y tiempo estándar para mujer-Estampado..... | 53 |
| Tabla 10. Descripción de actividades- Alta frecuencia..... | 54 |
| Tabla 11. Tiempo normal- Alta frecuencia | 54 |
| Tabla 12. Cálculo de suplementos y tiempo estándar-Alta frecuencia | 55 |
| Tabla 13. Tiempo estándar total..... | 55 |
| Tabla 14. Capacidad de producción por procesos..... | 56 |
| Tabla 15. Balanceo de la línea de ensamble - Actividades | 57 |
| Tabla 16. Balanceo basado en la regla del número mayor de tareas subsiguientes. .. | 58 |
| Tabla 17. Histórico de ventas de capelladas | 59 |
| Tabla 18. Cálculo de índice estacional..... | 61 |
| Tabla 19. Desestacionalización de histórico de ventas | 62 |
| Tabla 20. Análisis de regresión lineal | 63 |
| Tabla 21. Pronóstico de regresión con ajuste estacional..... | 65 |
| Tabla 22. Salario de un trabajador | 67 |
| Tabla 23. Datos planeación agregada..... | 68 |
| Tabla 24. Plan de producción 1 – Producción exacta, Fuerza de trabajo variable..... | 69 |
| Tabla 25. Costos del plan de producción 1 | 69 |
| Tabla 26. Plan de producción 2: Fuerza de trabajo constante, tiempo extra..... | 70 |
| Tabla 27. Costos del plan de producción 2 | 71 |
| Tabla 28. Plan maestro de producción | 72 |
| Tabla 29. Lista de materiales (BOM)..... | 72 |
| Tabla 30. Lista de materiales escalonada..... | 73 |
| Tabla 31. Plan de requerimiento de materiales | 74 |
| Tabla 32. Costos MRP | 77 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Panorama de los elementos que integran un programa general de necesidades..... | 11 |
| Figura 2. Ubicación de la empresa de calzado STROCALZA – Ambato | 15 |
| Figura 3. Mapa global de procesos, área de serigrafía, Strocalza. | 19 |
| Figura 4. Levantamiento de procesos, diseño de placas | 28 |
| Figura 5. Levantamiento de procesos, diseño de marcos..... | 31 |
| Figura 6. Levantamiento de procesos, revelado..... | 33 |
| Figura 7. Levantamiento de procesos, corte..... | 35 |
| Figura 8. Levantamiento de procesos, estampado | 37 |
| Figura 9. Levantamiento de procesos, alta frecuencia | 38 |
| Figura 10. Diagrama de ensamble, producción de capelladas | 42 |
| Figura 11. Diagrama de recorrido, área de serigrafía..... | 43 |
| Figura 12. Cursograma analítico, diseño de placas..... | 45 |
| Figura 13. Cursograma analítico, diseño del modelo de estampado..... | 46 |
| Figura 14. Cursograma analítico, proceso de revelado | 47 |
| Figura 15. Cursograma analítico, fabricación de capelladas..... | 48 |
| Figura 16. Diagrama de precedencia..... | 57 |
| Figura 17. Agrupación de actividades en estaciones de trabajo..... | 58 |
| Figura 18. Comportamiento histórico de ventas | 60 |
| Figura 19. Pronóstico de ventas mensual para el año 2020 | 65 |
| Figura 20. Estacionalidad del pronóstico mensual de venta de capelladas..... | 66 |
| Figura 21. Árbol del producto..... | 73 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación expone una propuesta de un modelo de planeación de la producción en el área de serigrafía de la empresa de calzada Strocalza de la ciudad de Ambato. Para su desarrollo se efectúa una investigación bibliográfica de las diversas técnicas de Ingeniería Industrial para conseguir una apropiada planeación acorde a las exigencias de la empresa, entre las cuales están: levantamiento de procesos mediante ingeniería de métodos, estudio de tiempos, balanceo de la línea de producción, cálculo de pronóstico con factor de estacionalidad, planeación agregada y por último un plan de requerimiento de materiales (MRP). Con ésta información como base fundamental, a través de herramientas de observación de campo, se obtienen datos cualitativos y cuantitativos para la aplicación de las técnicas mencionadas.

Todo el estudio se realiza para proyectar una planificación que minimice los niveles de inventario y tener como resultado la cantidad de material e insumos únicamente necesaria a pedir durante cada periodo. Además, los costos de mano de obra y materia prima para periodos de un año y seis meses respectivamente.

Éstas técnicas y propuestas no se han implementado, pero se plantean como una guía de aplicación que la empresa analizará adaptar.

ABSTRACT

This research paper presents a proposal for a production planning model in the screen printing area of the Strocalza road company in the city of Ambato. For its development, a bibliographic investigation of the various Industrial Engineering techniques is carried out to achieve an appropriate planning according to the requirements of the company, among which are: lifting of processes through method engineering, study of times, balancing of the line of production, forecast calculation with seasonality factor, aggregate planning and finally a material requirement plan (MRP). With this information as a fundamental basis, through field observation tools, qualitative and quantitative data are obtained for the application of the mentioned techniques.

The entire study is carried out to project planning that minimizes inventory levels and results in the amount of material and supplies only necessary to request during each period. In addition, labor and raw material costs for periods of one year and six months respectively.

These techniques and proposals have not been implemented, but they are proposed as an application guide that the company will analyze adapting.

INTRODUCCIÓN

La planificación de la producción busca mejorar el proceso productivo de manufactura o servicio de una empresa, puesto que su objetivo principal reside en proporcionar las cantidades de materia prima, maquinaria y mano de obra de forma anticipada, en base a la capacidad de producción y las ventas proyectadas en un determinado periodo de tiempo.

A través de un estudio de métodos y un estudio de tiempos del proceso, se puede obtener la capacidad de producción, y mediante un pronóstico de ventas se proyectan las cantidades aproximadas que se van a vender en el futuro periodo.

El Plan de Requerimiento de Materiales MRP controla la administración de inventarios para reducir los gastos, disminuir también la materia prima a lo realmente necesario para lograr optimizar el proceso y controla también la mano de obra reduciendo los tiempos de espera, amentando la productividad de la empresa, a través de un plan agregado para conocer la estrategia con menor costo.

El presente proyecto de investigación basa su estudio en la producción de capelladas para calzado de tipo deportivo, que engloba la producción en lona y sintético, que abarca aproximadamente la producción total, despreciando el modelo o la talla, ya que el proceso de fabricación es exactamente igual para cualquiera de ellos, no repercute en tiempos ni actividades.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

Con la finalidad de encontrar orientación para la elaboración de la presente investigación, se ha realizado una revisión bibliográfica en libros y proyectos de titulación relacionados con estudios de tiempos y planes de producción, del repositorio de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, y otras instituciones de educación superior. A continuación, se analizan las conclusiones más relevantes de cada uno de dichos trabajos:

- Programación de la producción para el proceso de troquelado en industrias manufactureras de calzado de cuero, cuyo autor es Israel Alejandro Altamirano Zanipatín, es un proyecto de titulación en la Universidad Técnica de Ambato en el año 2017, en el cual concluye que: “La proyección de esta guía de programación ayuda a optimizar los recursos de cada una de las empresas involucradas, permitiendo conformar células de trabajo, agrupando personas y maquinaria, disminuyendo de esta forma los tiempos de proceso generando cargas uniformes de trabajo, produciendo un incremento en la eficiencia en porcentajes que van desde el 4% al 16% en la empresa A, y del 6% al 13% en la empresa B” [1].
- Modelo de planificación de la producción para el proceso de montaje en industrias de manufactura de calzado de cuero, es un proyecto de titulación de la Universidad Técnica de Ambato, de autoría de Edison Fernando Salazar Herrera, en el cual la conclusión más relevante es: “A partir de la propuesta de del modelo de programación, se han evidenciado grandes beneficios para el

área de montaje, probado con el cálculo de eficiencia y productividad, en el que se comparan los recursos actuales de la empresa y los sugeridos por el modelo, que para la línea convencional se obtiene un crecimiento entre el 3% y 24% para la eficiencia y del 25% para la productividad; mientras que la línea de inyección presenta un incremento del 11% de eficiencia y el 29% de productividad” [2].

- Modelo de programación lineal para un sistema de planeación de requerimiento de materiales (MRP) en la empresa de calzado de seguridad industrial Marcia, cuyo autor es César Tadeo Fierro Freire, es un proyecto de titulación de la Universidad Técnica de Ambato, en el cual se realiza una comparación del MRP realizado de forma manual (Excel) y el desarrollado con el modelo de programación lineal (Lingo), resultado éste último aproximadamente 25% menor en costos de pedido, mantenimiento de inventario y compras [3].
- Plan de requerimiento de materiales en la empresa Castro Maquinaria, cuyo autor es Víctor Alfonso Cruz Muisin, en un trabajo de titulación en la Universidad Técnica de Ambato, en el año 2015, en el cual la conclusión más significativa es: “Al ejecutar el plan de requerimiento de materiales, se pueden notar altos niveles de inventarios de materiales, por tal motivo, con la aplicación de la herramienta MRP, se evidencia una disminución en los niveles de inventario de insumos de 62%” [4].
- Propuesta de un sistema MRP para incrementar la productividad en la línea de fabricación de calzado de la empresa Estefany Rouss, Trujillo, es un proyecto de titulación en la Universidad Privada Antenor Orrego, del año 2017, cuyos autores son Edwin Alfredo Castillo Zavaleta y Evering Milagros Arana Tafur, del cual obtienen la siguiente conclusión: “La productividad de los materiales con el MRP, es de 3.87 docenas de calzado por cada S/. 1000 invertidos, se logró un incremento del 28,17% respecto a la productividad encontrada antes del MRP propuesto” [5].

Estos archivos mencionados servirán como una base importante para el desarrollo del presente proyecto, tomando de cada uno de ellos los aspectos más relevantes para el logro de los objetivos de esta investigación.

1.2 Objetivos

El objetivo principal del proyecto es desarrollar un sistema de planeación de la producción en el área de serigrafía de la empresa, identificando las necesidades y falencias dentro del proceso productivo, realizando los cálculos necesarios para promover una propuesta de solución que se proyecte a mejorar el proceso, optimizar los recursos y aumentar la productividad.

Para la consecución de este objetivo será necesario realizar las siguientes actividades:

1. Conocer el proceso de fabricación de capelladas de calzado y todas las actividades y tareas que se desempeñan.
2. Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de serigrafía, a través de entrevistas y toma de datos para realizar un estudio de tiempos.
3. Establecer un balanceo de la línea de ensamble para conocer las estaciones de trabajo y los tiempos productivos y residuales.
4. Elaborar el pronóstico de ventas para el año 2020 en base al histórico de producción de los dos periodos anteriores.
5. Proponer el modelo de planeación de producción del área de serigrafía mediante un plan de requerimiento de materiales (MRP).

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1. Materiales

Para la realización del proyecto de investigación se ha seleccionado una de las áreas críticas de la empresa de calzado Strocalza de la ciudad de Ambato, que es el área de serigrafía, la cual funciona de forma independiente del resto de áreas, en la cual intervienen 8 personas, considerados como la población, éstos son el gerente, el jefe de producción y 6 operarios (por turno de trabajo), desempeñando distintas actividades en 3 puestos de trabajo: corte, estampado y frecuenciado o prensado.

Ésta investigación está considerada como una investigación aplicada, ya que parte de un problema específico y plantea una propuesta de solución. Además ha sido de vital importancia la utilización de una investigación bibliográfica-documental para usar como punto de partida información probada y con base científica. Asimismo, una investigación de campo, para observar, entender, estudiar y recolectar información a través de encuestas y diagramas de los procesos que se llevan a cabo en el área en estudio. Una investigación descriptiva en la cual se van explicando los pasos que se han desarrollado para la realización del proyecto. Los datos son cuantitativos ya que se trabaja con datos numéricos y procedimientos basados en la medición como son el estudio de tiempos, la planeación agregada, balanceo de la línea de producción, el plan maestro de producción y el plan de requerimiento de materiales.

2.2. Métodos

Para la propuesta de la Planeación de la producción de capelladas de calzado deportivo se ha desarrollado la siguiente metodología:

- Entrevista: Dirigida al gerente de la empresa para conocer de manera general los procesos, las actividades y los problemas que se presentan en el área de serigrafía.
- Levantamiento de procesos: Diagramas y datos más detallados de las actividades para obtener información de todos los puestos de trabajo y de la forma que se realiza el trabajo.
- Estudio de tiempos: Estudio de tiempos por cronómetro para calcular el tiempo normal y el tiempo estándar.
- Capacidad de producción: en base al tiempo estándar.
- Balanceo de la línea de ensamble: en donde se establecen los tiempos por puestos de trabajo y la inactividad en cada uno de ellos.
- Pronóstico de ventas: Con el histórico de ventas de 2 periodos anteriores se proyecta un periodo completo.
- Planeación agregada: se realizaron 2 planes, el primero de fuerza de trabajo variable: producción exacta, y el segundo: fuerza de trabajo constante: tiempo extra.
- Plan maestro de producción: se lo realizó para obtener la producción en periodos específicos.
- Plan de requerimiento de materiales: con base en los costos de los materiales, de pedir y mantener, se planea cuando y cuanto pedir con el fin de reducir los niveles de inventario.

Desarrollo del proyecto

A continuación, se detallan cada una de las actividades que se llevan a cabo para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

✓ **Entrevista**

La entrevista es una técnica eficaz para recolectar información verídica, en donde se obtienen datos cualitativos; el cuestionario es preparado previamente y se dirigen a personas que narran en base a su conocimiento y experiencia [6].

La entrevista está dirigida a una persona que conoce todo el proceso, cada una de sus actividades y los inconvenientes que se presentan para la manufactura de las capelladas para calzado. Ésta se realiza con el fin de recolectar información cualitativa del proceso.

✓ **Estudio de tiempos**

El estudio de tiempos es una técnica a través de la que se puede definir un estándar respecto al tiempo que toma llevar a cabo un proceso, lo que la convierte en una herramienta complementaria para la investigación, ya que a partir de este se obtiene información base para el desarrollo del proyecto planteado [7].

✓ **Estudio de tiempos con cronómetro**

Consiste en determinar el tiempo para realizar una actividad específica por una persona calificada que trabaja a un ritmo normal. Se utiliza para medir el trabajo y arroja un tiempo en minutos que es el adecuado para que la persona instruida en método especificado, ejecute la tarea a una marcha normal, a esto se le llama tiempo normal para la operación [8].

✓ **Ciclos a cronometrar**

La determinación del número de ciclos a cronometrar o el tamaño de la muestra, se lo realiza a través del método estadístico:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (1)$$

Siendo:

n = número de ciclos a cronometrar

n' = número de observaciones preliminares

Σ = sumatoria de los datos de observaciones preliminares

X = valores de las observaciones

40 = constante para un nivel de confianza de 95,45% [8].

✓ **Valoración del ritmo de trabajo**

Es una técnica utilizada para adaptar los tiempos observados a los esperados por el desempeño normal. Toma como base la experiencia y criterio de una persona experta en el proceso, y específicamente para este trabajo de investigación se toma un valor de 100 como ritmo de trabajo, que se traduce como un ritmo normal de trabajo de un operario competente, motivado, apto para realizar su labor con serenidad y alcanzar el nivel deseado. El método de nivelación se toma como referencia para la evaluación del desempeño del trabajo, que toma en cuenta factores como la habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia [8].

Para obtener los valores de desempeño de los trabajadores se utiliza el método de nivelación de Westinghouse:

- **Habilidad:** se determina por la experiencia y la aptitud en el ritmo de trabajo, mejora con el tiempo.
- **Esfuerzo:** es la rapidez y eficiencia con al que el trabajador demuestra su habilidad en el trabajo y la voluntad con la que lo realiza.
- **Condiciones:** son elementos como ruido, temperatura, ventilación, iluminación, etc., que afectan directamente al operario.
- **Consistencia:** los valores elementales que se repiten constantemente tendrán una consistencia perfecta.

Los mencionados valores de actuación son aplicados únicamente a actividades de esfuerzos que se realizan de forma manual, las actividades controlados por las máquinas se califican con un valor de 1 [8]. Ver **Anexo 3**.

✓ **Calculo del tiempo normal o básico**

Para calcular el tiempo normal se debe conocer el tiempo medio observado TMO y el índice de desempeño ID , y se obtiene al multiplicar ambos factores:

$$TN = TOP * ID \quad (2)$$

Siendo:

TN = Tiempo normal

TMO = Tiempo medio observado

ID = Índice de desempeño [8].

✓ **Suplementos**

Las determinaciones de los suplementos de trabajo requieren de un alto grado de objetividad por parte del experto. Los suplementos que se reconocen, son por fatiga y demoras de los trabajadores en sus labores, además de suplementos por necesidades personales. La tabla de suplementos de la OIT es la base para el cálculo de los suplementos en función de los porcentajes de tiempo normal, ver **Anexo 4**.

✓ **Tiempo estándar**

Es el tiempo en el cual un operario calificado desempeña sus actividades de manera usual, a un ritmo normal y considerando también el tiempo improductivo que se pudiesen presentar en su jornada de trabajo.

$$TS = \frac{TN}{\left(1 - \frac{\sum \text{suplementos}}{100}\right)} \quad (3)$$

Siendo:

TS = Tiempo estándar

TN = Tiempo normal [8].

✓ **Capacidad de producción**

Es la cantidad máxima de unidades producidas, en condiciones normales de funcionamiento, sobre una unidad de tiempo, como lo muestra la siguiente ecuación:

$$Cp = \frac{1}{Ts} \quad (4)$$

✓ **Balaneo de la línea de ensamble**

El balaneo de la línea de ensamble consiste en agrupar actividades u operaciones igualando los tiempos de todas las tareas a una serie de estaciones de trabajo de modo que cada una de ellas tenga continuidad y no contenga más actividades que las que corresponden al tiempo del ciclo de la estación de trabajo, y que el tiempo inactivo de todas las estaciones sea mínimo.

Se utiliza esta técnica con el objetivo de reducir al mínimo del desequilibrio entre estaciones, cumpliendo con la producción requerida, en pocas palabras igualar las cargas de trabajo minimizando tiempos inactivos para utilizar de mejor manera los recursos materiales y humanos [9].

Estos son los pasos para la realización del balaneo de la línea de ensamble:

- a) Detallar la cadena de tareas, a través de un diagrama en donde se indique el orden de ocurrencia de las actividades. En este diagrama los círculos representan tareas individuales y el orden en el que se desempeñan es indicado por flechas.
- b) Establecer el tiempo de ciclo (C) que exigen las estaciones de trabajo:

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción requerida por día}} \quad (5)$$

- c) Determinar el número mínimo de estaciones de trabajo (N_t), (se debe redondear al siguiente entero más alto):

$$N_t = \frac{\text{Suma de tiempos de las tareas (T)}}{\text{Tiempo de ciclo(C)}} \quad (6)$$

- d) Elegir una primera regla que será utilizada para asignar las tareas a las estaciones de trabajo y una segunda regla para romper empates.

- e) Asignar cada una de las tareas, desde la primera estación de trabajo hasta que la sumatoria de tiempos sea igual al tiempo de ciclo de la estación de trabajo, o a su vez, que no haya más tareas factibles debido a restricciones de tiempo o de secuencia. Repetir el proceso con cada una de las estaciones hasta que se hayan asignado todas las tareas.
- f) Evaluar la eficiencia del balanceo obtenido:

$$Eficiencia = \frac{\text{Suma de todos los tiempos de las tareas } (T)}{\text{Número real de estaciones de trabajo } (N_r) \times \text{Tiempo de ciclo de la estación de trabajo } (C)} \quad (7)$$

- g) Si la eficiencia no es satisfactoria, vuelva a equilibrar utilizando otra regla de decisión [9].

✓ **Plan de requerimiento de materiales (MRP)**

Esta técnica se aplica con la finalidad de que en un determinado proceso se optimice la cantidad de materiales utilizados en su producción y al final no existan sobrantes, con ciertas excepciones, como el stock de seguridad, dependiendo de la naturaleza de la empresa. Es de mucha utilidad para adquirir materiales en el momento oportuno y sin llegar a tener inventario excesivo [10].

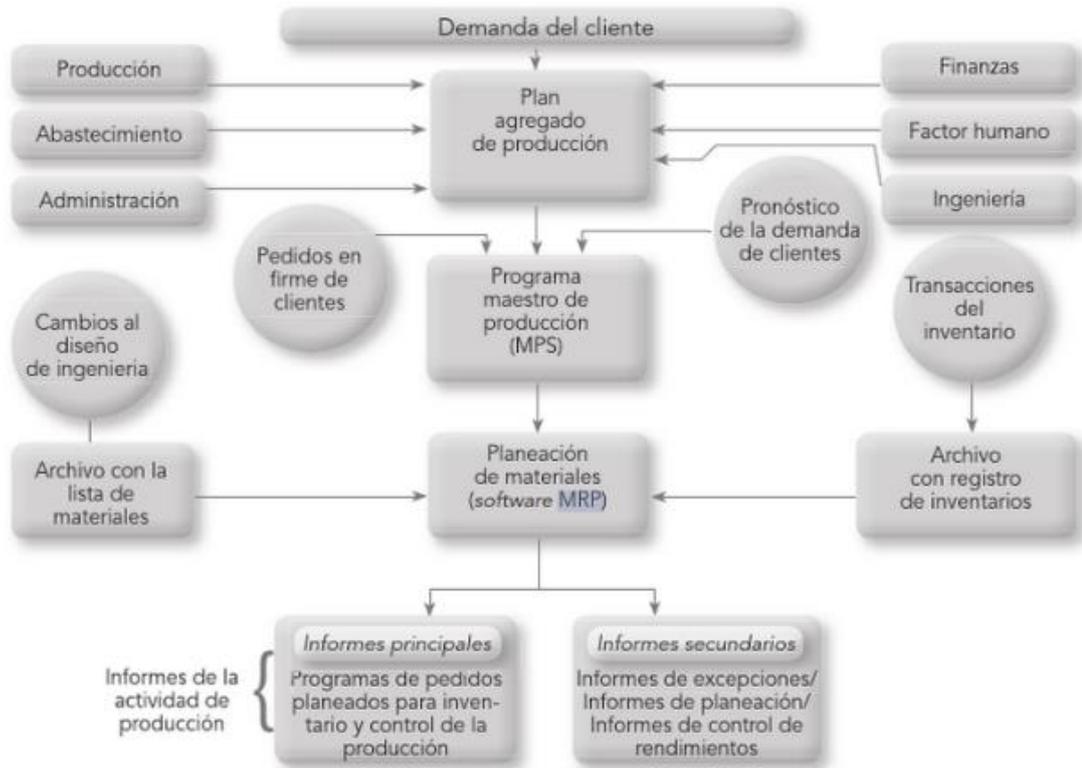


Figura 1. Panorama de los elementos que integran un programa general de necesidades

Fuente: Planeación y Control [10].

Programa maestro de producción (MPS)

En el programa maestro de producción se calcula cuántos elementos finales se producirán dentro de periodos específicos [11].

Desarrollo de un programa maestro de producción

Paso 1: Proyectar la demanda para cada periodo. Consiste en calcular una estimación de la cantidad de inventario disponible cada semana, una vez que se ha satisfecho la demanda:

$$\left(\begin{array}{c} \text{Inventario disponible} \\ \text{proyectado al final de} \\ \text{esta semana} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Inventario disponible} \\ \text{al final de la} \\ \text{semana pasada} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Cantidad que según} \\ \text{el MPS debe haber} \\ \text{al principio de} \\ \text{esta semana} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Requerimientos} \\ \text{proyectados} \\ \text{para} \\ \text{esta semana} \end{array} \right) \quad (8)$$

Para los requerimientos proyectados para esta semana, el programador utilizará el factor que sea mayor: ya sea el pronóstico o los pedidos registrados de los clientes, reconociendo que el pronóstico está sujeto a errores.

Paso 2: Determinar las fechas y la magnitud de las cantidades en el MPS. El objetivo es mantener un saldo no negativo del inventario disponible proyectado. Cuando se detectan faltantes en el inventario, será necesario programar cantidades adecuadas en el MPS para compensarlos [11].

Determinar al tamaño del lote. A cada elemento se le debe asignar una regla para determinar el tamaño del lote a fin de calcular las recepciones planeadas y las emisiones planeadas de pedidos [12]. Se determinan tres reglas para determinar el tamaño del lote:

- Cantidad económica de pedido (FOQ)

Se mantiene la misma cantidad de pedido cada vez que se expide un pedido.

- Cantidad periódica de pedido (POQ)

Permite ordenar una cantidad diferente en cada uno de los pedidos que se expiden, pero se crea la tendencia a expedir los pedidos a intervalos de tiempo predeterminados.

- Lote a lote (LxL)

El tamaño del lote ordenado satisface los requerimientos brutos de una sola semana. La meta es minimizar los niveles de inventario. Esta regla garantiza que no existirá desabasto durante esa única semana que abarca [12].

$$\left(\begin{array}{c} \text{Tamaño del} \\ \text{lote} \\ \text{LxL} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Requerimientos} \\ \text{brutos} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Saldo del inventario} \\ \text{disponible proyectado} \\ \text{al final de la semana anterior} \end{array} \right) \quad (9)$$

Tamaño de corrida lote por lote para un programa MRP

$$Q = \sqrt{\frac{2D*CE}{R}} \quad (10)$$

Q= Cantidad de pedido, unidades de artículo por lote

D= Demanda, expresada en unidades de artículo mantenido en existencias por periodo de un año.

CE= Costo de emisión por órdenes de pedido

R= Costo de almacenar, expresado en tanto por uno

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Desarrollo de la propuesta

Introducción de la empresa

Strocalza es una empresa de calzado que surge en el año 2012. Strocalza desde el principio ha tenido la visión de diferenciarse de la competencia mejorando sus procesos y abaratando costos sin reducir calidad, de ahí nace la idea de producir capelladas, que a un inicio eran compradas, con perseverancia y empeño se inició la aplicación de varias técnicas de serigrafía, que con el tiempo se han ido perfeccionando, hasta contar hoy por hoy con una línea de producción de capelladas de calzado, que satisface la demanda de producción de la misma empresa, y además para la producción de clientes externos. Las capelladas que fabrica la empresa son para calzado de tipo deportivo, que son confeccionadas en la línea de producción de calzado, además cuenta con una línea de calzado casual de costura para caballero. Las tres líneas, capelladas, calzado deportivo y calzado casual funcionan de manera independiente una de otra. La fábrica hoy en día cuenta con departamentos y áreas para cada una de sus líneas y personal capacitado para su organización y producción, destacándose dentro del mercado con todos sus productos.

Ubicación

Las instalaciones de la empresa tienen lugar en el barrio La Floresta 2, parroquia Huachi Chico, ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua.

Nombre de la empresa: Strocalza – Capelladas AAA

Contacto: Ing. John Chacha

Dirección: Av. Jácome Clavijo y Ernesto Albán (Ambato - Tungurahua)

Teléfono: 09995640903

E-mail: strocalza2018@gmail.com / capelladasaaa@hotmail.com



Figura 2. Ubicación de la empresa de calzado STROCALZA – Ambato

Filosofía empresarial

Misión

Dedicados a la innovación en fabricación de calzado, con parámetros que satisfacen los requerimientos de nuestros clientes, orientados a desarrollar y mejorar permanentemente los productos, procesos y servicios que ofrecemos.

Visión

Desde el inicio Strocalza se formó con el enfoque de convertirse en una empresa líder en la producción de calzado, expandiéndose por todo el territorio, e implantándose en el mercado por su calidad y variedad.

Objetivos estratégicos

- Posicionar nuestra marca dentro del mercado nacional e internacional.
- Incorporar paulatinamente nuevas tecnologías en los procesos productivos.
- Desarrollar y capacitar a nuestro personal en cada área, potenciando los valores de profesionalismo, calidad y servicio.

- Fomentar lazos sólidos con los mejores proveedores y clientes del mercado.
- Atender las necesidades de los clientes para brindarles un mejor servicio.
- Mejorar continuamente los procesos productivos, cumpliendo cada vez nuevos objetivos [13].

3.2 Desarrollo de la entrevista

La entrevista se la realizó directamente al gerente-propietario, a fin de conocer sobre la empresa y los procesos que en ella se desarrollan actualmente [14]. El formato del cuestionario se observa en el Anexo 1.

- **¿Cuáles son los pasos para fabricar capelladas?**

La producción de capelladas empieza en la adquisición del material que se va a trabajar, puede ser sintético o tela laminada con eva, los rollos son transportados manualmente hasta el área de corte y montados a las mesas, el material es cortado a mano con moldes en diferentes series 21-26, 27-32, 33-38 y 37-42; se cortan de uno en uno para revisar imperfecciones en el material, los cortes se ligan por docenas y se colocan en perchas clasificados por tallas. En el proceso de estampado se emplean dos pulpos manuales, uno de 4 y otro de 6 estaciones, el primero con un solo pre-secador a gas y el segundo con 2. Normalmente los modelos están diseñados con separación de dos colores y sin diferenciar derecho e izquierdo, es decir con los mismos detalles al lado interno y externo; con excepciones en ciertos casos. En primer lugar se esparce adhesivo de mesa a cada tablero del pulpo para que no se muevan los cortes al momento de estampar. El par de marcos es centrado para que coincidan los dos colores exactamente en todas las mesas, una vez preparados los tonos de pintura que se requieran y colocados en los marcos limpios, se estampan los dos colores dejando secar los cortes bajo el pre-secador unos segundos después de pasar cada color.

El último paso es el grabado que se lo realiza en la máquina de alta frecuencia, en la que pasa por 2 estaciones, la primera de caliente y la segunda de frío. Se verifica la calidad y que las docenas estén completas para pasarlas a las perchas de producto terminado.

- **¿Cuáles son los inconvenientes más frecuentes de producción en el área de serigrafía?**

Los inconvenientes más frecuentes en el área de serigrafía son la programación de pedidos, los clientes dejan sus pedidos de diferentes modelos y colores, y aunque todos los modelos sigan el mismo procedimiento, cambiar modelos y colores lleva más tiempo; y se van acumulando los pedidos. Otro de los problemas es la adquisición de materia prima.

- **¿Se cumplen los plazos de entrega de pedidos?**

Los plazos de entrega no se cumplen por los inconvenientes en la producción y adquisición de materiales.

- **¿Existen reclamos por parte de los clientes de capelladas?**

El principal reclamo es por incumplir los plazos de entrega.

- **¿Considera necesario analizar y planificar la producción de capelladas?**

Es evidente que se requiere un estudio para planificar la producción en esta área, ya que presentan grandes pérdidas tanto en recursos como en tiempo.

- **¿Estima pérdidas dentro del proceso?**

En la producción de capelladas existen grandes pérdidas, ya que el control es deficiente. Se requiere optimizar tiempo y recursos.

- **¿Cómo maneja el inventario?**

No se maneja un control de inventario, se realizan las compras una vez que se han terminado. Asimismo el producto terminado se va acumulando en las perchas de bodega, y el producto estancado también representa pérdidas.

- **¿Cómo planifica los turnos de trabajo?**

Los turnos se programan para los días con carga de pedidos, llamando a trabajadores eventuales para ciertas horas o días. Caso contrario se trabaja con un único turno regular.

Interpretación de la entrevista

En base a la entrevista se obtienen datos relevantes como las actividades que se desempeñan dentro del proceso, como son: corte, estampado y alta frecuencia. Además, el entrevistado menciona los problemas existentes dentro del proceso de producción, como el retraso en entrega de pedidos, desperdicio de recursos y excesivo inventario. Las existencias de estos problemas serán evidenciadas más adelante en los cálculos que se realizarán.

3.3 Estudio de métodos

A través de diagramas y cursogramas se identifica y describe cada una de las actividades que se desarrollan en el área de serigrafía de la empresa de calzado Strocalza.

Mapa de procesos - Serigrafía

Los procesos estratégicos, operativos y de apoyo se muestran de forma global en el diagrama de la **Figura 3**:

MAPA DE PROCESOS - SERIGRAFÍA

Empresa: STROCALZA

Área: Serigrafía

Elaborado por: Estefanía Zamora

Revisado por: Ing. César Rosero

PROCESOS ESTRATÉGICOS:

Planificación estratégica

Gestión de gerencia

Gestión de calidad

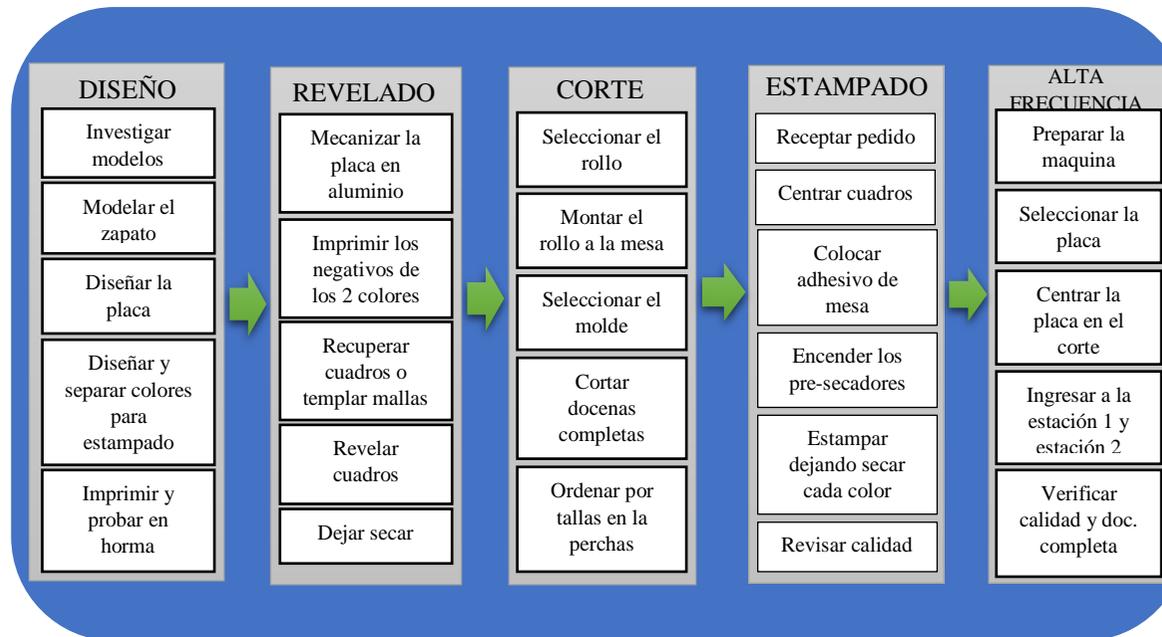
Investigación de mercado

Gestión financiera

Gestión de la mejora continua

PROCESOS OPERATIVOS:

NECESIDADES DE LOS CLIENTES



CLIENTES SATISFECHOS

PROCESOS DE APOYO:

Adquisiciones

Mantenimiento

RRHH

Marketing y Vetas

Figura 3. Mapa global de procesos, área de serigrafía, Strocalza.

Análisis de factores y procesos de producción

Producto

Las capelladas que se producen en el área de serigrafía de la empresa de calzado Strocalza, están diseñadas para calzado deportivo para mujeres, caballeros y niños. Buscando imponer y satisfacer nuevas tendencias de moda en calzado. El producto seleccionado, que son las capelladas de tipo deportivo representa un 95% de la producción total, siendo el 5% restante producción de plantillas prensadas, que no se realiza frecuentemente y requiere únicamente del corte y prensado.

Procesos para la elaboración de capelladas

A continuación, se detallan cada uno de los procesos para la producción de capelladas de calzado deportivo en la empresa Strocalza.

Almacenamiento. El material adquirido es almacenado en la bodega de la misma área de serigrafía.



Corte. Este proceso es realizado manualmente por una persona que, con experiencia, puede cortar entre 60 a 70 docenas en un turno de trabajo. El molde de lata se coloca sobre el material y se procede a cortar docenas completas en diferentes tallas.



Centrado de cuadros. Los cuadros limpios de los modelos seleccionados, son montados en los brazos de los pulpos manuales, de manera que coincidan los dos colores en el corte.



Preparación de pinturas. Se mezcla la pintura con ciertos adelgazantes cuando el plastisol es muy espeso, y se mezclan colores cuando se necesitan colores especiales.

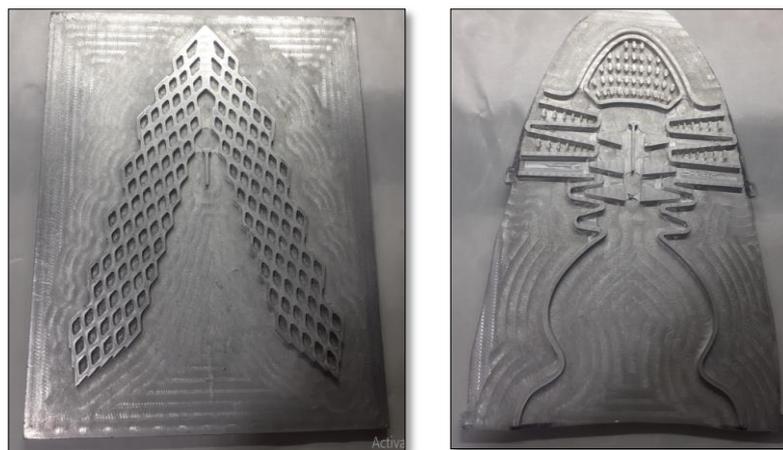


Estampado. El plastisol se coloca en la parte superior de cada cuadro según el color que corresponda, con un racle a la medida del cuadro se arrastra la pintura de arriba hacia abajo. Se pasa una sola vez, y en ciertos casos cuando la pintura es de color claro o no se marca bien en la primera racleada, se vuelve a repetir el proceso. Para estampar plastisol no es necesario cargar la pintura previamente, pero debe ser secado al calor, ya que este tipo de pintura no se seca con la exposición al medio ambiente.



Alta frecuencia. Los cortes estampados son transportados hasta la máquina de alta frecuencia, que consta de 3 estaciones, 2 de caliente y una de frío en el centro.

Cada corte se coloca en la estación de caliente con la correspondiente placa de aluminio centrada en las respectivas señales, allí se prensa a una temperatura y presión adecuadas. Una vez que sale de la primera estación es pasada inmediatamente a la segunda, en donde se fija el diseño de la placa en el material.



Almacenamiento de producto terminado. A las perchas de producto terminado deben llegar las docenas de capelladas completas y con el último control de calidad aprobado. Aquí se clasifican los pedidos para los distintos clientes y se realizan las entregas.



Capelladas de calzado deportivo. La empresa oferta distintos modelos, en distintas tallas y colores, a continuación se muestran unos ejemplos:



Calzado. El calzado con este tipo de capellada consiste en una sola pieza exterior que se cierra en el talón:



Levamiento de procesos

Dentro del levantamiento de procesos se describe de una forma más amplia cada una de las actividades que se desarrollan para la manufactura de capelladas de calzado, con su respectivo objetivo, alcance, los responsables, el descripción del método, el diagrama de flujo y anexos del proceso. Ver formato en el Anexo 2.

En las figuras 4 hasta la 9, se desarrolla el levantamiento de los 6 principales procedimientos del área de serigrafía, diseño de placas, diseño de marcos, revelado, corte, estampado, y alta frecuencia.

| | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|
|  | Título de Procedimiento | | Código: | SAS-001 |
| | DISEÑO DE PLACAS | | Fecha de Elaboración: | 09/05/19 |
| | | | Ultima Aprobación: | |
| | | | Revisión | 00 |
| | Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: | |
| Estefanía Zamora | Ing. César Rosero | Ing. César Rosero | | |

1. OBJETIVO

Estandarizar el proceso de diseño de placas para grabado en el área de serigrafía de la empresa de calzado Strocalza.

2. ALCANCE

El presente procedimiento documentado, inicia desde la necesidad de ofertar un nuevo modelo de capellada para calzado deportivo, hasta recibir la placa mecanizada.

3. RESPONSABILIDADES

Modelista

Después de la selección del nuevo modelo, el modelista debe otorgar el patrón base, con el cual se basa el diseño de la placa, de los marcos de estampado y el cortado para el zapato.

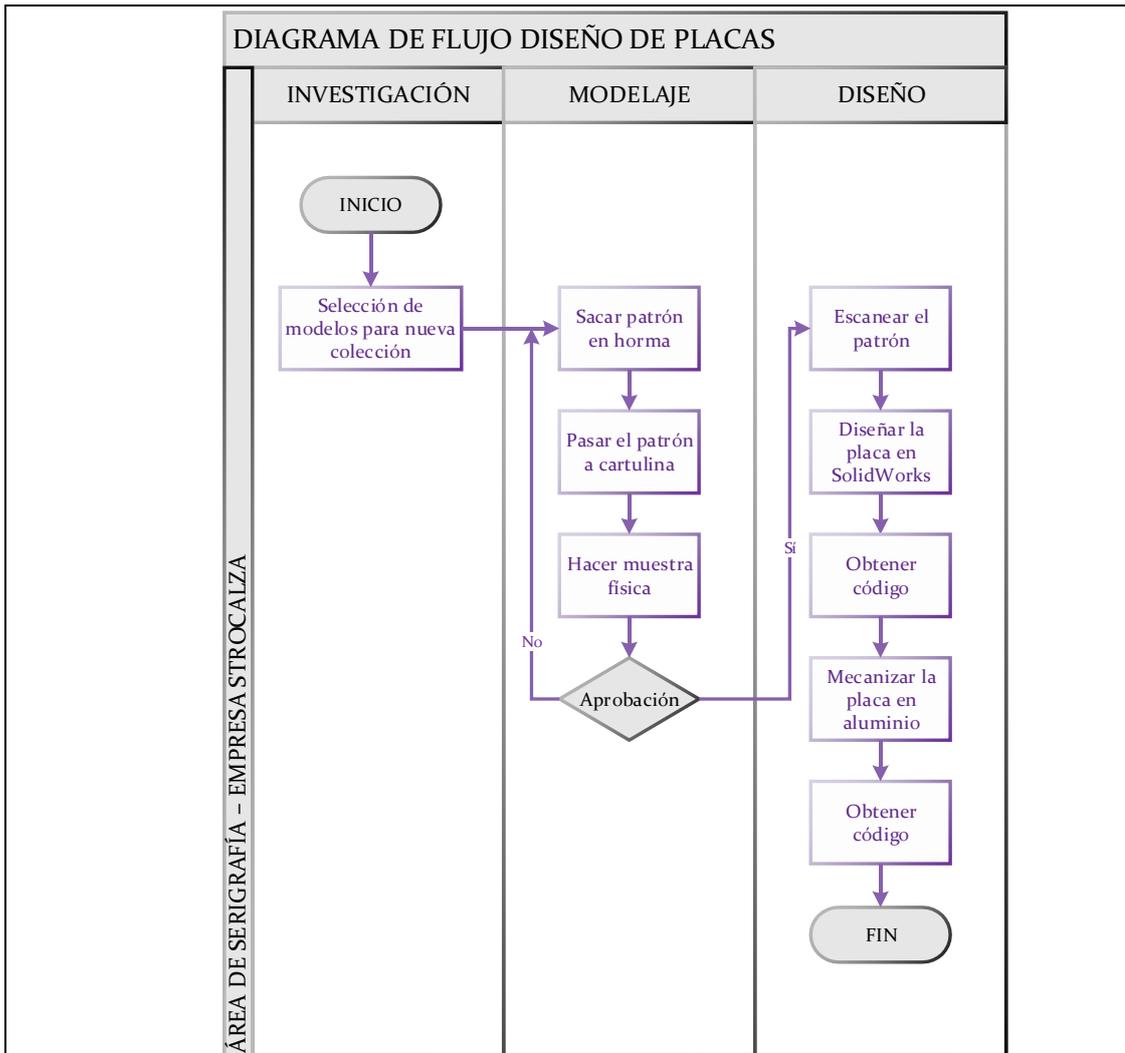
Diseñador

Se encarga de realizar el diseño de los marcos de estampado, esto lo realiza en el software Illustrator, debe entregar el los negativos con los 2 colores separados, impresos en papel calco.

4. MÉTODO

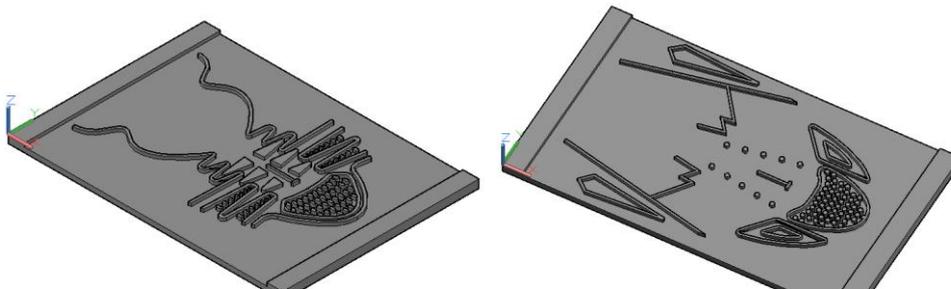
- **Seleccionar un diseño para referencia de un nuevo modelo de capellada.** En esta actividad la gerencia solicita la obtención del nuevo modelo.
- **Obtener el patrón base.** Se realiza el modelo en la horma, se lo pasa a cartulina, se prueba en un corte y se lo entrega al diseñador.
- **Realizar el diseño en 3D.** El diseñador empieza por escanear el patrón, para poder dibujar en él las formas necesarias, y no tener problemas con el corte al momento de armar el zapato.
- **Mecanizar la placa.** Según las medidas que se obtienen en el software, se adquiere el aluminio en bruto. Se obtiene el código G en MasterCAM y se mecaniza la placa en una máquina fresadora CNC.
- **Entrega de la placa.** La placa debe entregarse pulida, de ser necesario, y con varios cortes de prueba.

4.1 DIAGRAMA DE FLUJO



5 ANEXOS:

5.1 Diseño de placas en software



5.2 Placas mecanizadas



Figura 4. Levantamiento de procesos, diseño de placas

| | | | | |
|---|--------------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|
|  | Título de Procedimiento | | Código: | SAS-002 |
| | <i>DISEÑO DE MARCOS</i> | | Fecha de Elaboración: | 09/05/19 |
| | | | Última Aprobación: | |
| | | | Revisión | 00 |
| | Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: | |
| Estefanía Zamora | Ing. César Rosero | Ing. César Rosero | | |

1. OBJETIVO

Estandarizar el proceso de diseño de marcos para estampado en el área de serigrafía de la empresa de calzado Strocalza.

2. ALCANCE

El presente procedimiento documentado, inicia desde la necesidad de ofertar un nuevo modelo de capellada para calzado deportivo, y realizar el diseño, hasta imprimir los negativos para revelar.

3. RESPONSABILIDADES

Modelista

Después de la selección del nuevo modelo, el modelista debe otorgar el patrón base, con el cual se basa el diseño de la placa, de los marcos de estampado y el cortado para el zapato.

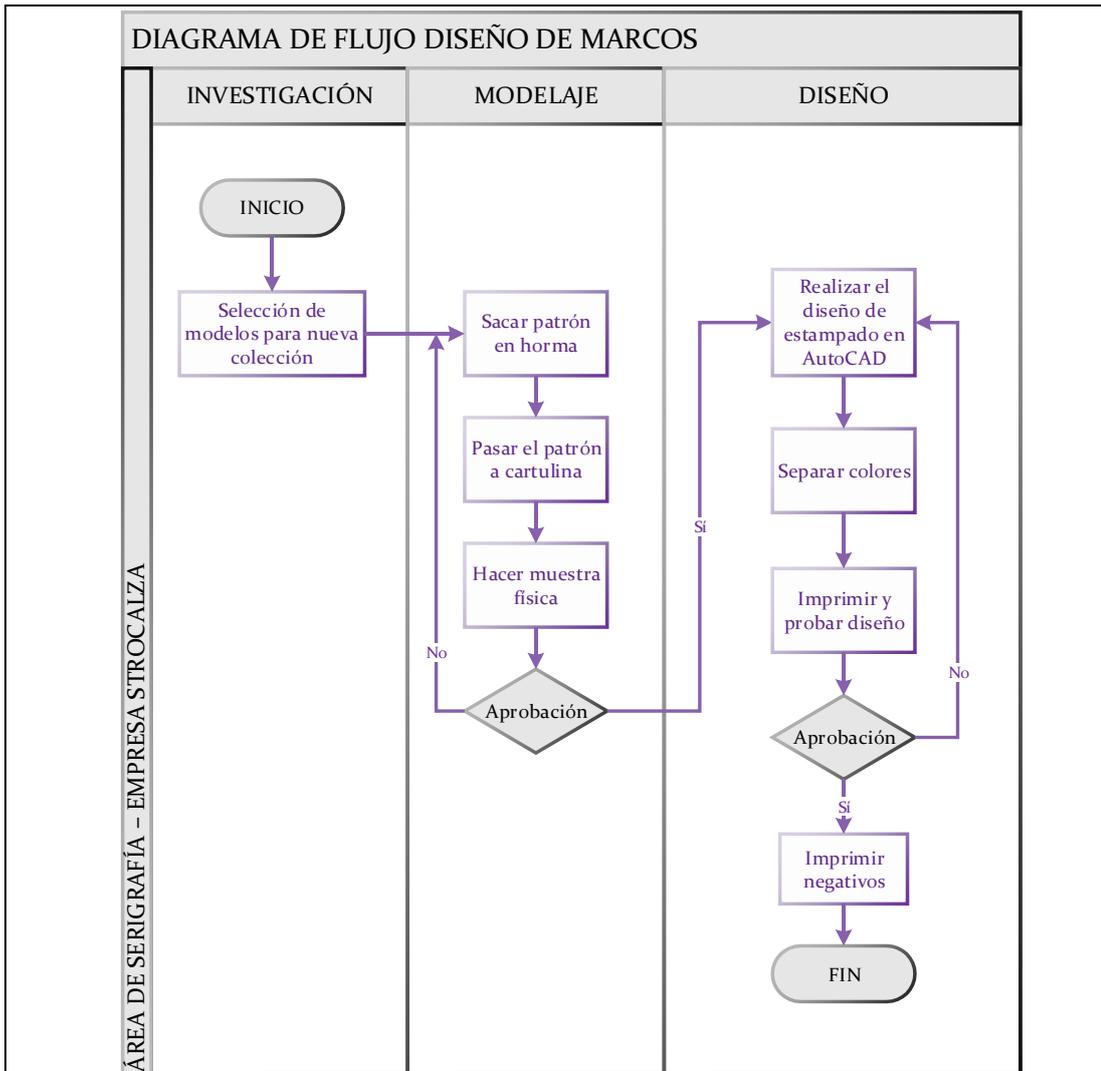
Diseñador

Se encarga de realizar el diseño que se va a estampar, se dibujan las formas, y se separan colores, éstos deben de coincidir perfectamente.

4. MÉTODO

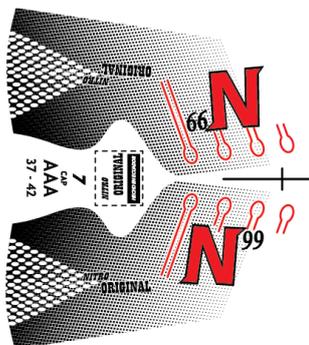
- **Seleccionar un diseño para referencia de un nuevo modelo de capellada.**
En esta actividad la gerencia solicita la obtención del nuevo modelo.
- **Obtener el patrón base.** Se realiza el modelo en la horma, se lo pasa a cartulina, se prueba en un corte y se lo entrega al diseñador.
- **Realizar el diseño en software.** En base al patrón y al diseño de la placa, se dibujan las formas que se van a estampar. El diseño se realiza de manera tal que se amolde para todos los números de una misma serie.
- **Probar el diseño.** En papel se imprime y se elabora una muestra física, para verificar que el estampado concuerde con el corte armado.
- **Imprimir negativos.** Una vez aprobada la muestra, se separan los colores y se imprimen a laser los negativos, siempre a blanco y negro.

4.1. DIAGRAMA DE FLUJO



4. ANEXOS:

1.1 Diseño para estampado



1.2 Separación de colores

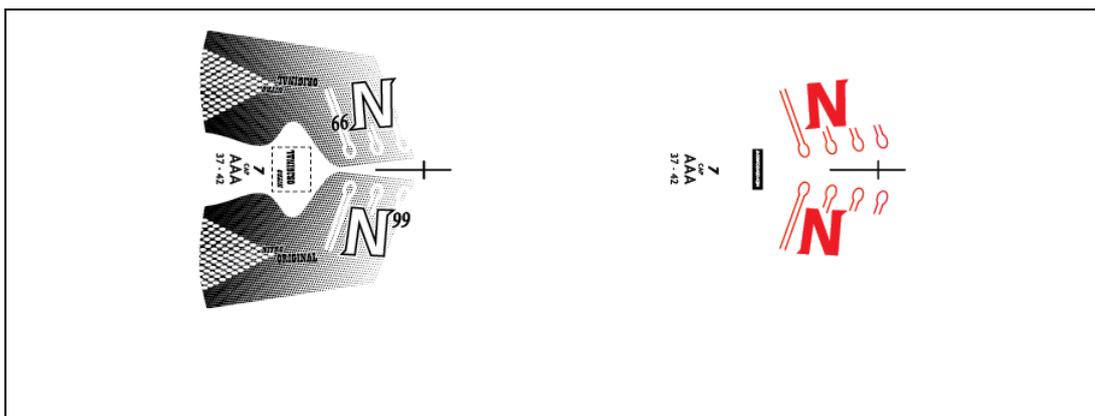


Figura 5. Levantamiento de procesos, diseño de marcos

| | | | | |
|---|---|-------------------|-----------------------|----------------|
|  | Título de Procedimiento REVELADO | | Código: | SAS-003 |
| | | | Fecha de Elaboración: | 09/05/19 |
| | | | Ultima Aprobación: | |
| | | | Revisión | 00 |
| Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: | | |
| Estefanía Zamora | Ing. César Rosero | Ing. César Rosero | | |

1. OBJETIVO

Estandarizar el proceso revelado en el área de serigrafía de la empresa de calzado Strocalza.

2. ALCANCE

El presente procedimiento documentado, inicia con la recepción de los negativos hasta la entrega de los marcos revelados.

3. RESPONSABILIDADES

Revelador

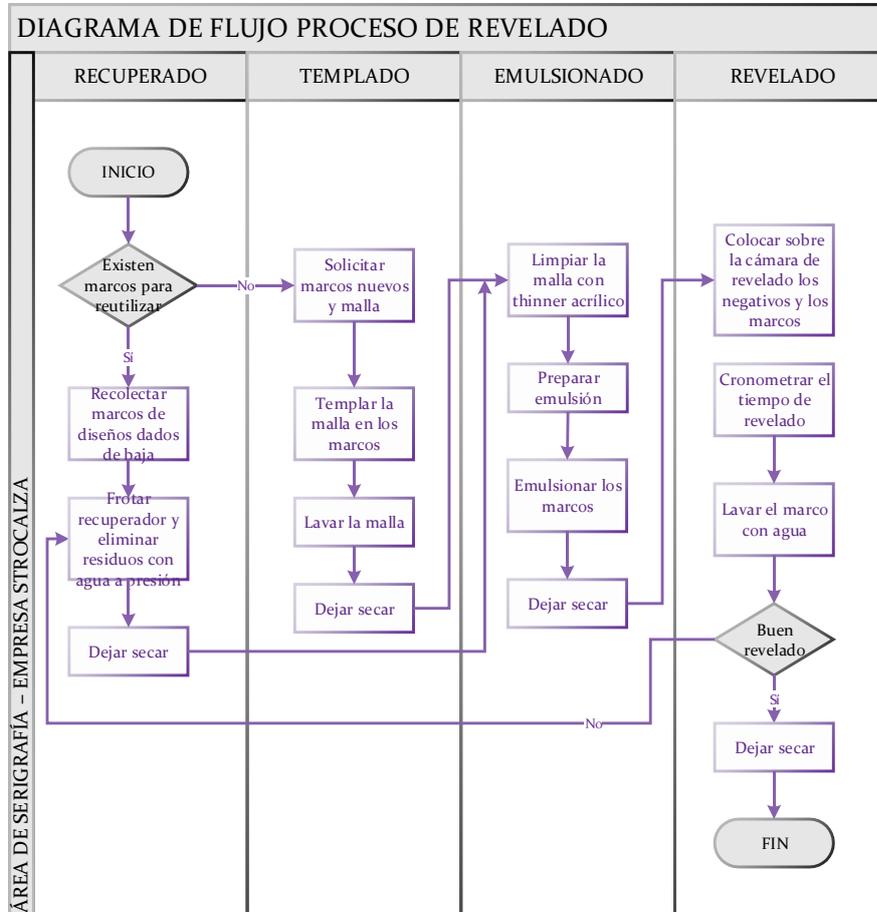
Se encarga de recuperar, templar malla y revelar marcos, además de clasificar y ordenar modelos y series.

4. MÉTODO

- **Recuperar marcos.** Los marcos dados de baja son pasados para borrar el fantasma de revelado anterior.
- **Emulsionar marcos.** La emulsión debe ser fresca y cubrir completamente la malla por los dos lados.
- **Revelar.** Se coloca el negativo y el marco sobre la cámara de revelado, y luego de un tiempo de exposición a la luz, se retira con agua la emulsión que

fue cubierta con el diseño. Al final se deja secar el marco con luz solar para que la emulsión se endure.

4.1 DIAGRAMA DE FLUJO



5. ANEXOS:

Marcos revelados



Figura 6. Levantamiento de procesos, revelado

| | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|
|  | Título de Procedimiento | | Código: | SAS-004 |
| | <i>CORTE</i> | | Fecha de Elaboración: | 09/05/19 |
| | | | Ultima Aprobación: | |
| | | | Revisión | 00 |
| | Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: | |
| Estefanía Zamora | Ing. César Rosero | Ing. César Rosero | | |

1. OBJETIVO

Estandarizar el proceso corte en el área de serigrafía de la empresa de calzado Strocalza.

2. ALCANCE

El presente procedimiento documentado, inicia desde la revisión de la tela en los rollos, hasta la entrega de cortes en docenas completas.

3. RESPONSABILIDADES

Cortador

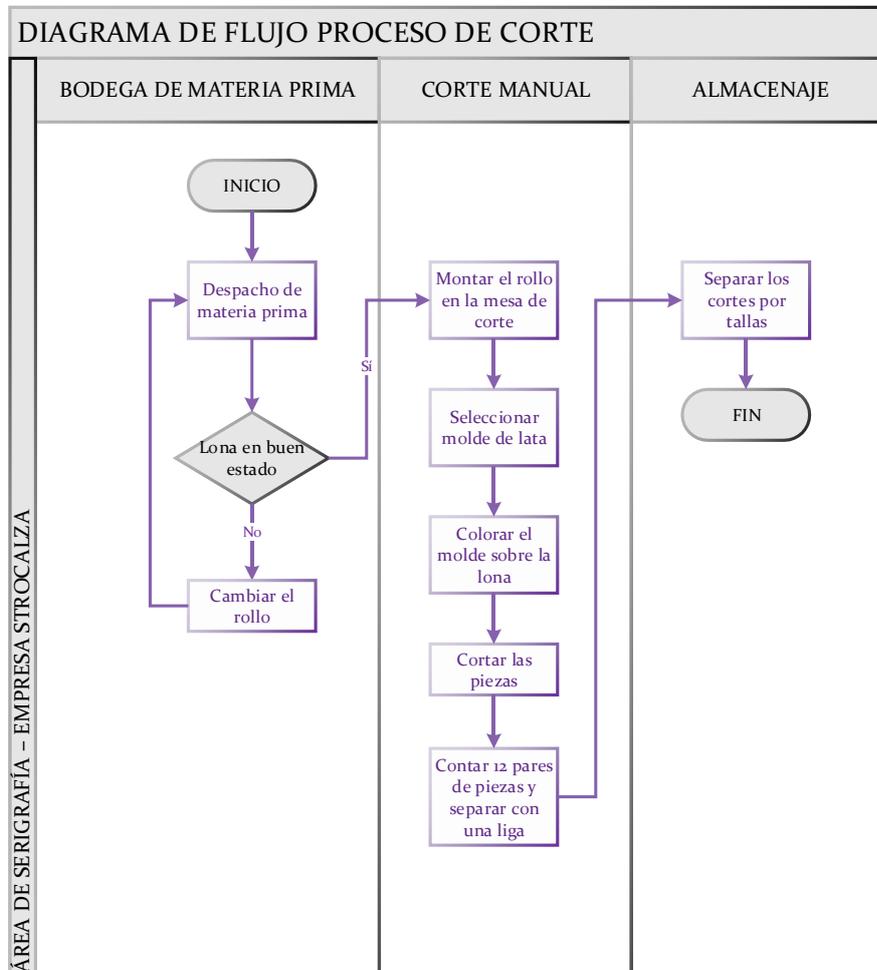
Ésta persona se encarga de desempacar los rollos y verificar el estado de la tela, cortar acorde al molde y entregar las docenas completas.

4. MÉTODO

- **Revisar la tela.** antes de cortar, se debe verificar el estado de la tela, si está rasgada se aparta para devolverlo.
- **Montar el rollo.** En la parte superior de la mesa de corte en un acoplado para que el rollo vaya girando sin necesidad de fuerza.

- **Cortar.** Después de elegir el molde, se lo coloca sobre la tela, y con la cuchilla se procede a cortar.
- **Contar.** Los cortes se ligan en docenas completas.

4.1 DIAGRAMA DE FLUJO



5 ANEXOS:

Corte de material



Figura 7. Levantamiento de procesos, corte

| | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|
|  | Título de Procedimiento | | Código: | SAS-005 |
| | <i>ESTAMPADO</i> | | Fecha de Elaboración: | 09/05/19 |
| | | | Ultima Aprobación: | |
| | | | Revisión | 00 |
| | Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: | |
| | Estefanía Zamora | Ing. César Rosero | Ing. César Rosero | |

1. OBJETIVO

Estandarizar el proceso estampado en el área de serigrafía de la empresa de calzado Strocalza.

2. ALCANCE

El presente procedimiento documentado, inicia la recepción de pedidos de distintos clientes, hasta la verificación y entrega de los cortes correctamente estampados.

3. RESPONSABILIDADES

Estampadores

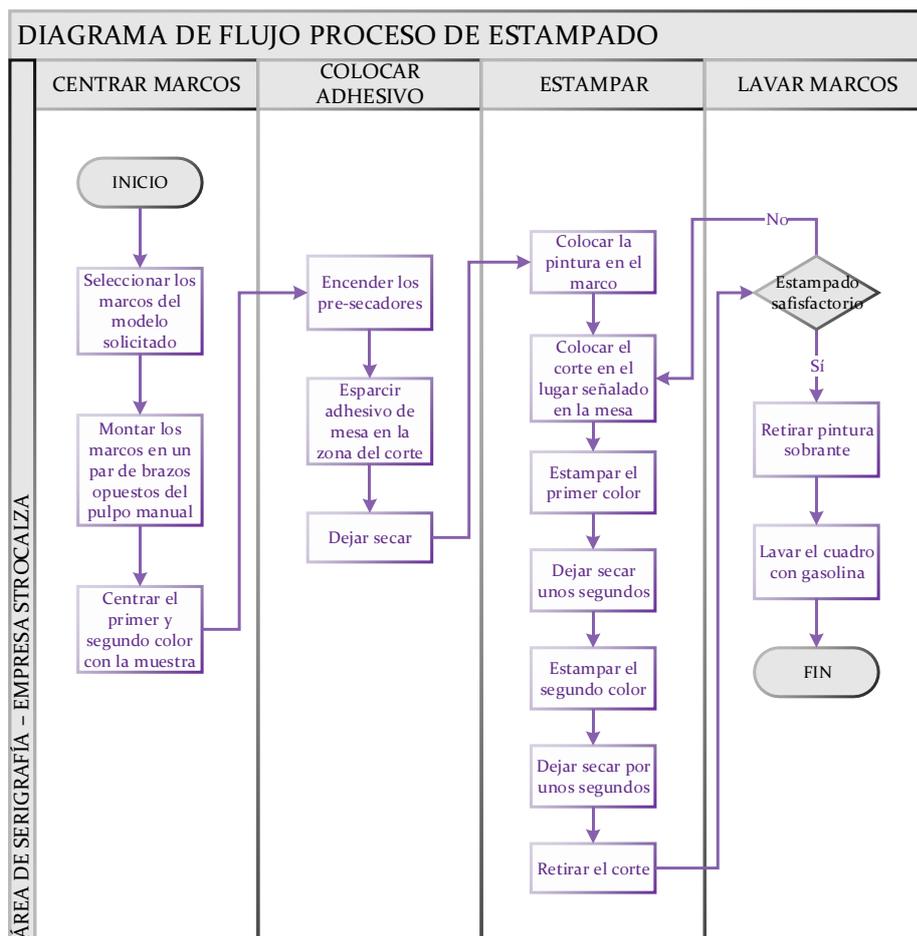
Éstas personas deben conocer perfectamente los nombres de los modelos, los colores y tallas de marcos que se les solicita en los pedidos. Los pedidos se deben entregar completos. Además deben ser muy cuidadosos con los materiales que manejan, ya que es el proceso con mayor tendencia a presentar desperdicios.

4. MÉTODO

- **Revisar el pedido.** Al recibir el pedido deben preguntar si hay alguna duda.
- **Centrar marcos.** Se debe solicitar los marcos solicitados en el pedido, montarlos en el pulpo y centrarlos entre ellos.

- **Estampar.** Los cortes se estampan de uno en uno, con los colores que corresponda. Se deja secar unos segundos bajo un pre-secador después de pasar cada color.
- **Verificar.** Antes de cambiar de color, se debe verificar que todas las docenas estén bien estampadas y completas.
- **Lavar marcos.** Antes de desmontar los marcos o cambiar de color de estampado, los marcos deben ser limpiados.

4.1 DIAGRAMA DE FLUJO



5 ANEXOS:

Estampado de capelladas en el pulpo de 6 estaciones



Estampado de capelladas en el pulpo de 4 estaciones



Figura 8. Levantamiento de procesos, estampado

| | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|
|  | Título de Procedimiento | | Código: | SAS-006 |
| | ALTA FRECUENCIA | | Fecha de Elaboración: | 09/05/19 |
| | | | Ultima Aprobación: | |
| | | | Revisión | 00 |
| | Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: | |
| Estefanía Zamora | Ing. César Rosero | Ing. César Rosero | | |

1. OBJETIVO

Estandarizar el proceso de alta frecuencia del área de serigrafía de la empresa de calzado Strocalza.

2. ALCANCE

El presente procedimiento documentado, inicia desde la recepción de los cortes estampados, hasta entregar el producto terminado y revisado.

3. RESPONSABILIDADES

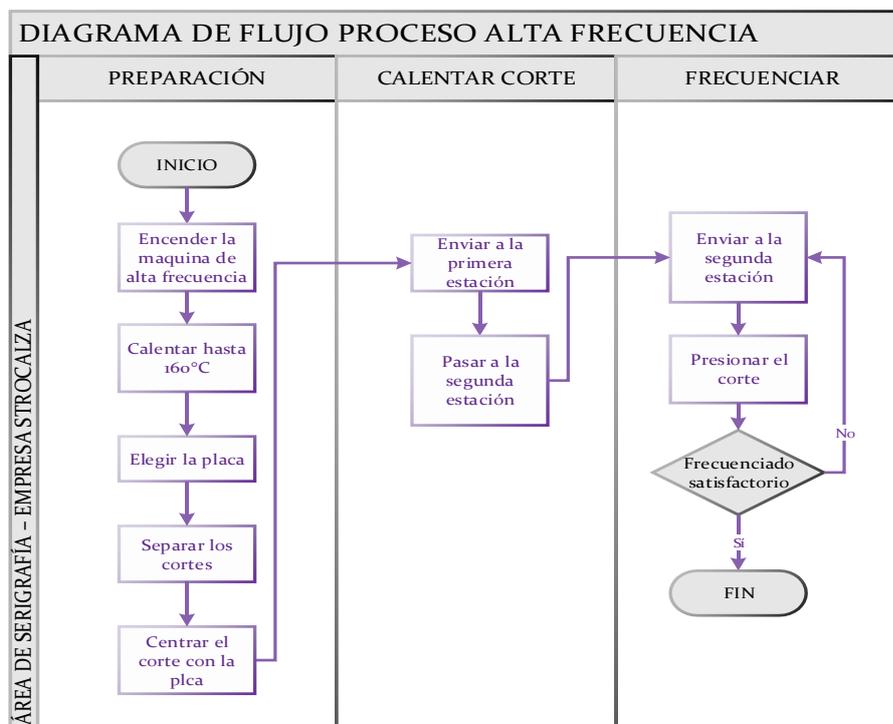
Prensador

Reconoce todos los modelos y tallas para seleccionar correctamente las placas que se van a utilizar. Calcular el tiempo que se debe calentar el corte para que se ablande en la primera estación y fijar el prensado en frio en la segunda estación.

4. MÉTODO

- **Calentar el corte.** Centrar la placa y ablandar el corte en la estación de caliente.
- **Fijar el prensado.** Pasar el corte con la placa a la estación de frío.
- **Verificar.** Se realiza la última revisión de calidad y se cuenta para que las docenas salgan completas.

4.1 DIAGRAMA DE FLUJO



5. ANEXOS:

Frecuenciado de capelladas



Figura 9. Levantamiento de procesos, alta frecuencia

Lista maestra de documentos

| TIPO | NOMBRE | CÓDIGO | REVISIÓN |
|----------------------|-------------------------|----------------|-----------------|
| PROCEDIMIENTO | DISEÑO DE PLACAS | SAS-001 | 00 |
| PROCEDIMIENTO | DISEÑO DE MARCOS | SAS-002 | 00 |
| PROCEDIMIENTO | REVELADO | SAS-003 | 00 |
| PROCEDIMIENTO | CORTE | SAS-004 | 00 |
| PROCEDIMIENTO | ESTAMPADO | SAS-005 | 00 |
| PROCEDIMIENTO | ALTA FRECUENCIA | SAS-006 | 00 |

2.3.3. Lista de tareas

En la Tabla 1 se desarrolla la lista de tareas que permite identificar cada una de las actividades, la persona que lo desempeña, el objetivo y la descripción de las tareas.

Tabla 1. Lista de tareas, producción de capelladas

| LISTA DE TAREAS | |
|--|---|
| ACTIVIDAD: SACAR MUESTRAS | ROL: ADMINISTRATIVO |
| OBJETIVO: Obtener un muestrario de las capelladas que se fabrican en la empresa | |
| TAREA | DESCRIPCIÓN DE LA TAREA |
| Sacar muestras | Realizar muestras en varios colores de cada uno de los modelos, ésta actividad debe ser realizar periódicamente con modelos nuevos. |
| Obtener costos | Se determina el costo de cada una de la tallas, se realiza una sola vez, ya que todos los modelos tienen el mismo precio. |
| ACTIVIDAD: ATENCIÓN AL CLIENTE | |
| ROL: VENDEDOR | |
| OBJETIVO: Analizar con el cliente las características que requiere | |
| TAREA | DESCRIPCIÓN DE LA TAREA |
| Recibir el pedido | El cliente solicita la cantidad, los modelos, las tallas y los colores que requiera. |
| Negociar el precio | Se realiza un descuento dependiendo de la cantidad que se solicite. |
| Acordar fecha de entrega | Según el tamaño del pedido se estima la fecha que se terminará el pedido. |

| | | |
|---|---|--------------------------------|
| ACTIVIDAD: ADQUISICIÓN DE MP | | ROL: GERENTE |
| OBJETIVO: Solicitar la materia prima necesaria para completar el pedido | | |
| TAREA | DESCRIPCIÓN DE LA TAREA | |
| Revisar lonas | Calcular cuántos metros se requiere para el pedido. | |
| Verificar pinturas | Pedir los colores y las cantidades necesarias. | |
| Emitir orden de compra | Solicitar los materiales necesarios | |
| Realizar el pago | Según el monto se cancela en efectivo o con cheques | |
| Recibir MP | Verificar que lo solicitado llegue completo y según las especificaciones acordadas. | |
| | | |
| ACTIVIDAD: PROGRAMAR LA PRODUCCIÓN | | ROL: JEFE DE PRODUCCIÓN |
| OBJETIVO: Analizar el tiempo de producción y los turnos de trabajo que sean necesarios para cumplir el pedido. | | |
| TAREA | DESCRIPCIÓN DE LA TAREA | |
| Programar mano de obra | Según los pedidos pendientes y recientes programar los turnos necesarios. | |
| Establecer tiempos | Según todos los pedidos que se deben realizar. | |
| Revisar recursos | Informar si hacen falta recursos. | |
| | | |
| ACTIVIDAD: PRODUCCIÓN DE CAPELLADAS | | ROL: JEFE DE PRODUCCIÓN |
| OBJETIVO: Desarrollar paso a paso todas las actividades necesarias para obtener un producto de calidad, en el tiempo establecido. | | |
| TAREA | DESCRIPCIÓN DE LA TAREA | |
| Corte | Montar los rollos en las mesas de corte, colocar el molde de la talla requerida, cortar y ligar docenas completas. | |
| Estampar | Centrar los cuadros de los modelos solicitados, los cuadros debe estar limpios. Estampar los dos colores del modelo dejando secar la pintura después de pasar cada color. Lavar los cuadros para cambiarlos, o para cambiar de color. | |
| Alta Frecuencia | Se calienta el corte en la estación de caliente de la máquina de alta frecuencia para ablandar el material, se lo pasa a la estación de frio para grabar el diseño. | |
| Control de calidad | Se revisa cada corte, para controlar que no existan fallas en el material, estampado o centrado. | |
| | | |
| ACTIVIDAD: EMBODEGADO | | ROL: JEFE DE PRODUCCIÓN |

| | |
|--|---|
| OBJETIVO: Clasificar y empaçar pedidos por clientes. | |
| TAREA | DESCRIPCIÓN DE LA TAREA |
| Revisar ordenes de pedidos | Revisar pedido y fechas de entrega. |
| Clasificar pedidos | Separar y empaçar pedidos de los diferentes clientes. |
| | |
| ACTIVIDAD: VENTA | ROL: GERENCIA |
| OBJETIVO: Entregar los pedidos a los clientes. | |
| TAREA | DESCRIPCIÓN DE LA TAREA |
| Entregar pedidos | Entregar en oficina o a domicilio. |
| Emitir orden de entrega y factura | Conjunto con el pedido se entrega una orden de entrega y la respectiva factura. |

Diagramas de proceso

Diagrama de ensamble de fabricación de capelladas

En la Figura 10, se presenta el diagrama de ensamble para la producción de capelladas, en donde se visualiza la secuencia de las actividades y la introducción de materia prima.

DIAGRAMA DE ENSAMBLE

Fabricación de capelladas

Elaborado por: Estefanía Zamora

Revisado por: Ing. César Rosero

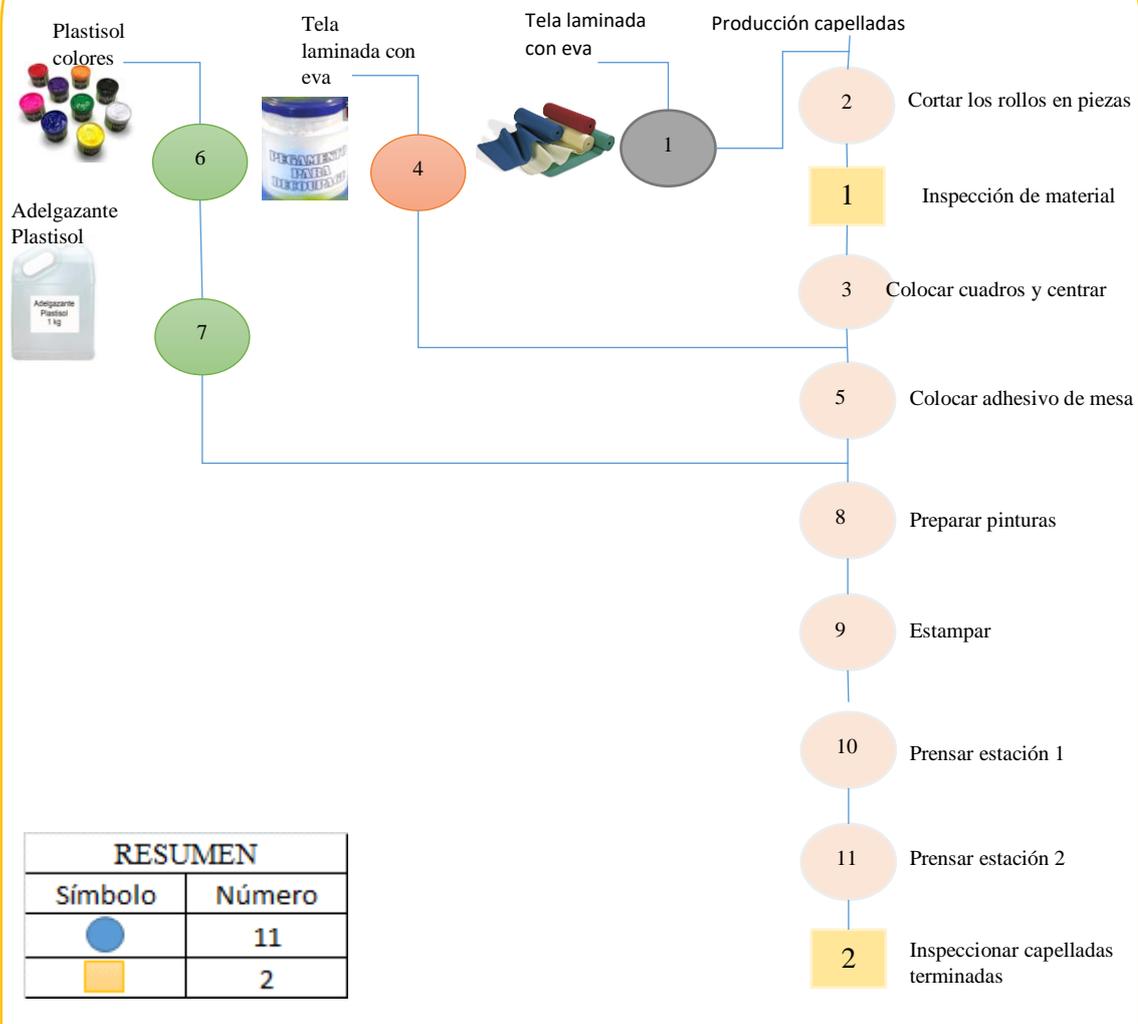


Figura 10. Diagrama de ensamble, producción de capelladas

Diagrama de recorrido

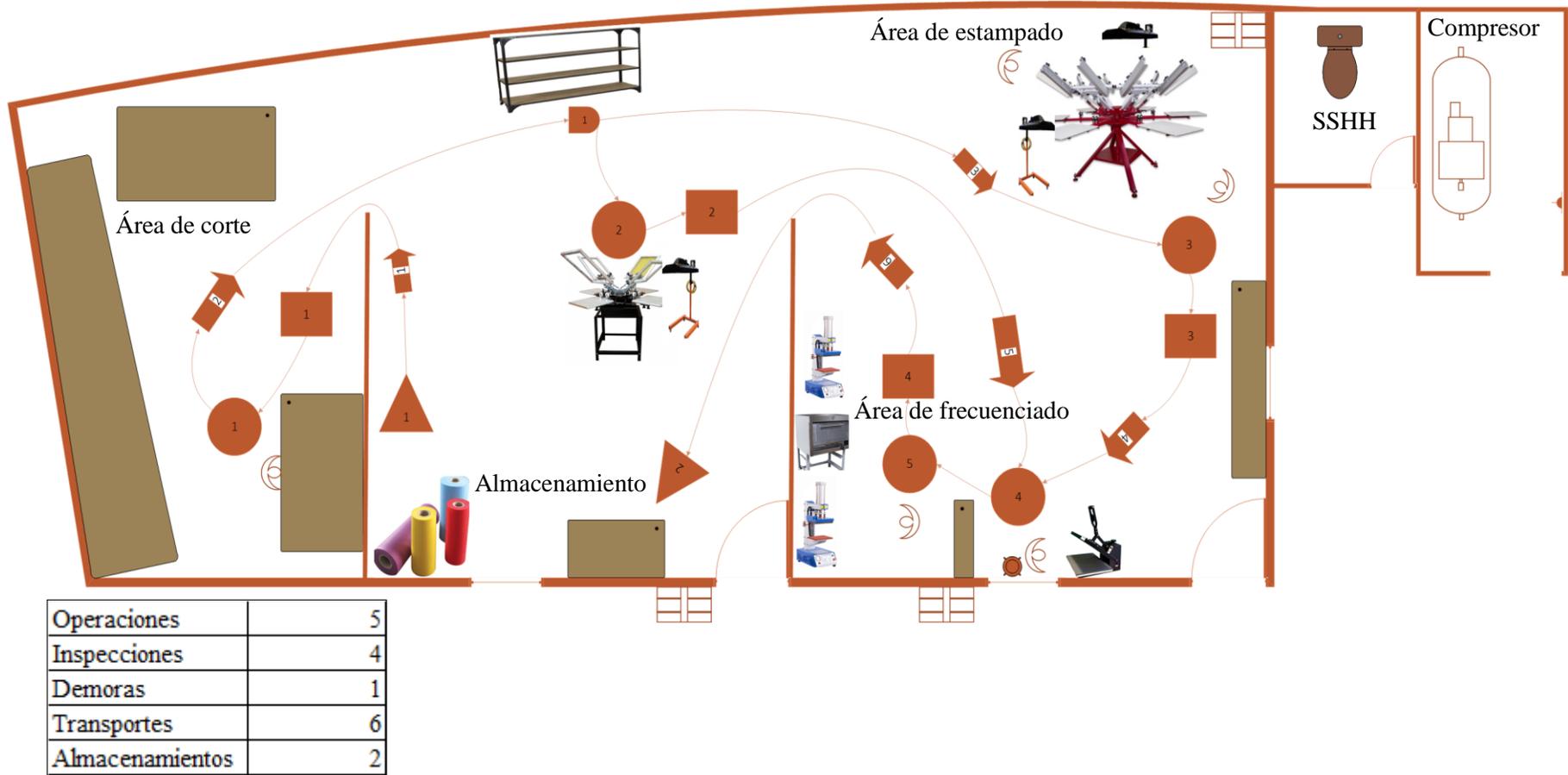


Figura 11. Diagrama de recorrido, área de serigrafía

Cursograma analítico

El cursograma analítico presenta un cuadro general y bastante amplio de la sucesión de las actividades, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos dentro de cada proceso.

El diseño de una placa, los marcos para estampado y el revelado de éstos, son actividades que se realizan una solo vez dentro del proceso, por esta razón se las considerarán como **proyectos** dentro del proceso de fabricación de capelladas. Los tiempos que se van a tomar en estas tres actividades son en base a la experiencia del modelista y diseñador de la empresa, puesto que dichas actividades no se realizan de forma continua o diaria para realizar una toma de tiempos.

Diseño de placa

Las placas se utilizan en el proceso de alta frecuencia, en el que se graba a presión el diseño del mecanizado en el corte, y su proceso se muestra en la figura 12:

| Cursograma Analítico | | Operario/Material/Equipo | | | | | | |
|---|----------------|--------------------------|---------|---|---|--------------------|---|--|
| Diagrama N° 1 Hoja num 1 de 1 | | Actividad | | | | | | |
| Actividad: Diseño de placas | Operación | ○ | | | | 8 | | |
| Metodo: Actual/Propuesto | Transporte | ⇒ | | | | 2 | | |
| Lugar: Área de serigrafía | Inspeccion | □ | | | | 2 | | |
| Operario(s): 2 | Almacenamiento | ▽ | | | | 0 | | |
| Elaborado por: Estefania Zamora | Espera | D | | | | 1 | | |
| Fecha: | Distacia (m) | | | | | 3800 | | |
| Aprobado por: Ing. César Rosero | Tiempo (seg) | | | | | 566 min aproximado | | |
| Fecha: | Total | | | | | | | |
| Descripción | Distancia (m) | Tiempo (min) | Símbolo | | | | | Observaciones |
| | | | ○ | ⇒ | □ | ▽ | D | |
| Seleccionar nuevo modelo de calzado deportivo | - | 15 | ● | | | | | Investigar nuevos modelos de tendencia de moda |
| Dibujar el patrón en la horma | - | 30 | ● | | | | | A mano |
| Pasar el patrón a cartulina | - | 5 | ● | | | | | Pasar el diseño a 2D |
| Verificar el modelo en una muestra física | - | 30 | | | | ● | | Cortar, aparar y armar un corte, y de ser necesaiio, corregir |
| Escanear el patrón | - | 1 | ● | | | | | |
| Diseñar la placa en SolidWorks | - | 240 | ● | | | | | - |
| Obtener código para mecanizar | - | 30 | ● | | | | | - |
| Trasportar la placa de aluminio en bruto a la máquina fresadora CNC | 1900 | 10 | | | | ● | | La máquina CNC es alquilada en otra empresa de la ciudad |
| Esperar disponibilidad de la máquina | - | - | | | | | ● | - |
| Mecanizar la placa en aluminio | - | 180 | ● | | | | | El tiempo de mecanizado depende del tamaño y detalles que tenga la placa |
| Transportar la placa mecanizada al taller | 1900 | 10 | | | | ● | | - |
| Hacer pruebas con la nueva placa | - | 10 | ● | | | | | - |
| Verificar que el diseño este bien realizado | - | 5 | | | | ● | | - |
| TOTAL | 3800 | 566 | 8 | 2 | 2 | 0 | 1 | |

Figura 12. Cursograma analítico, diseño de placas

Diseño del modelo de estampado

Consiste en dibujar o diseñar en un software las formas que se van estampar en las capelladas, y su proceso se muestra en la Figura 1:

| Cursograma Analítico | | Operario/Material/Equipo | | | | | | |
|--|----------------|--------------------------|---------|---|---|--------------------|---|---|
| Diagrama N° 2 Hoja num 1 de 1 | | Actividad | | | | | | |
| Actividad: Diseño de estampado | Operación | ○ | | | | 8 | | |
| Método: Actual/Propuesto | Transporte | ⇒ | | | | 0 | | |
| Lugar: Área de serigrafía | Inspeccion | □ | | | | 3 | | |
| Operario(s): 2 | Almacenamiento | ▽ | | | | 0 | | |
| Elaborado por: Estefanía Zamora | Espera | D | | | | 0 | | |
| Fecha: | Distacia (m) | | | | | 80 | | |
| Aprobado por: Ing. César Rosero | Tiempo (seg) | | | | | 235 min aproximado | | |
| Fecha: | Total | | | | | | | |
| Descripción | Distancia (m) | Tiempo (min) | Símbolo | | | | | Observaciones |
| | | | ○ | ⇒ | □ | ▽ | D | |
| Seleccionar nuevo modelo de calzado deportivo | – | 15 | ● | | | | | Investigar nuevos modelos de tendencia de moda |
| Dibujar el patrón en la horma | – | 30 | ● | | | | | A mano |
| Pasar el patrón a cartulina | – | 5 | ● | | | | | Pasar el diseño a 2D |
| Verificar el modelo en una muestra física | 40 | 30 | ● | ● | | | | Cortar, aparar y armar un corte, y de ser necesaiio, corregir |
| Escanear el patrón | – | 1 | ● | | | | | |
| Diseñar el modelo en Illustrator o AutoCAD | – | 120 | ● | | | | | – |
| Imprimir en papel | – | 1 | ● | | | | | – |
| Hacer una muestra | 40 | 15 | | ● | | | | Verificar el correcto diseño en la horma |
| Verificar que coincida con el diseño de la placa | – | 5 | | ● | | | | – |
| Separar colores | – | 10 | ● | | | | | – |
| Imprimir los negativos | – | 3 | ● | | | | | En hojas calco |
| TOTAL | 80 | 235 | 8 | 0 | 3 | 0 | 0 | |

Figura 13. Cursograma analítico, diseño del modelo de estampado

Revelado de marcos

Las sedas o mallas de los marcos se pueden reutilizar según el uso que tengan. En esta actividad lo que generalmente se hace es recuperar los marcos con diseños deteriorados u obsoletos, en ocasiones cuando no existe disponibilidad, se tiempla malla en marcos nuevos o cuando la malla se haya roto. Esta actividad se repite cuando después de tiempo de uso la emulsión se desgasta. A continuación en la Figura 14 se muestran los pasos para revelar marcos:

| Cursograma Analítico | | Operario/Material/Equipo | | | | | | |
|--|----------------|--------------------------|---------|---|---|--------------------|---|---|
| Diagrama N° 2 Hoja num 1 de 1 | | Actividad | | | | | | |
| Actividad: Diseño de marcos | Operación | ○ | | | | 8 | | |
| Metodo: Actual/Propuesto | Transporte | ⇒ | | | | 0 | | |
| Lugar: Área de serigrafía | Inspeccion | □ | | | | 3 | | |
| Operario(s): 2 | Almacenamiento | ▽ | | | | 0 | | |
| Elaborado por: Estefanía Zamora | Espera | D | | | | 0 | | |
| Fecha: | Distacia (m) | | | | | 80 | | |
| Aprovado por: Ing. César Rosero | Tiempo (seg) | | | | | 235 min aproximado | | |
| Fecha: | Total | | | | | | | |
| Descripción | Distancia (m) | Tiempo (min) | Simbolo | | | | | Observaciones |
| | | | ○ | ⇒ | □ | ▽ | D | |
| Seleccionar nuevo modelo de calzado deportivo | – | 15 | ● | | | | | Investigar nuevos modelos de tendencia de moda |
| Dibujar el patrón en la horma | – | 30 | ● | | | | | A mano |
| Pasar el patrón a cartulina | – | 5 | ● | | | | | Pasar el diseño a 2D |
| Verificar el modelo en una muestra física | 40 | 30 | | | ● | | | Cortar, aparar y armar un corte, y de ser necesaiio, corregir |
| Escanear el patrón | – | 1 | ● | | | | | |
| Diseñar el modelo en Illustrator o AutoCAD | – | 120 | ● | | | | | – |
| Imprimir en papel | – | 1 | ● | | | | | – |
| Hacer una muestra | 40 | 15 | | | ● | | | Verificar el correcto diseño en la horma |
| Verificar que coincida con el diseño de la placa | – | 5 | | | ● | | | – |
| Separar colores | – | 10 | ● | | | | | – |
| Imprimir los negativos | – | 3 | ● | | | | | En hojas calco |
| TOTAL | 80 | 235 | 8 | 0 | 3 | 0 | 0 | |

Figura 14. Cursograma analítico, proceso de revelado, diseño de marcos

Fabricación de capelladas

En la Figura 15 se muestra en cursograma con el procedimiento para fabricación de capelladas, este es el proceso que se va a tomar en cuenta para la investigación, ya que este es el proceso que tiene un ciclo repetitivo.

| Cursograma Analítico | | Operario/Material/Equipo | | | | | | |
|--|----------------|--------------------------|---------|---|-----------|----|---|---|
| Diagrama N° 4 Hoja num 1 de 1 | | Actividad | | | | | | |
| Actividad: Elaboración de capelladas | Operación | ○ | | | | 10 | | |
| Metodo: Actual/Propuesto | Transporte | ⇒ | | | | 4 | | |
| Lugar: Área de serigrafía | Inspeccion | □ | | | | 3 | | |
| Operario(s): 4 | Almacenamiento | ▽ | | | | 2 | | |
| Elaborado por: Estefanía Zamora | Espera | D | | | | 0 | | |
| Fecha: | Distacia (m) | | | | 41,8 | | | |
| Aprobado por: Ing. César Rosero | Tiempo (seg) | | | | 39,23 min | | | |
| Fecha: | Total | | | | | | | |
| Descripción | Distancia (m) | Tiempo (min) | Simbolo | | | | | Observaciones |
| | | | ○ | ⇒ | □ | ▽ | D | |
| Recepción de materia prima en bodega | – | – | | | | | | Verificar que materiales coincidan con las facturas |
| Transporte de rollos al área de corte | 4 | 0,7 | | | | | | Manual |
| Inspección de la tela | – | 1,6 | | | | | | Devolver en caso de defectos |
| Corte del material | – | 4,04 | | | | | | – |
| Contar y ligar docenas | – | 0,91 | | | | | | – |
| Transporte a perchas de cortes | 5,5 | 0,4 | | | | | | Clasificar por talla y color |
| Preparar pinturas | – | 1,71 | | | | | | – |
| Centrar marcos | – | 4,82 | | | | | | – |
| Colocar adhesivo de mesa en los tableros del pulpo | – | 1,02 | | | | | | – |
| Encender los pre-secadores | – | 0,51 | | | | | | – |
| Transportar cortes al área de serigrafía | 7 | 0,2 | | | | | | – |
| Estampar las capelladas | – | 8,22 | | | | | | Dejar secar de 4 a 5 segundos depues de estampar cada color |
| Verificar el correcto estampado | – | 0,5 | | | | | | Limpiar si es posible o remplazar |
| Lavar los cuadros | – | 1,94 | | | | | | Limpiar completamente para guardarlos o cambiar de color |
| Transportar capelladas hasta plancha | 4,3 | 0,59 | | | | | | Manual |
| centrar el corte con la placa | – | 2,4 | | | | | | – |
| frecuenciar en las dos estaciones | – | 8,17 | | | | | | La máquina debe ser encendida previamente y preparada previamente |
| Inspección del correcto frecuenciado | – | 0,9 | | | | | | – |
| Almacenar en bodega de producto terminado | 21 | 0,6 | | | | | | Manual |
| TOTAL | 41,8 | 39,23 | 10 | 4 | 3 | 2 | 0 | |

Figura 15. Cursograma analítico, fabricación de capelladas.

3.4 Estudio de tiempos

Número de ciclos a cronometrar

Para este cálculo se realizó 10 observaciones preliminares, basadas en el primer proceso del área de serigrafía de la empresa Strocalza, mostradas en la tabla 2:

Tabla 2. Observaciones preliminares para el estudio de la muestra

| Número de observación | Observación preliminar (min) | Cuadrado de observación preliminar (min) |
|-----------------------|------------------------------|--|
| 1 | 6,28 | 39,44 |
| 2 | 6,63 | 43,96 |
| 3 | 5,61 | 31,47 |
| 4 | 5,51 | 30,36 |
| 5 | 5,93 | 35,16 |
| 6 | 6,84 | 46,79 |
| 7 | 6,54 | 42,77 |
| 8 | 6,14 | 37,70 |
| 9 | 5,36 | 28,73 |
| 10 | 6,06 | 36,72 |
| | $\Sigma X = 60,9$ | $\Sigma X^2 = 373,10$ |

Sustituyendo estos valores en la ecuación 1:

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2}}{\Sigma X} \right)^2$$

$$n = \left(\frac{40\sqrt{10(373,10) - (60,9)^2}}{60,9} \right)^2$$

$$n = 9,573 \approx 10$$

Se obtiene entonces que el número de observaciones a realizar con un nivel de confianza del 95,45% según el método estadístico es 10.

Cálculo de tiempo estándar por procesos

- **Proceso de corte**

En la tabla 3 se presenta la descripción de las actividades que se realizan en el proceso de corte del área de serigrafía, la tabla 4 contiene los tiempos observados y el tiempo

normal de cada actividad y la tabla 5 muestra el cálculo de suplementos y el tiempo estándar del proceso de corte.

Tabla 3. Descripción de actividades- Corte

| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES | | |
|---|---------------------------|--------------|
| PRODUCTO | Capelladas | ESTUDIO N° 1 |
| MATERIAL | Tela laminada / sintético | |
| OPERACIÓN | Corte | |
| MÁQUINA | Ninguna | |
| HERRAMIENTA | Estilete, moldes | |
| OPERARIO | Rafael Toyo | |
| A Cortar el material | | |
| B Contar y ligar docena | | |
| ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN | | |
| C Montar o cambiar el rollo en la mesa | | |

Tabla 4. Tiempo normal- Corte

| TIEMPO NORMAL | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|----------------|-----------------|----------|
| PROCESO | | Corte | | | | | | | | | | | | | |
| ESTUDIO N° | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| PRODUCTO | | Capelladas | | | | | | | | | | | | | |
| MÁQUINA | | Ninguna | | | | | | | | | | | | | |
| OPERARIO | | Rafael Toyo | | | | | | | | | | | | | |
| Elaborado por | | Estefania Zamora | | | | | | | | | | | | | |
| Revisado por | | Ing. César Rosero | | | | | | | | | | | | | |
| N° | Descrip. del elemento | CICLOS (s) | | | | | | | | | | RESUMEN | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | TOTAL | Prom. | ID | TN |
| 1 | A | 302,18 | 303,54 | 300,58 | 289,09 | 298,4 | 302,15 | 302,43 | 285,25 | 293,37 | 297,21 | 2974,2 | 297,42 | 1,06 | 315,2652 |
| 2 | B | 44,6 | 38,33 | 41,36 | 45,58 | 42,44 | 41,04 | 40,58 | 39,37 | 37,24 | 49,56 | 420,1 | 42,01 | 1,06 | 44,5306 |
| Nota: Prom= Promedio; ID=Índice de desempeño; TN= Tiempo normal | | | | | | | | | | | | | TN(seg) | 359,7958 | |
| | | | | | | | | | | | | | TN(min) | 6,00 | |
| 3 | C | 190,05 | 185,8 | 189,42 | 184,35 | 194,28 | 198,39 | 208,67 | 186,38 | 194,62 | 203,8 | 1935,76 | 193,58 | | |
| Tiempo de actividades de preparación en minutos | | | | | | | | | | | | | 3,23 | | |

Tabla 5. Cálculo de suplementos y tiempo estándar-Corte

| TIEMPO ESTÁNDAR | | | |
|---|-------------------|---------------------------------------|-------------------|
| PROCESO | Corte | | |
| ESTUDIO N° | 1 | | |
| PRODUCTO | Capelladas | | |
| OPERARIO | Rafael Toyo | | |
| GÉNERO DEL OPERARIO | Masculino | | |
| Elaborado por | Estefanía Zamora | | |
| Revisado por | Ing. César Rosero | | |
| SUPLEMENTOS CONSTANTES | A | Suplemento por necesidades personales | VALOR 5 |
| | B | Suplementos base por fatiga | 4 |
| SUPLEMENTOS VARIABLES | A | Suplemento por trabajar de pie | 2 |
| | B | Suplemento por postura anormal | 2 |
| | C | Uso de fuerza/energía muscular | 3 |
| | D | Ruido | 1 |
| | E | Monotonía | 1 |
| $TS = \frac{TN}{(1 - \frac{\sum \text{suplementos}}{100})}$ | | TOTAL | 18 |
| | | TN(seg) | TN(min) |
| | | 359,7958 | 6,00 |
| | | TS(seg) | TS(min) |
| | | 438,78 | 7,31 |
| Nota: TN= Tiempo normal; TS= Tiempo estándar | | | |

- **Proceso de Estampado**

En la tabla 6 se presenta la descripción de las actividades que se realizan en el proceso de estampado del área de serigrafía, la tabla 7 contiene los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad, la tabla 8 muestra el cálculo de suplementos para hombre y su respectivo tiempo estándar y en la tabla 9 se realiza el cálculo de los suplementos para mujer y el tiempo estándar para el proceso de estampado. El cálculo del tiempo estándar en este proceso se realiza con suplementos tanto para el sexo femenino como masculino, ya que esta actividad la realizan un hombre y una mujer al tiempo. Se considera el mayor tiempo, que en este caso es el de mujer, para el tiempo total.

Tabla 6. Descripción de actividades- Estampado

| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|--------------|
| PRODUCTO | Capelladas estampadas | ESTUDIO N° 2 |
| MATERIAL | Tela laminada / sintético | |
| OPERACIÓN | Estampado | |
| MÁQUINA | Pulpo manual, Pre-secadores | |
| HERRAMIENTA | Racles, marcos, plastisol | |
| OPERARIO | Anyela Mosquera y José Aguilar | |
| A Colocar adhesivo de mesa | | |
| B Estampar capelladas | | |
| C Verificar estampado | | |
| D Lavar cuadros | | |
| ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN | | |
| E Preparar pintura | | |
| F Centrar marcos | | |
| G Encender pre-secadores | | |

Tabla 7. Tiempo normal- Estampado

| TIEMPO NORMAL | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| PROCESO | | Estampado | | | | | | | | | | | | | |
| ESTUDIO N° | | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| PRODUCTO | | Capelladas estampadas | | | | | | | | | | | | | |
| MÁQUINA | | Pulpo manual, Pre-secadores | | | | | | | | | | | | | |
| OPERARIO | | Anyela Mosquera y José Aguilar | | | | | | | | | | | | | |
| Elaborado por | | Estefanía Zamora | | | | | | | | | | | | | |
| Revisado por | | Ing. César Rosero | | | | | | | | | | | | | |
| N° | Descrip. del elemento | CICLOS (s) | | | | | | | | | | RESUMEN | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | TOTAL | Prom. | ID | TN |
| 1 | A | 52,13 | 48,45 | 49,34 | 45,22 | 49,08 | 51,39 | 50,56 | 45,38 | 50,16 | 52,31 | 494,02 | 49,402 | 0,97 | 9,58 |
| 2 | B | 519,32 | 512,01 | 516,39 | 509,5 | 505,41 | 594,15 | 600,59 | 515,28 | 599,59 | 598,39 | 5470,63 | 547,063 | 0,97 | 530,65 |
| 3 | C | 26,42 | 24,24 | 26,43 | 23,87 | 25,63 | 24,26 | 27,2 | 25,83 | 27,67 | 29,76 | 261,31 | 26,131 | 0,97 | 25,35 |
| 4 | D | 66,42 | 60,34 | 63,43 | 73,53 | 62,78 | 65,32 | 61,72 | 63,5 | 65,48 | 67,57 | 650,09 | 65,009 | 0,97 | 31,53 |
| Nota: Prom= Promedio; ID=Índice de desempeño; TN= Tiempo normal | | | | | | | | | | | | | TN(seg) | 597,11 | |
| | | | | | | | | | | | | | TN(min) | 9,95 | |
| 5 | E | 142,45 | 124,53 | 110,42 | 119,56 | 125,34 | 127,27 | 119,32 | 114,29 | 118,02 | 99,43 | 1200,63 | 120,063 | | |
| 6 | F | 281,24 | 267,54 | 200,34 | 289,2 | 270,13 | 234,56 | 287,45 | 202,43 | 298,56 | 285,43 | 2616,88 | 261,688 | | |
| 7 | G | 15,7 | 14,41 | 15,46 | 19,29 | 14,47 | 16,43 | 13,44 | 15,58 | 13,49 | 15,51 | 153,78 | 15,378 | | |
| Tiempo de las actividades de preparación (seg) | | | | | | | | | | | | | 397,129 | | |
| Tiempo de las actividades de preparación (min) | | | | | | | | | | | | | 6,62 | | |

Tabla 8. Cálculo de suplementos y tiempo estándar para hombre-Estampado

| TIEMPO ESTÁNDAR (HOMBRE) | | | |
|--|-----------------------|---------------------------------------|-------------------|
| PROCESO | Estampado | | |
| ESTUDIO N° | 2 | | |
| PRODUCTO | Capelladas estampadas | | |
| OPERARIO | Jose Aguilar | | |
| GÉNERO DEL OPERARIO | Masculino | | |
| Elaborado por | Estefanía Zamora | | |
| Revisado por | Ing. César Rosero | | |
| SUPLEMENTOS CONSTANTES | A | Suplemento por necesidades personales | VALOR 5 |
| | B | Suplementos base por fatiga | 4 |
| SUPLEMENTOS VARIABLES | A | Suplemento por trabajar de pie | 2 |
| | B | Suplemento por postura anormal | 0 |
| | C | Uso de fuerza/energía muscular | 1 |
| | D | Ruido | 1 |
| | E | Monotonía | 1 |
| $TS = \frac{TN}{\left(1 - \frac{\sum \text{suplementos}}{100}\right)}$ | | TOTAL | 14 |
| | | TN(seg) | TN(min) |
| | | 597,11 | 9,95 |
| | | TS(seg) | TS(min) |
| | | 694,32 | 11,57 |
| Nota: TN= Tiempo normal; TS= Tiempo estándar | | | |

Tabla 9. Cálculo de suplementos y tiempo estándar para mujer-Estampado

| TIEMPO ESTÁNDAR (MUJER) | | | |
|--|-----------------------|---------------------------------------|-------------------|
| PROCESO | Estampado | | |
| ESTUDIO N° | 2 | | |
| PRODUCTO | Capelladas estampadas | | |
| OPERARIO | Anyela Mosquera | | |
| GÉNERO DEL OPERARIO | Femenino | | |
| Elaborado por | Estefanía Zamora | | |
| Revisado por | Ing. César Rosero | | |
| SUPLEMENTOS CONSTANTES | A | Suplemento por necesidades personales | VALOR 7 |
| | B | Suplementos base por fatiga | 4 |
| SUPLEMENTOS VARIABLES | A | Suplemento por trabajar de pie | 4 |
| | B | Suplemento por postura anormal | 1 |
| | C | Uso de fuerza/energía muscular | 2 |
| | D | Ruido | 1 |
| | E | Monotonía | 1 |
| $TS = \frac{TN}{\left(1 - \frac{\sum \text{suplementos}}{100}\right)}$ | | TOTAL | 20 |
| | | TN(seg) | TN(min) |
| | | 597,11 | 9,95 |
| | | TS(seg) | TS(min) |
| | | 746,39 | 12,44 |
| Nota: TN= Tiempo normal; TS= Tiempo estándar | | | |

- **Proceso de alta frecuencia**

En la tabla 10 se presenta la descripción de las actividades que se realizan en el proceso de alta frecuencia del área de serigrafía, la tabla 11 contiene los tiempos observados y el tiempo normal de cada actividad y la tabla 12 muestra el cálculo de suplementos y el tiempo estándar del proceso.

Tabla 10. Descripción de actividades- Alta frecuencia

| DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|--------------|
| PRODUCTO | Capelladas terminadas | ESTUDIO N° 3 |
| MATERIAL | Tela laminada / sintético | |
| OPERACIÓN | Alta frecuencia | |
| MÁQUINA | Plancha sublimadora, Alta frecuencia | |
| HERRAMIENTA | Placas de aluminio | |
| OPERARIO | Gabriel Arteaga | |
| A Planchar | | |
| B Calentar y prensar | | |
| C Inspeccionar frecuenciado | | |
| ACTIVIDADES FUERA DE CICLO | | |
| D Almacenar | | |

Tabla 11. Tiempo normal- Alta frecuencia

| TIEMPO NORMAL | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------------|---------|---------|--------|
| PROCESO | | Alta frecuencia | | | | | | | | | | | | | |
| ESTUDIO N° | | 3 | | | | | | | | | | | | | |
| PRODUCTO | | Capelladas terminadas | | | | | | | | | | | | | |
| MÁQUINA | | Plancha sublimadora, Alta frecuencia | | | | | | | | | | | | | |
| OPERARIO | | Gabriel Arteaga | | | | | | | | | | | | | |
| Elaborado por | | Estefanía Zamora | | | | | | | | | | | | | |
| Revisado por | | Ing. César Rosero | | | | | | | | | | | | | |
| N° | Descrip. del elemento | CICLOS (s) | | | | | | | | | | RESUMEN | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | TOTAL | Prom. | ID | TN |
| 1 | A | 126,34 | 131,32 | 132,74 | 127,86 | 133,38 | 134,53 | 128,84 | 130,05 | 125,43 | 131,11 | 1301,6 | 130,16 | 0,94 | 122,35 |
| 2 | B | 420,43 | 422,64 | 411,2 | 414,56 | 423,45 | 418,28 | 421,83 | 423,82 | 417,07 | 404,72 | 4178 | 417,8 | 0,94 | 392,73 |
| 3 | C | 21,32 | 21,82 | 23,7 | 20,48 | 22,42 | 20,06 | 23,84 | 19,32 | 20,75 | 21,79 | 215,5 | 21,55 | 0,94 | 20,26 |
| Nota: Prom= Promedio; ID=Índice de desempeño; TN= Tiempo normal | | | | | | | | | | | | | | TN(seg) | 535,34 |
| | | | | | | | | | | | | | | TN(min) | 8,92 |
| 4 | D | 332,42 | 334,58 | 335,23 | 333,53 | 334,84 | 353,73 | 363,42 | 342,74 | 343,81 | 352,92 | 3427,22 | 342,722 | | |
| | | | | | | | | | | | | Tiempo de almacenamiento en minutos | | 5,71 | |

Tabla 12. Cálculo de suplementos y tiempo estándar-Alta frecuencia

| TIEMPO ESTÁNDAR | | | |
|--|-----------------------|---------------------------------------|-------------------|
| PROCESO | Alta frecuencia | | |
| ESTUDIO N° | 3 | | |
| PRODUCTO | Capelladas terminadas | | |
| OPERARIO | Gabriel Arteaga | | |
| GÉNERO DEL OPERARIO | Masculino | | |
| Elaborado por | Estefanía Zamora | | |
| Revisado por | Ing. César Rosero | | |
| SUPLEMENTOS CONSTANTES | A | Suplemento por necesidades personales | VALOR 5 |
| | B | Suplementos base por fatiga | 4 |
| SUPLEMENTOS VARIABLES | A | Suplemento por trabajar de pie | 2 |
| | B | Suplemento por postura anormal | 2 |
| | C | Uso de fuerza/energía muscular | 1 |
| | D | Ruido | 2 |
| | E | Monotonía | 1 |
| $TS = \frac{TN}{\left(1 - \frac{\sum \text{suplementos}_s}{100}\right)}$ | | TOTAL | 17 |
| | | TN(seg) | TN(min) |
| | | 535,34 | 8,92 |
| | | TS(seg) | TS(min) |
| | | 644,99 | 10,75 |
| Nota: TN= Tiempo normal; TS= Tiempo estándar | | | |

v

La tabla 13 muestra la sumatoria de los tiempos estándar de cada proceso de la fabricación de capelladas para calzado deportivo.

Tabla 13. Tiempo estándar total

| RESUMEN TIEMPO ESTÁNDAR | | |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| PROCESO | TS(seg) | TS(min) |
| Corte | 438,78 | 7,31 |
| Estampado | 746,39 | 12,44 |
| Alta frecuencia | 644,99 | 10,75 |
| TOTAL | 1830,15 | 30,50 |

3.5 Capacidad de producción

La capacidad de producción diaria por áreas se resume en la tabla 14, en donde se considera 480 minutos que corresponden a las 8 horas laborables que la empresa estima como horas de trabajo.

Para el cálculo de la capacidad de producción se utiliza la ecuación 4:

$$Cp = \frac{1}{Ts} \quad (4)$$

Y este resultado multiplicado por la jornada de trabajo (480 min) restando el tiempo de preparación, que es de aproximadamente 16 min:

| TIEMPOS DE PREPARACIÓN | |
|------------------------|-------|
| CORTE | 3,23 |
| ESTAMPADO | 6,62 |
| ALTA FRECUENCIA | 5,71 |
| TOTAL | 15,56 |

Tabla 14. Capacidad de producción por procesos

| CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN DIARIA | | | |
|--------------------------------|-----------------------|--|-----------------------------------|
| PROCESO | TIEMPO ESTÁNDAR (min) | FÓRMULA | CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (docenas) |
| Corte | 7,31 | $(464 \text{ min}) / (7,31 \text{ min/docena})$ | 63,4 |
| Estampado | 12,44 | $(464 \text{ min}) / (12,44 \text{ min/docena})$ | 37,3 |
| Alta frecuencia | 10,75 | $(464 \text{ min}) / (10,75 \text{ min/docena})$ | 43,2 |

Capacidad de producción total

Utilizando el tiempo estándar total se procede a calcular la capacidad total diaria de producción de capelladas en el área de serigrafía de la empresa de calzado Strocalza.

$$Cp = \frac{1}{Ts}$$

$$Cp = \frac{1}{12.44 \text{ docenas}}$$

$$Cp = \frac{464 \text{ min}}{12.44 \text{ min/docenas}}$$

$$Cp = 37.3 \text{ docenas}$$

3.6 Balanceo de la línea de ensamble

En la tabla 16, se describen las actividades con su respectiva secuencia y precedencia, y los tiempos estándar de cada actividad en minutos, en la figura 15 se muestra el diagrama de precedencia.

Tabla 15. Balanceo de la línea de ensamble - Actividades

| BALANCEO DE LA LÍNEA | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
| TAREA | TIEMPO DE LA TAREA (seg) | DESCRIPCIÓN | TAREA QUE DEBE PRECEDER |
| A | 384,47 | Cortar el material | — |
| B | 54,31 | Contar y ligar docena | A |
| C | 11,98 | Colocar adhesivo de mesa | B |
| D | 663,31 | Estampar capelladas | C |
| E | 31,68 | Verificar estampado | D |
| F | 39,41 | Lavar cuadros | E |
| G | 147,41 | Preparar la máquina | F |
| H | 473,17 | Calentar y prensar | G |
| I | 24,41 | Inspeccionar frecuenciado | H |
| TOTAL (s) | 1830,15 | | |
| TOTAL (min) | 30,50 | | |

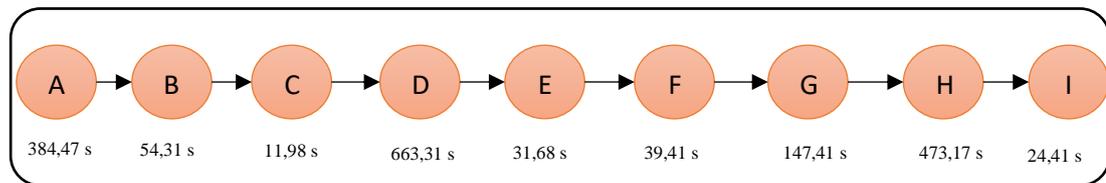


Figura 16. Diagrama de precedencia

Calcular el tiempo del ciclo:

$$C = \frac{\text{Tiempo de producción por día}}{\text{Producción requerida por día}}$$

$$C = \frac{464 \text{ min}}{40 \text{ docenas}} = 11.6 \text{ min} = 696 \text{ s}$$

Determinar el número mínimo de estaciones de trabajo que se requieren en teoría (el número real puede ser mayor) [9]:

$$N_t = \frac{30,5 \text{ min}}{12,43 \text{ min}} = 2,45 = 3 \text{ estaciones (redondeando)}$$

En la tabla 17, se indica la separación de estaciones calculada, y en la figura 16 la agrupación de actividades por estación en el diagrama de precedencia.

Tabla 16. Balanceo basado en la regla del número mayor de tareas subsiguientes.

| ESTACIONES | TAREAS | Tiempo de la tarea (seg) | Tiempo restante no asignado | |
|------------|--------|--------------------------|-----------------------------|-----------|
| Estación 1 | A | 384,47 | 311,53 | |
| | B | 54,31 | 257,22 | |
| | C | 11,98 | 245,24 | inactivos |
| Estación 2 | D | 663,31 | 32,69 | inactivos |
| Estación 3 | E | 31,68 | 664,32 | |
| | F | 39,41 | 624,90 | |
| | G | 147,41 | 477,49 | |
| | H | 473,17 | 4,32 | |
| | I | 24,41 | -20,08 | inactivos |

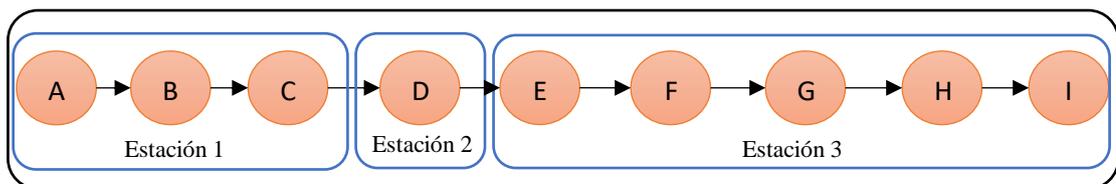


Figura 17. Agrupación de actividades en estaciones de trabajo

Cálculo de la eficiencia:

$$Eficiencia = \frac{30,5 \text{ min}}{3 \times 12,43 \text{ min}} = 0,82 \text{ u } 82\%$$

Una eficiencia de 82% indica un desbalance o una inactividad de 18% del tiempo de la línea entera.

3.7 Pronóstico de ventas

Histórico de ventas

Para poder definir el método que facilite la proyección de datos, es necesario conocer el comportamiento de las ventas registradas en periodos anteriores, para poder identificar los picos altos y bajos [9].

En la tabla 17 se puede observar los datos de las ventas de capelladas, entre sus diferentes clientes, comprendidos entre los años 2018 y 2019 y el pronóstico se realiza para el año 2020.

Tabla 17. Histórico de ventas de capelladas

| HISTÓRICO DE VENTAS | | | |
|----------------------------|----------------|------------|-------------------------------|
| AÑO | PERIODO | MES | CANTIDAD (DOCENAS) |
| 2018 | 1 | Enero | 465 |
| | 2 | Febrero | 559 |
| | 3 | Marzo | 680 |
| | 4 | Abril | 646 |
| | 5 | Mayo | 720 |
| | 6 | Junio | 936 |
| | 7 | Julio | 995 |
| | 8 | Agosto | 1080 |
| | 9 | Septiembre | 1256 |
| | 10 | Octubre | 1409 |
| | 11 | Noviembre | 1615 |
| | 12 | Diciembre | 1868 |
| 2019 | 13 | Enero | 975 |
| | 14 | Febrero | 995 |
| | 15 | Marzo | 990 |
| | 16 | Abril | 1004 |
| | 17 | Mayo | 1258 |
| | 18 | Junio | 1198 |
| | 19 | Julio | 1187 |
| | 20 | Agosto | 1512 |
| | 21 | Septiembre | 2368 |
| | 22 | Octubre | 1897 |
| | 23 | Noviembre | 1565 |
| | 24 | Diciembre | 1482 |

Con los datos recolectados se realiza la Figura 18, que representa de forma gráfica el comportamiento de los datos.



Figura 18. Comportamiento histórico de ventas

Ejecución del pronóstico de ventas

A continuación, se explica paso a paso la aplicación del método de regresión lineal con factor estacional.

- **Cálculo del factor estacional**

En la tabla 18 se muestran los resultados, que se realizaron obteniendo en primer lugar el promedio entre los mismos meses de los 2 periodos (2018 y 2019), y seguido por la determinación del promedio general de los 24 periodos. El factor de estacionalidad se obtiene dividiendo cada promedio individual para el promedio general.

Para el primer periodo se tiene:

$$IE = \frac{\text{Promedio}}{\text{Promedio General}} \quad (8)$$

$$IE = \frac{720 \text{ docenas}}{1194,17 \text{ docenas}}$$

$$IE = 0,6029$$

El mismo cálculo se aplica a los 11 periodos restantes:

Tabla 18. Cálculo de índice estacional

| FACTOR ESTACIONAL | | | | |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------|------------------------------|
| PERIODO | VENTAS 2018 (docenas) | VENTAS 2019 (docenas) | PROMEDIO | ÍNDICE ESTACIONAL |
| 1 | 465 | 975 | 720 | 0,6029 |
| 2 | 559 | 995 | 777 | 0,6507 |
| 3 | 680 | 990 | 835 | 0,6992 |
| 4 | 646 | 1004 | 825 | 0,6909 |
| 5 | 720 | 1258 | 989 | 0,8282 |
| 6 | 936 | 1198 | 1067 | 0,8935 |
| 7 | 995 | 1187 | 1091 | 0,9136 |
| 8 | 1080 | 1512 | 1296 | 1,0853 |
| 9 | 1256 | 2368 | 1812 | 1,5174 |
| 10 | 1409 | 1897 | 1653 | 1,3842 |
| 11 | 1615 | 1565 | 1590 | 1,3315 |
| 12 | 1868 | 1482 | 1675 | 1,4027 |
| TOTAL | 12229 | 16431 | 14330 | |
| PROMEDIO GENERAL | | | 1194,17 | |

- **Desestacionalización de la serie de datos históricos**

A partir del factor estacional se procede a descomponer los datos del histórico de ventas de cada periodo con el objetivo de eliminar las variaciones para reflejar la línea de tendencia. Para su determinación se dividen las ventas de cada periodo para el factor estacional de la tabla 20 y sus resultados se muestran en la tabla 19:

Tabla 19. Desestacionalización de histórico de ventas

| DESESTACIONALIZACIÓN DE LA SERIE DE DATOS HISTÓRICOS | | |
|---|----------------------------------|----------------------------------|
| PERIODO | VENTAS 2018 (docenas) | VENTAS 2019 (docenas) |
| 1 | 771 | 1617 |
| 2 | 859 | 1529 |
| 3 | 972 | 1416 |
| 4 | 935 | 1453 |
| 5 | 869 | 1519 |
| 6 | 1048 | 1341 |
| 7 | 1089 | 1299 |
| 8 | 995 | 1393 |
| 9 | 828 | 1561 |
| 10 | 1018 | 1370 |
| 11 | 1213 | 1175 |
| 12 | 1332 | 1057 |

- **Método de mínimos cuadrados con los datos desestacionalizados**

Lo que se busca es obtener la ecuación de la recta que se adapte a los datos de ventas una vez que se han desestacionalizado. En la tabla 20, “X” representa en número de datos, “Y” los datos desestacionalizados de ventas:

Tabla 20. Análisis de regresión lineal

| ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL | | | | |
|-------------------------------------|--------------|----------------------|----------------------|---------------|
| X | Y | X² | Y² | XY |
| 1 | 771 | 1 | 594800 | 771 |
| 2 | 859 | 4 | 738094 | 1718 |
| 3 | 972 | 9 | 945747 | 2917 |
| 4 | 935 | 16 | 874353 | 3740 |
| 5 | 869 | 25 | 755792 | 4347 |
| 6 | 1048 | 36 | 1097369 | 6285 |
| 7 | 1089 | 49 | 1186114 | 7624 |
| 8 | 995 | 64 | 990301 | 7961 |
| 9 | 828 | 81 | 685161 | 7450 |
| 10 | 1018 | 100 | 1036111 | 10179 |
| 11 | 1213 | 121 | 1471230 | 13342 |
| 12 | 1332 | 144 | 1773593 | 15981 |
| 13 | 1617 | 169 | 2615015 | 21022 |
| 14 | 1529 | 196 | 2338482 | 21409 |
| 15 | 1416 | 225 | 2004598 | 21238 |
| 16 | 1453 | 256 | 2111978 | 23252 |
| 17 | 1519 | 289 | 2307271 | 25822 |
| 18 | 1341 | 324 | 1797690 | 24134 |
| 19 | 1299 | 361 | 1688036 | 24686 |
| 20 | 1393 | 400 | 1940991 | 27864 |
| 21 | 1561 | 441 | 2435437 | 32772 |
| 22 | 1370 | 484 | 1878101 | 30150 |
| 23 | 1175 | 529 | 1381543 | 27034 |
| 24 | 1057 | 576 | 1116340 | 25358 |
| TOTAL | 28660 | 4900 | 35764147 | 387057 |

Con los datos de las sumatorias de las variables obtenidos en la tabla 20, se determina los valores de a y b, mediante las ecuaciones 6 y 7 respectivamente:

$$n = 24$$

$$X = 300$$

$$Y = 28660$$

$$X^2 = 4900$$

$$Y^2 = 35764147$$

XY=387057

$$a = \frac{(x^2 * y) - (x * y)}{(n * x^2) - x^2} \quad (9)$$

$$a = \frac{(4900 * 28660) - (300 * 28660)}{(24 * 4900) - 4900}$$

$$\underline{a = 1169,8}$$

$$b = \frac{(n * xy) - (x * y)}{(n * x^2) - x^2} \quad (10)$$

$$b = \frac{(24 * 387057) - (300 * 28660)}{(24 * 4900) - 4900}$$

$$\underline{b = 6,13}$$

Los valores de las variables a y b se reemplazan en la ecuación 8:

$$y = a + bx \quad (11)$$

$$y = 1169,8 + 6,13x$$

Se utiliza esta ecuación de tendencia para calcular la proyección para un año, desde el mes 25 hasta el mes 36, multiplicando por el factor estacional correspondiente a cada mes, para el mes 25 tenemos:

$$y = 1169,8 + 6,13(25)$$

$$y = 1323,05$$

$$Ventas_{25} = 1323,05 * 0,6029$$

$$Ventas_{25} = 797,67 \approx 798 \text{ docenas}$$

En la tabla 21 se indica el cálculo del pronóstico de cada mes:

Tabla 21. Pronóstico de regresión con ajuste estacional

| PRONÓSTICO DE VENTAS | | | | | |
|----------------------|------------|----|---------|--------|--------|
| AÑO | MES | X | Y | FE | VENTAS |
| 2020 | Enero | 25 | 1323,05 | 0,6029 | 798 |
| | Febrero | 26 | 1329,18 | 0,6507 | 865 |
| | Marzo | 27 | 1335,31 | 0,6992 | 934 |
| | Abril | 28 | 1341,44 | 0,6909 | 927 |
| | Mayo | 29 | 1347,57 | 0,8282 | 1116 |
| | Junio | 30 | 1353,7 | 0,8935 | 1210 |
| | Julio | 31 | 1359,83 | 0,9136 | 1242 |
| | Agosto | 32 | 1365,96 | 1,0853 | 1482 |
| | Septiembre | 33 | 1372,09 | 1,5174 | 2082 |
| | Octubre | 34 | 1378,22 | 1,3842 | 1908 |
| | Noviembre | 35 | 1384,35 | 1,3315 | 1843 |
| | Diciembre | 36 | 1390,48 | 1,4027 | 1950 |

A continuación, se muestra una gráfica del pronóstico de ventas de capelladas para el año 2020 en la Figura 19, y una comparación entre las ventas histórica y pronosticadas en la Figura 20.



Figura 19. Pronóstico de ventas mensual para el año 2020

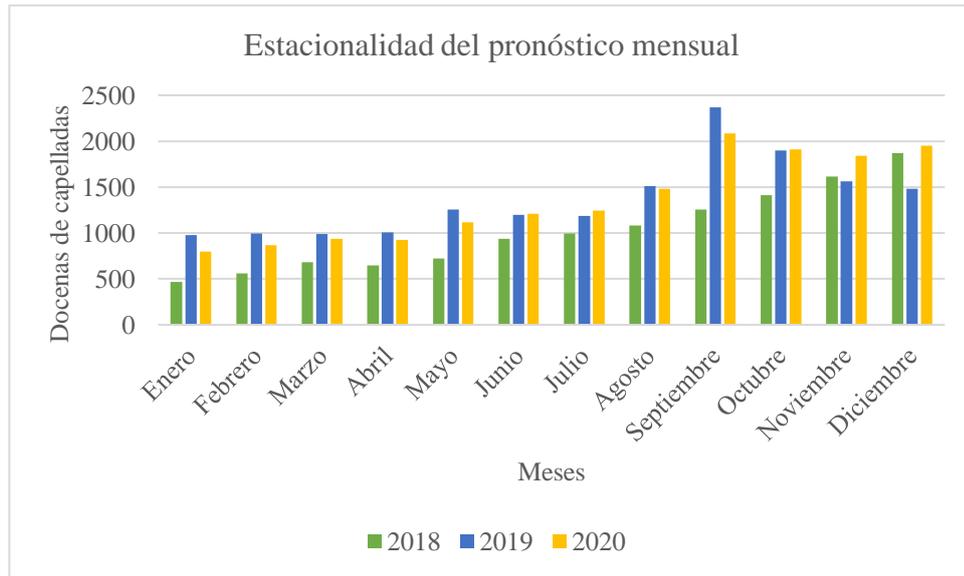


Figura 20. Estacionalidad del pronóstico mensual de venta de capelladas

3.8 Planeación Agregada

La planeación agregada o planificación agregada de producción es el método mediante el cual se coordina el uso de recursos y la programación de producción, traduciendo el plan de negocio en un plan de producción.

En este análisis se deben establecer estrategias para ajustar el recurso humano dependiendo de la demanda de producción, en donde incluye horas de trabajo variable o flexible, subcontratación, fuerza de trabajo constante, etc. [9].

Para la presente investigación se plantea una planeación agregada por fuerza de trabajo constante y una por horas extras. El plan agregado por subcontratación no aplica ya que va en contra de las políticas internas de la empresa.

A continuación en la Tabla 22 se plantea la obtención del salario de un trabajador, y seguidamente en la Tabla 23 los datos para realizar el plan agregado.

Tabla 22. Salario de un trabajador

| COSTO DE MANO DE OBRA | \$ |
|---|---------------|
| Salario Básico | 400 |
| Decimotercer sueldo | 33,3 |
| Decimicuarto sueldo | 33,3 |
| Fondo de reserva | 33,3 |
| Aporte patronal IESS(11,15% de un total de 20,6%) | 43,93 |
| TOTAL | 543,93 |

Para obtener las horas de trabajo requeridas, sabiendo que la jornada de trabajo dura 7,733 horas y que en una jornada se puede producir 37,3 docenas de capelladas (capacidad de producción del cuello de botella), se realiza la siguiente regla de tres:

8 h → 38,6 docenas

1 h → x

$$x = \frac{37,3 \text{ docenas}}{7,733 \text{ horas}}$$

$$x = 4,82 \text{ docenas/hora}$$

Para conocer el tiempo que se tarda en producirse una docena, invertimos el resultado obtenido anteriormente:

$$\frac{1}{4,82 \text{ docenas/hora}} = 0,207 \text{ horas/docena}$$

Tabla 23. Datos planeación agregada

| DATOS | |
|--------------------------------------|--|
| Materiales | \$ 12,5 /docena |
| Costo de mantenimiento de inventario | \$ 0,7 /docena/mes |
| Costo de contratación y capacitación | \$ 100,00/trabajador |
| Costo de despido | \$ 1182,00/trabajador a partir del 3er mes |
| Horas de trabajo requeridas | 0,207/docena |
| Costo del tiempo regular | \$1,64 /hora |
| Costo del tiempo extra al 50% | \$2,46/hora |
| Costo del tiempo extra al 100% | \$3,28/hora |
| Inventario inicial | 0 |

En la tabla 24 se muestra la primera propuesta de planeación agregada, producción exacta y fuerza de trabajo variable.

Tabla 24. Plan de producción 1 – Producción exacta, Fuerza de trabajo variable

| PLAN DE PRODUCCIÓN 1: PRODUCCIÓN EXACTA, FUERZA DE TRABAJO VARIABLE | | | | | | | | | | | | |
|---|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Requerimineto de producción | 798 | 865 | 934 | 927 | 1116 | 1210 | 1242 | 1482 | 2082 | 1908 | 1843 | 1950 |
| Dias hábiles por mes | 22 | 18 | 22 | 22 | 21 | 22 | 23 | 22 | 21 | 22 | 21 | 21 |
| Requerimineto de Producción diaria (Requerimiento de producción/Dias hábiles por mes) | 37 | 49 | 43 | 43 | 54 | 55 | 54 | 68 | 100 | 87 | 88 | 93 |
| Número de trabajadores requeridos (requerimiento de p | 4 | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 | 6 | 7 | 11 | 9 | 10 | 10 |
| Nuevos trabajadores contratados | 4 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 1 | 0 |
| Costo de contratación(nuevos trabajadores contratados*\$100,00) | 400 | 100 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 100 | 400 | 0 | 100 | 0 |
| Despido de trabajadores | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| Costo de despido(Trabajadores despedidos*\$1182) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Costo mano de obra al mes(trabajadores requeridos *\$536,43) | 2145,72 | 2841,629189 | 2493,674595 | 2493,674595 | 3131,591351 | 3189,583784 | 3131,591351 | 3943,485405 | 5799,243243 | 5045,341622 | 5103,334054 | 5393,296216 |

A continuación, se muestra el resumen de costos el plan de producción exacta y fuerza de trabajo variable, en la tabla 25:

Tabla 25. Costos del plan de producción 1

| COSTOS | |
|---|-------------------|
| Costo total de contrato y capacitación | 1200 |
| Costo total de despidos | 0 |
| Costo total de mano de obra | 44712,1654 |
| COSTO ANUAL DEL PLAN DE PRODUCCIÓN 1 | 45912,1654 |

En la tabla 26, se detalla la ejecución del plan de producción 2: fuerza de trabajo constante, tiempo extra:

Tabla 26. Plan de producción 2: Fuerza de trabajo constante, tiempo extra.

| PLAN DE PRODUCCIÓN 2: FUERZA DE TRABAJO CONSTANTE, TIEMPO EXTRA | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------------|----------|-----------|-----------|
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Inventario inicial | 0 | 602 | 281 | 466 | 473 | 221 | 190 | 222 | -82 | -745 | -508 | -506 |
| Días hábiles por mes | 22 | 18 | 22 | 22 | 21 | 22 | 23 | 22 | 21 | 22 | 21 | 21 |
| Pronóstico de la demanda | 798 | 865 | 934 | 927 | 1116 | 1210 | 1242 | 1482 | 2082 | 1908 | 1843 | 1950 |
| Producción por mes(64,65 docenas*Días hábiles por mes) | 1400 | 1146 | 1400 | 1400 | 1337 | 1400 | 1464 | 1400 | 1337 | 1400 | 1337 | 1337 |
| Inventario final (Producción por mes-pronóstico de la demanda) | 602 | 281 | 466 | 473 | 221 | 190 | 222 | -82 | -745 | -508 | -506 | -613 |
| Producción para tiempo extra | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 | 724 | 487 | 485 | 592 |
| Tiempo extra (producción para tiempo extra/0,207 h/docena) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12,42 | 149,868 | 100,809 | 100,395 | 122,544 |
| Tiempo extra regular (máximo 48 h por mes) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12,42 | 48 | 48 | 48 | 48 |
| Costo de tiempo extra regular (tiempo extra regular * \$1,64 por hora) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 20,37 | 78,72 | 78,72 | 78,72 | 78,72 |
| Tiempo extra al 50% | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 101,87 | 52,81 | 52,40 | 74,54 |
| Costo de tiempo extra al 50% (tiempo extra al 50%* \$ 2,46 por hora) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 250,60 | 129,91 | 128,89 | 183,38 |
| Costo de inventarios (unidades en exceso *\$0,7/docena) | 422 | 196 | 326 | 331 | 154 | 133 | 155 | 42 | 507 | 340 | 340 | 415 |
| Costo mano de obra regular (número de trabajadores *\$536,43) | 2199,363 | 2199,363 | 2199,363 | 2199,363 | 2199,363 | 2199,363 | 2199,363 | 2199,363 | 2199,363 | 2199,363 | 2199,363 | 2199,363 |

A continuación se muestra el resumen de costos el plan de producción exacta y fuerza de trabajo variable, en la tabla 27:

Tabla 27. Costos del plan de producción 2

| COSTOS | |
|---|-----------------|
| Costo de tiempo extra regular | 335,25 |
| Costo de tiempo al 50% | 692,78 |
| Costo de mantener inventario | 3362,42 |
| Costo de mano de obra | 26392,36 |
| COSTO ANUAL DEL PLAN DE PRODUCCIÓN 2 | 30782,80 |

Interpretación de los resultados de la Planeación Agregada

Acorde a los datos mostrados se establece que el mejor plan agregado para el área de serigrafía de la empresa de calzado Strocalza es la propuesta de fuerza de trabajo constante, tiempo extra, que resulta aproximadamente un 33% menos costoso.

3.9 Plan de requerimiento de materiales (MRP)

En primera instancia se procede a realizar el programa maestro de producción, que arrojará los datos necesarios para realizar el MRP.

Programa maestro de producción (MPS)

Tamaño de corrida lote por lote para un programa MRP

$$Q = \sqrt{\frac{2D * CE}{R}}$$

$$Q = \sqrt{\frac{2(8178.5) * 1.25}{0,5}}$$

$$Q = 202.21 \approx 203 \text{ docenas}$$

En la tabla 28, se muestra el MPS para conocer la producción en cada semana:

Tabla 28. Plan maestro de producción

| SEMANAS | ENERO | | | | FEBRERO | | | | MARZO | | | | |
|------------------------|-------|-----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Inventario Inicial | 0 | 56 | 112 | 167 | 222 | 237 | 252 | 12 | 20 | 63 | 106 | 149 | 192 |
| Unidades Pronosticadas | 199 | 199 | 200 | 200 | 240 | 240 | 240 | 145 | 212 | 212 | 212 | 212 | 86 |
| Pedidos de clientes | 110 | 180 | 200 | 120 | | | | | | | | | |
| Inventario final | 56 | 112 | 167 | 222 | 237 | 252 | 12 | 20 | 63 | 106 | 149 | 192 | 106 |
| MPS | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | 255 | | 153 | 255 | 255 | 255 | 255 | |

| ABRIL | | | | | MAYO | | | | JUNIO | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 106 | 126 | 153 | 188 | 223 | 301 | 22 | 43 | 19 | 40 | 20 | 0 | 25 | 5 |
| 133 | 177 | 220 | 220 | 177 | 279 | 279 | 279 | 279 | 275 | 275 | 275 | 275 | 110 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| 126 | 153 | 188 | 223 | 301 | 22 | 43 | 19 | 40 | 20 | 0 | 25 | 5 | 150 |
| 153 | 204 | 255 | 255 | 255 | | 300 | 255 | 300 | 255 | 255 | 300 | 255 | 255 |

Lista de Materiales (BOM)

La lista de materiales específica de qué parte o de qué componentes están formadas las capelladas, por lo tanto, permite calcular las cantidades de cada componente que hace falta para su fabricación. En la tabla 29 se describe el nombre del material, la letra asignada y el tiempo promedio en el cual se tarda en llegar los materiales a la empresa.

Tabla 29. Lista de materiales (BOM)

| LETRA | MATERIAL | CANTIDAD | UNIDAD | TIEMPO DE ENTREGA (sem) |
|-------|------------------|----------|-----------------|-------------------------|
| A | Capelladas | 12 | pares | 1 |
| B | sintetico/textil | 1,6 | metros lineales | 1 |
| C | Pintura | 166,6 | g | 1 |
| D | Plastisol (60%) | 99,96 | g | 1 |
| E | Base licra (38%) | 63,31 | g | 1 |
| F | Adelgazador (2%) | 3,33 | g | 1 |

En la tabla 30 se observa la lista de materiales en forma escalonada, en el cual se muestran los materiales primarios y los subensambles existentes dentro del proceso manufacturero de capelladas deportivas.

Tabla 30. Lista de materiales escalonada

| LISTADO DE MATERIALES ESCALONADO | | |
|-----------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| CAPELLADAS PARA CALZADO DEPORTIVO | | |
| Nivel 0 | Nivel 1 | Nivel 2 |
| A(12) | B(1,6) C(166,6) | D (99,96) E (63,31) F (3,33) |

Árbol del producto

En la figura 21, se ilustra la conformación de materiales según su jerarquía para la fabricación de capelladas de calzado.

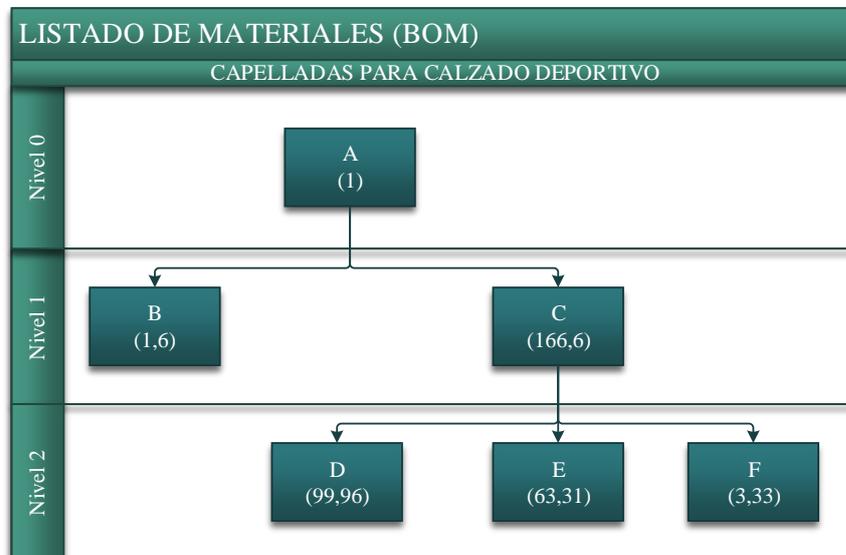


Figura 21. Árbol del producto

Desarrollo del Plan de requerimiento de materiales

En la tabla 31 se muestran los cálculos de los requerimientos brutos del programa MRP en un horizonte de planeación de 6 meses, de enero a junio de 2020.

Tabla 31. Plan de requerimiento de materiales

| Planificación de materiales | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------|-----------------------|--------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
| Artículo | Cantidad para elaborar elemento | Lead time | Inventario disponible | Stock de seguridad | Conceptos | ENERO | | | | FEBRERO | | | |
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| A | 1 | 1 | 250 | 0 | Necesidades brutas | 199 | 199 | 200 | 200 | 240 | 240 | 240 | 145 |
| | | | | | Recepciones programadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Disponible | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Necesidades netas | 0 | 148 | 200 | 200 | 240 | 240 | 240 | 145 |
| | | | | | Recepcion de orden | | 148 | 200 | 200 | 240 | 240 | 240 | 145 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 148 | 200 | 200 | 240 | 240 | 240 | 145 | 212 |
| B | 1,6 | 1 | 500 | 0 | Necesidades brutas | 237 | 320 | 320 | 320 | 384 | 384 | 384 | 232 |
| | | | | | Recepciones programadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Disponible | 263 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Necesidades netas | 0 | 57 | 320 | 320 | 384 | 384 | 384 | 232 |
| | | | | | Recepcion de orden | | 57 | 320 | 320 | 384 | 384 | 384 | 232 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 57 | 320 | 320 | 384 | 384 | 384 | 232 | 339 |
| C | 0,1666 | 1 | 10 | 0 | Necesidades brutas | 25 | 33 | 33 | 40 | 40 | 40 | 40 | 24 |
| | | | | | Recepciones programadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Disponible | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Necesidades netas | 15 | 33 | 33 | 40 | 40 | 40 | 40 | 24 |
| | | | | | Recepcion de orden | | 33 | 33 | 40 | 40 | 40 | 40 | 24 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 33 | 33 | 40 | 40 | 40 | 40 | 24 | 35 |
| D | 0,09996 | 1 | 35 | 0 | Necesidades brutas | 20 | 20 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 14 |
| | | | | | Recepciones programadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Disponible | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Necesidades netas | 0 | 5 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 14 |
| | | | | | Recepcion de orden | | 5 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 14 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 5 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 14 | 21 |
| E | 0,06331 | 1 | 2 | 0 | Necesidades brutas | 12,66 | 12,66 | 15,19 | 15,19 | 15,19 | 15,19 | 15,19 | 9,18 |
| | | | | | Recepciones programadas | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | | | | | Disponible | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | | | | | Necesidades netas | 10,66 | 12,66 | 15,19 | 15,19 | 15,19 | 15,19 | 15,19 | 9,18 |
| | | | | | Recepcion de orden | | 12,66 | 15,19 | 15,19 | 15,19 | 15,19 | 15,19 | 9,18 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 12,66 | 15,19 | 15,19 | 15,19 | 15,19 | 15,19 | 9,18 | 13,42 |
| F | 0,00333 | 1 | 1 | 0 | Necesidades brutas | 0,40 | 0,40 | 0,48 | 0,48 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,48 |
| | | | | | Recepciones programadas | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | | | | | Disponible | 0,60 | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | | | | | Necesidades netas | 0,00 | 0,00 | 0,28 | 0,48 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,48 |
| | | | | | Recepcion de orden | | 0,00 | 0,28 | 0,48 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,48 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 0,00 | 0,28 | 0,48 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,48 | 0,71 |

| Planificación de materiales | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------|-----------------------|--------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Artículo | Cantidad para elaborar elemento | Lead time | Inventario disponible | Stock de seguridad | Conceptos | MARZO | | | | | ABRIL | | | | | |
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| A | 1 | 1 | 250 | 0 | Necesidades brutas | 212 | 212 | 212 | 212 | 86 | 133 | 177 | 220 | 220 | 177 | |
| | | | | | Recepciones programadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | Disponible | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | Necesidades netas | 212 | 212 | 212 | 212 | 86 | 133 | 177 | 220 | 220 | 177 | 177 |
| | | | | | Recepcion de orden | 212 | 212 | 212 | 212 | 86 | 133 | 177 | 220 | 220 | 177 | 177 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 212 | 212 | 212 | 86 | 133 | 177 | 220 | 220 | 177 | 279 | 279 |
| B | 1,6 | 1 | 500 | 0 | Necesidades brutas | 339 | 339 | 339 | 339 | 138 | 213 | 283 | 352 | 352 | 283 | |
| | | | | | Recepciones programadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Disponible | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Necesidades netas | 339 | 339 | 339 | 339 | 138 | 213 | 283 | 352 | 352 | 283 | 283 |
| | | | | | Recepcion de orden | 339 | 339 | 339 | 339 | 138 | 213 | 283 | 352 | 352 | 283 | 283 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 339 | 339 | 339 | 138 | 213 | 283 | 352 | 352 | 283 | 446 | 446 |
| C | 0,1666 | 1 | 10 | 0 | Necesidades brutas | 35 | 35 | 35 | 35 | 14 | 22 | 29 | 37 | 37 | 29 | |
| | | | | | Recepciones programadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Disponible | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Necesidades netas | 35 | 35 | 35 | 35 | 14 | 22 | 29 | 37 | 37 | 29 | 29 |
| | | | | | Recepcion de orden | 35 | 35 | 35 | 35 | 14 | 22 | 29 | 37 | 37 | 29 | 29 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 35 | 35 | 35 | 14 | 22 | 29 | 37 | 37 | 29 | 46 | 46 |
| D | 0,09996 | 1 | 35 | 0 | Necesidades brutas | 21 | 21 | 21 | 21 | 9 | 13 | 18 | 22 | 22 | 18 | |
| | | | | | Recepciones programadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Disponible | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | | | | | Necesidades netas | 21 | 21 | 21 | 21 | 9 | 13 | 18 | 22 | 22 | 18 | 18 |
| | | | | | Recepcion de orden | 21 | 21 | 21 | 21 | 9 | 13 | 18 | 22 | 22 | 18 | 18 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 21 | 21 | 21 | 9 | 13 | 18 | 22 | 22 | 18 | 28 | 28 |
| E | 0,06331 | 1 | 2 | 0 | Necesidades brutas | 13,42 | 13,42 | 13,42 | 13,42 | 5,44 | 8,42 | 11,21 | 13,93 | 13,93 | 11,21 | |
| | | | | | Recepciones programadas | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | | | | | Disponible | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | | | | | Necesidades netas | 13,42 | 13,42 | 13,42 | 13,42 | 5,44 | 8,42 | 11,21 | 13,93 | 13,93 | 11,21 | 11,21 |
| | | | | | Recepcion de orden | 13,42 | 13,42 | 13,42 | 13,42 | 5,44 | 8,42 | 11,21 | 13,93 | 13,93 | 11,21 | 11,21 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 13,42 | 13,42 | 13,42 | 5,44 | 8,42 | 11,21 | 13,93 | 13,93 | 11,21 | 17,66 | 17,66 |
| F | 0,00333 | 1 | 1 | 0 | Necesidades brutas | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,29 | 0,44 | 0,59 | 0,73 | 0,73 | 0,59 | |
| | | | | | Recepciones programadas | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | | | | | Disponible | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | |
| | | | | | Necesidades netas | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,29 | 0,44 | 0,59 | 0,73 | 0,73 | 0,59 | 0,59 |
| | | | | | Recepcion de orden | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,29 | 0,44 | 0,59 | 0,73 | 0,73 | 0,59 | 0,59 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 0,71 | 0,71 | 0,71 | 0,29 | 0,44 | 0,59 | 0,73 | 0,73 | 0,59 | 0,93 | 0,93 |

| Planificación de materiales | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-----------|-----------------------|--------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Artículo | Cantidad para elaborar elemento | Lead time | Inventario disponible | Stock de seguridad | Conceptos | MAYO | | | | JUNIO | | | | |
| | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| A | 1 | 1 | 250 | 0 | Necesidades brutas | 279 | 279 | 279 | 279 | 275 | 275 | 275 | 275 | 110 |
| | | | | | Recepciones programadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | Disponible | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | Necesidades netas | 279 | 279 | 279 | 279 | 275 | 275 | 275 | 275 | 110 |
| | | | | | Recepcion de orden | 279 | 279 | 279 | 279 | 275 | 275 | 275 | 275 | 110 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 279 | 279 | 279 | 275 | 275 | 275 | 275 | 110 | 0 |
| B | 1,6 | 1 | 500 | 0 | Necesidades brutas | 446 | 446 | 446 | 446 | 440 | 440 | 440 | 440 | 176 |
| | | | | | Recepciones programadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | Disponible | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | Necesidades netas | 446 | 446 | 446 | 446 | 440 | 440 | 440 | 440 | 176 |
| | | | | | Recepcion de orden | 446 | 446 | 446 | 446 | 440 | 440 | 440 | 440 | 176 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 446 | 446 | 446 | 440 | 440 | 440 | 440 | 176 | 0 |
| C | 0,1666 | 1 | 10 | 0 | Necesidades brutas | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 18 |
| | | | | | Recepciones programadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | Disponible | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | Necesidades netas | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 18 |
| | | | | | Recepcion de orden | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 18 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 18 | 0 |
| D | 0,09996 | 1 | 35 | 0 | Necesidades brutas | 28 | 28 | 28 | 28 | 27 | 27 | 27 | 27 | 11 |
| | | | | | Recepciones programadas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | Disponible | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | Necesidades netas | 28 | 28 | 28 | 28 | 27 | 27 | 27 | 27 | 11 |
| | | | | | Recepcion de orden | 28 | 28 | 28 | 28 | 27 | 27 | 27 | 27 | 11 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 28 | 28 | 28 | 27 | 27 | 27 | 27 | 11 | 0 |
| E | 0,06331 | 1 | 2 | 0 | Necesidades brutas | 17,66 | 17,66 | 17,66 | 17,66 | 17,41 | 17,41 | 17,41 | 17,41 | 6,96 |
| | | | | | Recepciones programadas | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | Disponible | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| | | | | | Necesidades netas | 17,66 | 17,66 | 17,66 | 17,66 | 17,41 | 17,41 | 17,41 | 17,41 | 6,96 |
| | | | | | Recepcion de orden | 17,66 | 17,66 | 17,66 | 17,66 | 17,41 | 17,41 | 17,41 | 17,41 | 6,96 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 17,66 | 17,66 | 17,66 | 17,41 | 17,41 | 17,41 | 17,41 | 6,96 | 0 |
| F | 0,00333 | 1 | 1 | 0 | Necesidades brutas | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,37 |
| | | | | | Recepciones programadas | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | Disponible | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| | | | | | Necesidades netas | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,37 |
| | | | | | Recepcion de orden | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,37 |
| | | | | | Lanzamiento de orden | 0,93 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,92 | 0,37 | 0 |

Análisis de resultados

Una vez realizado el plan de requerimiento de materiales, ahora se analiza el costo en materiales y el costo de realizar el pedido, a continuación, en la tabla 33 se muestra el resumen de costos.

Tabla 32. Costos MRP

| MATERIAL | Cantidad de pedido | Costo de pedir | Costo de almacenar | Costo en Materiales |
|----------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| A | 5850,0 | — | — | — |
| B | 9360,0 | 468,0 | 234 | 60840 |
| C | 974,6 | 48,7 | 24,4 | — |
| D | 584,8 | 29,2 | 14,6 | 5555,3 |
| E | 370,4 | 18,5 | 9,3 | 5555,3 |
| F | 19,5 | 1,0 | 0,5 | 117,0 |
| | Total | 565,5 | 282,7 | 72067,5 |
| | | Total de producción | | 72915,7 |

3.10 Análisis de resultados

En el desarrollo del Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), para realizar el plan maestro de producción se determinó un tamaño de lote de producción igual a 203 docenas, que equivale a la producción para cada semana, en base a la demanda anual pronosticada. En base a estos resultados se planifica la adquisición de materiales para cada semana en función de la cantidad de materia prima necesaria para cada unidad (docena). Obteniendo los siguientes resultados: se requieren \$565.5 para cubrir costos de pedidos, \$282.7 para mantener inventario y \$72067,5 para comprar el material necesario, resultando que para la inversión necesaria es de \$72915,7.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se desarrolló un estudio de tiempos para evaluar la situación en la que se desenvuelve actualmente la empresa, obteniendo un tiempo estándar de producción de 30,5 min/docena, y un tiempo de ciclo igual a 12,46 min, y una capacidad de producción de 37,3 docenas/jornada.
- Realizando el balanceo de la línea de producción se determinó que se requieren 3 estaciones de trabajo para cumplir con la demanda actual, teniendo en cuenta que las actividades de la segunda estación (estampado), se realizan necesariamente entre dos personas.
- Se realizó el pronóstico de la demanda para el año 2020, mediante el método de regresión lineal con factor de estacionalidad, basado en el histórico de ventas de los años 2018 y 2019, dando como resultado una demanda total de 16357 docenas de capelladas.
- Mediante el desarrollo de las dos estrategias de planeación agregada, se determinó como mejor opción la de fuerza de trabajo constante, tiempo extra, ya que resulta aproximadamente un 33% más rentable a comparación de la estrategia de producción exacta, fuerza de trabajo variable.
- Al desarrollar el MRP se determinó que los costos para adquisición de materia prima y mantener el inventario para un periodo de 6 meses, programando de esta forma qué, cuándo y cuánto pedido semana a semana. El costo aproximado de producción es de \$72915,7.

4.2.Recomendaciones

- Dentro de la planeación agregada se sugiere a la empresa empezar contratando los trabajadores necesarios para el área de serigrafía, y conforme siga aumentando la demanda contratar un segundo turno en los meses con picos más altos.
- Mejorar los procedimientos efectuados en estampado, que es la actividad que representa el cuello de botella en el área de serigrafía, al mejorar este tiempo, aumentará la producción, mejorando la línea productiva.
- Revisar periódicamente el cumplimiento de los objetivos y alcances de los levantamientos de los procesos productivos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. A. Altamirano, «Programación de la producción para el proceso de troquelado en industrias manufactureras de calzado de cuero,» Ambato, 2017.
- [2] E. F. Salazar, «Modelo de planificación de la producción para el proceso de montaje en industrias de manufactura de calzado de cuero,» Ambato, 2017.
- [3] C. T. Fierro, «Modelo de programación lineal para un sistema de planeación de requerimiento de materiales (MRP) en la empresa de calzado de seguridad industrial Marcia,» UTA, Ambato, 2017.
- [4] V. A. Cruz, «Plan de requerimiento de materiales en la empresa Castro Maquinaria,» Ambato, 2015.
- [5] E. M. A. T. Edwin Alfredo Castillo Zavaleta, «Propuesta de un sistema MRP para incrementar la productividad en la línea de fabricación de calzado en la empresa Estefany Rouss, Trujillo,» Trujillo, 2015.
- [6] C. Troncoso y A. Amaya, «Entrevista: guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación,» *Fac. Med.*, vol. 65, n° 2, pp. 329-332, 2016.
- [7] L. C. Palacios Acero, *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2016.
- [8] B. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería Industrial: métodos, estándar y diseño del trabajo* (13ed), México: McGraw-Hill, 2014.
- [9] R. Chase, R. Jacobs y N. Aquilano, *Administración de operaciones: producción y cadena de suministro*(13ed), México: McGraw-Hill, 2013.
- [10] Z. Torres Hernández y H. Torres Martínez, *Planeación y control*, México: Grupo editorial Patria, 2014.
- [11] L. Krajewski, M. Malhotra y L. Ritzman, *Administración de operaciones: procesos y cadena de suministro*(10ed), Naucalpan de Juárez: Pearson Educación, 2013.
- [12] J. Heizer, B. Render y C. Munson, *Principles of operations management*(10ed), Inglaterra: Pearson, 2016.
- [13] J. J. C. Garces, «Mejora de la productividad, con el sistema Strobel en la elaboración de calzado de la empresa Strocalza».
- [14] J. Chacha, Interviewee, *Fabricación de capelladas*. [Entrevista]. 24 noviembre 2018.

ANEXOS

ANEXO 1

Formato de la entrevista

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

OBJETIVO:

Conocer la situación actual de la empresa respecto a la producción de capelladas en la empresa de calzado Strocalza.

CUESTIONARIO:

1. ¿Cuáles son los pasos para fabricar capelladas?
2. ¿Cuáles son los inconvenientes más frecuentes de producción en el área de serigrafía?
3. ¿Se cumplen los plazos de entrega de pedidos?
4. ¿Existen reclamos por parte de los clientes de capelladas?
5. ¿Considera necesario analizar y planificar la producción de capelladas? ¿Estima pérdidas dentro del proceso?
6. ¿Cómo maneja el inventario?
7. ¿Cómo planifica los turnos de trabajo?

NOTA: La información obtenida será empleada únicamente en el desarrollo del proyecto educativo.

Gracias por su colaboración

ANEXO 2

Formato para levantamiento de procesos

| | | | | |
|---|-------------------------|---------------|-----------------------|----------------|
|  | Título de Procedimiento | | Código: | SAS-004 |
| | <i>PROCEDIMIENTO</i> | | Fecha de Elaboración: | |
| | | | Ultima Aprobación: | |
| | | | Revisión | 01 |
| | Elaborado por: | Revisado por: | Aprobado por: | |
| | | | | |

1) OBJETIVO

2) ALCANCE

3) RESPONSABILIDADES

4) MÉTODO

a. DIAGRAMA DE FLUJO

5) ANEXOS

ANEXO 3

Valoración del ritmo de trabajo

En la siguiente tabla se presentan los índices de desempeño de un trabajador por medio del método de nivelación, esta tabla fue utilizada para calcular el tiempo normal dentro del estudio de tiempos [8].

| DESTREZA O HABILIDAD | | | ESFUERZO O EMPEÑO | | |
|----------------------|----|-------------|-------------------|----|------------|
| 0,15 | A1 | Superior | 0,13 | A1 | Excesivo |
| 0,13 | A2 | Superior | 0,12 | A2 | Excesivo |
| 0,11 | B1 | Excelente | 0,1 | B1 | Excelente |
| 0,08 | B2 | Excelente | 0,08 | B2 | Excelente |
| 0,06 | C1 | Buena | 0,05 | C1 | Bueno |
| 0,03 | C2 | Buena | 0,02 | C2 | Bueno |
| 0 | D | Regular | -0,04 | D | Regular |
| -0,05 | E1 | Aceptable | -0,08 | E1 | Aceptable |
| -0,1 | E2 | Aceptable | -0,08 | E2 | Aceptable |
| -0,16 | F1 | Deficiente | -0,12 | F1 | Deficiente |
| -0,22 | F2 | Deficiente | -0,17 | F2 | Deficiente |
| CONDICIONES | | | CONSISTENCIA | | |
| 0,06 | A | Ideales | 0,04 | A | Perfecta |
| 0,04 | B | Excelentes | 0,03 | B | Excelente |
| 0,02 | C | Buenas | 0,01 | C | Buena |
| 0 | D | Regulares | 0 | D | Regular |
| -0,03 | E | Aceptables | -0,02 | E | Aceptable |
| -0,07 | F | Deficientes | -0,04 | F | Deficiente |

ANEXO 4

La tabla que se presenta a continuación representa el sistemas de suplementos para el cálculo del tiempo estándar dentro del estudio de tiempos [8].

| Suplementos Constantes | H | M | Suplementos variables | H | M |
|---|-----|-----|------------------------------|-----|-----|
| Por necesidades personales | 5 | 7 | <i>Mala iluminación</i> | | |
| Por fatiga | 4 | 4 | ⇒ Ligeramente por debajo | 0.0 | 0.0 |
| Suplementos variables | | | ⇒ Bastante por debajo | 2.0 | 2.0 |
| Por trabajar de pie | 2 | 4 | ⇒ Absolutamente insuficiente | 5.0 | 5.0 |
| <i>Por postura normal</i> | | | <i>Concentración Intensa</i> | | |
| ⇒ Ligeramente incomodo | 0 | 1 | ⇒ Trabajo de cierta presión | 0.0 | 0.0 |
| ⇒ Inclinado | 2 | 3 | ⇒ Fatigoso | 2.0 | 2.0 |
| ⇒ Echado estirado | 7 | 7 | ⇒ Muy Fatigoso | 5.0 | 5.0 |
| <i>Uso de energía o fuerza Muscular kg.</i> | | | <i>Ruidos</i> | | |
| 2.50 | 0 | 1 | ⇒ Continuo | 0.0 | 0.0 |
| 5.00 | 1 | 2 | ⇒ Intermitente y fuerte | 1.0 | 1.0 |
| 7.50 | 2 | 3 | ⇒ Intermitente y muy fuerte | 2.0 | 2.0 |
| 10.00 | 3 | 5 | ⇒ Estridente y fuerte | 5.0 | 5.0 |
| 12.50 | 4 | 5 | <i>Tensión Mental</i> | | |
| 15.00 | 5 | 8 | | | |
| 17.50 | 7 | 10 | ⇒ Proceso bastante complejo | 1.0 | 1.0 |
| 20.00 | 9 | 13 | ⇒ Proceso complejo | 4.0 | 4.0 |
| 22.50 | 11 | 16 | ⇒ Muy complejo | 8.0 | 8.0 |
| 25.00 | 13 | 20 | <i>Monotonía</i> | | |
| 30.00 | 17 | | ⇒ Algo monótono | 0.0 | 0.0 |
| 35.50 | 22 | | ⇒ Bastante monótono | 1.0 | 1.0 |
| <i>Condiciones atmosféricas mili calorías/ cm²/s</i> | | | ⇒ Muy monótono | 4.0 | 4.0 |
| 16.00 | 0 | 0 | <i>Tedio</i> | | |
| 14.00 | 0 | 0 | ⇒ Algo aburrido | 0.0 | 0.0 |
| 12.00 | 0 | 0 | ⇒ Aburrido | 2.0 | 1.0 |
| 10.00 | 0.3 | 0.3 | ⇒ Muy aburrido | 5.0 | 2.0 |
| 8.00 | 1 | 1 | | | |
| 6.00 | 2.1 | 2.1 | | | |
| 5.00 | 3.1 | 3.1 | | | |
| 4.00 | 4.5 | 4.5 | | | |
| 3.00 | 6.4 | 6.4 | | | |
| 2.00 | 10 | 10 | | | |