



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E  
INDUSTRIAL**

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

TEMA:

---

**“MODELO DE SIMULACIÓN PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD EN EL  
PROCESO DE ELABORACIÓN DE CALZADO DE LA EMPRESA  
STROCALZA”**

---

Proyecto de investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Calidad de procesos productivos y de servicios.

**AUTOR:** Kelvin Eduardo Pérez Tonato

**TUTOR:** Ing. John Paul Reyes Vásquez, Mg.

**Ambato - Ecuador**

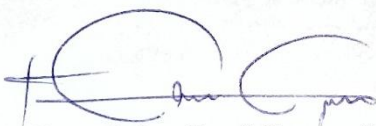
**Marzo – 2019**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del Trabajo de Titulación sobre el tema: “MODELO DE SIMULACIÓN PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CALZADO DE LA EMPRESA STROCALZA” del señor Kelvin Eduardo Pérez Tonato, 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 Marzo, 2019

EL TUTOR




Ing. John Paul Reyes Vásquez Mg.

## **AUTORÍA**

El presente Proyecto de Investigación titulado: “MODELO DE SIMULACIÓN PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CALZADO DE LA EMPRESA STROCALZA”, es absolutamente original, personal y auténtico por lo que el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Marzo, 2019



Kelvin Eduardo Pérez Tonato


CC.: 050222047-8

## **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, confines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato Marzo, 2019



Kelvin Eduardo Pérez Tonato

CC.: 050222047-8

## APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes calificadores, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “MODELO DE SIMULACIÓN PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CALZADO DE LA EMPRESA STROCALZA”, presentado por el señor Kelvin Eduardo Pérez Tonato, de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.

PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



Ing. César Rosero

DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Cristina Reinoso

DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA:**

*Este trabajo va dedicado principalmente a Dios por haberme dado la guía y la sabiduría además de su infinita bondad y amor para poder alcanzar mi objetivo.*

*A mi madre Lourdes por ser mi ejemplo y mi apoyo incondicional, quien con amor supo guiar mis pasos para hacerme una persona de bien.*

*A mi hermana Kelly a quien quiero y estimo mucho, la misma que con cariño me ha brindado su apoyo en todo momento he impulsado a seguir adelante, muchas gracias.*

*Kelvin Eduardo Pérez Tonato*

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a mis profesores no solo de universidad, si no de escuela y colegio por transmitirme sus conocimientos que me han ayudado a culminar mis estudios universitarios y a superarme cada día más.*

*A mi madre, hermana y familiares por el constante apoyo brindado en todo momento, para que ahora haya cumplido una meta más en mi vida.*

*A mi tutor Ing. John Reyes quien con su guía y conocimientos me permitió culminar el presente trabajo de titulación.*

*Kelvin Eduardo Pérez Tonato*

## ÍNDICE GENERAL

### Paginas Preliminares

|  |       |
|--|-------|
| APROBACIÓN DEL TUTOR .....                   | ii    |
| AUTORÍA .....                                | iii   |
| DERECHOS DE AUTOR .....                      | iv    |
| APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA ..... | v     |
| DEDICATORIA: .....                           | vi    |
| AGRADECIMIENTO .....                         | vii   |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                       | xiv   |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....                     | xvi   |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....                       | xvii  |
| RESUMEN .....                                | xviii |
| INTRODUCCIÓN .....                           | xx    |

### Contenido

|  |   |
|--|---|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....                | 1 |
| <b>EL PROBLEMA</b> .....               | 1 |
| 1.1 Tema .....                         | 1 |
| 1.2 Planteamiento del problema .....   | 1 |
| 1.2.1 Contextualización .....          | 1 |
| 1.3 Delimitación .....                 | 3 |
| 1.3.1 Delimitación de contenidos ..... | 3 |
| 1.4 Justificación .....                | 3 |
| 1.5 Objetivos .....                    | 4 |
| 1.5.1 Objetivo general .....           | 4 |
| 1.5.2 Objetivos específicos .....      | 4 |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....                | 5 |
| <b>MARCO TEÓRICO</b> .....             | 5 |



|        |   |    |
|--------|---|----|
| 2.1    | Antecedentes investigativos .....                       | 5  |
| 2.2    | Fundamentación teórica .....                            | 7  |
| 2.1.1  | Productividad .....                                     | 7  |
| 2.1.2  | Productividad en la empresa .....                       | 7  |
| 2.1.3  | Proceso .....   | 8  |
|        | Procesos estratégicos.....                              | 8  |
|        | Procesos clave .....                                    | 9  |
| 2.1.4  | Gráfico ABC .....                                       | 9  |
| 2.1.5  | Mapa de procesos .....                                  | 10 |
| 2.1.6  | Flujo de materiales .....                               | 10 |
| 2.1.7  | Cursogramas.....  | 12 |
| 2.1.8  | Distribución de planta .....                            | 14 |
| 2.1.9  | Objetivo de la distribución de planta.....              | 14 |
| 2.1.10 | Causas para una redistribución.....                     | 15 |
| 2.1.11 | Principios básicos de la distribución en planta .....   | 16 |
|        | Principio de la integración de conjunto.....            | 16 |
|        | Principio de la mínima distancia recorrida .....        | 16 |
|        | Principio de la circulación o flujo de materiales ..... | 16 |
|        | Principio del espacio cúbico.....                       | 16 |
|        | Principio de la satisfacción y de la seguridad .....    | 16 |
|        | Principio de la flexibilidad .....                      | 16 |
|        | Naturaleza de los problemas .....                       | 16 |
|        | Expansión o traslado de una planta ya existente .....   | 16 |
|        | Reordenación de una distribución ya existente.....      | 17 |
|        | Ajustes menores en distribuciones ya existentes .....   | 17 |
| 2.1.12 | Elementos movidos en la producción.....                 | 17 |
|        | Movimiento de material .....                            | 17 |

|   |    |
|---|----|
| Movimiento del hombre .....   | 18 |
| Movimiento de maquinaria .....  | 18 |
| Movimiento de material y de maquinaria .....                                    | 18 |
| Movimiento de materiales, hombres y maquinaria .....                            | 18 |
| 2.1.13 Tipos de distribución de planta .....                                    | 18 |
| Distribución por posición fija.....   | 18 |
| Distribución por proceso .....  | 19 |
| Distribución Por Grupos o Celular.....  | 19 |
| 2.1.14 Factores que influyen en la selección de la distribución en planta. .... | 20 |
| Materiales.....   | 20 |
| Maquinaria. ....  | 21 |
| La Mano de obra. ....   | 21 |
| 2.1.15 Estudio de tiempos y movimientos .....                                   | 21 |
| Método estadístico .....  | 22 |
| Estimación.....   | 23 |
| Valorización del desempeño del trabajador .....                                 | 23 |
| Cálculo de suplementos.....   | 24 |
| 2.1.16 Capacidad de producción .....  | 25 |
| 2.1.17 Diagrama Hombre máquina .....  | 25 |
| 2.1.18 Análisis carga-distancia.....  | 26 |
| 2.1.19 Aspectos de seguridad .....  | 26 |
| 2.1.20 Vías de circulación .....  | 26 |
| 2.1.21 Software FlexSim.....  | 26 |
| Definición.....   | 26 |
| Terminología FlexSim .....  | 27 |
| Conexión y creación de puertos .....  | 29 |
| Vistas del modelo.....  | 30 |

|   |           |
|---|-----------|
| ExperFit.....   | 31        |
| Experimenter .....  | 31        |
| <b>CAPÍTULO 3.....</b>  | <b>32</b> |
| <b>METODOLOGÍA.....</b>   | <b>32</b> |
| 3.1 Modalidad de investigación .....  | 32        |
| 3.1.1 Investigación de campo .....  | 32        |
| 3.1.2 Investigación bibliográfica – documental.....   | 32        |
| 3.1.3 Investigación aplicada .....  | 32        |
| 3.2 Población y muestra .....   | 33        |
| 3.2.1 Muestra .....   | 33        |
| 3.3 Recolección de información.....   | 33        |
| 3.4 Procesamiento y análisis de datos .....   | 33        |
| 3.5 Desarrollo del proyecto .....   | 34        |
| <b>CAPÍTULO 4.....</b>  | <b>35</b> |
| <b>DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....</b>  | <b>35</b> |
| 4.1 Análisis de la situación actual del proceso productivo de la empresa .....                    | 35        |
| 4.1.1 Introducción a la Empresa .....   | 35        |
| 4.1.2 Datos de la empresa .....   | 35        |
| 4.1.3 Filosofía empresarial .....   | 36        |
| 4.1.4 Productos ofertados .....   | 37        |
| 4.1.5 Gráfico ABC para determinar el modelo con mayor demanda de la Empresa<br>“STROCALZA”. ..... | 39        |
| 4.1.6 Mapa de procesos .....  | 41        |
| 4.1.7 Flujo de materiales.....  | 42        |
| 4.1.8 Descripción de Maquinaria y equipos .....   | 48        |
| 4.1.9 Descripción de herramientas.....  | 50        |
| 4.1.10 Lista de materia prima .....   | 51        |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 4.1.11 | Método actual de trabajo que se utiliza en la elaboración de calzado .....   | 51 |
| 4.1.12 | Cursograma sinóptico del proceso actual .....  | 52 |
| 4.1.13 | Diagrama de ensamble basado en el material .....   | 55 |
| 4.1.14 | Cursograma de actividades.....   | 55 |
| 4.1.15 | Layout actual de la empresa .....  | 57 |
| 4.1.16 | Diagrama de recorrido actual .....   | 59 |
| 4.1.17 | Estudio de tiempos actuales en las áreas de trabajo para determinar el tiempo estándar de las operaciones de producción de calzado en la Empresa “STROCALZA” ..... | 61 |
| 4.1.18 | Diagrama hombre - máquina.....   | 66 |
| 4.1.19 | Productividad .....  | 68 |
| 4.1.20 | Productividad total actual.....  | 69 |
| 4.2    | Rediseño de la nueva instalación .....   | 70 |
| 4.2.1  | Análisis carga-distancia.....  | 70 |
| 4.2.2  | Aspectos de seguridad .....  | 73 |
|        | Puertas y salidas .....  | 73 |
|        | Vestuarios.....  | 74 |
|        | Servicios higiénicos .....   | 74 |
|        | Rutas de evacuación caso de incendios.....   | 74 |
|        | Ubicación de extintores.....   | 74 |
|        | Ventilación .....  | 74 |
|        | Equipos de protección personal .....   | 75 |
|        | Vías de circulación.....   | 75 |
| 4.2.3  | Cursograma sinóptico del proceso propuesto: Elaboración de calzado Deportivo y Micro .....   | 76 |
| 4.2.4  | Cursograma analítico propuesto.....  | 78 |
| 4.2.5  | Diagrama de ensamble propuesto .....   | 79 |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| 4.2.6                                       | Diagrama hombre-máquina propuesto .....               | 80         |
| 4.2.7                                       | Productividad propuesta teórica .....                 | 82         |
| 4.2.8                                       | Productividad total teórica .....                     | 83         |
| 4.2.9                                       | Rediseño de la planta de producción.....              | 84         |
| 4.2.10                                      | Diagrama de recorrido propuesto.....                  | 85         |
| 4.2.11                                      | Rutas de evacuación .....                             | 86         |
| 4.3   | Simulación del proceso de elaboración de calzado..... | 87         |
| 4.3.2                                       | Análisis de resultados de la simulación.....          | 101        |
| 4.3.3                                       | Productividad propuesta simulada .....                | 104        |
| 4.3.4                                       | Productividad total simulada .....                    | 104        |
| 4.3.5                                       | Recuperación de la inversión .....                    | 104        |
| 4.3.6                                       | Discusión.....  | 107        |
| <b>CAPÍTULO 5 .....</b>                     |   | <b>108</b> |
| <b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b> |   | <b>108</b> |
| 5.1   | Conclusiones.....                                     | 108        |
| 5.2   | Recomendaciones.....                                  | 109        |
| BIBLIOGRAFÍA .....                          |   | 110        |
| ANEXOS .....                                |   | 112        |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |   |
|---|---|
| Tabla 1 Simbología del diagrama sinóptico [18].....   | 13                                      |
| Tabla 2 Simbología del diagrama analítico [18] .....  | 13                                      |
| Tabla 3 Fase de la medición del trabajo [21].....   | 22                                      |
| Tabla 4 Valorización del desempeño del trabajador OIT [24] .....                                      | 23                                      |
| Tabla 5 Suplementos de trabajo OIT [24] .....   | 24                                      |
| Tabla 6 Relación de teclas para la conexión y desconexión de puertos [28]. .....                      | 30                                      |
| Tabla 7 Lista de población seleccionado .....   | 33                                      |
| Tabla 8 Productos de la Empresa “STROCALZA” .....   | 38                                      |
| Tabla 9 Productos vendidos en los últimos meses y cálculo de valorización y demanda .....             | 39                                      |
| Tabla 10 Porcentaje de valorización y valorización acumulada.....                                     | 40                                      |
| Tabla 11 Resultado de análisis ABC .....  | 41                                      |
| Tabla 12 Descripción de maquinaria y equipos.....   | 49                                      |
| Tabla 13 Lista de materiales utilizados en la elaboración de calzado deportivo y deportivo micro..... | 51                                      |
| Tabla 14 Cursograma analítico actual .....  | 54                                      |
| Tabla 15 Cursograma de actividades.....   | 56                                      |
| Tabla 16 Resumen de suplementos .....   | 63                                      |
| Tabla 17 Descripción de las actividades.....  | 64                                      |
| Tabla 18 Hoja de Toma de Tiempos para la obtención del Tiempo Básico: Plantado...                     | 65                                      |
| Tabla 19 Cálculo de tiempo estándar .....   | 66                                      |
| Tabla 20 Resumen general del estudio de tiempos en la elaboración de calzado .....                    | 66                                      |
| Tabla 21 diagrama hombre-máquina actual del proceso de plantado .....                                 | 67                                      |
| Tabla 22 Porcentaje de utilización.....   | 67                                      |
| Tabla 23 Productividad en la elaboración de calzado deportivo y micro en la Empresa “STROCALZA” ..... | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> 68 |
| Tabla 24 Distancia total recorrida actual .....   | 71                                      |
| Tabla 25 Distancia total recorrida propuesto 1 .....  | 72                                      |
| Tabla 26 Distancia total recorrida propuesta 2 .....  | 72                                      |
| Tabla 27 Distancia total recorrida propuesto 3.....   | 73                                      |
| Tabla 28 Cursograma analítico propuesto .....   | 78                                      |
| Tabla 29 Diagrama hombre máquina propuesto del subproceso de jaleteado .....                          | 80                                      |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 30 Tiempo de utilización del diagrama hombre máquina .....                               | 80  |
| Tabla 31 Tiempo estándar del subproceso de Jaleteado.....                                      | 80  |
| Tabla 32 Tiempo estándar del subproceso de rayado.....   | 80  |
| Tabla 33 Tiempo estándar del subproceso de preparado de plantas y cortes .....                 | 81  |
| Tabla 34 Diagrama hombre-máquina propuesto del subproceso de pegado .....                      | 81  |
| Tabla 35 Porcentaje de utilización del subproceso propuesto de pegado.....                     | 81  |
| Tabla 36 Tiempo estándar del subproceso de pegado .....  | 81  |
| Tabla 37 Capacidad de producción, Producción diaria y Productividad semanal propuesta<br>..... | 82  |
| Tabla 38 Costo de Inversión - Layout Propuesto .....   | 105 |
| Tabla 39 Margen de utilidad.....   | 105 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Fig. 1 Definición de Proceso [15].....                                    | 8  |
| Fig. 2 Flujo simple [17] .....  | 11 |
| Fig. 3 Flujo medio [17].....  | 11 |
| Fig. 4 Flujo complejo [17].....   | 12 |
| Fig. 5 Distribución por posición fija [20].....                           | 18 |
| Fig. 6 Distribución por proceso [20] .....                                | 19 |
| Fig. 7 Distribución celular [20] .....                                    | 20 |
| Fig. 8 Vista 2D ortographic view [28].....                                | 30 |
| Fig. 9 Vista 3D perspective view [28].....                                | 31 |
| Fig. 10 Logo de la empresa .....  | 35 |
| Fig. 11 Ubicación de la Empresa STROCALZA – Ambato .....                  | 36 |
| Fig. 12 Participación ABC de los productos .....                          | 40 |
| Fig. 13 Mapa de procesos actual de la empresa .....                       | 42 |
| Fig. 14 Área de diseño.....   | 43 |
| Fig. 15 Área de materia prima.....  | 43 |
| Fig. 16 Área de corte de eva y sintético .....                            | 44 |
| Fig. 17 Área de serigrafía y repujado .....                               | 45 |
| Fig. 18 Área de cortado de capelladas.....                                | 45 |
| Fig. 19 Área de aparado.....  | 46 |
| Fig. 20 Área de colocar ojalillos.....                                    | 46 |
| Fig. 21 Área de montaje .....   | 47 |
| Fig. 22 Área de pegado.....   | 47 |
| Fig. 23 Área de terminado .....   | 48 |
| Fig. 24 Bodega de producto terminado .....                                | 48 |
| Fig. 25 Diagrama de ensamble actual.....                                  | 55 |
| Fig. 26 Layout actual de la empresa planta baja, desde AutoCAD 2015 ..... | 57 |
| Fig. 27 Layout actual de la empresa planta alta, desde AutoCAD 2015.....  | 58 |
| Fig. 28 Flujo de recorrido actual, desde AutoCAD 2015 .....               | 60 |
| Fig. 29 Disposición física actual.....                                    | 70 |
| Fig. 30 Disposición física propuesto 1 .....                              | 71 |
| Fig. 31 Disposición física propuesta 2.....                               | 72 |
| Fig. 32 Disposición física propuesto 3 .....                              | 73 |



|  |     |
|--|-----|
| Fig. 33 Dimensiones mínima de las vías peatonales y separación entre máquinas [27] | 76  |
| Fig. 34 Diagrama de ensamble propuesto .....                                       | 79  |
| Fig. 35 Rediseño de la planta de producción, desde AutoCAD 2015 .....              | 84  |
| Fig. 36 Flujo de recorrido propuesto, desde AutoCAD 2015.....                      | 85  |
| Fig. 37 Rutas de evacuación, desde AutoCAD 2015 .....                              | 86  |
| Fig. 38 Representación del ciclo de un proyecto de simulación [32].....            | 87  |
| Fig. 39 Nuevo layout de la empresa 3D, desde SketchUp 2017 .....                   | 88  |
| Fig. 40 Troqueladora 3D, desde AutoCAD 2015 .....                                  | 89  |
| Fig. 41 Processor, desde FlexSim 2017.....   | 90  |
| Fig. 42 Conexión de procesos, desde FlexSim 2017.....                              | 91  |
| Fig. 43 Generación de números aleatorios, desde Excel 2013 .....                   | 92  |
| Fig. 44 ExpertFit, desde FlexSim 2017 .....  | 93  |
| Fig. 45 Exportar datos, desde FlexSim 2017.....                                    | 94  |
| Fig. 46 horarios, desde FlexSim 2017 .....   | 95  |
| Fig. 47 Configuración del Run Time, desde FlexSim 2017 .....                       | 96  |
| Fig. 48 Porcentaje de utilización del personal, desde FlexSim 2017 .....           | 97  |
| Fig. 49 Porcentaje de utilización de la maquinaria, desde FlexSim 2017.....        | 98  |
| Fig. 50 Producción de zapatos deportivos, desde FlexSim 2017 .....                 | 99  |
| Fig. 51 Producción de zapatos micros, desde FlexSim 2017 .....                     | 100 |
| Fig. 52 Cuellos de botella, desde FlexSim 2017 .....                               | 102 |
| Fig. 53 Experimenter, desde FlexSim 2017 .....                                     | 103 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| <b>Anexo 1:</b> Estudio de tiempos .....          | 110 |
| <b>Anexo 2:</b> Hombre - Máquina.....             | 131 |
| <b>Anexo 3:</b> Encuestas.....                    | 141 |
| <b>Anexo 4:</b> Entrevista .....                  | 142 |
| <b>Anexo 5:</b> Hoja para la toma de tiempos..... | 143 |

## RESUMEN

En el presente proyecto se realiza un modelo de simulación del proceso de elaboración de calzado deportivo en la empresa “STROCALZA”, con el fin de optimizar la productividad. Mediante el estudio de formatos de distribución de instalaciones, flujo de producción, flujo de materiales, diagrama de procesos actuales de la empresa, y la utilización del software FlexSim versión 2017

Debido a la gran cantidad de productos con que cuenta la empresa se realiza un análisis gráfico ABC para clasificar los productos según su importancia en base a una relación de precio demanda, el análisis se lo realiza en los últimos 3 meses debido a que la empresa realiza colecciones que por lo general duran de 2 a 3 meses dependiendo del mercado, se obtuvo que el 50% son tipo A, el 25% tipo B y el 25% tipo C. Se evalúa la situación actual de la empresa, tiempos de cada proceso, obteniendo como resultados que el cuello de botella del proceso de elaboración de calzado es el de aparado con un tiempo estándar de 187.16 minutos para deportivos y 258.08 minutos para micros, se realiza el diagrama hombre-máquina para conocer el porcentaje de utilización del operario y las máquinas en cada proceso, teniendo que el proceso de plantado el operario es ocupado el 95% mientras que la jaleteadora, el horno y la prensa están con un porcentaje de utilización de 16%, 35% y 35% respectivamente, se desarrolla un análisis carga distancia de la situación actual de la empresa teniendo un recorrido de 139 metros y se propuso un rediseño del proceso de elaboración de calzado con un recorrido de 66 metros.

Como resultados de la simulación a través del software FlexSim 2017, se tiene una nueva producción semanal de 564 pares/semanal con una productividad de 0,67 pares zapatos/hora-hombre, que representa una mejora de 81%.

Se invirtió recursos económicos para el diseño de la nueva distribución del proceso de elaboración de calzado, por lo que se realiza un estudio de recuperación de la inversión dando como resultado que dicho gasto se recupera en de 2 meses 26 días.

## ABSTRACT

In the present project a simulation model of the process of elaboration of the sports footwear in the company "STROCALZA" is carried out, in order to optimize the productivity. Through the study of facilities distribution formats, production flow, material flow, diagram of the company's current processes, and the use of FlexSim software version 2017

The information is based on a relation of price demand, the analysis is done in the last 3 months because the company makes Collections that usually last from 2 to 3 months, it was obtained that 50% are type A, the 25 % type B and 25% type C. The current situation of the company is evaluated, times of each process, obtaining as results that the neck of the bottle the shoemaking process is the aparado with the standard time of 187.16 minutes for sports and 258.08 minutes for the buses, the man-machine diagram is made to know the percentage of use of the operator and the machines in each process, taking into account the planting process, the operator is 95% occupied while the jaleteadora, the furnace and the press are with a percentage of use of 16%, 35% and 35% respect However, it is necessary to make an analysis. The distance of the situation is current. The company has a route of 139 meters and a redesign of the footwear manufacturing process and a route of 66 meters is proposed.

As a result of the simulation through the FlexSim 2017 software, it has a new weekly production of 564 pairs / week with a productivity of 0.67 pairs of shoes / man-hour, which represents an improvement of 81%.

Invested in the economic resources for the design of the new distribution of the shoemaking process, for which a study of investment recovery is carried out and as a result of which it can be recovered in 2 months 26 days.

## **INTRODUCCIÓN**

El presente proyecto nace de la necesidad de mejorar la productividad en la empresa “STROCALZA”, a través de simulación con el software FlexSim, el cual ayuda a modelar, visualizar, optimizar y analizar el proceso de elaboración de calzado deportivo.

El principal problema radica que la empresa no cuenta con una distribución adecuada de sus procesos y tampoco cuenta con un estudio de flujo de producción, factores que hacen que la empresa no cuente con una producción adecuada ni procesos bien distribuidos a la hora de fabricar calzado.

El Capítulo I se describe el planteamiento del problema en el que se enfoca la necesidad de establecer una auténtica investigación sobre la distribución de instalaciones y el mejoramiento del flujo de producción para optimizar la productividad de calzado deportivo a través de FlexSim, se justifica el proyecto enmarcado y definiendo los objetivos planteados.

El Capítulo II trata el marco teórico, donde se fundamenta de forma teórica las metodologías empleadas y los antecedentes investigativos, así como investigaciones previas similares al tema propuesto; la fundamentación legal y los principios teóricos en el cual se fundamenta el diseño de la propuesta y la hipótesis planteada.

El Capítulo III habla sobre la metodología de la investigación, donde se desarrolla: el enfoque de la investigación, investigación de campo, investigación bibliográfica, el plan de recolección, procesamiento, análisis de la información y desarrollo del proyecto.

El Capítulo IV trata sobre el desarrollo de la propuesta, en este capítulo se realiza un inicial levantamiento de procesos, se pretende dar a la empresa una opción viable para la elaboración de calzado deportivo, así como mostrarle los cambios necesarios para optimizar los recursos en la producción.

El Capítulo V está conformado por las conclusiones y recomendaciones de los datos obtenidos en base al estudio realizado.

# CAPÍTULO 1

## EL PROBLEMA

### 1.1 Tema

“MODELO DE SIMULACIÓN PARA MEDIR LA PRODUCTIVIDAD EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE CALZADO DE LA EMPRESA STROCALZA.”

### 1.2 Planteamiento del problema

#### 1.2.1 Contextualización

Según la historia del calzado hace más de 15.000 años, el hombre protegió sus pies, tanto del frío como del calor, además del camino arenoso, rocoso, arcilloso, también del hielo, el cual le impedía trasladarse de un lugar a otro he aquí nace la necesidad de improvisar, al inventar la protección de sus pies, utilizando las ramas, hojas de árboles, después aprendió a cazar, utilizó un pedazo de piel animal, que el mismo había cazado, amarró a sus pies con algún cordel, sea este de árbol o de una tira de cuero [1].

En la actualidad los países asiáticos cubren el 80% de la producción mundial de calzado, pero entre ellos sólo China abarca el 60% lo cual “desequilibró toda la producción mundial”, según precisó el director de Agro industria y Apoyo Sectorial de la Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), Sergio Miranda Da Cruz [2].

El calzado de América del Sur, ha evolucionado poco a poco bajo ciertos tipos de acuerdos aplicados por bloques de esta región, para poder evitar las importaciones de calzado especialmente de tipo chino. Actualmente se produce apenas el 2 %, del calzado en esta región y tiene las siguientes características, La industria de calzado no es igual, escasa comercialización en comercio mundial con el 5 %, el 25% de materia prima es cuero natural, Mano de obra barata, bajo tipo de tecnología. Sin embargo, los países de mayor desarrollo tecnológico e innovación en los procesos de producción son: Brasil, Argentina, Colombia, Chile y Perú, son capaces de producir tendencias, es decir diseños nuevos, con materia prima de excelente calidad [3].

En el Ecuador existe producción de calzado para montaña, exclusivo de cuero e industrial. La industria se encuentra inmersa en procesos de tecnificación cada vez más avanzados. Existe un gran desarrollo de la industria principalmente en las provincias de Tungurahua, Azuay, Pichincha y Guayas [4].

Según Ecuadorinmediato, la industria del calzado en Tungurahua ha experimentado un importante crecimiento desde el 2009. Datos de la Cámara de Calzado de Tungurahua (Caltu), señalan que de los 15 millones de pares de zapatos que se producía en el 2008, se pasó a 28,8 millones en el 2011. Es decir, en tres años, el nivel de manufacturación se incrementó en un 154% según el Ministerio de Industrias, debido a que en la provincia de Tungurahua se concentra la producción de calzado. Cabe recalcar que la mayoría de los productores de calzado en esta área son artesanales; son pocas las empresas que recurren a un análisis profundo de los procesos de elaboración de sus productos, no le dan la importancia debida a ello, ya que el enfoque de las mismas es cumplir con la demanda del cliente sin tomar en cuenta el crecimiento que podrían tener optimizando los recursos disponibles, como en este caso la distribución de instalaciones, permitirá mejorar la producción y en si optimizar los procesos para que se pueda obtener productos de calidad en corto tiempo y que la empresa no se conforme con una ligera organización de las maquinarias que en si no es confiable [5].

Hoy en día “STROCALZA” en una pequeña empresa que tiene como prioridad abrirse paso en el mercado nacional y posteriormente en el mercado internacional, buscando cumplir con las necesidades del cliente con productos de calidad, enfocándose en tener procesos eficaces y eficientes, sin embargo la mala distribución del proceso productivo es uno de los problemas que influyen directamente con la productividad, el cual se da por diversas razones como la ineficiente administración por parte de los gerentes que provoca que el personal realice tareas innecesarias, la falta de recursos con los que cuenta la empresa, la existencia de máquinas en malas condiciones las cuales ocupan espacio dentro de la empresa impidiendo el flujo normal de la producción, por otro lado no tener un horario de trabajo estable y además de no contar con el personal capacitado, esto conlleva a que la empresa tenga una productividad muy baja respecto a otras pequeñas empresas productoras de calzado.

## **1.3 Delimitación**

### **1.3.1 Delimitación de contenidos**

**Área académica de la carrera:** Industrial y Manufactura

**Línea de investigación:** Sistemas de Control

**Sublínea de investigación:** Sistema de administración de la productividad y competitividad empresarial

**Delimitación espacial:** El presente proyecto se realiza en la Empresa de calzado “STROCALZA”, ubicada en la Provincia de Tungurahua, cantón Ambato, Parroquia Huachi, en las calles Víctor Hugo y Ernesto Albán, sector la Floresta 2, cerca al Ministerio de Trabajo.

**Delimitación temporal:** La investigación se desarrolla en los seis meses después de que el proyecto sea aprobado por parte del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato.

## **1.4 Justificación**

La presente investigación es de gran importancia para la Empresa “STROCALZA”, ya que permite mejorar la productividad en la elaboración de calzado, los cuales serán producidos de una manera más eficiente cumpliendo con las necesidades del cliente y buscando satisfacer la demanda del mercado nacional e internacional.

La factibilidad para llevar a cabo el proyecto planteado es muy alta ya que se cuenta con la colaboración de la empresa, gerente, personal administrativo y trabajadores, así como también se tiene acceso a una gran cantidad de revistas, informes, libros en los cuales se puede encontrar fácilmente información que nos puede ayudar a sustentar la investigación propuesta y que del mismo modo nos permitirá reforzar los conocimientos adquiridos durante la carrera universitaria.

Los beneficios directos de la investigación son propiamente la parte gerencial de la Empresa “STROCALZA”, quienes, con la realización del modelo de simulación,

obtendrán resultados teóricos de productividad, reducción de tiempos de fabricación, distancias recorridas, optimización de recursos, entre otros, que permite a la empresa posicionarse en el mercado.

La propuesta de un modelo de simulación para el mejoramiento de la productividad, tiene como finalidad establecer, coordinar e interrelacionar las actividades que se desarrollan dentro del proceso productivo, reducir tiempos de producción, aumentar la eficiencia tanto del personal como de las maquinarias; de tal forma que se obtenga un producto de calidad en la cantidad y tiempo requerido por el cliente.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Rediseñar las instalaciones del proceso productivo de calzado en la Empresa “STROCALZA” para mejorar la productividad a través de simulación con el software FlexSim.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Analizar la situación actual del proceso productivo para conocer las deficiencias que se presentan al momento de la elaboración de calzado.
- Rediseñar las instalaciones para mejorar la productividad mediante la utilización del software.
- Evaluar el nuevo diseño de la planta de producción con los datos obtenidos a través de la simulación.



## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes investigativos**

La necesidad de adquirir una guía para la elaboración del proyecto, se realiza una revisión minuciosa de artículos científicos y tesis relacionadas con el tema, encontrando los siguientes trabajos investigativos.

El diseño de una línea de ensamblaje para la fabricación en serie de aviones no tripulados tipo Gavilán III, perteneciente al Centro de Investigación y Desarrollo de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, el problema de la institución radica en que no existen procesos estandarizados para la construcción de este modelo, además de la inexistencia de una distribución de planta adecuada para llevar a cabo el proceso productivo [6].

Para ello, el estudio se realiza dentro del área de producción, teniendo como punto de partida el análisis de la situación estratégica de la Institución, seguidamente se procede a realizar el estudio de los procesos operativos que se desarrollan en la sección mediante el uso de herramientas como el estudio de métodos, el estudio de tiempos en base a las normas métodos de tiempos de medición (MTM)-2, el cálculo de la capacidad de producción, etc., buscando identificar y fundamentar la información necesaria para plantear las soluciones factibles [6].

La Corporación Universitaria del Caribe, ha visto el incremento de su población académica con el pasar los años, por lo que la biblioteca Gerónimo Osiris se ha visto en la necesidad de crear un modelo de simulación que ayude a mejorar los servicios bibliotecario proponiendo el uso del software FlexSim, tras haber analizado la información que permitiera representar el comportamiento de los usuarios del servicio. Los experimentos muestran que ante una demanda superior de los usuarios los recursos

que ofrece la biblioteca se verán limitados, y el número de abandono de usuarios aumentará [7].

La Empresa de Muebles y Accesorios S.A, está dirigido hacia la simulación de un modelo de proceso de almacenamiento y distribución, el cual surge de un diagnóstico realizado a la bodega de papel, que actualmente está asociada a los procesos de gestión comercial como distribuidora de su línea de arte y decoración. Dicho modelo pretende revisar y mejorar las políticas o procesos actuales de almacenaje, con el fin de proponer un sistema de inventarios conforme al comportamiento de la demanda que permita el establecimiento y uso de información veraz para soportar la toma de decisiones gerenciales en la bodega, a nivel tanto administrativo como operativo [8].

Johnson Controls es una empresa global y de productos diversificados del ramo automotriz, con presencia en más de 150 países, dicha empresa busca realizar modelos de simulación aplicada al diseño de un nuevo almacén de rollos, se partió de la base de tener un estudio previo de los rollos de tela con mayor y menor movimiento a los que posteriormente se les asignó un SKU (Stock Keeping Unit). El diseño del almacén está basado en el “perfil de actividad de los artículos”. Los datos ingresados a la simulación encuentran su explicación en los tiempos de llegada del transporte tal y cómo se comporta la demanda de los rollos actualmente [9].

Con el creciente interés de la gente por la seguridad alimentaria, el centro de distribución logística de la cadena de frío está jugando un papel importante para evitar que los alimentos se echen a perder. Ahora los centros de distribución logística de la cadena de frío tienen problemas de transporte excesivo, bajo grado de automatización, planificación de diseños no razonable, proceso de distribución complejo, etc. Es importante resolver estos problemas para lograr una distribución eficiente. En primer lugar, se realiza el modelado y la simulación para el proceso de operación del centro de distribución logística de la cadena de frío de frutas y verduras mediante el uso del software FlexSim. Luego, se analiza los datos de salida preliminares y descubre el cuello de botella y los recursos inactivos. Finalmente, se realiza ajustes para que el sistema obtenga un mejor resultado que espera brindar una referencia para el modelado y la simulación del proceso de operación de otros centros de distribución logística de cadena de frío [10].

Este documento presenta una opción para mejorar el proceso de asignación de ubicaciones de almacenamiento para mercancías en un almacén. Una desventaja de las políticas en la literatura es que la mercancía se asigna solo de acuerdo con el volumen de ventas y la rotación que presenta. Sin embargo, en algunos casos es necesario tratar otros aspectos como la pertenencia a grupos familiares, las características físicas de los productos y su patrón de ventas para diseñar una política integral. Este artículo presenta una alternativa al proceso mencionado anteriormente utilizando FlexSim, redes neuronales artificiales y algoritmo genético [11].

La distribución de planta apropiada se escogerá utilizando el proceso analítico jerárquico, evaluando diferentes alternativas obtenidas con el modelo Quadratic Assignment Problem, que considera el número deseado de células a formar y los coeficientes de similitud empleados para la agrupación celular. La metodología propuesta se probó a través de un caso real, verificándose la conveniencia del procedimiento en una empresa colombiana del sector metalmecánico [12].

La operación de raleo forestal en dos plantaciones experimentales de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en la zona de riego de la provincia de Santiago del Estero, Argentina, mediante un estudio de tiempos y movimientos para conocer la productividad operacional y los costos asociados al proceso de apeo con motosierra. Se midieron tiempos efectivos y operativos y se calculó volumen con corteza, eficiencia, productividad y costo directo del raleo [13].

## **2.2 Fundamentación teórica**

### **2.1.1 Productividad**

La productividad es la relación entre la producción e insumos, esta definición se aplica a una empresa, un sector de actividad económica o toda la economía, también puede mencionarse que la productividad puede utilizarse para valorar o medir el grado en que puede extraerse cierto producto de un insumo dado, siendo así la productividad un concepto muy importante que toda empresa ya sea de servicio o manufactura pequeña o grande debe tomar en cuenta [14].

### **2.1.2 Productividad en la empresa**

La productividad en una empresa puede estar afectada por diversos factores externos, así como por varias deficiencias en sus actividades o factores internos.

Entre ejemplos de factores externos cabe mencionar la disponibilidad de materia prima y mano de obra calificada, las políticas estatales relativas a la tributación y los aranceles aduaneros, la infraestructura existente, la disponibilidad de capital y los tipos de interés, y las medidas de ajuste aplicadas a la economía o a ciertos sectores por el gobierno. Estos factores externos quedan fuera del control del empleador [14].

### 2.1.3 Proceso

El proceso es un conjunto de actividades que transforman una entrada en una salida, insumos en productos o recursos en resultado como se muestra en la Grafico (1), al agregar valor a la entrada para conseguir una utilidad vendible a la salida y buscar en todo esto una productividad adecuada [15].

Un proceso es un ámbito de actuación que define un curso de acción compuesto por una serie de etapas, las cuales añaden valor a las entradas con el fin de producir unas salidas que satisfagan las necesidades del cliente y del proceso como se muestra la figura 1 [15].

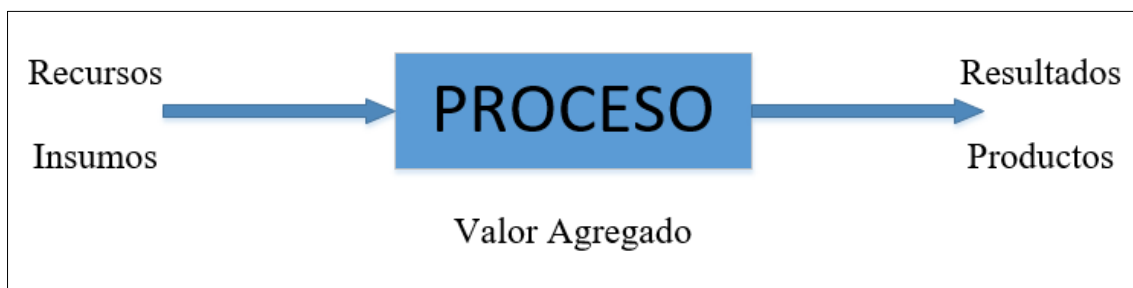


Fig. 1 Definición de Proceso [15]

Los pasos a seguir son:

- Identificación de procesos estratégicos, fundamentales y de soporte.
- Construcción de un mapa de procesos.
- Asignación de procesos clave a sus responsables.
- Desarrollo de instrucciones de trabajo de los procesos [15].

### Procesos estratégicos

Son los procesos encargados y responsables de analizar las necesidades y condicionantes de la sociedad, del mercado y de los accionistas, para a partir del análisis de todo ellos y el conocimiento de las posibilidades de los recursos propios, emitir las guías adecuadas al resto de procesos de la organización para así asegurar la respuesta a las mencionadas necesidades y condicionantes [15].

### **Procesos clave**

Añaden a diferentes áreas de servicio y tienen impacto en el cliente creando valor a este. Son las actividades esenciales del servicio, su razón de ser. Son los procesos a partir de los cuales el cliente percibirá y valorar nuestra calidad [15].

### **Procesos de soporte**

Son los responsables de proveer a la organización de todos los recursos necesarios, en cuanto a personas, maquinaria y materia prima, para a partir de lo mismo poder generar el valor añadido deseado por los clientes [15].

#### **2.1.4 Gráfico ABC**

El gráfico ABC (o regla del 80/20 o ley del menos significativo) es una herramienta que permite visualizar esta relación y determinar, en forma simple, cuáles artículos son de mayor valor, optimizando así la administración de los recursos de inventario y permitiendo tomar decisiones más eficientes. Según este método, se clasifican los artículos en clases, generalmente en tres (A, B o C), permitiendo dar un orden de prioridades a los distintos productos [16].

**ARTÍCULOS A:** Los más importantes a los efectos del control.

**ARTÍCULOS B:** Aquellos artículos de importancia secundaria.

**ARTÍCULOS C:** Los de importancia reducida.

La designación de las tres clases es arbitraria, pudiendo existir cualquier número de clases. También el % exacto de artículos de cada clase varía de un inventario al siguiente. Los factores más importantes son los dos extremos: unos pocos artículos significativos y un gran número de artículos de relativa importancia. Esta relación empírica formulada por Vilfredo Pareto, ha demostrado ser una herramienta muy útil y sencilla de aplicar a la gestión empresarial. Permite concentrar la atención y los esfuerzos sobre las causas más importantes de lo que se quiere controlar y mejorar [16].

El método o gráfico ABC puede ser aplicado a:

- Las ventas de la empresa y los clientes con los que se efectúan las mismas (optimización de pedidos).
- El valor de los stocks y el número de ítems de los almacenes.

- Los costos y sus componentes.
- Los beneficios de la empresa y los artículos que los producen (determinar aquellos productos que, teniendo una alta penetración en el mercado -facturación-, disponen de baja rentabilidad; detectar por prioridades aquellos productos que, teniendo una baja penetración -comercialización-, disponen de alta rentabilidad) [16].

### **2.1.5 Mapa de procesos**

El Mapa de Procesos es la representación gráfica de los procesos que están presentes en una organización, mostrando la relación entre ellos y sus relaciones con el exterior. A su vez, los procesos se pueden agrupar en macro procesos en función de las macro actividades llevadas a cabo [17].

Una organización que pretenda una gestión sólida y bien orientada hacia sus objetivos estratégicos y sus resultados clave, requiere de una perspectiva global y transversal que sólo puede darse mediante una visión de procesos. En un mapa de procesos, los procesos pueden ser clasificados en procesos clave, procesos de soporte y procesos estratégicos [17].

El mapa de procesos constituye una buena herramienta para efectuar la clasificación anterior. Así como para observar la relación de unos con otros. Se obtiene así una perspectiva clara de la organización como un sistema [17].

### **2.1.6 Flujo de materiales**

El flujo de materiales responde a una de sus características intrínsecas, puesto que la estancia de los productos es temporal y todo lo que entra en la instalación ha de volver a salir. Este flujo puede ser simple o complejo, dependiendo de cada empresa, de las operaciones internas que se lleven a cabo con la mercancía, de la cantidad de esta y de la forma de moverla. Los distintos flujos de materiales se pueden ilustrar mediante sencillos flujogramas o diagramas de flujo [17].

**Flujo simple:** Para entender cómo funcionan estos movimientos, se puede empezar por ilustrar el flujo más sencillo que existe, el que se produce cuando se suministran, sin fraccionar, las mismas unidades de carga que envía el proveedor [17].

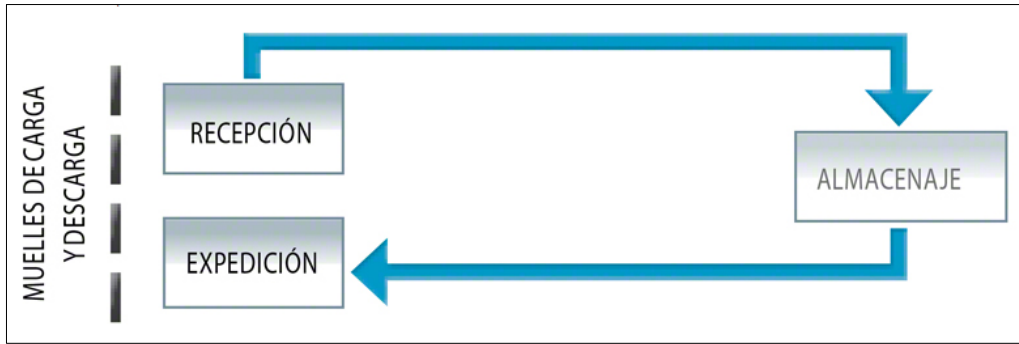


Fig. 2 Flujo simple [17]

**Flujo medio:** En este tipo de flujo, empiezan a complicarse los movimientos. Es el que suele encontrarse en almacenes con operaciones sencillas de picking o combinadas, generalmente, con el suministro de palets completos [17].

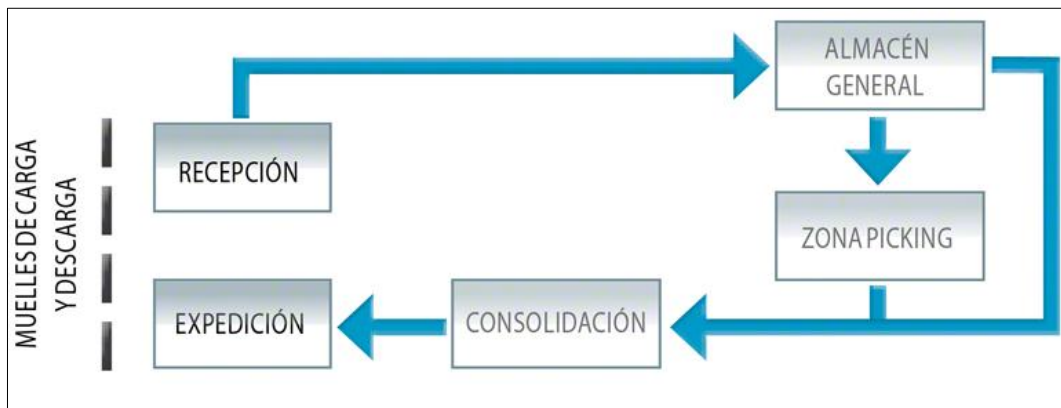


Fig. 3 Flujo medio [17]

**Flujo complejo:** Hay almacenes que disponen de distintas áreas de trabajo en función de los tipos de producto y su consumo. Suelen contar con zonas de manipulaciones intermedias y pueden necesitar diversas operativas que requieren flujos de cierta complejidad o incluso de gran complejidad. En este diagrama se observa un ejemplo de este tipo de instalaciones y los movimientos de cargas que se pueden producir en ellas [17].

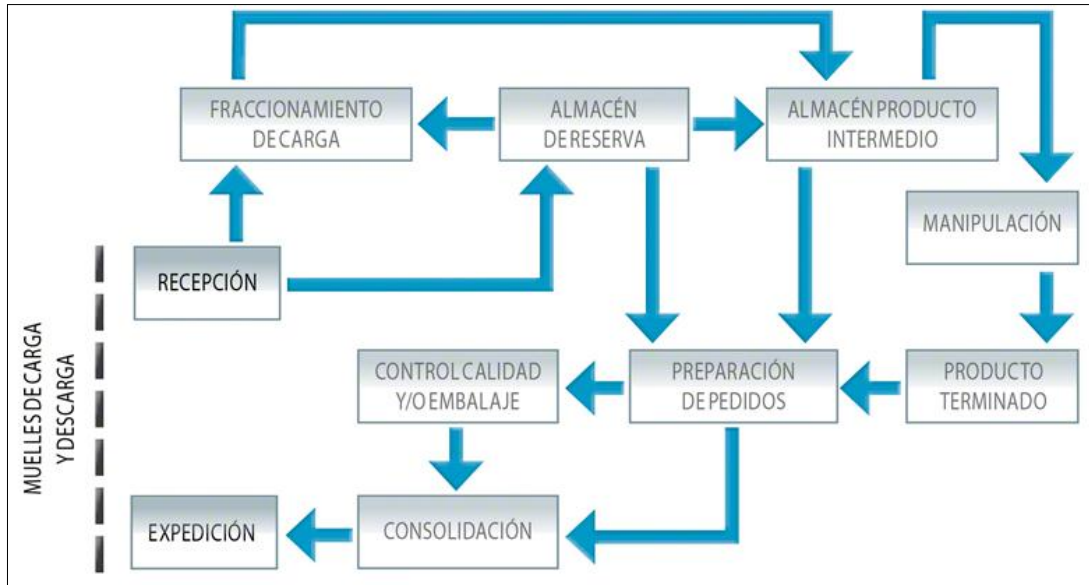


Fig. 4 Flujo complejo [17]

### 2.1.7 Cursogramas

El análisis y diseño de sistemas de información es un proceso por el cual se investigan los sistemas actuales de las organizaciones con el fin de detectar necesidades y proponer sistemas mejores. Un sistema de información es un sistema que procesa datos, en forma manual o computarizada, para obtener información. Los componentes de un sistema de información son personas, datos, formularios, máquinas, procedimientos, controles, etc. [18].

Entre estas herramientas se encuentran los cursogramas que nos permitirán mostrar gráficamente procedimientos manuales [18].

### Diagrama sinóptico



El diagrama sinóptico presenta un cuadro general de cómo se suceden las principales operaciones e inspecciones.

Muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones y las inspecciones que se realizan para comprobar los resultados de esas operaciones.

Utilizan únicamente los símbolos de operación e inspección como se muestra en la Tabla 1 [18].



Tabla 1 Simbología del diagrama sinóptico [18]






| Símbolo   | Denominación | Descripción   |
|---|--------------|---|
|  | Operación    | Indica que se altera el estado de un elemento con el que se está trabajando. En procedimientos administrativos, brindar información, emitir un formulario, etc. |
|  | Inspección   | Indica verificar calidad y cantidad conforme a especificaciones preestablecidas.  |

### Diagrama analítico

Muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo correspondiente [18].

Los símbolos que se utilizan son los que se muestran en la Tabla 2:

Tabla 2 Simbología del diagrama analítico [18]

| Símbolo   | Denominación   | Descripción   |
|---|----------------|---|
|  | Operación      | Indica que se altera el estado de un elemento con el que se está trabajando. En procedimientos administrativos, brindar información, emitir un formulario, etc.                                       |
|  | Inspección     | Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas conforme a especificaciones preestablecidas.   |
|  | Transporte     | Indica el traslado físico de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro. En procedimientos administrativos el traslado de un formulario a otro.   |
|  | Espera         | Indica que hay un elemento dado detenido esperando a que produzca un acontecimiento determinado. Periodo de tiempo en el que se registra inactividad ya sea en los trabajadores, materiales o equipo. |
|  | Almacenamiento | Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén según un criterio determinado de clasificación.  |

### **2.1.8 Distribución de planta**

Una distribución de planta comprende la disposición física de las posibilidades industriales, consiste en la distribución o configuración de los departamentos, estaciones de trabajo, y equipos que conforman el proceso de producción, incluye los espacios necesarios para movimientos de material, mano de obra directa e indirecta, almacenaje, y toda otra actividad auxiliar o de servicios [19].

Una distribución para la planta tiene dos intereses claros que son: interés económico, con el que persigue aumentar la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente mejorando el servicio y mejorar el funcionamiento de las empresas; interés social, con el que persigue darle seguridad al trabajador y satisfacer al cliente [19].

La distribución y planificación de planta determina la eficiencia y eficacia, en muchos casos, la supervivencia de una empresa. La mejora de la distribución de planta y la técnica para mejorar la productividad y reducir costos, sólo es superada por la instalación de nuevas máquinas y tecnología para la producción con lo cual también se mejora la distribución de planta [19].

### **2.1.9 Objetivo de la distribución de planta**

El principal objetivo de la distribución de la planta, es optimizar el arreglo de máquinas, hombres, materiales y servicios auxiliares, para maximizar el valor creado.

- Satisfacer las necesidades del personal asociado con el sistema de producción.
- Una buena distribución debe minimizar tanto los costos, como el tiempo requerido para mover los materiales a través de los procesos de producción.
- Reducción de los peligros que afectan a los empleados.
- Equilibrio en el proceso de producción.
- Incremento de la moral en los empleados.
- Eliminar los movimientos inútiles o redundantes.
- Minimización de interferencias de las máquinas.
- Utilización máxima del espacio disponible.
- Utilización efectiva de la mano de obra.
- Proporcionar un control visual de las operaciones o actividades.
- La flexibilidad necesaria para adaptarse a las condiciones cambiantes [19].

### **2.1.10 Causas para una redistribución**

Para llevar a cabo una distribución de una planta se debe tener en cuenta cuáles son los objetivos estratégicos y tácticos que aquella habrá de apoyar y los posibles conflictos que puedan surgir entre ellos [19].

La mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida, pero a medida que la organización crece debe adaptarse a cambios internos y externos lo que hace que la distribución inicial se vuelva menos adecuada hasta que llega el momento en que la redistribución se hace necesaria [19].

Los motivos que hacen necesaria la redistribución se deben a tres tipos de cambios:

- El volumen de la producción.
- La tecnología y en los procesos.
- El producto
- Personal
- Administración [19].

La frecuencia de la redistribución depende de las exigencias del propio proceso, puede ser periódicamente, continuamente o con una periodicidad no concreta.

Los síntomas que ponen de manifiesto la necesidad de recurrir a la redistribución de una planta productiva son:

- Congestión y deficiente utilización del espacio.
- Acumulación excesiva de materiales en proceso.
- Excesivas distancias a recorrer en el flujo de trabajo.
- Simultaneidad de cuellos de botella y ociosidad en centros de trabajo.
- Trabajadores cualificados realizando demasiadas operaciones poco complejas.
- Ansiedad y malestar de la mano de obra.
- Accidentes laborales.
- Instalaciones poco cómodas
- Exceso de trabajadores
- Baja producción
- Dificultad de control de las operaciones y del personal [19].

### **2.1.11 Principios básicos de la distribución en planta**

#### **Principio de la integración de conjunto**

La mejor distribución es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes [6].

#### **Principio de la mínima distancia recorrida**

A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer entre operaciones sea la más corta [6].

#### **Principio de la circulación o flujo de materiales**

En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales [6].

#### **Principio del espacio cúbico**

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal [6].

#### **Principio de la satisfacción y de la seguridad**

A igualdad de condiciones será siempre más efectiva, la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores [6].

#### **Principio de la flexibilidad**

A igualdad de condiciones, siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes [6].

#### **Naturaleza de los problemas**

Estos problemas se presentan durante el diseño de una instalación nueva o la operación de una existente [6].

#### **Expansión o traslado de una planta ya existente**

En este caso, el trabajo es de importancia, pero los edificios y servicios ya están allí libertando la libertad de acción. El problema consiste en adaptar el producto, los elementos y el personal de una organización ya existente a una planta distinta que también ya existe. Este es el momento de abandonar las viejas prácticas y equipo, y lanzarse a mejorar los métodos [6].

### **Reordenación de una distribución ya existente**

En este caso el problema consiste en usar el máximo de los elementos ya existentes, compatibles con los nuevos planes y métodos. Este problema es frecuente sobre todo con ocasión de cambio de estilo o de modelo de productos o con motivo de modernización del equipo de producción. Es también una buena ocasión para adoptar métodos y equipos nuevos y eficientes [6].

### **Ajustes menores en distribuciones ya existentes**

Este tipo de problema es el más frecuente, se presenta principalmente cuando varían las condiciones de operación, vale decir:

- Varía el diseño de ciertas piezas.
- Las ventas exceden las cuotas de los estudios de mercado
- Fabricación de un Producto adicional.
- Inclusión de un método o equipo de proceso mejor.
- Inclusión de nuevos equipos de manejo de materiales [6].

Todos ellos significan ajustes en la ordenación de las áreas de trabajo, del personal y emplazamiento de los materiales. En estos casos se deben introducir diversas mejoras en una instalación ya existente, sin cambiar el plan de distribución de conjunto y con un mínimo de costosas interrupciones o ajustes en la instalación [6].

### **2.1.12 Elementos movidos en la producción.**

Antes de empezar a clasificar y analizar las ordenaciones y distribuciones para una producción, es importante comprender claramente las relaciones existentes entre los elementos involucrados en dicha producción: hombres, materiales y maquinaria actuando bajo alguna forma de dirección. Fundamentalmente, existen sólo siete modos de relacionar, en cuanto al movimiento, estos tres elementos de producción los cuales se los menciona a continuación [20].

#### **Movimiento de material**

Es probablemente el elemento más comúnmente movido. El material se mueve de un lugar de trabajo a otro, de una operación a la siguiente, de un departamento a un almacén o viceversa [20].

### **Movimiento del hombre**

Los operarios se mueven de un lugar de trabajo al siguiente, llevando a cabo las operaciones necesarias sobre cada pieza de material [20].

### **Movimiento de maquinaria**

El trabajador mueve diversas herramientas o máquinas para actuar sobre una pieza grande [20].

### **Movimiento de material y de maquinaria**

Los materiales y la maquinaria o herramientas van hacia los hombres que llevan a cabo la operación [20].

### **Movimiento de materiales, hombres y maquinaria**

Generalmente es demasiado costo e innecesario el moverlos a los tres. Debe de tenerse en cuenta que al menos uno de los tres elementos debe moverse, pues de lo contrario no puede haber producción en un sentido industrial. Pero lo más común industrialmente hablando, es mover el material [20].

## **2.1.13 Tipos de distribución de planta**

### **Distribución por posición fija**

La figura 5, muestra una distribución en la que el material o el componente permanecen en un lugar fijo, todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella. Se emplea cuando el producto es voluminoso y pesado y solo se producen pocas unidades al mismo tiempo [20].

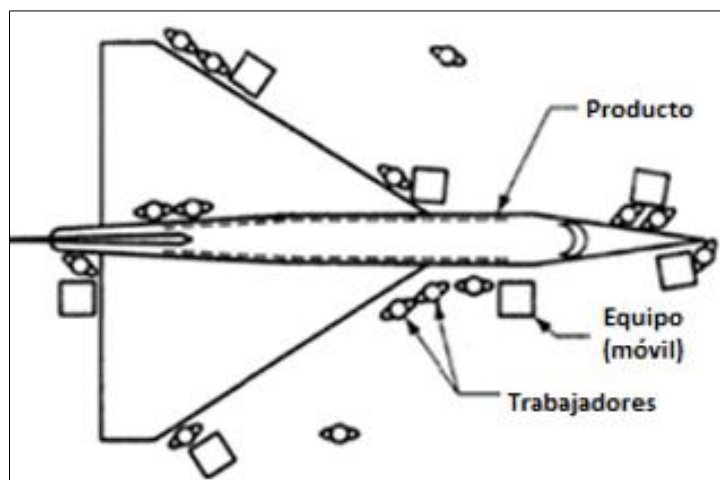


Fig. 5 Distribución por posición fija [20]

### Distribución por proceso

La Figura 6, muestra la distribución por procesos todas las operaciones de la misma naturaleza están agrupadas, este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto. En este tipo de distribución la producción se organiza por lotes (muebles, talleres de reparación de vehículos, sucursales bancarias, etc.) [20].

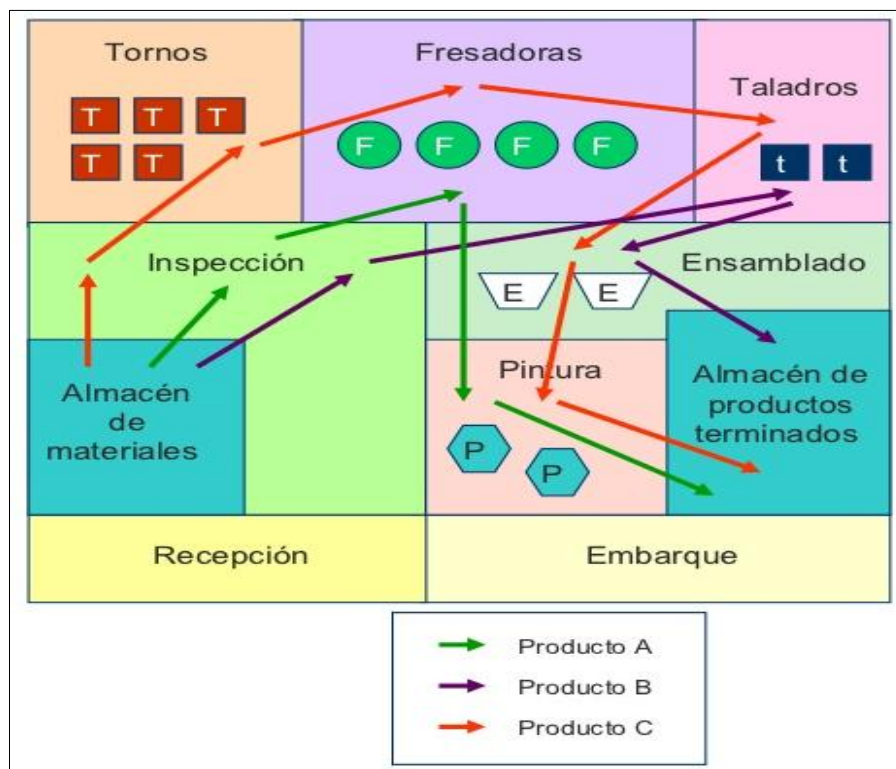


Fig. 6 Distribución por proceso [20]

### Distribución por grupos o celular

En la Figura 7 se agrupa máquinas diferentes en centros de trabajo (o celdas), para trabajar sobre productos que tienen formas y necesidades de procesamiento similares. La distribución por grupos se parece a la distribución por proceso, ya que se diseñan las celdas para realizar un conjunto de procesos específicos. También es semejante a la distribución por producto, pues las celdas se dedican a una gama limitada de productos. Ejemplo: manufactura de circuitos impresos para computador [20].

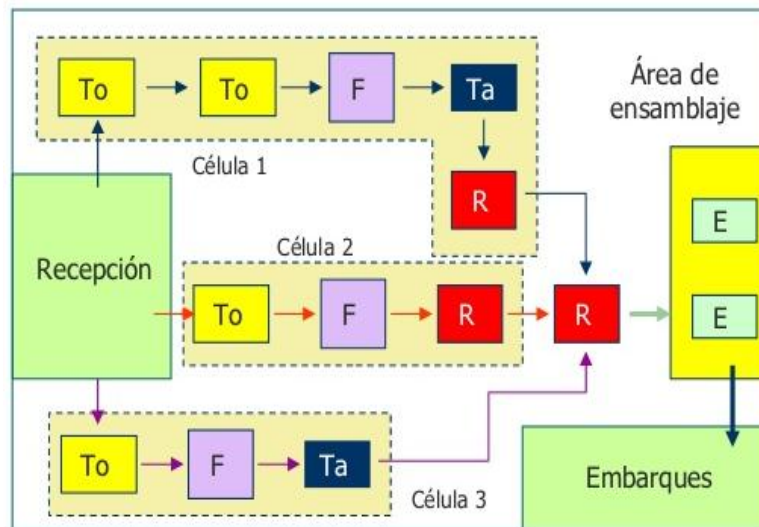


Fig. 7 Distribución celular [20]

El objetivo general es obtener los beneficios de una distribución por producto en la producción de tipo de taller de trabajo. Estos beneficios incluyen:

- Mejores relaciones humanas. Las celdas consisten en unos cuantos hombres, que forman un pequeño equipo de trabajo: un equipo produce unidades completas.
- Mejora en la experiencia de los operadores. Sólo se ve un número limitado de piezas diferentes, en un ciclo de producción finito. Repetición.
- Menos manejo de materiales e inventario en proceso. Viajan menos piezas por el taller.
- Preparación más rápida. Hay menos tareas, se reducen los cambios de herramientas [20].

#### 2.1.14 Factores que influyen en la selección de la distribución en planta.

La influencia e importancia relativa de los mismos puede variar con cada organización y situación concreta; en cualquier caso, la solución adoptada para la distribución en planta debe conseguir un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas [20].

De manera agregada, los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución pueden encuadrarse en ocho grupos que comentamos a continuación [20].

#### **Materiales.**

Dado que el objetivo fundamental del Subsistema de Operaciones es la obtención de los bienes y servicios que requiere el mercado, la distribución de los factores productivos



dependerá necesariamente de las características de aquéllos y de los materiales sobre los que haya que trabajar [21].

A este respecto, son factores fundamentales a considerar el tamaño, forma, volumen, peso y características físicas y químicas de los mismos, que influyen decisivamente en los métodos de producción y en las formas de manipulación y almacenamiento [21].

La bondad de una distribución en planta dependerá en gran medida de la facilidad que aporta en el manejo de los distintos productos y materiales con los que se trabaja [21].

### **Maquinaria.**

Para lograr una distribución adecuada es indispensable tener información de los procesos a emplear, de la maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como de la utilización y requerimientos de los mismos. La importancia de los procesos radica en que éstos determinan directamente los equipos y máquinas a utilizar y ordenar. El estudio y mejora de métodos queda tan estrechamente ligado a la distribución en planta que, en ocasiones, es difícil discernir cuáles de las mejoras conseguidas en una redistribución se deben a ésta y cuáles a la mejora del método de trabajo ligada a la misma (incluso hay veces en que la mejora en el método se limitará a una reordenación o redistribución de los elementos implicados) [21].

### **La Mano de obra.**

También la mano de obra ha de ser ordenada en el proceso de distribución, englobando tanto la directa como la de supervisión y demás servicios auxiliares. Al hacerlo, debe considerarse la seguridad de los empleados, junto con otros factores, tales como luminosidad, ventilación, temperatura, ruidos, etc. De igual forma habrá de estudiarse la cualificación y flexibilidad del personal requerido, así como el número de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que habrán de realizar [21].

#### **2.1.15 Estudio de tiempos y movimientos**

El estudio de tiempos es una de las técnicas más utilizada dentro de la medición del trabajo ya que permite registrar el tiempo y el ritmo de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida y realizada en unas condiciones determinadas, para ello es necesario seleccionar un trabajador cualificado que posea destrezas, aptitudes y conocimientos necesarios para el desempeño de las tareas que se desea analizar [21].

Al momento de la fijación de tiempos tipo se requiere un alto grado de objetividad por parte del analista y un evidente sentido de justicia, ya que se debe asignar un nivel que pueda alcanzar y mantener un trabajador cualificado sin excesiva fatiga. Las fases para realizar un estudio de tiempos se muestran en la Tabla 3 [21].

Tabla 3 Fase de la medición del trabajo [21]

| <b>Fase de la medición del trabajo</b>   |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Seleccionar el trabajo de estudio</li> <li>2. Registrar todos los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo y que son los necesarios para la medición</li> <li>3. Examinar la forma crítica los datos registrados para verificar si se está utilizando los métodos y movimientos más eficaces e identificar los elementos improductivos</li> <li>4. Medir (en tiempo) la cantidad de trabajo que corresponde a cada elemento, mediante la técnica más apropiada de medición.</li> <li>5. Calcular el tiempo base y el tiempo tipo</li> <li>6. Definir con precisión la serie de actividades y métodos en funcionamiento para los cuales se ha calculado el tiempo tipo.</li> </ol> |

### **Método estadístico**

El método estadístico requiere que se efectúen cierto número de observaciones preliminares ( $n'$ ), para luego poder aplicar la Ecuación. (1) [22].

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\Sigma x^2 - \Sigma(x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad \text{Ecu. (1)}$$

Siendo:

- $n$  = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)
- $n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar
- $\Sigma$  = Suma de los valores
- $x$  = Valor de las observaciones.
- 40 = Constante para un nivel de confianza de 95,45%

Con un nivel de confianza del 95,45% y un margen de error de  $\pm 5\%$  [22].

### Estimación

Esta técnica puede ser utilizada solamente cuando no se dispone de otra forma de medir el tiempo, debido a que se trata de una estimación el tiempo es normalmente inexacto, pudiendo tener errores considerables, comprendidos entre un 10 y un 20%. Para efectuar la estimación de tiempos requeridos para el estudio, se aprovecha los conocimientos y experiencias de los operarios, buscando determinar aproximadamente los tiempos requeridos para efectuar las tareas que conlleva el proceso productivo, en base a lo mencionado es necesario aclarar que la técnica de estimación no es una técnica de medición propiamente dicha [23].

### Valorización del desempeño del trabajador

Tabla 4 Valorización del desempeño del trabajador OIT [24]

| ESCALAS    |             |              |                      | Descripción del desempeño   | Velocidad de marcha comparable |      |
|------------|-------------|--------------|----------------------|---|--------------------------------|------|
| 60 a<br>80 | 75 a<br>100 | 100 a<br>133 | 0-100<br>(Británica) |   | m/h                            | Km/h |
| 0          | 0           | 0            | 0                    | Actividad nula  |                                |      |
| 40         | 50          | 67           | 50                   | Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo  | 2                              | 3.2  |
| 60         | 75          | 100          | 75                   | Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo; pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde tiempo adrede mientras lo observan. | 3                              | 4.8  |
| 80         | 100         | 133          | 100                  | Activo, capaz como de un obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.                                  | 4                              | 6.4  |
| 100        | 125         | 167          | 125                  | Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima de las del obrero calificado medio.                        | 5                              | 8    |
| 120        | 150         | 200          | 150                  | Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos.  | 6                              | 9.6  |

La escala más reciente 0 – 100 tiene ciertas ventajas importantes que la han hecho adoptar como norma británica. En dicha escala, 0 representa la actividad nula y 100 el ritmo de trabajo del obrero calificado motivado, es decir, el ritmo tipo, como se muestra en la Tabla 4 [24].

### Cálculo de suplementos

Tabla 5 Suplementos de trabajo OIT [24]

| 1. SUPLEMENTOS CONSTANTES  |         |     |         |  |
|--|---------|-----|---------|--|
|  | Hombres |     | Mujeres |  |
| A. Suplementos por necesidades personales                              | 5       |     | 7       |  |
| B. Suplemento base por fatiga  | 4       |     | 4       |  |
| 2. SUPLEMENTOS VARIABLES   |         |     |         |  |
|  | Hombres |     | Mujeres |  |
| <b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>                               | 2       | 4   |         |  |
| <b>B. Suplemento por postura anormal</b>                               |         |     |         |  |
| Ligeramente incomoda   | 0       | 1   |         |  |
| Incomoda (inclinado)   | 2       | 3   |         |  |
| Muy incómoda (echado, estirado)  | 7       | 7   |         |  |
| <b>C. Uso de fuerza/energía muscular</b><br>(Levantar, tirar, empujar) |         |     |         |  |
| Peso Levantado [kg]  |         |     |         |  |
| 2,5  | 0       | 1   |         |  |
| 5  | 1       | 2   |         |  |
| 10   | 3       | 4   |         |  |
| 25   | 9       | 20  |         |  |
|  |         | max |         |  |
| 35,5   | 22      | --- |         |  |
| <b>D. Mala iluminación</b>   |         |     |         |  |
| Ligeramente por debajo de la potencia calculada.                       | 0       | 0   |         |  |
| Bastante por debajo  | 2       | 2   |         |  |
| Absolutamente insuficiente   | 5       | 5   |         |  |
| <b>E. Condiciones atmosféricas</b>                                     |         |     |         |  |
| Índice de enfriamiento kata  |         |     |         |  |
| 16   | 0       |     |         |  |
| 8  | 10      |     |         |  |
| 4  | 45      |     |         |  |
| 2  | 100     |     |         |  |
| <b>F. Concentración intensa</b>  |         |     |         |  |
| Trabajos de cierta concentración                                       | 0       | 0   |         |  |
| Trabajos precisos o fatigosos  | 2       | 2   |         |  |
| Trabajos de gran precisión o muy fatigosos.                            | 5       | 5   |         |  |
| <b>G. Ruido</b>  |         |     |         |  |
| Continuo   | 0       | 0   |         |  |
| Intermitente y fuerte  | 2       | 2   |         |  |
| Intermitente y muy fuerte estridente y fuerte                          | 5       | 5   |         |  |
| <b>H. Tensión mental</b>   |         |     |         |  |
| Proceso bastante complejo  | 1       | 1   |         |  |
| Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos              | 4       | 4   |         |  |
| Muy complejo   | 8       | 8   |         |  |
| <b>I. Monotonía</b>  |         |     |         |  |
| Trabajo algo monótono  | 0       | 0   |         |  |
| Trabajo bastante monótono  | 1       | 1   |         |  |
| Trabajo muy monótono   | 4       | 4   |         |  |
| <b>J. Tedio</b>  |         |     |         |  |
| Trabajo algo aburrido  | 0       | 0   |         |  |
| Trabajo bastante aburrido  | 2       | 1   |         |  |
| Trabajo muy aburrido   | 5       | 2   |         |  |

### 2.1.16 Capacidad de producción

Es el máximo nivel de actividades productivas que puede alcanzarse en una empresa de bienes o servicios en la práctica la capacidad de producción es un indicador clave para la toma de decisiones como contratación o despido de personal, inversión en maquinaria, nuevas instalaciones, etc. [25].

El cálculo de la capacidad de producción se realiza mediante la aplicación de la Ecuación (2):

$$CP = \frac{1}{T_s} \quad \text{Ecu. (2)}$$

De donde se deduce:

Cp: Capacidad de Producción

Ts: Tiempo estándar de la operación [25].

### 2.1.17 Diagrama Hombre máquina

Es una representación gráfica de la secuencia de elementos que componen las operaciones en que intervienen hombres y máquinas [26].

#### Objetivo.

1. Conocer el tiempo invertido por el operario y el utilizado por la máquina.
2. Determinar la eficiencia de los hombres y de las máquinas para utilizarlos al máximo.
3. Mejorar una sola estación de trabajo a la vez [26].

Ciclo total del operador = preparar + hacer + retirar + inspección

Ciclo total de la máquina = preparar + hacer + retirar.

Tiempo productivo de la máquina = hacer

Tiempo improductivo del operador = espera (ocio del operador)

Tiempo improductivo de la máquina = ocio (ocio de la máquina)

Utilización del Operador (%) = tiempo productivo del operador / tiempo total del ciclo

Ocio del operador (%) = tiempo improductivo del operador / tiempo total del ciclo [26].

### **2.1.18 Análisis carga-distancia**

El análisis de secuencia de operaciones y el análisis de diagrama de bloques no desarrollan disposiciones físicas optimas, es decir, las mejores, sino solamente disposiciones físicas. No resulta extraño para estos análisis desarrollar dos alternativas, cada uno de los cuales parece igualmente bueno. El análisis carga-distancia es útil para comprar disposiciones físicas alternas para determinar cual tiene el mínimo recorrido del producto o de materiales por periodo [27].

### **2.1.19 Aspectos de seguridad**

Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, teniendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo [27].

### **2.1.20 Vías de circulación**

Por razones de seguridad se deberán separar siempre que sea posible las vías reservadas a los peatones de las reservadas a vehículos y medios de transporte. De cara a planificar las dimensiones de las vías de circulación se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Frecuencia de tráfico de vehículos y peatones.
- Las dimensiones máximas de los vehículos que vayan a circular por el interior de la empresa.
- Las dimensiones máximas de las mercancías que se mueven por la empresa (piezas, cajas, máquinas, etc.) [27].

### **2.1.21 Software FlexSim 2017**

#### **Definición**

FlexSim es un software para la simulación de eventos discretos, que permite modelar, analizar, visualizar y optimizar cualquier proceso industrial, desde procesos de manufactura hasta cadenas de suministro. Además, FlexSim es un programa que permite construir y ejecutar el modelo desarrollado en una simulación dentro de un entorno 3D desde el comienzo [28].

Actualmente, El software de simulación FlexSim es usado por empresas líderes en la industria para simular sus procesos productivos antes de llevarlo a ejecución real.

Actualmente, existe mucha gente implicada en este proyecto y su uso se encuentra muy extendido en EEUU y México. De esta manera posee un extenso grupo o comunidad de desarrolladores que han aumentado y mejorado las competencias del software [29].

Existe una web propietaria del software que posee multitud de descargas de herramientas adicionales al software, como modelos 3D y librerías, y una gran comunicación entre ellos mediante foros [28].

Un modelo desarrollado con el software FlexSim es básicamente un sistema de flujo de entidades (flowitems), colas (queues), procesos (processor) y sistemas de transporte (transportation). El proceso consiste en un retraso forzado (delay) realizado por una máquina, el transporte consiste en el movimiento de entidades de un recurso a otro, y las colas son un acumulamiento de entidades tipo FIFO a la entrada de un proceso esperando para su procesamiento [28].

Básicamente, un modelo en FlexSim consta de los siguientes recursos:

**Recursos constantes o fijos (fixed resources).** - Aquí entrarían las colas (queues), las máquinas o procesos (processor) y las cintas transportadoras (conveyors) [28].

**Recursos compartidos (shared resources).** - En este apartado están los operadores [28].

**Recursos móviles (mobile resources).** - En este apartado entran los sistemas de transporte que permite modelar el software tales como elevadores, trans-paletas, robots industriales, etc. [28].

### **Terminología FlexSim**

A continuación, se muestra la definición de una serie de términos necesarios para poder comenzar a modelar un proceso con FlexSim:

**Modelo de simulación:** un grupo de instancias de objetos que representan un proceso industrial [28].

**Objeto:** instancia de una clase (recursos o entidades) con comportamiento propio, con atributos, variables y propiedades visuales definibles por el usuario [28].

**Librería:** lista de clases para definir un modelo. Las instancias u objetos son creadas en el modelo FlexSim arrastrando el tipo de clase seleccionado de la librería proporcionada por el software al entorno de simulación [28].

**Objetos de FlexSim:** los objetos de FlexSim simulan diferentes tipos de recursos en la simulación. Como se ha comentado con anterioridad, el objeto llamado queue o cola, actúa como un buffer o un área de almacenamiento.

El queue puede representar una fila de personas esperando, una fila de procesos que esperan ser procesados por una computadora, un área de almacenamiento en el piso de una fábrica, o bien una fila de llamadas en espera de un centro telefónico de servicio a clientes [28].

Otro ejemplo comentado de objeto de FlexSim, es el objeto llamado processor, que simula un tiempo de demora o de proceso. Este objeto puede representar una máquina de una fábrica, un cajero atendiendo a un cliente en un banco, un empleado del correo acomodando paquetes, el tiempo de curación de un enfermo, etc. A todos los objetos de FlexSim se les puede modificar su apariencia fácilmente cambiando el dibujo 3D que tienen asignado. Los objetos de FlexSim se encuentran en la librería de objetos [28].

**Flowitems:** Los flowitems son los objetos que se mueven a través del modelo. Los flowitems pueden representar productos, partes, tarimas, ensambles, papeles, contenedores, llamadas telefónicas o cualquier cosa que se mueva a lo largo del proceso que estás simulando. Se les pueden aplicar procesos a los flowitems y también pueden ser cargados y transportados mediante personas o equipos de transporte. En FlexSim, los flowitems son creados que el objeto denominado Source. Una vez que los flowitems han pasado a través del modelo, éstos deben ser enviados a un objeto llamado Sink, que se pone al final del proceso [28].

**Itemtype:** el itemtype es una etiqueta que tienen todos los flowitems o productos y puede representar el tipo de producto. FlexSim está preparado para utilizar el itemtype como una referencia para decidir la ruta o el destino al cual deben de enviarse los flowitems [28].

**Ports:** cada objeto de FlexSim tiene un número ilimitado de puertos llamados ports a través de los cuales se comunican con otros objetos. Existen 3 tipos de puertos: puertos de entrada (input ports), puertos de salida (output ports) y puertos centrales (central ports). Los puertos de entrada y de salida se usan para definir el flujo o la ruta de los flowitems o productos [28].



Por ejemplo, supongamos una simulación de un separador de correos, que coloca los paquetes en uno de los diferentes transportadores dependiendo del destino del paquete. Para simular esto en FlexSim, se debe conectar los puertos de salida de un objeto del tipo processor (que sería el separador de correo) a los puertos de entrada de los diversos objetos del tipo conveyor, lo que significa que cuando el processor (separador de correos) haya terminado de procesar el flowitem (paquete), entonces este será enviado a un conveyor específico a través de uno de sus puertos de salida. Los puertos centrales son utilizados para crear referencias de un objeto a otro [28].

Un uso típico de los puertos centrales es para referenciar a los objetos móviles como operadores, montacargas o grúas con los objetos fijos como máquinas, queues o colas y conveyors o transportadores [28].

**Triggers:** un trigger es un desencadenador que se activa al ejecutarse eventos claves de objeto. El usuario puede especificar una variedad de eventos que quieren que suceda cuando se activa un desencadenador o trigger. Por ejemplo, existen desencadenadores o triggers para cuando un flowitem entra o sale de un objeto. Cada tipo de objeto tiene un conjunto de desencadenadores que el usuario puede programar cuando lo desee [28].

### **Conexión y creación de puertos**

Los puertos son creados y conectados al hacer click con el botón izquierdo del ratón en el primer objeto y arrastrando hasta el segundo objeto mientras se presiona al mismo tiempo alguno de las siguientes letras del teclado. Si se presiona la letra “A” mientras se hace un click y se arrastra el puntero del ratón, un puerto de salida será creado desde el primer objeto y un puerto de entrada será creado en el segundo objeto. Estos dos puertos quedarán conectados automáticamente. Si se presiona la letra “S” se creará un puerto central en ambos objetos y se conectarán dichos dos puertos nuevos [28].

Si se presiona la letra “Q” (que se ubica arriba de la “A” en el teclado), entonces los puertos de entrada y de salida serán borrados. Para borrarlos deberá hacerse las conexiones en el mismo sentido y de la misma forma en que se hicieron con la letra “A”, pero ahora con la letra “Q” para eliminarlos. Si se quiere eliminar una conexión central se debe de borrar de la misma forma, pero con la letra “W” La Tabla 6 muestra las letras del teclado que se utilizan para crear y romper los dos tipos de conexiones de los puertos [2].

Tabla 6 Relación de teclas para la conexión y desconexión de puertos [28].

| Puertos     | Salida-Entradas | Centrales |
|-------------|-----------------|-----------|
| Desconectar | Q               | W         |
| Conectar    | A               | S         |

### Vistas del modelo

FlexSim utiliza un ambiente de modelación tridimensional. La vista del modelo por defecto para construir modelos se llama orthographic view o vista ortográfica como se observa en la Figura 8 y 9. También puedes ver el modelo en una forma más realista en la vista en perspectiva llamada perspective view (modelo 3D) [28].

Generalmente es más fácil construir el modelo con la vista ortográfica y utilizar la vista en perspectiva cuando quieras ver o mostrar el modelo cuando corres la simulación. De todas maneras, puedes utilizar cualquiera de estas dos vistas ya sea para construir o para correr el modelo. Puedes abrir cuantas ventanas de vistas desees en FlexSim simultáneamente y cada una puede mostrar partes diferentes del modelo [28].

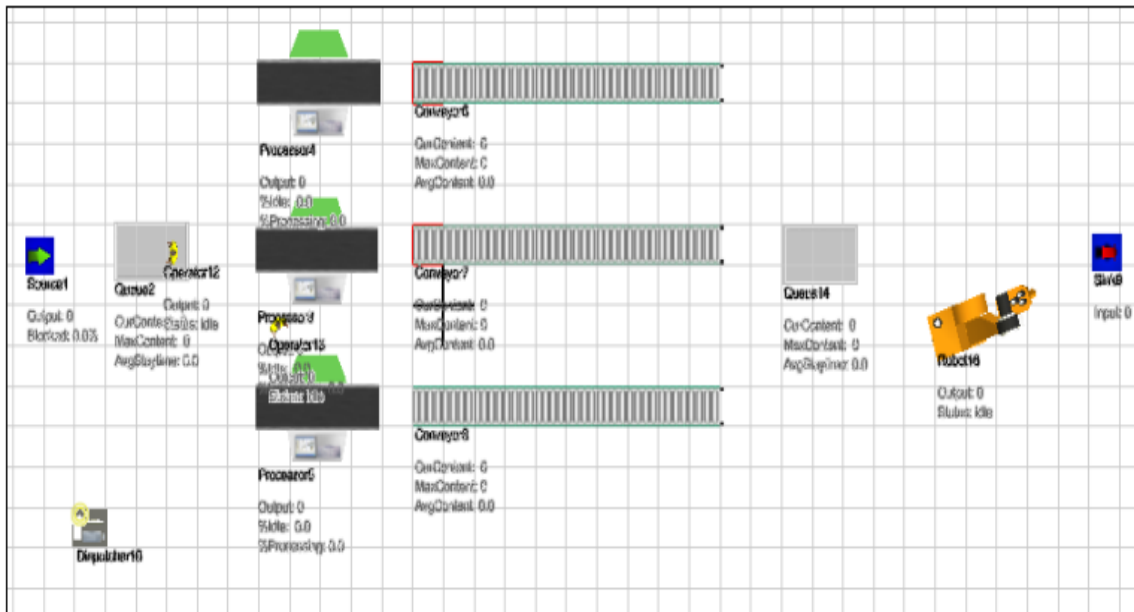


Fig. 8 Vista 2D orthographic view [28].

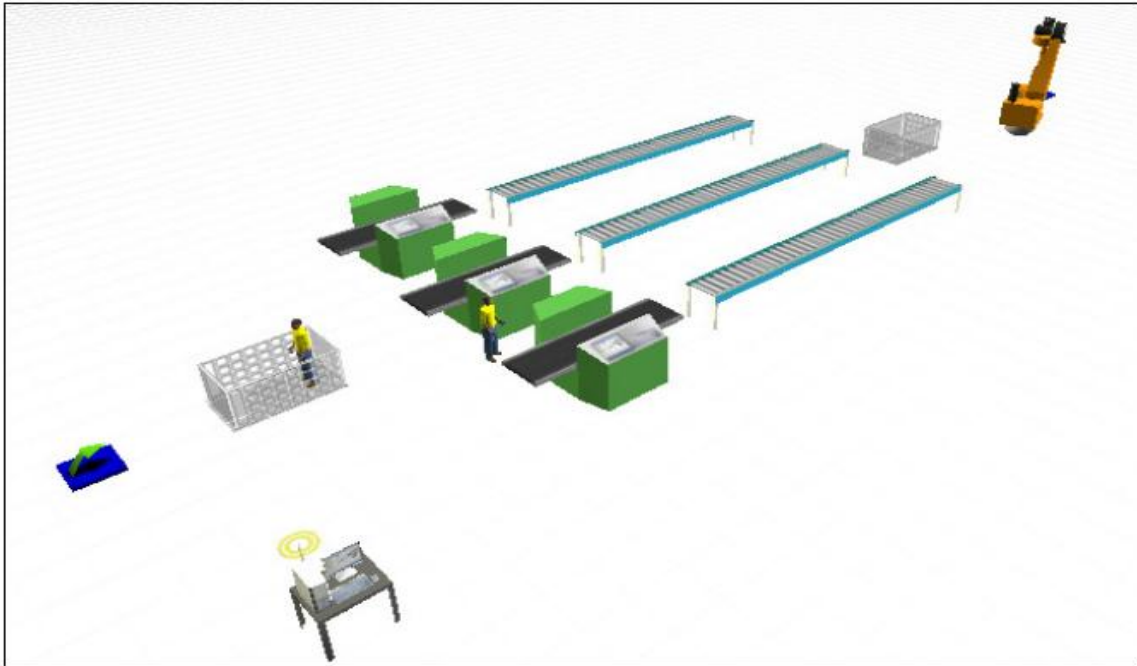


Fig. 9 Vista 3D perspective view [28].

### **ExpertFit**

ExpertFit le permite a uno determinar de forma automática y precisa qué distribución de probabilidad representa mejor un conjunto de datos. En muchos casos se puede hacer un análisis completo [29].

ExpertFit es ampliamente utilizado por analistas que realizan estudios de simulación de eventos discretos de sistemas del mundo real en áreas de aplicación como fabricación, transporte, atención médica, centros de llamadas y redes de comunicaciones. Para estos usuarios, ExpertFit tomará la distribución seleccionada y la pondrá en el formato adecuado para la entrada directa a una gran cantidad de productos de software de simulación diferentes. ExpertFit también se utiliza para el análisis de datos en disciplinas tan diversas como la ciencia actuarial, agricultura, química, economía, análisis ambiental, finanzas, silvicultura, hidrología, medicina, meteorología, minería, física, psicología, ingeniería de confiabilidad y análisis de riesgos [29].

### **Experimenter**

Permite correr el modelo a través de diferentes escenarios cambiando ciertas variables en cada uno de ellos con varias réplicas por escenario recolectando datos, además tiene el optimizador el cual creará automáticamente escenarios y luego los probará, tratando de encontrar el escenario que mejor se adapte a un objetivo [30].

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGÍA**

Para el presente proyecto se desarrollará una investigación de tipo aplicada debido que se utiliza técnicas para mejorar procesos, incrementar calidad y productividad, mediante un modelo de redistribución de instalaciones de la Empresa “STROCALZA” con ayuda del software FlexSim, aplicando todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, con el objetivo de solucionar el problema planteado.

#### **3.1 Modalidad de investigación**

##### **3.1.1 Investigación de campo**

Se utiliza esta modalidad ya que se requiere acudir a las instalaciones para la obtención de datos e información procedente de la empresa en cuestión como es “STROCALZA”, dicha información es la base para el desarrollo de los objetivos planteados para la investigación, la cual permite encontrar la solución más factible al problema planteado.

##### **3.1.2 Investigación bibliográfica – documental**

La investigación es respaldada mediante información con bases científicas ya sean estas primarias o secundarias, con fundamentación teórica de documentos válidos y confiables, a través de libros, revistas, artículos científicos, internet y otras, obteniendo el criterio sobre el tema propuesto de diferentes autores que aportaron al enriquecimiento de dicho estudio. Dichos documentos permiten obtener conocimiento científico importante para el desarrollo de la presente investigación.

##### **3.1.3 Investigación aplicada**

Esta modalidad es la más importante de nuestra investigación ya que se utiliza el software de simulación FlexSim, la misma que simula y hace una representación gráfica del nuevo proceso de producción, el cual ayuda a mejorar la productividad de la empresa.

### 3.2 Población y muestra

La Tabla 7, muestra la población pertinente a analizar y de los cuales se extrae información, la empresa cuenta con 11 trabajadores entre dueños y trabajadores que son los encargados de realizar el proceso de elaboración de calzado en dicha empresa.

Tabla 7 Lista de población seleccionado

| <b>Personal</b>    | <b>Núm.</b> |
|--------------------|-------------|
| Gerente            | 1           |
| Jefe de Producción | 1           |
| Inspector          | 1           |
| Obreros            | 8           |
| TOTAL              | 11          |

#### 3.2.1 Muestra

Debido que la población es pequeña y menor que 100 no es necesario la obtención de una muestra en representación.

### 3.3 Recolección de información

La recolección de información se realiza mediante encuestas, entrevistas y check list a los trabajadores y supervisores para conocer de mejor manera el proceso, tiempo y cantidad de producto que se realiza en cada área.

### 3.4 Procesamiento y análisis de datos

Una vez aplicados los instrumentos de recolección de información, los datos obtenidos se revisan y se procesan siguiendo ciertos procedimientos.

- Determinar la situación actual de la empresa mediante la observación.
- Recolectar datos adecuados para la investigación mediante el uso de encuestas, entrevistas y el check list.
- Realizar un análisis e interpretación de los datos obtenidos mediante la aplicación de herramientas estadísticas.
- Medición de los tiempos de producción y cálculo de materiales e insumos utilizados.
- Presentar los resultados en base a las simulaciones realizadas.

- Conclusión y recomendación.

### **3.5 Desarrollo del proyecto**

El desarrollo del proyecto tiene las siguientes actividades:

- Recolección de información de la situación actual de la empresa.
- Identificación y análisis de los procesos que se llevan a cabo en la elaboración de calzado.
- Realizar un estudio de tiempos y movimientos del proceso productivo.
- Elaborar los planos actuales de la empresa.
- Evaluar la productividad con la distribución actual de la empresa.
- Diseñar un nuevo Layout para el nuevo sistema productivo.
- Elaborar una simulación del proceso con rutas, maquinaria y personal ocupado.
- Analizar los resultados obtenidos.
- Presentar el análisis de resultados obtenidos.
- Determinar las condiciones de seguridad de la nueva instalación.
- Elaboración del informe final.

## CAPÍTULO 4

### DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En este capítulo primero se analiza la situación actual de la Empresa “STROCALZA” de todas sus áreas, procesos, subprocesos, rutas, maquinaria, herramientas y personal que intervienen al momento de realizar calzado deportivo para conocer las deficiencias que presenta al momento de la producción, seguidamente se realiza un rediseño de las instalaciones con el fin de mejorar la productividad mediante la utilización del software FlexSim 2017 para finalmente evaluar el nuevo diseño de la planta con los datos obtenidos a través de simulación.

#### 4.1 Análisis de la situación actual del proceso productivo de la empresa

##### 4.1.1 Introducción a la Empresa

“STROCALZA” es una empresa ecuatoriana dedicada al diseño, fabricación y comercialización de calzado, la empresa nace en el año 2012 ofreciendo a sus clientes calzado deportivo, urbano, micros y pupos. Al pasar el tiempo la empresa ha ido incrementando nuevas líneas de calzado y maquinaria, mejorando así el producto y optimizando la producción, abriéndose campo en el mercado ecuatoriano con productos de calidad los cuales buscan satisfacer las necesidades del cliente.

##### 4.1.2 Datos de la empresa

La empresa cuenta con instalaciones y oficinas administrativas también cuenta con personal calificado, honesto, trabajador y responsables para la elaboración de calzado, los cuales buscan realizar un producto de calidad cumpliendo con las necesidades del cliente.

#### Logo de la empresa:



Fig. 10 Logo de la empresa

**Provincia:** Tungurahua

**Ciudad:** Ambato

**Dirección:** Avenida Víctor Hugo y Jácome Clavijo, junto a la Unidad Educativa Elite.

**Teléfonos:** +593 3 2415171 +595 999978383.

**E-mail:** STROCALZA2018@GMAIL.COM

**Ubicación de la empresa:**

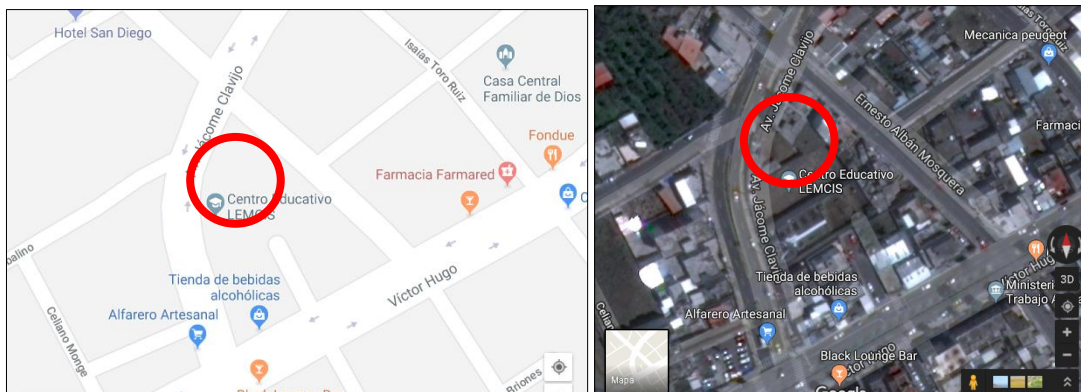


Fig. 11 Ubicación de la Empresa STROCALZA – Ambato

#### 4.1.3 Filosofía empresarial

##### Misión

“STROCALZA” es una empresa dedicada a la innovación y fabricación de calzado, con parámetros que satisfagan los requerimientos de nuestros usuarios, enfocándose en desarrollar y mejorar continuamente nuestros procesos, productos y servicios que ofrecemos dentro del mercado nacional.

##### Visión

“STROCALZA” para el 2020 se convertirá en una empresa líder y de reconocimiento en la producción de calzado deportivo, urbano a nivel nacional, organizando todos sus procesos y departamentos con el objetivo de dar valor agregado a nuestros servicios y productos, alcanzando a ser líderes en la elaboración de calzado con precios y calidad competitivos en el mercado nacional e internacional, contribuyendo de esta manera al desarrollo de la comunidad.



## **Política de calidad**

En “STROCALZA” fabricamos y vendemos calzado de calidad para el mercado nacional. Nos esforzamos en satisfacer las necesidades de nuestros clientes, a través del mejoramiento continuo de nuestros procesos y servicios que con la ayuda de un grupo humano competente y comprometido se alcanzaran las metas propuestas por la empresa.

## **Objetivos estratégicos**

- Posicionar a nuestras marcas dentro del mercado.
- Incorporar permanentemente nuevas tecnologías en los procesos productivos.
- Desarrollar y capacitar a nuestro personal en todas las áreas, potenciando los valores de profesionalismo, calidad y servicio.
- Crear asociaciones con los mejores proveedores y clientes del mercado, para proporcionar valor agregado a los servicios y productos que comercializamos.
- Atención y Servicio al cliente
- Cumplir y atender las necesidades del cliente, dándole el mejor de los servicios.
- Estar a la vanguardia en el desarrollo de métodos, pruebas y proyectos; logrando ser una empresa de punta en la calidad total de nuestro producto.
- Mejorando día a día la productividad con nuestros objetivos, para el cumplimiento de nuestras metas.












## **Principios**

- Calidad y confiabilidad
- Eficiencia y eficacia
- Compromiso
- Mejoramiento continuo
- Profesionalismo
- Ética y responsabilidad en todas las actuaciones.
- Calidad

### **4.1.4 Productos ofertados**

“STROCALZA” cuenta con una gran variedad de productos ofertados los cuales se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8 Productos de la Empresa "STROCALZA"

|   |  |
|---|--|
| <p><b>MODELO: C101</b></p>  | <p><b>MODELO: C102</b></p>   |
|    |    |
| <p><b>MODELO: C103</b></p>  | <p><b>MODELO: V101</b></p>   |
|    |    |
| <p><b>MODELO: V102</b></p>  | <p><b>MODELO: D101</b></p>   |
|   |   |
| <p><b>MODELO: D102</b></p>  | <p><b>MODELO: D103</b></p>   |
|  |  |
| <p><b>MODELO: D104</b></p>  | <p><b>MODELO: M101</b></p>   |
|  |  |
| <p><b>MODELO: M102</b></p>  | <p><b>MODELO: M103</b></p>   |
|  |  |

El presente proyecto se realiza en todas las áreas, debido que la empresa cuenta con diversos procesos a la hora de realizar calzado, también cuenta una variedad de productos como deportivos, pupos, tubulares, casuales, escolares, por lo que se realiza un análisis grafico ABC para determinar cuál de estos productos son los más demandados en los últimos 3 meses ya que la empresa se enfoca en producir colecciones que por lo general duran de 2 a 3 meses.

#### 4.1.5 Gráfico ABC para determinar el modelo con mayor demanda de la Empresa “STROCALZA”.

En la Tabla 9 se describe una serie de productos vendidos en los últimos 3 meses del presente año 2018 con su respectiva cantidad vendida y su costo unitario, así como también la valorización y porcentaje de demanda, para lo cual se calcula con la Ecuación. (3) y (4).

$$\text{Valoracion } (\$) = \text{Consumo} * \text{PrecioUnitario} \quad \text{Ecu. (3)}$$

$$\% \text{demanda} = \left( \frac{\text{demanda}}{\text{Demanda Total}} \right) * 100\% \quad \text{Ecu. (4)}$$

Tabla 9 Productos vendidos en los últimos meses y cálculo de valorización y demanda

| Art. N | Modelo | Demanda (pares) |      |       | Demanda total | Costo (\$) | Valorización (\$) | %Demanda |
|--------|--------|-----------------|------|-------|---------------|------------|-------------------|----------|
|        |        | Abril           | Mayo | Junio |               |            |                   |          |
| 1      | C101   | 12              | 18   | 18    | 48            | 27.5       | 1320              | 4.12     |
| 2      | C102   | 6               | 6    | 12    | 24            | 25.5       | 612               | 2.06     |
| 3      | C103   | 6               | 0    | 12    | 18            | 25.5       | 459               | 1.55     |
| 4      | V101   | 12              | 12   | 6     | 30            | 21.5       | 645               | 2.58     |
| 5      | V102   | 6               | 12   | 6     | 24            | 27.5       | 660               | 2.06     |
| 6      | D101   | 48              | 60   | 48    | 156           | 20         | 3120              | 13.40    |
| 7      | D102   | 48              | 60   | 72    | 180           | 20         | 3600              | 15.46    |
| 8      | D103   | 36              | 60   | 60    | 156           | 21.5       | 3354              | 13.40    |
| 9      | D104   | 42              | 42   | 36    | 120           | 21.5       | 2580              | 10.31    |
| 10     | M101   | 48              | 48   | 60    | 156           | 25         | 3900              | 13.40    |
| 11     | M102   | 42              | 42   | 42    | 126           | 25         | 3150              | 10.82    |
| 12     | M103   | 42              | 36   | 48    | 126           | 25         | 3150              | 10.82    |
| TOTAL  |        |                 |      |       | 1164          |            |                   | 100      |

En la Tabla 10 se muestra el porcentaje de valorización y porcentaje de valorización acumulado para cada uno de los modelos. Para eso se utiliza la Ecuación. (5).

$$\%Participación\ Acumulado = \%Participación\ Acumulado_{i-1} + \%Participación_i \quad \text{Ecu. (5)}$$

Tabla 10 Porcentaje de valorización y valorización acumulada

| Art. N | Modelo | % Valorización | % Valorización Acumulado |
|--------|--------|----------------|--------------------------|
| 7      | D102   | 15.46          | 15.46                    |
| 10     | M101   | 13.40          | 28.87                    |
| 6      | D101   | 13.40          | 42.27                    |
| 8      | D103   | 10.31          | 52.58                    |
| 11     | M102   | 10.82          | 63.40                    |
| 12     | M103   | 10.82          | 74.23                    |
| 9      | D104   | 13.40          | 87.63                    |
| 1      | C101   | 4.12           | 91.75                    |
| 4      | V101   | 2.58           | 94.33                    |
| 5      | V102   | 2.06           | 96.39                    |
| 2      | C102   | 2.06           | 98.45                    |
| 3      | C103   | 1.55           | 100.00                   |

La Figura 12, muestra los porcentajes obtenidos en el análisis, los cuales se obtienen con los siguientes el 50 % son productos tipo A, el 25% productos tipo B y el 25% restante son de productos tipo C.

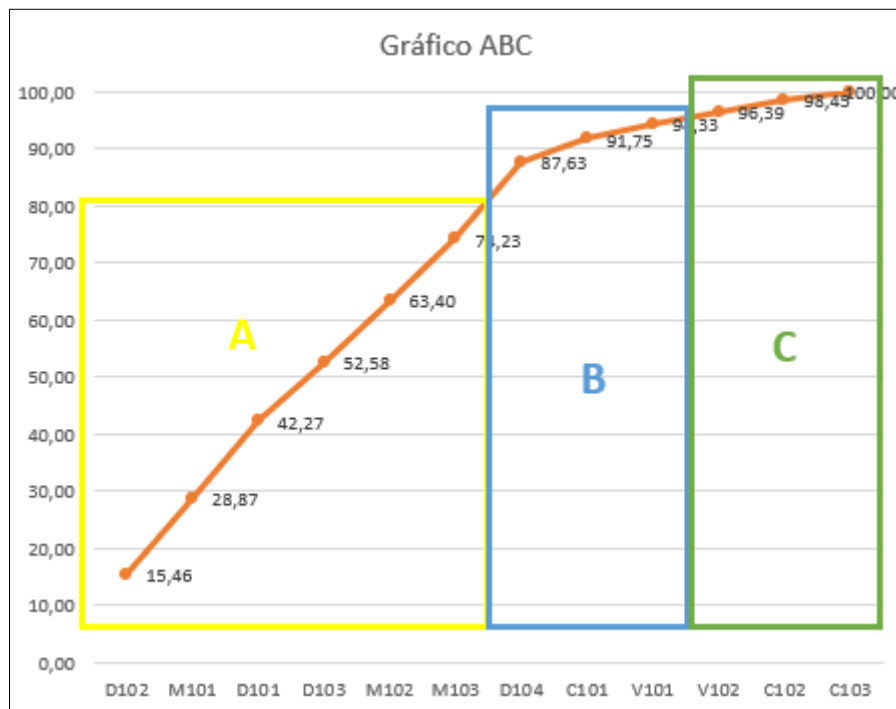


Fig. 12 Participación ABC de los productos

En la Tabla 11, se detallan los resultados del análisis ABC, el cual es una herramienta de categorización de productos, teniendo así que los de tipo A son productos con mayor importancia, los B productos de importancia secundaria y los C que son productos de baja importancia.

Tabla 11 Resultado de análisis ABC

| Art. N | Modelo | % Valorización | % Valor Acumulado | Clasificación |
|--------|--------|----------------|-------------------|---------------|
| 7      | D102   | 15,46          | 15,46             | A             |
| 10     | M101   | 13,40          | 28,87             | A             |
| 6      | D101   | 13,40          | 42,27             | A             |
| 8      | D103   | 10,31          | 52,58             | A             |
| 11     | M102   | 10,82          | 63,40             | A             |
| 12     | M103   | 10,82          | 74,23             | A             |
| 9      | D104   | 13,40          | 87,63             | B             |
| 1      | C101   | 4,12           | 91,75             | B             |
| 4      | V101   | 2,58           | 94,33             | B             |
| 5      | V102   | 2,06           | 96,39             | C             |
| 2      | C102   | 2,06           | 98,45             | C             |
| 3      | C103   | 1,55           | 100,00            | C             |

### Interpretación

Una vez realizado el análisis de la curva ABC, se determina los modelos más importantes los cuales se encuentran en el grupo A como son: El modelo D102 el cual es un modelo deportivo con una valorización de 15.46% y una valorización monetaria de \$ 3,600.00, también se obtuvo el modelo M101 que corresponde a un modelo deportivo micro (futbol) el cual tiene una valorización de 13.40% y una valorización monetaria de \$3,900.00, para la presente investigación se toma los primeros modelos pertenecientes al tipo A ya que la empresa ha pedido que nos enfoquemos en los 2 modelos más importantes.

#### 4.1.6 Mapa de procesos

La Figura 13, tiene como objetivo conocer más profundamente el funcionamiento y el desempeño de los procesos y las actividades en los que se halla involucrada la empresa.

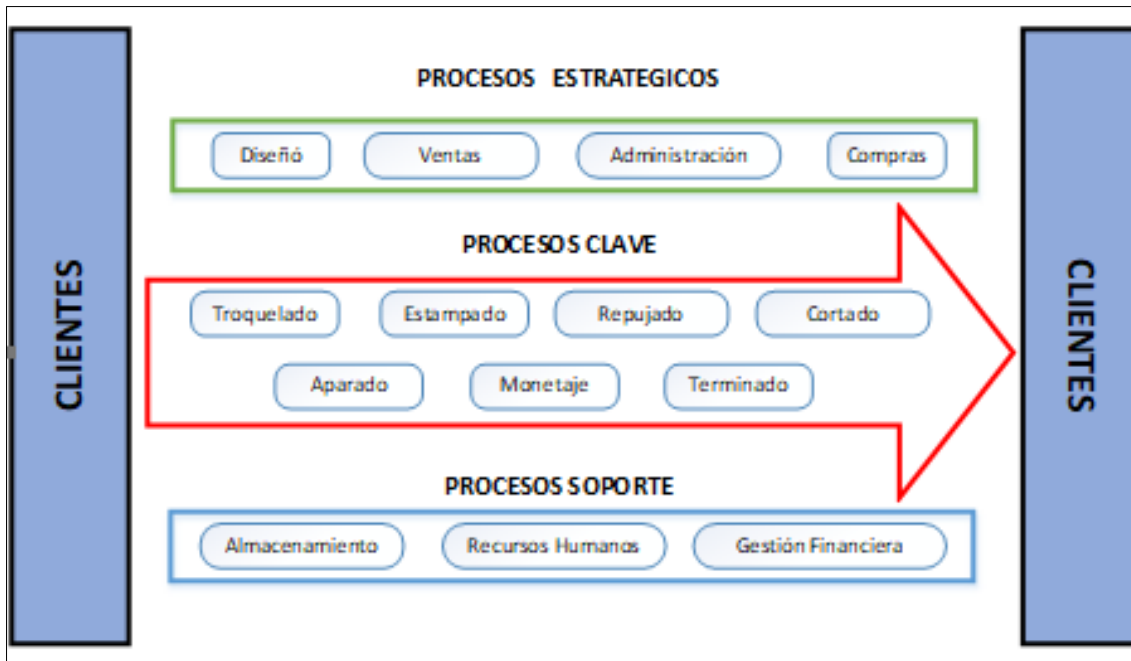


Fig. 13 Mapa de procesos actual de la empresa

#### 4.1.7 Flujo de materiales

##### Distribución Actual

La distribución de la planta de producción en la Empresa “STROCALZA” ha tenido un ordenamiento de acuerdo a la experiencia del personal que labora en la misma, sin tomar en cuenta la optimización del espacio y del tiempo.

Las áreas con las que cuenta la planta de producción se describen a continuación.

- |   |             |
|---|-------------|
| 1. Área de diseño.                            | [A.Dis.]    |
| 2. Área de materia prima.                     | [A.M.P.]    |
| 3. Área de corte de eva y sintético.          | [A.C.E.S.]  |
| 4. Área de serigrafía.                        | [A.S.]      |
| 5. Área de corte de capelladas.               | [A.C.C.]    |
| 6. Área de aparado.                           | [A.A.]      |
| 7. Área de colocado de ojillos.               | [A.O.]      |
| 8. Área de empastado y cosido string lasting. | [A.E.C.S.L] |
| 9. Área de plantado.                          | [A.P.]      |
| 10. Área de terminado.                        | [A.T.]      |
| 11. Bodega de producto terminado.             | [B.P.T.]    |

### **Área de Diseño [A.Dis.]**

En esta área es donde el proceso de producción inicia con la elaboración de los diseños demandados por el cliente, el personal de esta área procede a realizar estos diseños a mano de acuerdo al modelo que se le ha entregado o en base a imágenes que pueden ser de catálogos o internet.



Fig. 14 Área de diseño

### **Área de materia prima [A.M.P]**

En esta área se almacena todo el material utilizado en la elaboración de calzado como eva, sintético, celfil, plantitualla, cartón, etc.

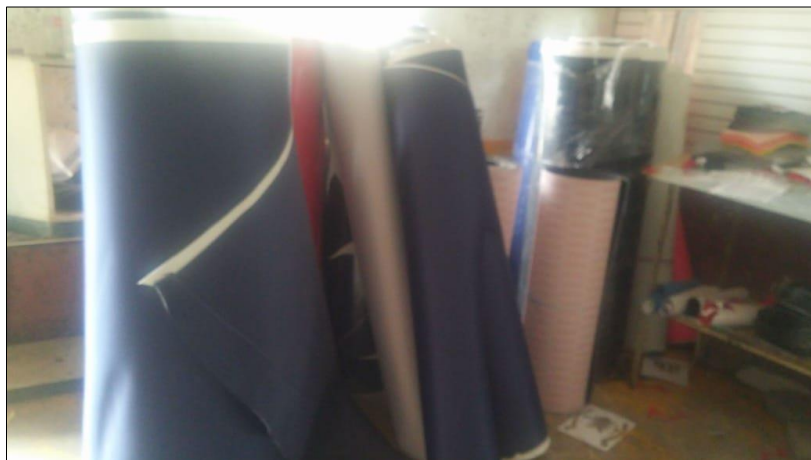


Fig. 15 Área de materia prima

### **Área de corte de eva y sintético [A.C.E.S]**

En esta área llega el material de bodega como son cueros, lonas, capelladas de micros de acuerdo a las especificaciones del cliente y el tipo de calzado a realizar. Este proceso se realiza de dos maneras: la forma manual la cual se utiliza moldes y navajas (estiletos), y máquina (troqueladora).



Fig. 16 Área de corte de eva y sintético

### **Área de serigrafía [A.S]**

En esta sección se estampa las capelladas para deportivo y deportivo micro (futbol) y también las plantillas con la marca de la empresa, se prensa las capelladas estampadas mediante moldes de aluminio.





Fig. 17 Área de serigrafía y repujado

### Área de cortado de capelladas [A.C.C]

En esta área se cortan las capelladas, forros, lengüetas, refuerzos y demás material utilizado para armar el zapato.



Fig. 18 Área de cortado de capelladas

### Área de aparado [A.A]

Este proceso es el encargado de armar el zapato, la primera operación es coser la capellada con el forro, después se realiza el proceso de embolsado para finalmente unir el corte con la lengüeta.



Fig. 19 Área de aparado

### Área de colocar ojajillos [A.O]

Aquí que se realiza el proceso de colocar ojajillos en el corte utilizando la prensadora de ojajillos.



Fig. 20 Área de colocar ojajillos

### Área de empastado y cosido string lasting [A.E.C.S.L]

En esta área se preparan los cortes colocando los refuerzos con cemento de contacto para después cocerlos mediante la máquina strobel, la finalidad de esta área es dar forma al corte a través de una horma preestablecida para cada uno de los modelos.



Fig. 21 Área de montaje

### Área de plantado [A.P]

En esta área se prepara la suela o planta dependiendo del zapato luego se reactiva el material sometiéndole a calor, para después unir los dos elementos (suela con la planta del zapato), una vez unido el zapato es sometido a presión para darle firmeza y un buen pegado.



Fig. 22 Área de pegado

### Área de terminado [A.T]

En esta sección los trabajadores retiran las rebabas, queman los hilos, corrigen las fallas de los zapatos, colocan las plantillas de terminado, limpian, se colocan pasadores,

inspeccionan los zapatos y se empaca el producto terminado en cartones para ser embodegados y distribuidos.



Fig. 23 Área de terminado

#### **Bodega de producto terminado [B.P.T]**

Esta área es donde se coloca el producto terminado para su posterior despacho a las diferentes partes del país.

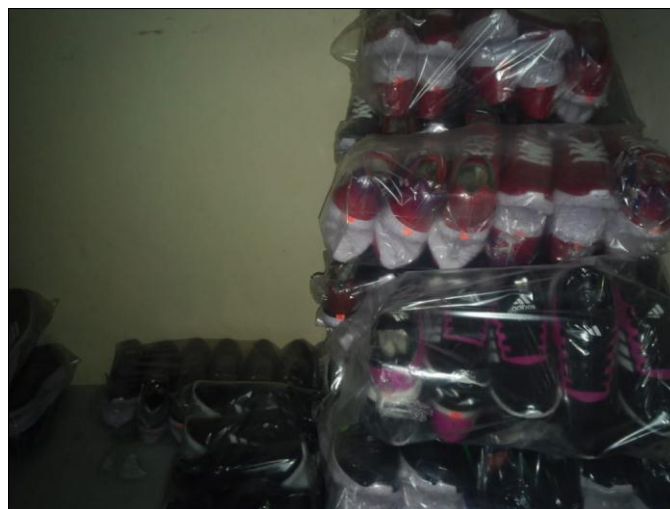


Fig. 24 Bodega de producto terminado

#### **4.1.8 Descripción de Maquinaria y equipos**

Para la elaboración de calzado la empresa cuenta con maquinaria especializada; la maquinaria en su mayoría funciona con energía eléctrica y se describen en la Tabla 12.

Tabla 12 Descripción de maquinaria y equipos

| Cantidad | Máquina                  | Marca        | Año de fabricación | Función                                 |
|----------|--------------------------|--------------|--------------------|---|
| 1        | Troqueladora             | Atom         | 2010               | Cortar plantillas                       |
| 1        | Pulidora                 | Artesanal    | 2005               | Rebajar los filos de los contrafuertes. |
| 1        | Horno                    | Artesanal    | 2008               | Activar cortes                          |
| 1        | Grapadora neumática      | Boch         | 2018               | Grapar la plantilla con la horma.       |
| 1        | Reflector                | Artesanal    | 2015               | Dar iluminación para el revelado.       |
| 2        | Destalladora             | Golden Wheel | 2012               | Reducir el grosor de los cortes         |
| 2        | Cocedora                 | Jontex       | 2012               | Unir los cortes                         |
| 2        | Strobel                  | Puig         | 2012               | Coser el contorno de la capellada       |
| 1        | Prensa neumática         | Artesanal    | 2010               | Grabar la capellada                     |
| 1        | Pulpo                    | Artesanal    | 2016               | Pintar la capellada                     |
| 1        | Remachadora de ojalillos | Artesanal    | 2009               | Colocar los ojalillos                   |
| 1        | Prensadora               | Artesanal    | 2013               | Fijar el zapato con la horma            |
| 1        | Jaleteadora              | Artesanal    | 2018               | Halar el corte para formar el zapato    |

**Troqueladora:** Es una máquina encargada de ejercer presión sobre un troquel o matriz para cortar material ya sea cuero, sintético, cartón, etc. Esta se puede ajustar la altura deseada y misma que tiene una rea de trabajo de 1 m x 0,50 m. Su funcionamiento es electro neumático y se componen de dos elementos la mesa donde se coloca el material que se requiere cortar y la superficie móvil que actúa subiendo y bajando para aplicar el corte, el troquel se sitúa ente estos dos elementos y se mueve a mano intentando aprovechar la mayor cantidad de material posible en cada movimiento.

**Pulidora:** Esta máquina con ayuda del operador es la encargada de reducir los filos de los contrafuertes para su mejor adherencia con la planta.

**Horno:** Esta máquina es la encargada de calentar el corte armado y la planta para que se puedan unir y tenga un excelente pegado.

**Grapadora neumática:** Esta máquina es muy esencial con ayuda del operador tiempla las mallas en los cuadros, para poder realizar el estampado.

**Reflector:** Esta máquina ayuda a dar iluminación durante un cierto tiempo a las mallas con emulsión para poder dar la forma del estampado.

**Destalladora:** El objetivo de esta máquina es rebajar los filos de del cuero y de la eva para que se pueda aparar de una mejor manera.

**Cosedora:** Es una máquina se encarga de coser las piezas que previamente se han pegado siguiendo la raya de tiza que se ha dibujado sobre las piezas de cuero y sintético.

**Strobel:** esta Máquina es la encargada de cocer el contorno de la capellada este tipo de cocido se lo conoce como string lasting para que se facilite el jaleteado al momento del plantado o montaje.

**Prensa neumática:** En esta máquina se introducen las capelladas de sintético o cuero para que adquieran la forma del grabado de aluminio previamente mecanizado.

**Pulpo:** En esta máquina se estampan los diseños de micros en las capelladas de sintético.

**Remachadora de ojaillos:** Es una máquina utilizada especialmente para calzado su funcionamiento es semiautomático y mediante el movimiento de un motor baja el ojaillos fijándole al hueco de que previamente se hizo en el sintético para los pasadores.

**Prensadora:** Es aquella que ejerce una presión en el zapato para que el material en proceso y la suela queden fijos y no se separen gracias a la acción del pegamento e imprimantes que previamente se reactivaron en el horno.

#### **4.1.9 Descripción de herramientas**

En la elaboración de calzado en la Empresa “STROCALZA” se utiliza un gran número de herramientas necesarias para la fabricación del mismo, las cuales se detallan a continuación:

**Brochas:** Es una herramienta que permite colocar cemento de contacto en los cortes y las plantillas.

**Estilete:** Utilizados para recortar material sobrante de las plantillas manualmente alrededor del filo de las hormas.

**Tenazas:** Utilizado para realizar los pliegues al momento de armar el corte con la horma

**Martillo:** Es una herramienta que me permite asentar los pliegues y que se pegue de mejor manera el corte con la plantilla.

**Grapas:** Son utilizadas para sujetar las plantillas en las hormas.

**Racle:** Es utilizado para estampar las capelladas.

**Espátula:** Es utilizada para mezclar la pintura y recoger la misma.

**Pinzas:** Para templar los cuadros para serigrafía.

#### 4.1.10 Lista de materia prima

La Tabla 13, muestra la materia prima utilizada en la confección de calzado deportivo en la Empresa “STROCALZA”.

Tabla 13 Lista de materiales utilizados en la elaboración de calzado deportivo y deportivo micro

| <b>Lista de materia prima</b> |                               |
|-------------------------------|-------------------------------|
| <b>Zapato deportivo</b>       | <b>Zapato deportivo micro</b> |
| Suela                         | Suela                         |
| Capelladas                    | Capelladas                    |
| Forros                        | Forros                        |
| Pasadores                     | Pasadores                     |
| Ojalillos                     | Ojalillos                     |
| Esponja                       | Esponja                       |
| Cartón                        | Cartón                        |
| Plantitualla                  | Plantitualla                  |
| Celfil                        | Celfil                        |
| Refuerzos                     | Refuerzos                     |

#### 4.1.11 Método actual de trabajo que se utiliza en la elaboración de calzado

Para iniciar con el objetivo de una correcta distribución de planta en la Empresa “STROCALZA” se realiza un análisis de los métodos que se emplean para la confección de calzado, para lo cual se utiliza diagramas donde se lleva un registro de todas las actividades y cada una de las operaciones que intervienen en la producción de calzado.

#### **4.1.12 Cursograma sinóptico del proceso actual**

El cursograma sinóptico del proceso o más conocido como diagrama de ensamble se utiliza para generar una visión general del proceso del cómo se van incorporando los materiales al proceso, el cual presenta como suceden las operaciones principales e inspecciones del proceso sin tomar en cuenta quienes las ejecutan ni donde se lleva a cabo.

Con frecuencia es útil observar la totalidad del proceso o actividad antes de emprender un estudio detallado, y para esto precisamente sirve el cursograma sinóptico.

Para preparar este cursograma solo se necesitan dos símbolos correspondientes a la operación e inspección.

#### **Cursograma sinóptico del proceso actual: Elaboración de calzado Deportivo y Micro**

**Operación 1:** Preparar el material

**Operación 2/Inspección 1:** Cortar el material y verificar la forma correcta de la capellada.

**Operación 3/Inspección 2:** Estampar las capelladas y verificar el correcto estampado.

**Operación 4/Inspección 3:** Repujar las capelladas y verificar el correcto grabado.

**Operación 5:** Cortar capelladas, forros y lengüetas.

**Operación 6:** Troquelar refuerzos.

**Operación 7:** Destallado de eva (para micros).

**Operación 8:** Aparado

**Operación 9:** Colocar ojalillos

**Operación 10:** Troquelar contrafuertes

**Operación 11:** Empastar los cortes

**Operación 12/Inspección 4:** Cosido string lasting y verificado del cocido

**Operación 13:** Troquelar plantillas

**Operación 14:** Plantado



**Operación 15:** Sacar de horma

**Operación 16:** Troquelar plantillas y empeines

**Operación 17:** Terminado

**Cursograma analítico actual**

En la Tabla 14 se muestra el cursograma analítico en la elaboración de calzado con todas sus operaciones, inspecciones, almacenamiento y transporte detallando cantidad almacenada, tiempos y distancias recorridas.

Tabla 14 Cursograma analítico actual

| Cursograma analítico  |                     | Operario/Material/Equipo |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
|---|---------------------|--------------------------|--------------|----------|---------|----|---|---|---|---------------|--------------|
| Diagrama N° 1 Hoja núm. 1 de 1                                      |                     | Resumen                  |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Objeto: Calzado Deportivo   | Actividad           | Actual                   | Propuesto    | Economía |         |    |   |   |   |               |              |
| Actividad: Elaboración de calzado deportivo                         | Operación ○         | 17                       |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Método: Actual/Propuesto  | Transporte ⇒        | 16                       |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Lugar: Taller de producción   | Inspección □        | 3                        |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Operario(s): 1  | Almacenamiento ▽    | 5                        |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Compuesto: Kelvin Pérez   | Espera D            | 2                        |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Fecha:  | Distancia (m)       | 211                      |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Aprobado por:   | Tiempo (min-hombre) | 563,4                    | 645,8        |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Fecha:  | Total               |                          |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Descripción   | Cantidad (pares)    | Distancia (m)            | Tiempo (min) |          | Símbolo |    |   |   |   | Observaciones |              |
|   |                     |                          | Deportivo    | Micro    | ○       | ⇒  | □ | ▽ | D |               |              |
| Almacenamiento del material   |                     |                          |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Preparar el material  |                     |                          | 1,08         | 1,08     | ●       |    |   |   |   |               | A mano       |
| Llevar el material al área de cortado                               |                     | 2                        | 0,06         | 0,06     | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Cortar el material  |                     |                          | 10,07        | 10,07    | ●       |    |   |   |   |               | A mano       |
| Inspeccionar el cortado   |                     |                          | 0,8          | 0,8      | ●       |    |   |   |   |               | A mano       |
| Almacenamiento de las capelladas                                    | 120                 |                          | 5            | 5        |         |    |   | ● |   |               |              |
| Transportar las capelladas al área de serigrafía                    | 48                  | 27                       | 0,45         | 0,45     | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Estampar las capelladas   |                     |                          | 8,92         | 10,63    | ●       |    |   |   |   |               | A mano       |
| Verificar el correcto estampado                                     |                     |                          | 1            | 1        | ●       |    |   |   |   |               | A mano       |
| Almacenado temporal de las capelladas estampadas                    |                     |                          | 3            | 3        |         |    |   | ● |   |               |              |
| Espera que caliente o enfríe la repujadora                          |                     |                          | 1            | 1        |         |    |   |   | ● |               |              |
| Repujar para el grabado del material                                |                     |                          | 8,71         | 12,96    | ●       |    |   |   |   |               | Automatizado |
| Verificar el correcto repujado                                      |                     |                          | 1            | 1        | ●       |    |   |   |   |               | A mano       |
| Almacenado temporal de las capelladas repujadas                     | 120                 |                          | 5            | 5        |         |    |   | ● |   |               |              |
| Transportar las capelladas al área de cortado                       | 48                  | 43                       | 0,77         | 0,77     | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Cortar las capelladas y forros                                      |                     |                          | 63,02        | 63,02    | ●       |    |   |   |   |               | A mano       |
| Ir al área de troquelado  |                     | 20                       | 0,32         | 0,32     | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Troquelar refuerzos   |                     |                          | 0,87         | 0,87     | ●       |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Retornar al área de cortado   |                     | 20                       | 0,32         | 0,32     | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Ir al área de destallado  |                     | 3                        | 0            | 0,08     | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Destallar evas  |                     |                          | 0            | 3,57     | ●       |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Ir al área de aparado   |                     | 2                        | 0,06         | 0,06     | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Aparado   |                     |                          | 187,16       | 258,08   | ●       |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Transportar los cortes para el área de colocado de ojallillos       | 12                  | 18                       | 0,3          | 0,3      | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Colocar ojallillos  |                     |                          | 14,40        | 5,16     | ●       |    |   |   |   |               | Máquina      |
| ir al área de troquelado  |                     | 2                        | 0,07         | 0,07     | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Troquelar contrafuertes   |                     |                          | 5,81         | 5,81     | ●       |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Transportar los cortes al área de empastado                         | 12                  | 12                       | 0,2          | 0,2      | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Empastar los cortes   |                     |                          | 25,07        | 25,07    | ●       |    |   |   |   |               | A mano       |
| Cosido string lasting   |                     |                          | 24,00        | 24,00    | ●       |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Transportar los cortes al área de plantado                          |                     | 10                       | 0,2          | 0,2      | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| ir al área de troquelado  |                     | 9                        | 0,19         | 0,19     | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| troquelar plantillas  |                     |                          | 4,60         | 4,60     | ●       |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Retornar al área de plantado  |                     | 9                        | 0,19         | 0,19     | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Plantado  |                     |                          | 122,33       | 122,33   | ●       |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Esperar que enfríe los zapato                                       |                     |                          | 5,00         | 15,00    |         |    |   |   | ● |               |              |
| Sacar de horma  |                     |                          | 5,22         | 5,22     | ●       |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Ir al área de troquelado  |                     | 9                        | 0,19         | 0,19     | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Troquelar plantillas y empeines                                     |                     |                          | 6,18         | 6,18     | ●       |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Transportar los zapatos, plantillas y empeines al área de terminado |                     | 22                       | 0,4          | 0,4      | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Terminado   |                     |                          | 51,46        | 51,46    | ●       |    |   |   |   |               | A mano       |
| Transportar al área de almacenado                                   |                     | 3                        | 0,08         | 0,08     | ●       |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Almacenar el producto terminado                                     | 200                 |                          |              |          |         |    |   |   | ● |               |              |
| <b>TOTAL</b>  |                     | 211                      | 563,44       | 645,81   | 17      | 16 | 3 | 5 | 2 |               |              |

#### 4.1.13 Diagrama de ensamble basado en el material

Una vez mostrado el proceso de confección de calzado de la Empresa “STROCALZA”, se realiza el diagrama de ensamble basado en el material el cual nos muestra el recorrido del producto. Este diagrama se establece utilizando los símbolos de operación e inspección como se muestra en la figura 25.

### DIAGRAMA DE ENSAMBLE: ELABORACIÓN DE CALZADO EN LA EMPRESA STROCALZA

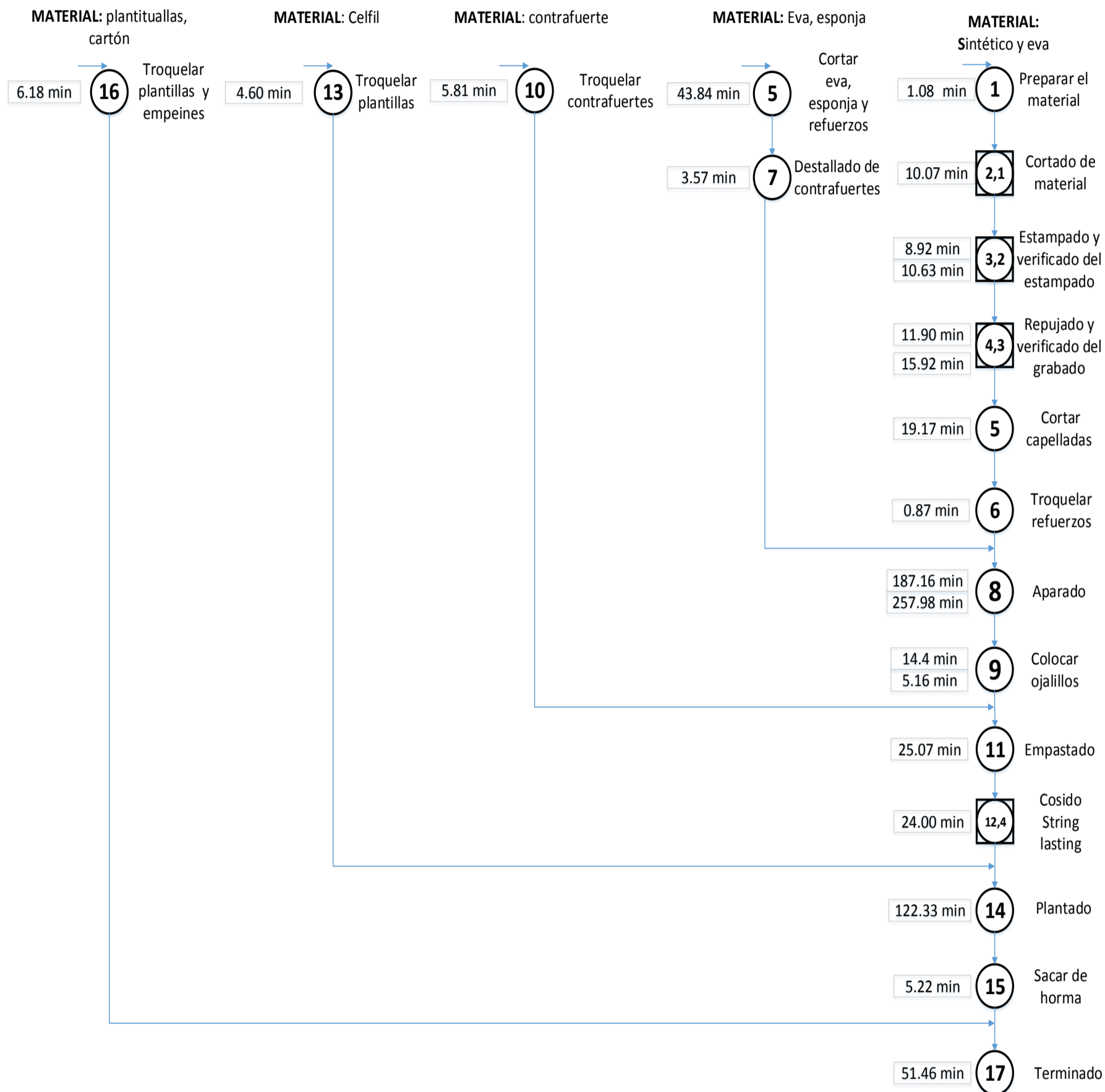


Fig. 25 Diagrama de ensamble actual

#### 4.1.14 Cursograma de actividades

En la Tabla 15, muestra las actividades productivas e improductivas del proceso de confección de calzado.

Mediante este cursograma se aprecia las operaciones, inspecciones, transportes, esperas y almacenamientos con sus respectivos tiempos, cantidad y distancia recorridos por el material, para la producción de calzado.

Tabla 15 Cursograma de actividades

| Cursograma de actividades basado en el material  |   |                                       |
|--|---|---------------------------------------|
| <b>Diagrama N° 01</b>                            | Método lineal   | Original                              |
| <b>Producto:</b> Calzado Deportivo               | <b>Operario(s):</b> Varios  | <b>Elaborado por:</b> El investigador |
| <b>Proceso:</b> Elaboración de Calzado deportivo | <b>Lugar:</b> Ambato  | <b>Empresa:</b> Strocalza             |
|  | <b>Compuesto por:</b> Varios  |                                       |
|  | <b>Aprobado por:</b>  | <b>Método:</b> Actual                 |
|  | <b>Fecha:</b> 25 de Junio del 2018  |                                       |
| SÍMBOLO  | ACTIVIDAD   | TIPO DE ACTIVIDAD                     |
| ▽  | Almacenamiento del material (suelas, cueros, sintéticos, evas, ojalillos, isalcohol, pegamento blanco). | No productiva                         |
| ○  | Preparar el material que va hacer cortado   | Productiva                            |
| ⇨  | Llevar el material a las zona de cortado  | No productiva                         |
| ▣  | Cortar el material e inspeccionar el correcto cortado   | Productiva                            |
| ▽  | Almacenamiento de las capelladas  | No productiva                         |
| ⇨  | Transportar las capelladas al área de serigrafía  | No productiva                         |
| ▣  | Estampar las capelladas y verificar que no haya fallas  | Productiva                            |
| ▽  | Almacenado temporal de las capelladas estampadas  | No productiva                         |
| □  | Espera que caliente o enfríe la rempujadora   | No productiva                         |
| ▣  | Repujar para el grabado del material y verificar el correcto centrado                                   | Productiva                            |
| ▽  | Almacenamiento temporal de las capelladas repujadas   | No productiva                         |
| ⇨  | Transportar las capelladas al área de cortado   | No productiva                         |
| ○  | Cortar las capelladas y forros  | Productiva                            |
| ⇨  | Ir al área de troquelado  | No productiva                         |
| ○  | Troquelar refuerzos   | Productiva                            |
| ⇨  | Retornar al área d e cortado  | No productiva                         |
| ⇨  | Ir al área de destallado  | No productiva                         |
| ○  | Destallar el filo de las evas   | Productiva                            |
| ⇨  | Ir al área de aparado   | No productiva                         |
| ○  | Aparado   | Productiva                            |
| ⇨  | Ir al área de colocado de ojalillos   | No productiva                         |
| ○  | Colocar ojalillos   | Productiva                            |
| ⇨  | Ir al área de troquelado  | No productiva                         |
| ○  | Troquelar contrafuertes   | Productiva                            |
| ⇨  | Transportar los cortes para el área de empastado  | No productiva                         |
| ○  | Empastar los cortes   | Productiva                            |
| ▣  | Cosido tipo String lasting y verificado del correcto cosido   | Productiva                            |
| ⇨  | Transportar las cortes empastados y cosidos al área de plantado   | No productiva                         |
| ⇨  | Ir al área de troquelado  | No productiva                         |
| ○  | Troquelar plantillas para el plantado   | Productiva                            |
| ⇨  | Retornar al área de plantado  | No productiva                         |
| ○  | Plantado  | Productiva                            |
| □  | Esperar que se enfríe el calzado  | Productiva                            |
| ○  | Sacar de horma  | No productiva                         |
| ⇨  | Ir al área de troquelado  | No productiva                         |
| ○  | Troquelar plantillas para el terminado  | Productiva                            |
| ⇨  | Transportar los zapatos al área de terminado  | No productiva                         |
| ○  | Terminado   | Productiva                            |
| ⇨  | Transportar al área de almacenado   | No productiva                         |
| ▽  | Almacenar el producto terminado   | No productiva                         |

4.1.15 Layout actual de la empresa

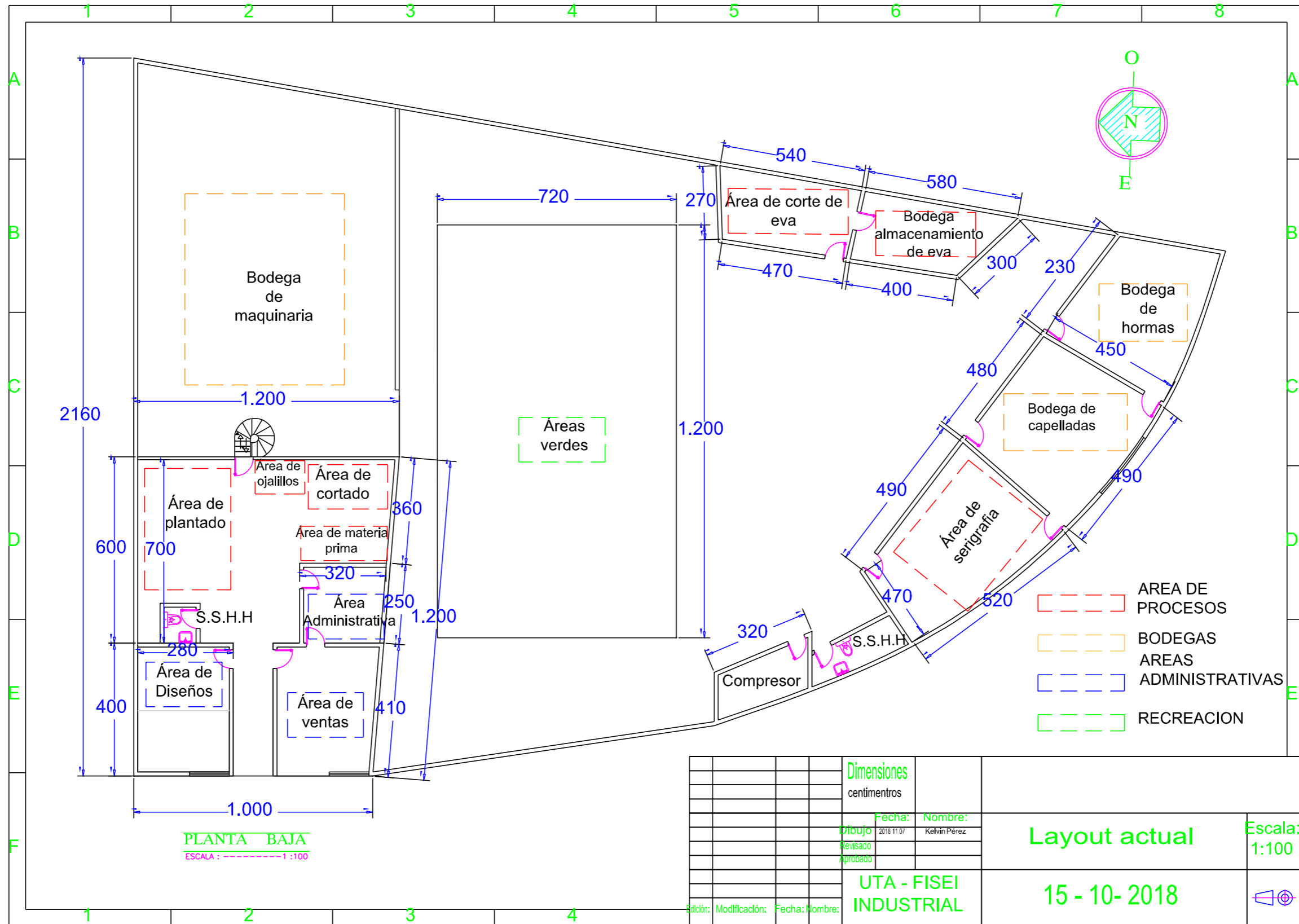


Fig. 26 Layout actual de la empresa planta baja, desde AutoCAD 2015

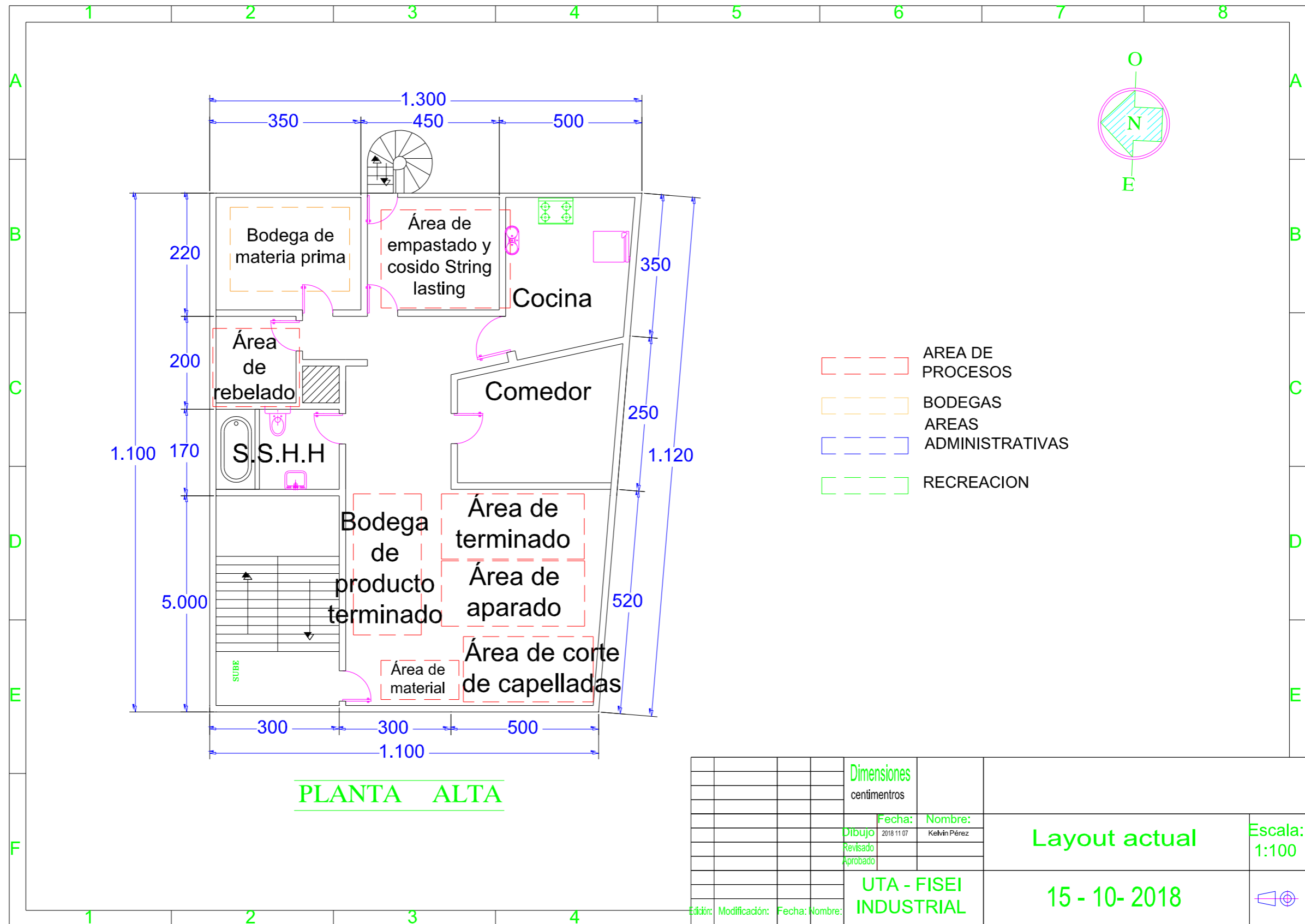


Fig. 27 Layout actual de la empresa planta alta, desde AutoCAD 2015

#### **4.1.16 Diagrama de recorrido actual**

El diagrama de recorrido muestra la distribución de la planta y el recorrido que realiza el material en la elaboración de calzado en la Empresa “STROCALZA”, desde que la materia prima es transportada de la bodega hasta que finalmente es almacenado como producto terminado, también permite analizar el flujo del material por cada uno de los puestos de trabajo que integran la cadena de producción, además de las distancias recorridas de una estación de trabajo a otra como se muestra en la Figura 28.

El cursograma sinóptico da una clara idea de la secuencia de operaciones que se detalla en el cursograma analítico y en el diagrama de actividades de las Tablas 13 y 14 respectivamente.

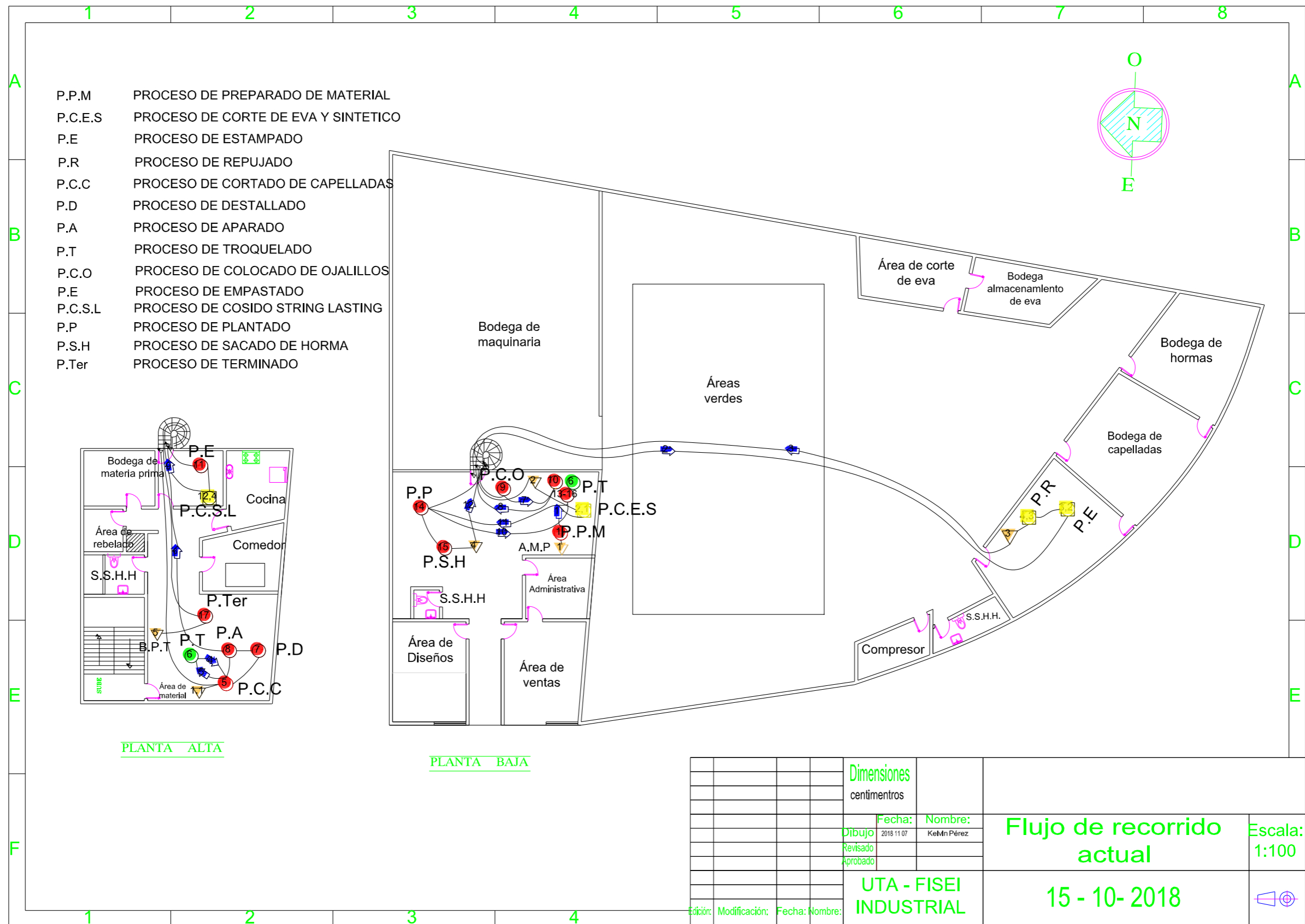


Fig. 28 Flujo de recorrido actual, desde AutoCAD 2015



#### **4.1.17 Estudio de tiempos actuales en las áreas de trabajo para determinar el tiempo estándar de las operaciones de producción de calzado en la Empresa “STROCALZA”.**

A continuación, se realiza un estudio de tiempos para todas las operaciones que efectúa un obrero al momento de la elaboración de un zapato deportivo en la Empresa “STROCALZA”.

- **Descripción de los métodos utilizados para el estudio de tiempos**

##### **Selección del operario**

Para poder realizar un buen estudio de tiempos es importante que se tenga una correcta selección del operario. Benjamín Niebel [32], manifiesta que para llevar a cabo un estudio de tiempo se debe elegir un operario promedio o un poco más arriba del promedio, el cual desempeñe su trabajo con seguridad; debe estar familiarizado con la operación y demostrar interés por hacer bien las cosas que tenga voluntad, habilidad y temperamento en las actividades ejecutadas en su puesto de trabajo. Con ello el analista puede estar seguro de que se realizara un estudio correcto sin generar mucho margen de error, por lo que puede asegurar que el tiempo que se tomo es prudente para dicha operación.

- **Técnica utilizada en la toma de tiempos.**

La técnica utilizada para el estudio de tiempos es con cronometraje y a solo unos pasos en posición detrás del operador, de tal forma de no crear distracción es ni inferir en el trabajo que se está ejecutando. Se lo realiza con el sistema vuelta a cero donde los tiempos que se toman son directos y la precisión del estudio depende del número de ciclos cronometrados, para lo cual se utiliza el método estadístico.

- **Determinación de número de ciclos a cronometrarse**

El número de observaciones se establece por medio del método estadístico, esta brinda el número necesarias en función de la duración del ciclo, la cual se determina mediante la utilización de la Ecuación (1).

$$n = \left( \frac{40 * \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad \text{Ecu. (1)}$$

Siendo:

$n$  = tamaño de la muestra que deseamos determinar.

$n'$  = número de observación del estudio preliminar.

$\Sigma$  = sumatoria de los valores.

$X$  = valor de las observaciones.

Una vez que se han definido el número de muestras de cada actividad se procede a la toma de datos.

- **Cálculo del desempeño**

Es el desempeño que tiene el trabajador naturalmente y sin forzarse. A este desempeño corresponde el valor de 100 en la escala de valorización del ritmo y del desempeño de la OIT, como se muestra en la Tabla 4.

- **Tiempo Básico**

Es el tiempo que se tarda un operario en efectuar un elemento de trabajo de manera normal y se calcula utilizando la Ecuación (6).

$$TB = \frac{\textit{Tiempo observado} * \textit{valor del ritmo observado}}{\textit{valor del ritmo tipo}} \quad \text{Ecu. (6)}$$

- **Tiempo estándar**

Tiempo estándar es un punto importante para la realización del trabajo investigativo ya que se determina el tiempo que un operario se demora en realizar una actividad de manera normal tomando en cuenta suplementos por descanso dependiendo las condiciones de trabajo de la empresa.

- **Cálculo de suplementos**

Al realizar el estudio de métodos es imprescindible identificar un adecuado método en donde el trabajador gaste la menor cantidad de energía posible; sin embargo, se debe prever ciertos suplementos para que el trabajador pueda compensar la fatiga y descansar, así mismo un tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales, así lo muestra la Tabla 5 de la Organización Internacional del Trabajo de los suplementos por descanso.

En la Tabla 16 se muestra un resumen de los suplementos por descanso de la empresa.

Tabla 16 Resumen de suplementos

| ÍTEMS                         | Preparar el material | Cortar de material eva | Empastado eva | Empastado sintético | Repujado  | Cortado   | Troquelar refuerzos | Destallado | Aparado   | Colocar ojajillos | Troquelar contrafuertes | Empastado | Cosido string lasting | Troquelar plantillas | Plantado  | Sacar de horma | Troquelado de plantillas y empeines | Terminado |
|-------------------------------|----------------------|------------------------|---------------|---------------------|-----------|-----------|---------------------|------------|-----------|-------------------|-------------------------|-----------|-----------------------|----------------------|-----------|----------------|-------------------------------------|-----------|
| Sexo (H-M)                    | H                    | H                      | H             | H                   | H         | H         | M                   | M          | M         | M                 | H                       | M         | M                     | H                    | H         | M              | M                                   | M         |
| <b>SUPLEMENTOS CONSTANTES</b> |                      |                        |               |                     |           |           |                     |            |           |                   |                         |           |                       |                      |           |                |                                     |           |
| Por necesidades personales    | 5                    | 5                      | 5             | 5                   | 5         | 5         | 7                   | 7          | 7         | 7                 | 5                       | 7         | 7                     | 5                    | 5         | 7              | 7                                   | 7         |
| Por fatiga                    | 4                    | 4                      | 4             | 4                   | 4         | 4         | 4                   | 4          | 4         | 4                 | 4                       | 4         | 4                     | 4                    | 4         | 4              | 4                                   | 4         |
| <b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>  |                      |                        |               |                     |           |           |                     |            |           |                   |                         |           |                       |                      |           |                |                                     |           |
| Trabajo de pie                | 2                    | 2                      | 2             | 2                   | 0         | 2         | 2                   | 0          | 0         | 0                 | 2                       | 0         | 0                     | 2                    | 2         | 4              | 4                                   | 4         |
| Postura                       | 0                    | 0                      | 0             | 0                   | 0         | 0         | 0                   | 0          | 1         | 0                 | 0                       | 0         | 0                     | 0                    | 0         | 0              | 0                                   | 0         |
| Uso de fuerza                 | 3                    | 3                      | 1             | 1                   | 0         | 1         | 0                   | 0          | 0         | 0                 | 0                       | 0         | 0                     | 0                    | 3         | 0              | 0                                   | 0         |
| Iluminación                   | 0                    | 0                      | 0             | 0                   | 0         | 0         | 0                   | 0          | 0         | 0                 | 0                       | 0         | 0                     | 0                    | 0         | 0              | 0                                   | 0         |
| Condiciones atmosféricas      | 0                    | 0                      | 0             | 0                   | 0         | 0         | 0                   | 0          | 0         | 0                 | 0                       | 0         | 0                     | 0                    | 0         | 0              | 0                                   | 0         |
| Concentración intensa         | 0                    | 2                      | 2             | 2                   | 2         | 2         | 0                   | 2          | 2         | 2                 | 0                       | 0         | 2                     | 0                    | 0         | 0              | 0                                   | 0         |
| Ruido                         | 0                    | 0                      | 0             | 0                   | 0         | 0         | 0                   | 0          | 0         | 0                 | 2                       | 0         | 0                     | 0                    | 0         | 0              | 0                                   | 0         |
| Tensión mental                | 0                    | 0                      | 1             | 1                   | 1         | 1         | 0                   | 1          | 1         | 1                 | 0                       | 0         | 1                     | 0                    | 1         | 0              | 1                                   | 0         |
| Monotonía                     | 0                    | 4                      | 4             | 4                   | 4         | 0         | 1                   | 0          | 1         | 0                 | 1                       | 0         | 0                     | 1                    | 0         | 0              | 0                                   | 0         |
| Tedio                         | 0                    | 0                      | 0             | 0                   | 0         | 0         | 0                   | 0          | 0         | 0                 | 0                       | 0         | 0                     | 0                    | 0         | 0              | 0                                   | 0         |
| <b>TOTAL</b>                  | <b>14</b>            | <b>20</b>              | <b>19</b>     | <b>19</b>           | <b>16</b> | <b>15</b> | <b>14</b>           | <b>14</b>  | <b>16</b> | <b>14</b>         | <b>14</b>               | <b>11</b> | <b>14</b>             | <b>12</b>            | <b>15</b> | <b>15</b>      | <b>16</b>                           | <b>15</b> |

A continuación, se presenta un ejemplo del procedimiento que se efectúa para el desarrollo del estudio de tiempos de la Empresa “STROCALZA”, en el proceso de Plantado.

Tabla 17 Descripción de las actividades

| Descripción de actividades         |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo | <b>Estudio #14</b>                     |
| <b>Material:</b> Cortes y plantas  |  |
| <b>Operación:</b> Plantado         |  |
| <b>Máquina:</b> Mano y máquina     |  |
| A                                  | Preparar hormas                        |
| B                                  | Preparar plantas                       |
| C                                  | Jaletear                               |
| D                                  | Rayar                                  |
| E                                  | Dar pega en los cortes                 |
| F                                  | Dejar secar                            |
| G                                  | Pegar la planta con el corte y prensar |

Una vez identificado los procesos y se han registrado los datos relevantes de las operaciones, se descompone la tarea en actividades en caso de ser posible, esto queda a criterio del investigador.

Seguidamente se realiza el estudio de tiempos, como se especifica anteriormente, para esto se procede a calcular el número de ciclos a cronometrar mediante el método estadístico dado por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), utilizando la Ecuación (1).

El cual dice que primero se tomen n tiempos del proceso a analizar.

$$n = \left( \frac{40 * \sqrt{n' \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right)^2 \quad \text{Ecu. (1)}$$

$$n = \left( \frac{40 * \sqrt{5x53799.28 - (517.04)^2}}{517.04} \right)^2$$

$$n = 9.97$$

$$n = 10 \text{ observaciones}$$

**NOTA:** El método propuesto tiene un nivel de confianza de 95.45% y un margen de error del  $\pm 5$ .

Ya calculado el número de ciclos se anotan los tiempos cronometrados en el proceso, seguidamente se realiza un promedio de todos los tiempos observados y se registra en la casilla promedio (PROM), la valorización (VAL) es la de un trabajador calificado igual a 100, con todos los datos mencionados se aplica la Ecuación (6) para determinar el tiempo básico de la operación.

Tabla 18 Hoja de Toma de Tiempos para la obtención del Tiempo Básico: Plantado

| <b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>                               |             |      |      |      |      |      |      |      |      |                                |                                    |       |               |       |
|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------------|------------------------------------|-------|---------------|-------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de plantado                   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |                                | <b>ESTUDIO:</b> 14                 |       |               |       |
| <b>OPERACIÓN:</b> Plantado                              |             |      |      |      |      |      |      |      |      |                                | <b>HOJA:</b> 1                     |       |               |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |                                | <b>TERMINO:</b>                    |       |               |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |                                | <b>COMIENZO</b>                    |       |               |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |                                | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>        |       |               |       |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |                                | <b>FECHA:</b>                      |       |               |       |
| <b>MATERIAL:</b> Cortes y plantas                       |             |      |      |      |      |      |      |      |      |                                | <b>OBSERVADO POR:</b> Kelvin Pérez |       |               |       |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |      |      |      |      |      |      |      |      | RESUMEN                        |                                    |       |               |       |
|   | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10                             | T                                  | PROM  | VAL           | TB    |
| A   | 2.1         | 2.1  | 2.3  | 2.1  | 2.1  | 2.0  | 2.2  | 2.1  | 2.0  | 2.1                            | 21.14                              | 2.11  | 100           | 2.11  |
| B   | 10.2        | 10.3 | 10.1 | 10.0 | 10.2 | 10.3 | 10.0 | 10.0 | 10.1 | 10.2                           | 101.4                              | 10.14 | 100           | 10.14 |
| C   | 19.5        | 19.0 | 19.2 | 19.4 | 19.3 | 19.6 | 19.4 | 19.4 | 19.1 | 20.0                           | 193.9                              | 19.39 | 100           | 19.39 |
| D   | 16.3        | 16.2 | 16.3 | 16.2 | 16.2 | 16.3 | 16.5 | 16.4 | 15.6 | 16.6                           | 162.6                              | 16.26 | 100           | 16.26 |
| E   | 21.1        | 21.3 | 21.2 | 21.1 | 21.3 | 21.2 | 22.0 | 21.0 | 21.0 | 21.5                           | 212.7                              | 21.27 | 100           | 21.27 |
| F   | 5.0         | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0                            | 50                                 | 5.00  | 100           | 5.00  |
| G   | 32.2        | 32.1 | 31.0 | 33.2 | 32.1 | 34.1 | 31.1 | 31.1 | 32.2 | 33.0                           | 322.1                              | 32.21 | 100           | 32.21 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>Tiempo básico del ciclo</b> |                                    |       | <b>106.38</b> |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>Tiempo manual</b>           |                                    |       | 101.38        |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>Tiempo de máquina</b>       |                                    |       | 51.60         |       |

El tiempo básico para la operación de plantado es de 106.38 min, de este tiempo se procede a descomponer el tiempo de las actividades que se realizan manualmente y de las que se realizan con máquina, para seguidamente realizar un diagrama hombre máquina que nos ayuda a identificar si ahí tiempos ocio ya sea del trabajador o de la máquina.

Tabla 19 Cálculo de tiempo estándar

| <b>CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR</b>            |        |      |        |     |
|--|--------|------|--------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 106.38 |      |        |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |        |      | 15     | %   |
| Tiempo estándar                              | 106.38 | 1.15 | 122.33 | min |

Para el cálculo del tiempo estándar se toma los suplementos por descanso dados por la OIT y se multiplica por el tiempo básico.

Tabla 20 Resumen general del estudio de tiempos en la elaboración de calzado

| OPERACIONES            | TIEMPO BÁSICO |        | TIEMPO MANUAL |        | TIEMPO MÁQUINA |        | SUPLEMENTOS |       | TIEMPO ESTÁNDAR |        |
|------------------------|---------------|--------|---------------|--------|----------------|--------|-------------|-------|-----------------|--------|
|                        | Deportivo     | Micro  | Deportivo     | Micro  | Deportivo      | Micro  | Deportivo   | Micro | Deportivo       | Micro  |
| Cortado de material    | 8.39          | 8.39   | 8.39          | 8.39   | 0.00           | 0.00   | 1.68        | 1.68  | 10.07           | 10.07  |
| Estampado              | 7.50          | 8.94   | 7.50          | 7.50   | 8.94           | 8.94   | 1.42        | 1.70  | 8.92            | 10.63  |
| Repujado               | 7.51          | 11.18  | 7.51          | 11.18  | 7.51           | 11.18  | 1.20        | 1.79  | 8.71            | 12.96  |
| Cortado                | 54.80         | 54.80  | 54.80         | 54.80  | 0.00           | 0.00   | 8.22        | 8.22  | 63.02           | 63.02  |
| Aparado                | 161.35        | 222.48 | 79.30         | 113.00 | 79.30          | 109.48 | 25.82       | 35.60 | 187.16          | 258.08 |
| Colocado de ojallillos | 12.52         | 4.49   | 9.13          | 4.49   | 3.40           | 1.34   | 1.75        | 0.63  | 14.40           | 5.16   |
| Empastado              | 22.59         | 22.59  | 22.59         | 22.59  | 0.00           | 0.00   | 2.48        | 2.48  | 25.07           | 25.07  |
| Cosido string lasting  | 21.06         | 21.06  | 21.06         | 21.06  | 21.06          | 21.06  | 2.95        | 2.95  | 24.00           | 24.00  |
| Plantado               | 106.38        | 106.38 | 101.38        | 101.38 | 51.60          | 51.60  | 15.96       | 15.96 | 122.33          | 122.33 |
| Terminado              | 44.75         | 44.75  | 44.75         | 44.75  | 0.00           | 0.00   | 6.71        | 6.71  | 51.46           | 51.46  |

#### 4.1.18 Diagrama hombre - máquina

En el siguiente ejemplo se muestra el estudio hombre-máquina el cual ayuda a conocer el porcentaje de utilización del hombre y máquina, para poder determinar si se necesita aumentar o disminuir personal, maquinaria en el proceso de plantado como muestra la Tabla 21.

Tabla 21 diagrama hombre-máquina actual del proceso de plantado

| Diagrama hombre-máquina                           |  |  |  |  |                                    |  |
|---|--|--|--|--|------------------------------------|--|
| <b>Operación:</b> Plantado                        |  |  |  |  | <b>Pag. N de</b>                   |  |
| <b>Máquina tipo:</b> Neumática mecánica, mecánica |  |  |  |  | <b>Fecha:</b>                      |  |
| <b>Departamento:</b> Área de plantado             |  |  |  |  | <b>Realizado por:</b> Kelvin Pérez |  |
| Tiempo (min)                                      | Operario                               | Máquina 1 (Jaleteadora)                | Máquina 2 (horno)                      | Máquina 3 (prensa)                     |                                    |  |
| 5   | Preparar hormas                        | Preparar hormas                        | Preparar hormas                        | Preparar hormas                        |                                    |  |
| 10  | Preparar plantas                       | Preparar plantas                       | Preparar plantas                       | Preparar plantas                       |                                    |  |
| 15  |  |  |  |  |                                    |  |
| 20  | Jaletear                               | Jaletear                               | Jaletear                               | Jaletear                               |                                    |  |
| 25  |  |  |  |  |                                    |  |
| 30  |  |  |  |  |                                    |  |
| 35  |  |  |  |  |                                    |  |
| 40  | Rayar                                  | Rayar                                  | Rayar                                  | Rayar                                  |                                    |  |
| 45  |  |  |  |  |                                    |  |
| 50  |  |  |  |  |                                    |  |
| 55  | Dar pega en los cortes                 | Dar pega en los cortes                 | Dar pega en los cortes                 | Dar pega en los cortes                 |                                    |  |
| 60  |  |  |  |  |                                    |  |
| 65  |  |  |  |  |                                    |  |
| 70  |  |  |  |  |                                    |  |
| 75  | Dejar secar                            | Dejar secar                            | Dejar secar                            | Dejar secar                            |                                    |  |
| 80  | Pegar la planta con el corte y prensar | Pegar la planta con el corte y prensar | Pegar la planta con el corte y prensar | Pegar la planta con el corte y prensar |                                    |  |
| 85  |  |  |  |  |                                    |  |
| 90  |  |  |  |  |                                    |  |
| 95  |  |  |  |  |                                    |  |
| 100   |  |  |  |  |                                    |  |
| 105   |  |  |  |  |                                    |  |

Tabla 22 Porcentaje de utilización

| Resumen   | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo ocio | Porcentaje de utilización |
|-----------|-----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| Hombre    | 106.38          | 101.38           | 5.00        | 95%                       |
| Máquina 1 | 106.38          | 19.39            | 113.11      | 16%                       |
| Máquina 2 | 106.38          | 32.21            | 83.33       | 35%                       |
| Máquina 3 | 106.38          | 32.21            | 162.25      | 35%                       |

#### 4.1.19 Productividad

Tabla 23 Productividad en la elaboración de calzado deportivo y micro en la Empresa “STROCALZA”

| PROCESO               | Tiempo Estándar (TS)<br>min/docena |           | Número de<br>trabajadores | Capacidad de<br>Producción (CP)<br>Docena/min |           | Producción<br>diaria |           | PRODUCTIVIDAD |           |
|-----------------------|------------------------------------|-----------|---------------------------|---|-----------|----------------------|-----------|---------------|-----------|
|                       | Eva                                | Sintético |                           | Eva   | Sintético | Eva                  | Sintético | Eva           | Sintético |
| Cortado de material   | 10.07                              | 10.07     | 1                         | 0.099   | 0.099     | 48                   | 48        | 5.96          | 5.96      |
| Estampado             | 8.92                               | 10.63     | 1                         | 0.112   | 0.094     | 54                   | 45        | 6.72          | 5.64      |
| Repujado              | 8.71                               | 12.96     | 1                         | 0.115   | 0.077     | 55                   | 37        | 6.89          | 4.63      |
| Cortado               | 63.02                              | 63.02     | 1                         | 0.016   | 0.016     | 8                    | 8         | 0.95          | 0.95      |
| Aparado               | 187.16                             | 258.08    | 1                         | 0.005   | 0.004     | 3                    | 2         | 0.32          | 0.23      |
| Colocado de ojalillos | 14.40                              | 5.16      | 1                         | 0.069   | 0.194     | 33                   | 93        | 4.17          | 11.62     |
| Empastado             | 25.07                              | 25.07     | 1                         | 0.040   | 0.040     | 19                   | 19        | 2.39          | 2.39      |
| Cosido string lasting | 24.00                              | 24.00     | 1                         | 0.042   | 0.042     | 20                   | 20        | 2.50          | 2.50      |
| Plantado              | 122.33                             | 122.33    | 1                         | 0.008   | 0.008     | 4                    | 4         | 0.49          | 0.49      |
| Terminado             | 51.46                              | 51.46     | 1                         | 0.019   | 0.019     | 9                    | 9         | 1.17          | 1.17      |

Para conocer cuánto es la productividad de la empresa se pregunta al encargado de producción y supo manifestar que la empresa produce de 120 a 150 pares semanales, esto fue corroborado mediante un análisis de producción el cual nos dice que se determine el cuello de botella y eso es lo máximo que puede llegar a producir la empresa como se muestra en la Tabla 23.

Primero se calcula la capacidad de producción para cada uno de los procesos utilizando la Ecuación (2).

$$CP = \frac{1}{TS} \quad \text{Ecu. (2)}$$

A continuación, se calcula la producción diaria en cada proceso mediante la Ecuación (7).

$$Produccion = CP * N^{\circ} \text{ horas de laborables} * N^{\circ} \text{ de trabajadores} \quad \text{Ecu. (7)}$$

$$Producción parcial actual = 0.004 * 480 * 1$$

$$Producción parcial actual = 1.9 \frac{\text{docenas}}{\text{dia}}$$

$$Producción parcial actual = 2 \frac{\text{docenas}}{\text{dia}}$$



De ello se sabe que la empresa labora los 5 días de la semana y que la docena tiene 12 pares por lo que semanalmente se producen:

$$\text{Producción semanal actual} = \frac{2 \text{ docenas}}{\text{día}} * \frac{12 \text{ pares}}{1 \text{ docena}} * \frac{5 \text{ días}}{1 \text{ semana}}$$

$$\text{Producción semanal actual} = 120 \frac{\text{pares}}{\text{semana}}$$

Posteriormente se calcula la productividad en todos los procesos utilizando la Ecuación (8).

$$\text{Productividad parcial actual} = \frac{\text{Producción diaria}}{8 \text{ horas}} \quad \text{Ecu. (8)}$$

$$\text{Productividad parcial actual} = \frac{2 \text{ docenas}}{8 \text{ horas}}$$

$$\text{Productividad parcial actual} = 0,23 \frac{\text{docenas}}{\text{hora}}$$

#### 4.1.20 Productividad total actual

Finalmente calcular la productividad total actual de la empresa, tomando en cuenta el número de trabajadores utilizados en el proceso, las horas y días laborables con la Ecuación. (9).

$$\text{Productividad Total actual} = \frac{\text{Producción}}{\text{insumos}} \quad \text{Ecu. (9)}$$

$$\text{Productividad total actual} = \frac{120 \frac{\text{pares zapatos}}{\text{semana}}}{8 \text{ hombres} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{5 \text{ días}}{\text{semana}}}$$

$$\text{Productividad Total actual} = 0,375 \frac{\text{pares zapatos}}{\text{hora} - \text{hombre}}$$

#### **IMPORTANTE:**

La empresa tiene una visión estratégica de abordar otros mercados nacionales e inclusive mercados internacionales, con nuevos productos de calidad e innovadores, por lo que se ha optado en trabajar con una estrategia en serie para disponibilidad de inventarios.

## 4.2 Rediseño de la nueva instalación

### 4.2.1 Análisis carga-distancia

Para realizar un buen rediseño de las instalaciones primero se toma en cuenta el recorrido realizado por el personal al momento de la elaboración de calzado y ver si se puede reducir distancias entre procesos para lo cual se ha optado por implementar el método análisis de carga distancia, cada destacar se debido que la carga a levantar por docena analizada no supera los 2.5 kg se realiza el análisis solo de distancia y no de carga.

**Importante:** Para este análisis se descarta el área de diseño debido a que esta no interviene el proceso de elaboración de calzado.

Primero se designan las áreas que se quieren redistribuir.

1. Área de materia prima [A.M.P.]
2. Área de cortado de eva y sintético [A.C.E.S]
3. Área de serigrafía [A.S.]
4. Área de corte de capelladas [A.C.C.]
5. Área de aparado [A.A.]
6. Área de colocado de ojalillos [A.O.]
7. Área de empastado y cosido string lasting [A.E.C.S.L]
8. Área de plantado [A.P.]
9. Área de terminado [A.T.]
10. Bodega de producto terminado [B.P.T.]

### Actual

La figura 29, muestra la distribución actual de la empresa en el proceso de elaboración de calzado.

|          |           |          |          |          |
|----------|-----------|----------|----------|----------|
| <b>9</b> | <b>7</b>  | <b>6</b> | <b>4</b> | <b>3</b> |
| <b>5</b> | <b>10</b> | <b>8</b> | <b>1</b> | <b>2</b> |

Fig. 29 Disposición física actual

En la Tabla 24, muestra las distancias recorridas por el operario en la elaboración de calzado.

Tabla 24 Distancia total recorrida actual

| <b>COMBINACIÓN DE MOVIMIENTOS DE ÁREAS</b> | <b>DISTANCIA (m)</b> |
|--|----------------------|
| 1 a 2                                      | 2                    |
| 2 a 3                                      | 27                   |
| 3 a 4                                      | 43                   |
| 4 a 5                                      | 2                    |
| 5 a 6                                      | 18                   |
| 6 a 7                                      | 12                   |
| 7 a 8                                      | 10                   |
| 8 a 9                                      | 22                   |
| 9 a 10                                     | 3                    |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>139</b>           |

Para el caso de estudio se ha elaborado restricciones, las cuales ayuda a tener una apropiada alternativa de redistribución, dichas restricciones son:

- El área de materia prima debe estar junto con la de cortado de eva - sintético y cerca al área de serigrafía porque son procesos secuenciales.
  - El área de corte de capelladas debe estar junto con el área de aparado.
  - El área de plantado debe estar cerca al área de colocado de ojalillos, terminado, de la bodega de producto terminado, junto al área de empastado y cosido string lasting.
  - El Área de plantado no se debe mover porque esa área cuenta con extractores de calor adicional a esto el horno tiene un dimensionamiento muy amplio y no entra en otras áreas.
- Una vez realizado el análisis nos da algunas posibilidades de distribución como se muestra a continuación:

### Propuestos

#### Propuesto 1:

En esta parte se hará 3 análisis de distribución, y se tomará la que menor distancia recorrida se realice en la elaboración de calzado.

|          |           |          |          |          |
|----------|-----------|----------|----------|----------|
| <b>8</b> | <b>7</b>  | <b>6</b> | <b>3</b> | <b>2</b> |
| <b>9</b> | <b>10</b> | <b>5</b> | <b>4</b> | <b>1</b> |

Fig. 30 Disposición física propuesto 1

En la Tabla 25, muestra las distancias recorridas por el operario en la elaboración de calzado en análisis propuesto 1.

Tabla 25 Distancia total recorrida propuesto 1

| <b>COMBINACIÓN DE MOVIMIENTOS DE ÁREAS</b> | <b>DISTANCIA (m)</b> |
|--|----------------------|
| 1 a 2                                      | 7                    |
| 2 a 3                                      | 5                    |
| 3 a 4                                      | 8                    |
| 4 a 5                                      | 5                    |
| 5 a 6                                      | 29                   |
| 6 a 7                                      | 2                    |
| 7 a 8                                      | 2                    |
| 8 a 9                                      | 2                    |
| 9 a 10                                     | 10                   |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>70</b>            |

**Propuesto 2:**

|           |          |          |          |          |
|-----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>9</b>  | <b>8</b> | <b>6</b> | <b>5</b> | <b>4</b> |
| <b>10</b> | <b>7</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>1</b> |

Fig. 31 Disposición física propuesta 2

En la Tabla 26, muestra las distancias que recorrerá el operario en la elaboración de calzado del análisis propuesto 2.

Tabla 26 Distancia total recorrida propuesta 2

| <b>COMBINACIÓN DE MOVIMIENTOS DE ÁREAS</b> | <b>DISTANCIA (m)</b> |
|--|----------------------|
| 1 a 2                                      | 2                    |
| 2 a 3                                      | 5                    |
| 3 a 4                                      | 5                    |
| 4 a 5                                      | 13                   |
| 5 a 6                                      | 27                   |
| 6 a 7                                      | 2                    |
| 7 a 8                                      | 2                    |
| 8 a 9                                      | 3                    |
| 9 a 10                                     | 7                    |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>66</b>            |

### Propuesto 3:

|           |          |          |          |          |
|-----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>9</b>  | <b>8</b> | <b>6</b> | <b>2</b> | <b>1</b> |
| <b>10</b> | <b>7</b> | <b>5</b> | <b>4</b> | <b>3</b> |

Fig. 32 Disposición física propuesto 3

En la Tabla 27, muestra las distancias recorridas por el operario en la elaboración de calzado en análisis propuesto 3.

Tabla 27 Distancia total recorrida propuesto 3

| <b>COMBINACIÓN DE MOVIMIENTOS DE ÁREAS</b> | <b>DISTANCIA (m)</b> |
|--|----------------------|
| 1 a 2                                      | 5                    |
| 2 a 3                                      | 10                   |
| 3 a 4                                      | 4                    |
| 4 a 5                                      | 5                    |
| 5 a 6                                      | 29                   |
| 6 a 7                                      | 2                    |
| 7 a 8                                      | 2                    |
| 8 a 9                                      | 3                    |
| 9 a 10                                     | 8                    |
| <b>TOTAL</b>                               | <b>68</b>            |

### Conclusión:

Las restricciones que se dieron nos ayudaron a reducir el número de combinaciones, al analizar las distribuciones propuestas 1, 2 y 3 se obtuvo distancias de 70, 66 y 68 metros, por esta razón se tomó el análisis propuesto 2 ya que es el de menor distancia recorrida como se muestra en la Tabla 26, con un tiempo total de recorrido de 66 metros, mejorando así la distribución actual de la empresa.

#### 4.2.2 Aspectos de seguridad

##### Puertas y salidas

Para realizar una buena redistribución de planta primero se toma en cuenta las dimensiones de las puertas y salidas de acuerdo al número de trabajadores que ahí en la empresa [26].

El ancho mínimo de las puertas exteriores será de 1,20 metros cuando el número de trabajadores que las utilicen normalmente no exceda de 200 [26].

### **Vestuarios**

Se debe tener vestuarios para uso del personal uno para cada sexo, los mismos que estarán provistos de asientos y anuarios individuales con llaves, para guardar ropa y calzado [26].

### **Servicios higiénicos**

Se tendrá uno para cada sexo las cuales tendrán dimensiones de 1 metro de ancho por 1,20 metros de largo y 2,30 metros de altura [26].

### **Rutas de evacuación caso de incendios**

Todas las salidas estarán debidamente señalizadas y se mantendrán en perfecto estado de conservación y libres de obstáculos que impidan su utilización [26].

Las puertas o dispositivos de cierre de las salidas de emergencia, se abrirán hacia el exterior y en ningún caso podrán ser corredizas o enrollables [26].

### **Ubicación de extintores**

Los extintores se situarán donde exista mayor probabilidad de originarse un incendio, próximos a las salidas de los locales, en lugares de fácil visibilidad y acceso y a altura no superior a 1.70 metros contados desde la base del extintor [26].

Cubrirán un área entre 50 a 150 metros cuadrados, según el riesgo de incendio y la capacidad del extintor [26].

**Clase A:** Materiales sólidos o combustibles ordinarios, tales como: viruta, papel, madera, basura, plástico, etc. [26].

**Clase B:** Líquidos inflamables, tales como: gasolina, aceite, grasas, solventes. Se lo representa con un cuadrado de color rojo [26].

### **Ventilación**

En aquellos locales de trabajo, donde las concentraciones ambientales de los contaminantes desprendidos por los procesos industriales se hallen por encima de los límites permitidos, y donde no sea viable modificar el proceso industrial o la implantación de un sistema de ventilación localizada, se instalará un sistema de ventilación general, natural o forzada, con el fin de lograr que las concentraciones de los contaminantes disminuyan hasta valores inferiores a los permitidos [26].

En los casos en que debido a las circunstancias del proceso o a las propiedades de los contaminantes, no sea viable disminuir sus concentraciones mediante los sistemas de

control anunciados anteriormente, se emplearán los equipos de protección personal adecuados [26].

### **Equipos de protección personal**

En todos aquellos lugares de trabajo en que exista un ambiente contaminado, con concentraciones superiores a las permisibles, será obligatorio el uso de equipos de protección personal de vías respiratorias, que cumplan las características siguientes:

- Se adapten adecuadamente a la cara del usuario.
- No originen excesiva fatiga a la inhalación y exhalación.
- Posean las características necesarias, de forma que el usuario disponga del aire que necesita para su respiración, en caso de ser equipos independientes [26].

La elección del equipo adecuado se llevará a cabo de acuerdo con los siguientes criterios:

- Para un ambiente con deficiencia de oxígeno, será obligatorio usar un equipo independiente, entendiéndose por tal, aquel que suministra aire que no procede del medio ambiente en que se desenvuelve el usuario [26].
- Para un ambiente con cualquier tipo de contaminantes tóxicos, bien sean gaseosos y partículas o únicamente partículas, si además hay una deficiencia de oxígeno, también se habrá de usar siempre un equipo independiente [26].
- Para un ambiente contaminado, pero con suficiente oxígeno, se adoptarán las siguientes normas:

### **Vías de circulación**

Para la adecuada movilización del personal y material dentro de las instalaciones se tienen que tomar las siguientes especificaciones [27].

- Las dimensiones mínimas de las vías destinadas a peatones serán de 1,20 m. para pasillos principales y de 1 m para pasillos secundarios.
- La separación entre las máquinas y los pasillos no será inferior a 0,80 m, contándose desde el punto más saliente de la propia máquina o de sus órganos móviles [27].

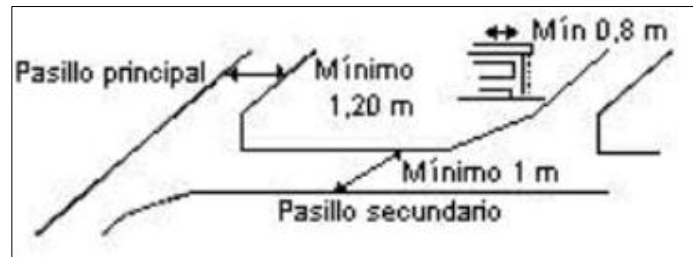


Fig. 33 Dimensiones mínima de las vías peatonales y separación entre máquinas [27]

#### 4.2.3 Cursograma sinóptico del proceso propuesto: Elaboración de calzado

##### Deportivo y Micro

**Operación 1:** Preparar el material

**Operación 2/Inspección 1:** Cortar el material y verificar la forma correcta de la capellada.

**Operación 3/Inspección 2:** Estampar las capelladas y verificar el correcto estampado.

**Operación 4/ Inspección 3:** Repujar las capelladas y verificar el correcto grabado.

**Operación 5:** Cortar capelladas, forros y lengüetas.

**Operación 6:** Troquelar refuerzos.

**Operación 7:** Destallado de eva (para micros).

**Operación 8:** Cosido de capellada con los forros

**Operación 9:** Embolsado

**Operación 10:** Cosido de corte con la lengüeta

**Operación 11:** Colocar ojalillos

**Operación 12:** Troquelar contrafuertes

**Operación 13:** Empastar los cortes

**Operación 14/Inspección 4:** Cosido string lasting y verificado del cocido

**Operación 15:** Troquelar plantillas

**Operación 16:** Jaleteado

**Operación 17:** Rayado



**Operación 18:** Preparado de plantas y cortes

**Operación 19:** Pegado

**Operación 20:** Sacar de horma

**Operación 21:** Troquelar plantillas y empeines

**Operación 22:** Terminado

4.2.4 Cursograma analítico propuesto

Tabla 28 Cursograma analítico propuesto

| Cursograma analítico  |                     | Operario/Material/Equipo |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
|---|---------------------|--------------------------|--------------|----------|---------|----|---|---|---|---------------|--------------|
| Diagrama N° 1 Hoja núm. 1 de 1                                      |                     | Resumen                  |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Objeto: Calzado Deportivo   | Actividad           | Actual                   | Propuesto    | Economía |         |    |   |   |   |               |              |
| Actividad: Elaboración de calzado deportivo                         | Operación           | 17                       | 22           |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Método: Propuesto   | Transporte          | 16                       | 21           |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Lugar: Taller de producción   | Inspección          | 3                        | 3            |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Operario(s): 1  | Almacenamiento      | 5                        | 5            |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Compuesto: Kelvin Pérez   | Espera              | 2                        | 2            |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Fecha:  | Distancia (m)       | 211                      | 162          |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Aprobado por:   | Tiempo (min-hombre) | 563,44                   | 645,81       | 563,02   | 645,24  |    |   |   |   |               |              |
| Fecha:  | Total               |                          |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Descripción   | Cantidad (pares)    | Distancia (m)            | Tiempo (min) |          | Símbolo |    |   |   |   | Observaciones |              |
|   |                     |                          | Deportivo    | Micro    |         |    |   |   |   |               |              |
| Almacenamiento del material   |                     |                          |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| Preparar el material  |                     |                          | 1,08         | 1,08     |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| Llevar el material al área de cortado                               |                     | 2                        | 0,07         | 0,07     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Cortar el material  |                     |                          | 10,07        | 10,07    |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| Inspeccionar el cortado   |                     |                          | 0,8          | 0,8      |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| llevar el material cortado al almacenamiento                        |                     | 5                        | 0,07         | 0,07     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Almacenamiento de las capelladas                                    | 600                 |                          | 5            | 5        |         |    |   |   |   |               |              |
| Transportar las capelladas al área de serigrafía                    | 48                  | 8                        | 0,14         | 0,14     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Estampar las capelladas   |                     |                          | 8,92         | 10,63    |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| Verificar el correcto estampado                                     |                     |                          | 1            | 1        |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| Almacenado temporal de las capelladas estampadas                    |                     |                          | 3            | 3        |         |    |   |   |   |               |              |
| Espera que caliente o enfríe la repujadora                          |                     |                          | 1            | 1        |         |    |   |   |   |               |              |
| Repujar para el grabado del material                                |                     |                          | 8,71         | 12,96    |         |    |   |   |   |               | Automatizado |
| Verificar el correcto repujado                                      |                     |                          | 1            | 1        |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| Almacenado temporal de las capelladas repujadas                     | 120                 |                          | 5            | 5        |         |    |   |   |   |               |              |
| Transportar las capelladas al área de cortado                       | 48                  | 13                       | 0,18         | 0,18     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Cortar las capelladas y forros                                      |                     |                          | 63,02        | 63,02    |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| Ir al área de troquelado  |                     | 27                       | 0,38         | 0,38     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Troquelar refuerzos   |                     |                          | 0,87         | 0,87     |         |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Retornar al área de cortado   |                     | 27                       | 0,38         | 0,38     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Ir al área de destallado  |                     | 5                        | 0            | 0,07     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Destallar evas  |                     |                          | 0            | 3,57     |         |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Ir al área de aparado   |                     | 2                        | 0,04         | 0,04     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Cosido de capellada con los forros                                  |                     |                          | 70,53        | 102,2    |         |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Embolsado   |                     |                          | 91,98        | 131,08   |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| Cosido de lengüeta con el corte                                     |                     |                          | 24,63        | 24,63    |         |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Transportar los cortes para el área de colocado de ojallillos       | 12                  | 27                       | 0,37         | 0,37     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Colocar ojallillos  |                     |                          | 14,40        | 5,16     |         |    |   |   |   |               | Máquina      |
| ir al área de troquelado  |                     | 2                        | 0,04         | 0,04     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Troquelar contrafuertes   |                     |                          | 5,81         | 5,81     |         |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Transportar los cortes al área de empastado                         | 12                  | 1                        | 0,04         | 0,04     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Empastar los cortes   |                     |                          | 25,07        | 25,07    |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| Ir al área de cosido string lasting                                 |                     | 2                        | 0,05         | 0,05     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Cosido string lasting   |                     |                          | 24,00        | 24,00    |         |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Transportar los cortes al área de jaleteado                         |                     | 3                        | 0,05         | 0,05     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| ir al área de troquelado  |                     | 5                        | 0,07         | 0,07     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| troquelar plantillas  |                     |                          | 4,60         | 4,60     |         |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Retornar al área de jaleteado                                       |                     | 5                        | 0,07         | 0,07     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Preparar hormas y jaletear  |                     |                          | 24,73        | 24,73    |         |    |   |   |   |               | Mano         |
| Transportar los cortes en hormas al área de rayado                  |                     | 2                        | 0,05         | 0,05     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Rayar y dar pega las plantas  |                     |                          | 30,36        | 30,36    |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| Transportar los cortes y las plantas al área de dar pega            |                     | 2                        | 0,05         | 0,05     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Preparado de plantas y cortes                                       |                     |                          | 30,21        | 30,21    |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| Transportar los cortes y plantas al área de pegado                  |                     | 2                        | 0,05         | 0,05     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Pegar   |                     |                          | 37,04        | 37,04    |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| Esperar que enfríe los zapato                                       |                     |                          | 5,00         | 15,00    |         |    |   |   |   |               |              |
| Sacar de horma  |                     |                          | 5,22         | 5,22     |         |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Ir al área de troquelado  |                     | 9                        | 0,19         | 0,19     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Troquelar plantillas y empeines                                     |                     |                          | 6,18         | 6,18     |         |    |   |   |   |               | Máquina      |
| Transportar los zapatos, plantillas y empeines al área de terminado |                     | 5                        | 0,08         | 0,08     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Terminado   |                     |                          | 51,46        | 51,46    |         |    |   |   |   |               | A mano       |
| Transportar al área de almacenado                                   |                     | 8                        | 1,03         | 1,03     |         |    |   |   |   |               | Caminando    |
| Almacenar el producto terminado                                     | 200                 |                          |              |          |         |    |   |   |   |               |              |
| <b>TOTAL</b>  |                     | 162                      | 563,02       | 645,24   | 22      | 21 | 3 | 5 | 2 |               |              |

### 4.2.5 Diagrama de ensamble propuesto

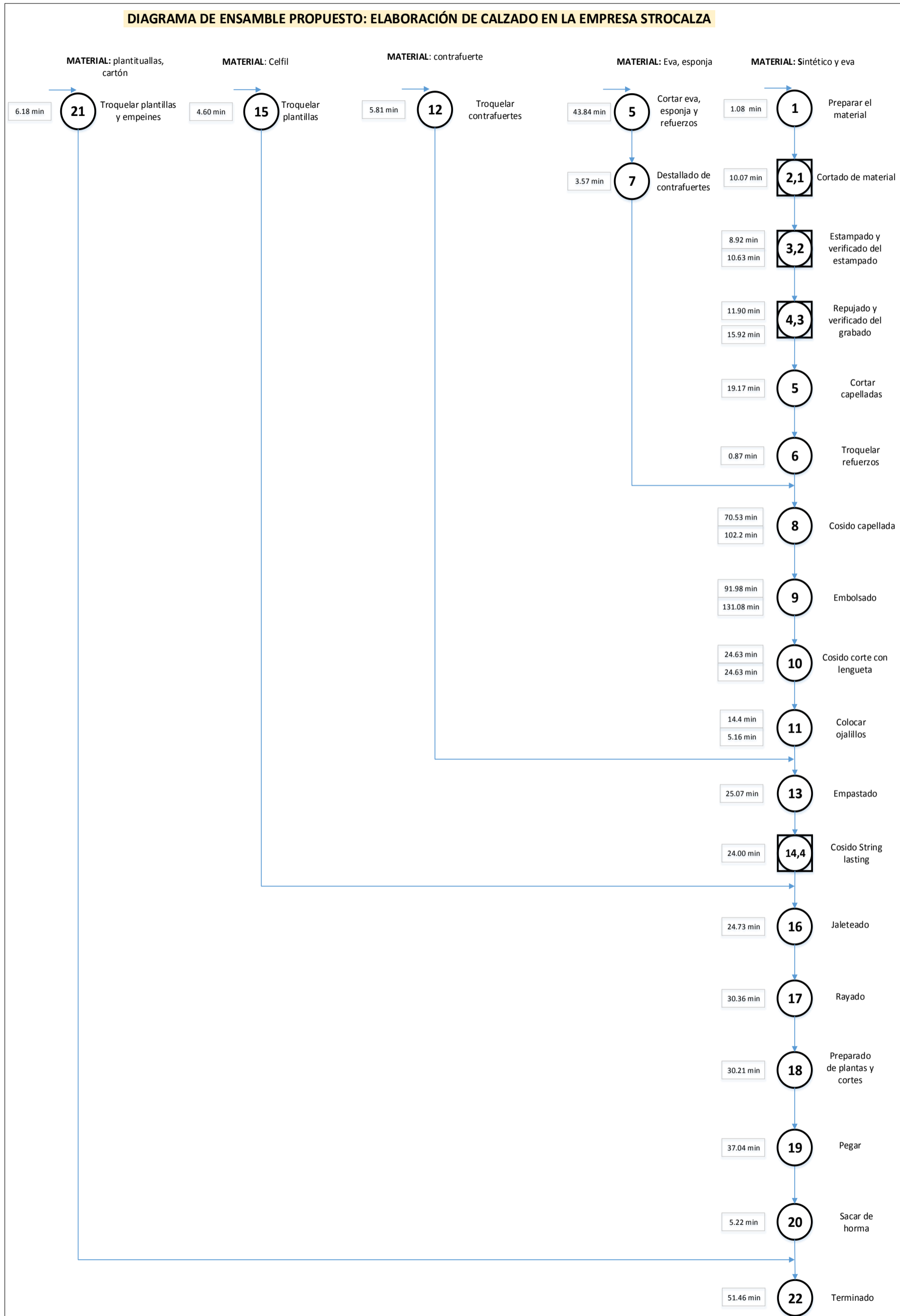


Fig. 34 Diagrama de ensamble propuesto

#### 4.2.6 Diagrama hombre-máquina propuesto

Se da un ejemplo de la mejora propuesta para el diagrama hombre-máquina, separando el proceso de plantado en varios subprocesos, esto con el fin de igualar los tiempos de trabajo tanto de operarios con máquinas y dar el mismo porcentaje de uso.

#### Subproceso 1 Jaleteado

Tabla 29 Diagrama hombre máquina propuesto del subproceso de jaleteado

| Diagrama hombre-máquina        |                 |  |                             |  |
|--------------------------------|-----------------|--|-----------------------------|--|
| Operación: Jaleteado           |                 |  | Pag. N de                   |  |
| Máquina tipo: hidráulica       |                 |  | Fecha:                      |  |
| Departamento: Área de plantado |                 |  | Realizado por: Kelvin Pérez |  |
| Tiempo (min)                   | Operario        |  | Máquina 1                   |  |
| 4                              | Preparar hormas |  | Preparar hormas             |  |
| 8                              | Jaletear        |  | Jaletear                    |  |
| 12                             |                 |  |                             |  |
| 16                             |                 |  |                             |  |
| 20                             |                 |  |                             |  |
| 24                             |                 |  |                             |  |

Tabla 30 Tiempo de utilización del diagrama hombre máquina

| Resumen | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo ocio | Porcentaje de utilización |
|---------|-----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| Hombre  | 21.5            | 21.5             | 0           | 100%                      |
| Máquina | 21.5            | 19.39            | 2.11        | 90%                       |

Tabla 31 Tiempo estándar del subproceso de Jaleteado

|  |      |      |       |     |
|--|------|------|-------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 21.5 |      |       |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |      |      | 15    | %   |
| Tiempo estándar                              | 21.5 | 1.15 | 24.73 | min |

#### Subproceso 2 Rayado

Tabla 32 Tiempo estándar del subproceso de rayado

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |      |      |       |     |
|--|------|------|-------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 26.4 |      |       |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |      |      | 15    | %   |
| Tiempo estándar                              | 26.4 | 1.15 | 30.36 | min |

### Subproceso 3 Preparado de plantas y cortes

Tabla 33 Tiempo estándar del subproceso de preparado de plantas y cortes

| <b>CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR</b>            |       |      |       |     |
|--|-------|------|-------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 26.27 |      |       |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |       |      | 15    | %   |
| Tiempo estándar                              | 26.27 | 1.15 | 30.21 | min |

### Subproceso 4 Pegado

Tabla 34 Diagrama hombre-máquina propuesto del subproceso de pegado

| <b>Diagrama hombre-máquina</b>              |                 |                                    |                           |  |
|---|-----------------|------------------------------------|---------------------------|--|
| <b>Operación:</b> Pegado                    |                 | Pag. N de                          |                           |  |
| <b>Máquina tipo:</b><br>mecánica/hidráulica |                 | <b>Fecha:</b>                      |                           |  |
| <b>Departamento:</b> Área de plantado       |                 | <b>Realizado por:</b> Kelvin Pérez |                           |  |
| <b>Tiempo (min)</b>                         | <b>Operario</b> | <b>Máquina 1 (horno)</b>           | <b>Máquina 2 (prensa)</b> |  |
| 6   | Pegar y prensar | Pegar y prensar                    | Pegar y prensar           |  |
| 12  |                 |                                    |                           |  |
| 18  |                 |                                    |                           |  |
| 24  |                 |                                    |                           |  |
| 30  |                 |                                    |                           |  |
| 36  |                 |                                    |                           |  |

Tabla 35 Porcentaje de utilización del subproceso propuesto de pegado

| <b>Resumen</b> | <b>Tiempo de ciclo</b> | <b>Tiempo de acción</b> | <b>Tiempo ocio</b> | <b>Porcentaje de utilización</b> |
|----------------|------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Hombre         | 32.21                  | 32.21                   | 0                  | 100%                             |
| Máquina 1      | 32.21                  | 32.21                   | 0                  | 100%                             |
| Máquina 2      | 32.21                  | 32.21                   | 0                  | 100%                             |

Tabla 36 Tiempo estándar del subproceso de pegado

| <b>CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR</b>            |       |      |       |     |
|--|-------|------|-------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 32.21 |      |       |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |       |      | 15    | %   |
| Tiempo estándar                              | 32.21 | 1.15 | 37.04 | min |

## Análisis

El proceso de plantado es uno de los problemas en la hora de elaborar calzado, generando un cuello de botella por lo que se dividió al proceso en 4 subprocesos que son el de jaleado, rayado, preparado de plantas - cortes y pegado con tiempos de 24.73 min, 30.36 min, 30.21 min y 37.04 min respectivamente, logrando así tener tiempos de producción tanto de máquinas y operarios aceptables como se muestran en las Tablas 31, 32 y 36.

### 4.2.7 Productividad propuesta teórica

Primero se calcula la capacidad de producción para cada uno de los procesos de elaboración de calzado.

$$CP = \frac{1}{TS}$$

Tabla 37 Capacidad de producción, Producción diaria y Productividad semanal propuesta

| PROCESO                       | Tiempo Estándar (TS) min/docena |           | Número de trab. | Capacidad de Producción (CP) Docena/min |           | Producción diaria |           | PRODUCTIVIDAD |           |
|-------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------------|---|-----------|-------------------|-----------|---------------|-----------|
|                               | Eva                             | Sintético |                 | Eva                                     | Sintético | Eva               | Sintético | Eva           | Sintético |
| Cortado de material           | 10.07                           | 10.07     | 1               | 0.099                                   | 0.099     | 48                | 48        | 5.96          | 5.96      |
| Estampado                     | 8.92                            | 10.63     | 1               | 0.112                                   | 0.094     | 54                | 45        | 6.72          | 5.64      |
| Repujado                      | 8.71                            | 12.96     | 1               | 0.115                                   | 0.077     | 55                | 37        | 6.89          | 4.63      |
| Cortado                       | 63.02                           | 63.02     | 1               | 0.016                                   | 0.016     | 8                 | 8         | 0.95          | 0.95      |
| Cosido                        | 70.53                           | 102.20    | 1               | 0.014                                   | 0.010     | 7                 | 5         | 0.85          | 0.59      |
| Embolsado                     | 91.98                           | 131.08    | 1               | 0.011                                   | 0.008     | 5                 | 4         | 0.65          | 0.46      |
| Cosido de forro con lengüeta  | 24.63                           | 24.63     | 1               | 0.041                                   | 0.041     | 19                | 19        | 2.44          | 2.44      |
| Colocado de ojillos           | 14.40                           | 5.16      | 1               | 0.069                                   | 0.194     | 33                | 93        | 4.17          | 11.62     |
| Empastado                     | 25.07                           | 25.07     | 1               | 0.040                                   | 0.040     | 19                | 19        | 2.39          | 2.39      |
| Cosido string lasting         | 4.00                            | 24.00     | 1               | 0.042                                   | 0.042     | 20                | 20        | 2.50          | 2.50      |
| Jaleado                       | 4.73                            | 24.73     | 1               | 0.040                                   | 0.040     | 19                | 19        | 2.43          | 2.43      |
| Rayado                        | 0.36                            | 30.36     | 1               | 0.033                                   | 0.033     | 16                | 16        | 1.98          | 1.98      |
| Preparado de plantas y cortes | 0.21                            | 30.21     | 1               | 0.033                                   | 0.033     | 16                | 16        | 1.99          | 1.99      |
| Pegado                        | 37.04                           | 37.04     | 1               | 0.027                                   | 0.027     | 13                | 13        | 1.62          | 1.62      |
| Terminado                     | 51.46                           | 51.46     | 1               | 0.019                                   | 0.019     | 9                 | 9         | 1.17          | 1.17      |

A continuación, se calcula la producción diaria en cada proceso.

$$\text{Producción teórica} = CP * N^{\circ} \text{ horas de laborables} * N^{\circ} \text{ de trabajadores}$$

$$\text{Producción parcial teórica} = 0.008 * 480 * 3$$

$$\text{Producción parcial teórica} = 11.52 \frac{\text{docenas}}{\text{día}}$$

$$\text{Producción parcial teórica} = 11 \frac{\text{docenas}}{\text{día}}$$

De ello se sabe que la empresa labora los 5 días de la semana y que la docena tiene 12 pares por lo que semanalmente se producen:

$$\text{Producción semanal teórica} = \frac{11 \text{ docenas}}{\text{día}} * \frac{12 \text{ pares}}{1 \text{ docena}} * \frac{5 \text{ días}}{1 \text{ semana}}$$

$$\text{Producción semanal teórica} = 660 \frac{\text{pares}}{\text{semana}}$$

Posteriormente se calcula la productividad propuesta teórica en todos los procesos.

$$\text{Productividad parcial teórica} = \frac{\text{Producción diaria}}{8 \text{ horas}}$$

$$\text{Productividad parcial teórica} = \frac{11}{8 \text{ horas}}$$

$$\text{Productividad parcial teórica} = \frac{1,37 \text{ docenas}}{\text{hora}}$$

#### 4.2.8 Productividad total teórica

Finalmente se calcula la productividad total propuesta de la empresa, tomando en cuenta el número de trabajadores utilizados en el proceso, las horas y días laborables.

$$\text{Productividad total teórica} = \frac{\text{Producción}}{\text{insumos}}$$

$$\text{Productividad total teórica} = \frac{660 \frac{\text{pares zapatos}}{\text{semana}}}{21 \text{ hombres} * \frac{8 \text{ horas}}{\text{día}} * \frac{5 \text{ días}}{\text{semana}}}$$

$$\text{Productividad total teórica} = 0,785 \frac{\text{pares zapatos}}{\text{hora} - \text{hombre}}$$

#### 4.2.9 Rediseño de la planta de producción

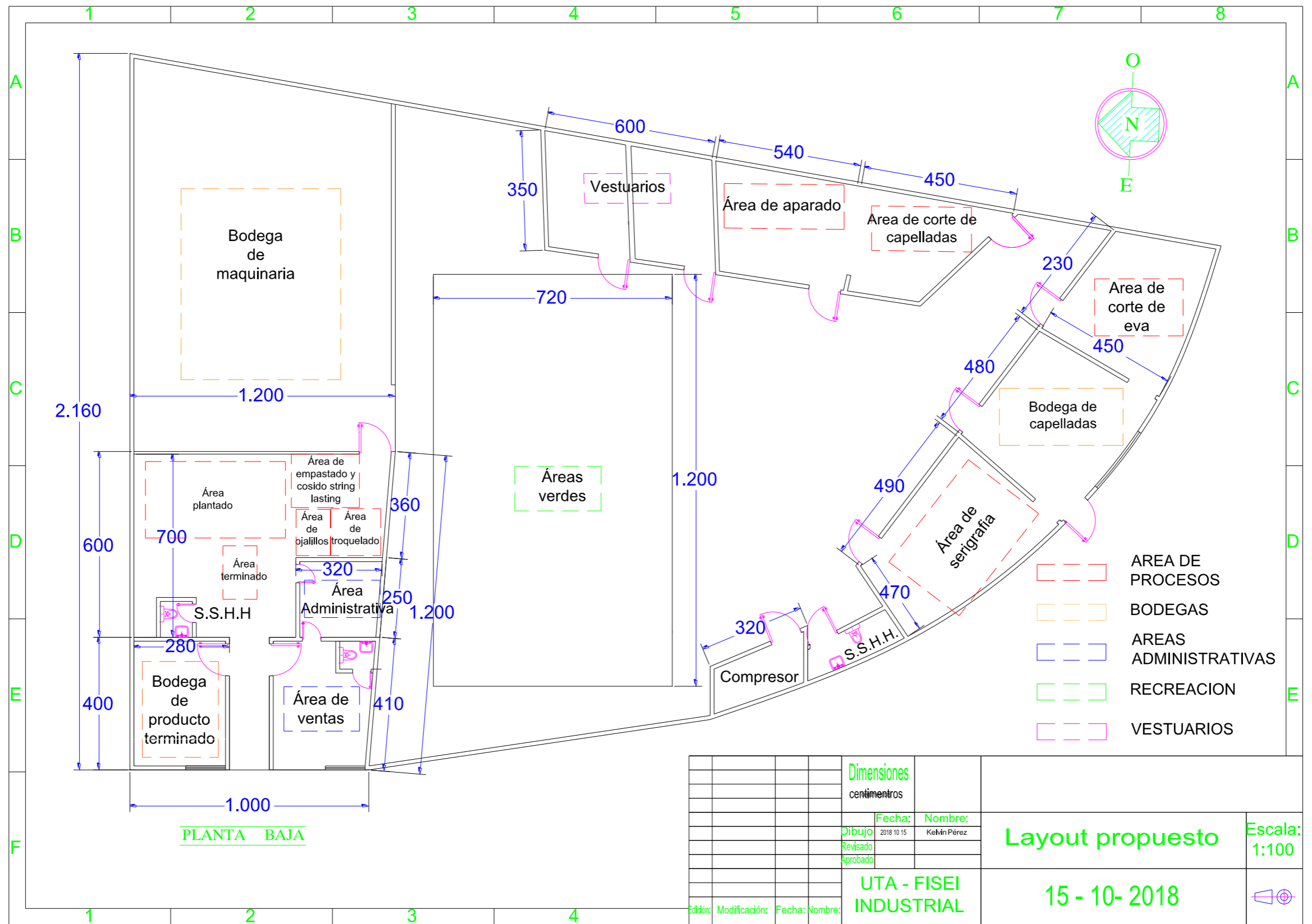


Fig. 35 Rediseño de la planta de producción, desde AutoCAD 2015



4.2.10 Diagrama de recorrido propuesto

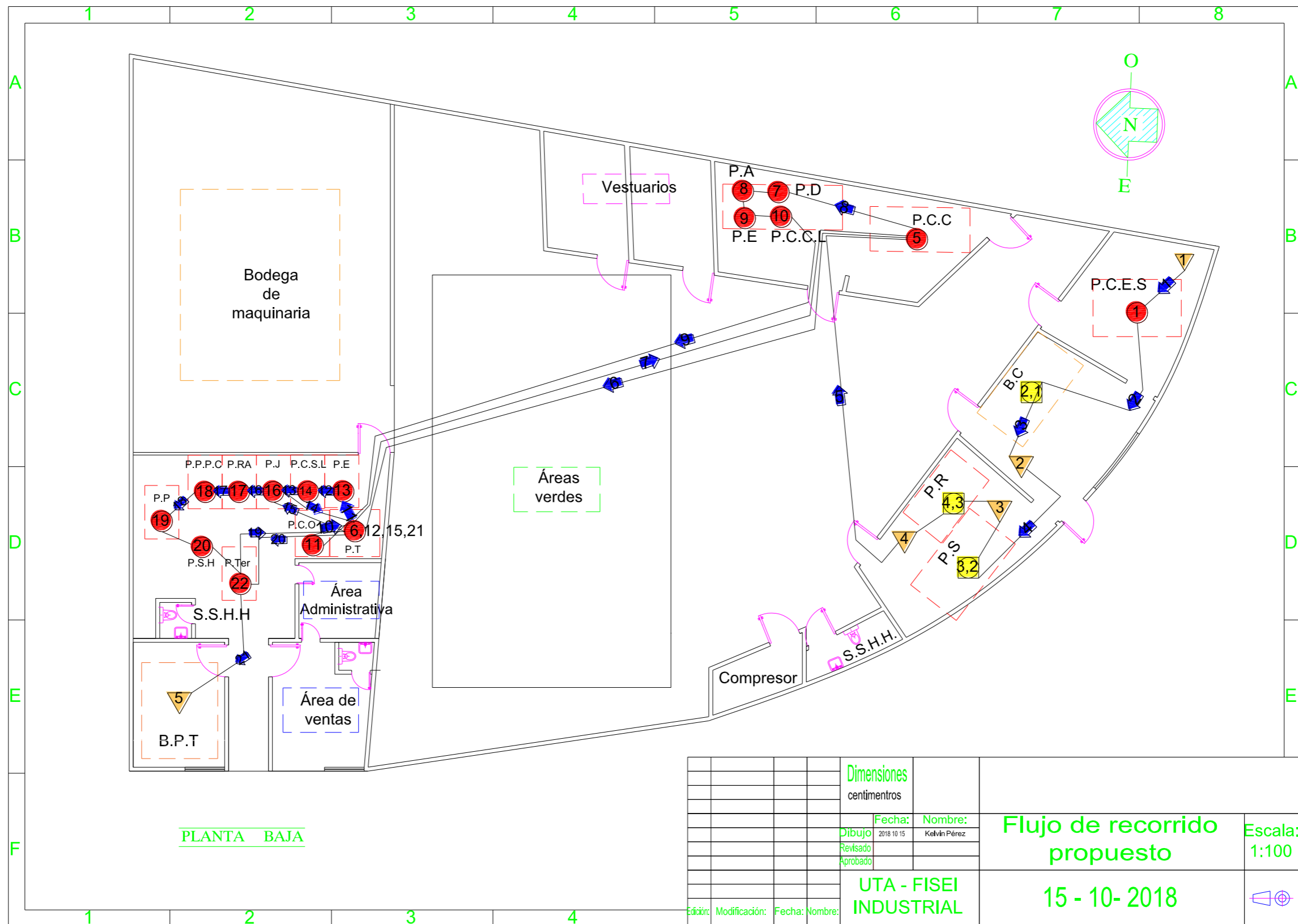


Fig. 36 Flujo de recorrido propuesto, desde AutoCAD 2015

#### 4.2.11 Rutas de evacuación

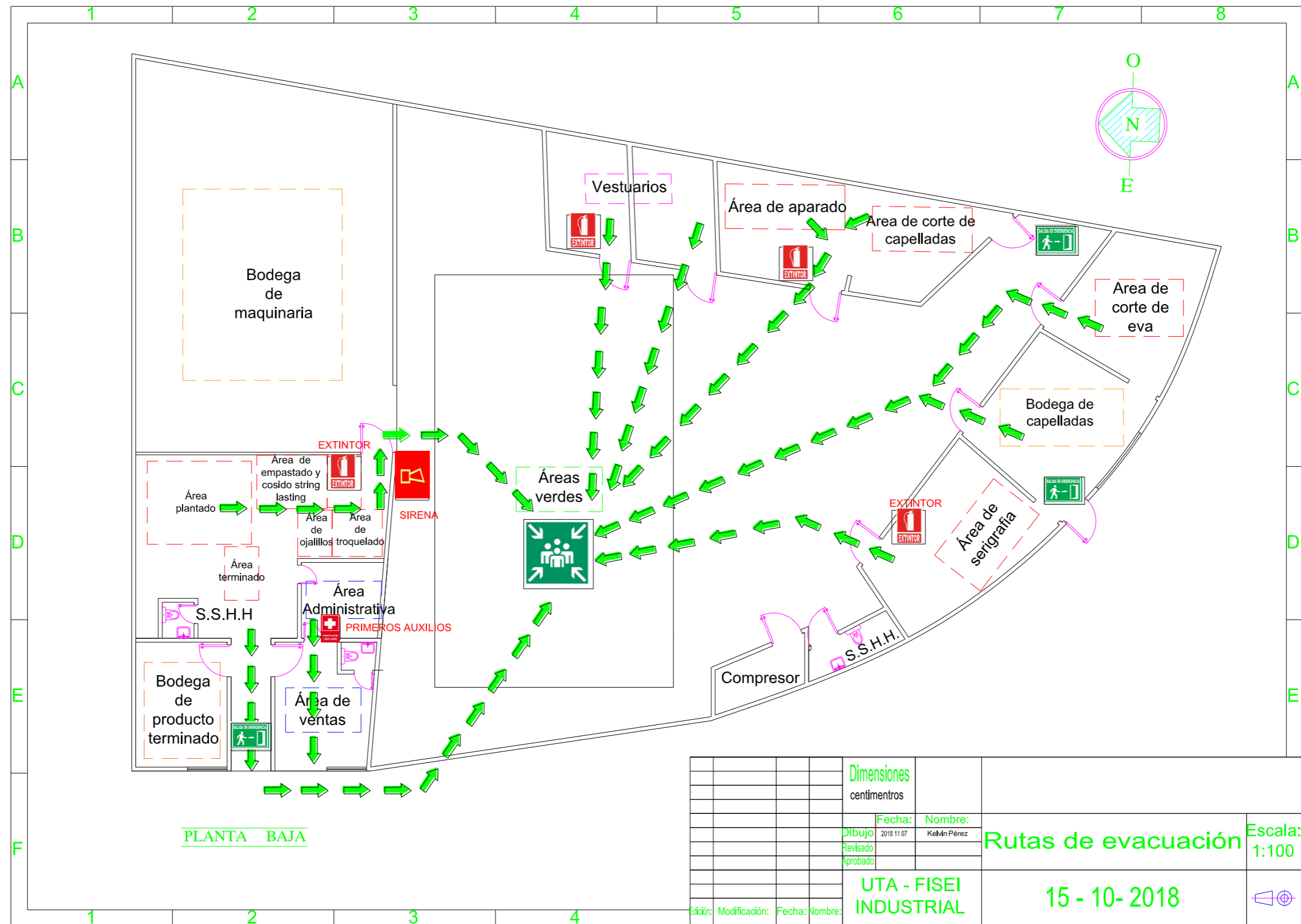


Fig. 37 Rutas de evacuación, desde AutoCAD 2015

### 4.3 Simulación del proceso de elaboración de calzado

Se puede decir que la realización de un proyecto de simulación implica tres grandes fases. El diseño del modelo del problema a analizar, la construcción del modelo y la experimentación que se puede realizar con éste. La Figura 38, muestra una manera alternativa de presentar este mismo proceso [32].

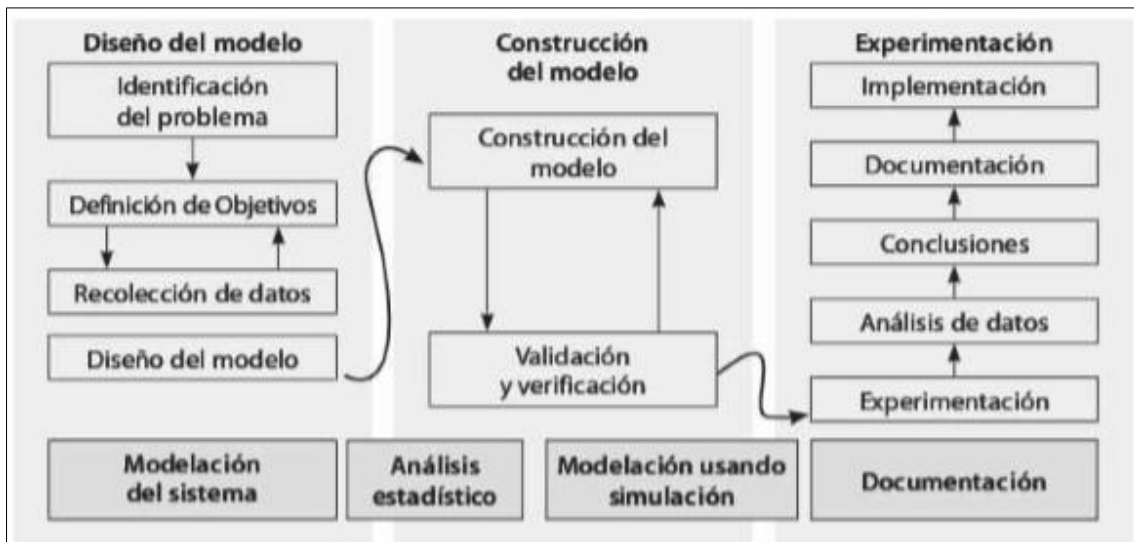


Fig. 38 Representación del ciclo de un proyecto de simulación [32]

La construcción del modelo es sólo una parte del beneficio de una herramienta como simulación. También se puede usar para hacer análisis con diferentes escenarios y tomar decisiones sustentadas estadísticamente.

#### 4.3.1 Pasos para la elaboración de la simulación

**Primero:** Se realiza el nuevo layout y maquinarias de la empresa en 3D el cual nos ayuda a visualizar de una manera más realista nuestro proceso, para lo que se utiliza los programas de AutoCAD 2015 y SketchUp 2017, ver Figuras 39 y 40.

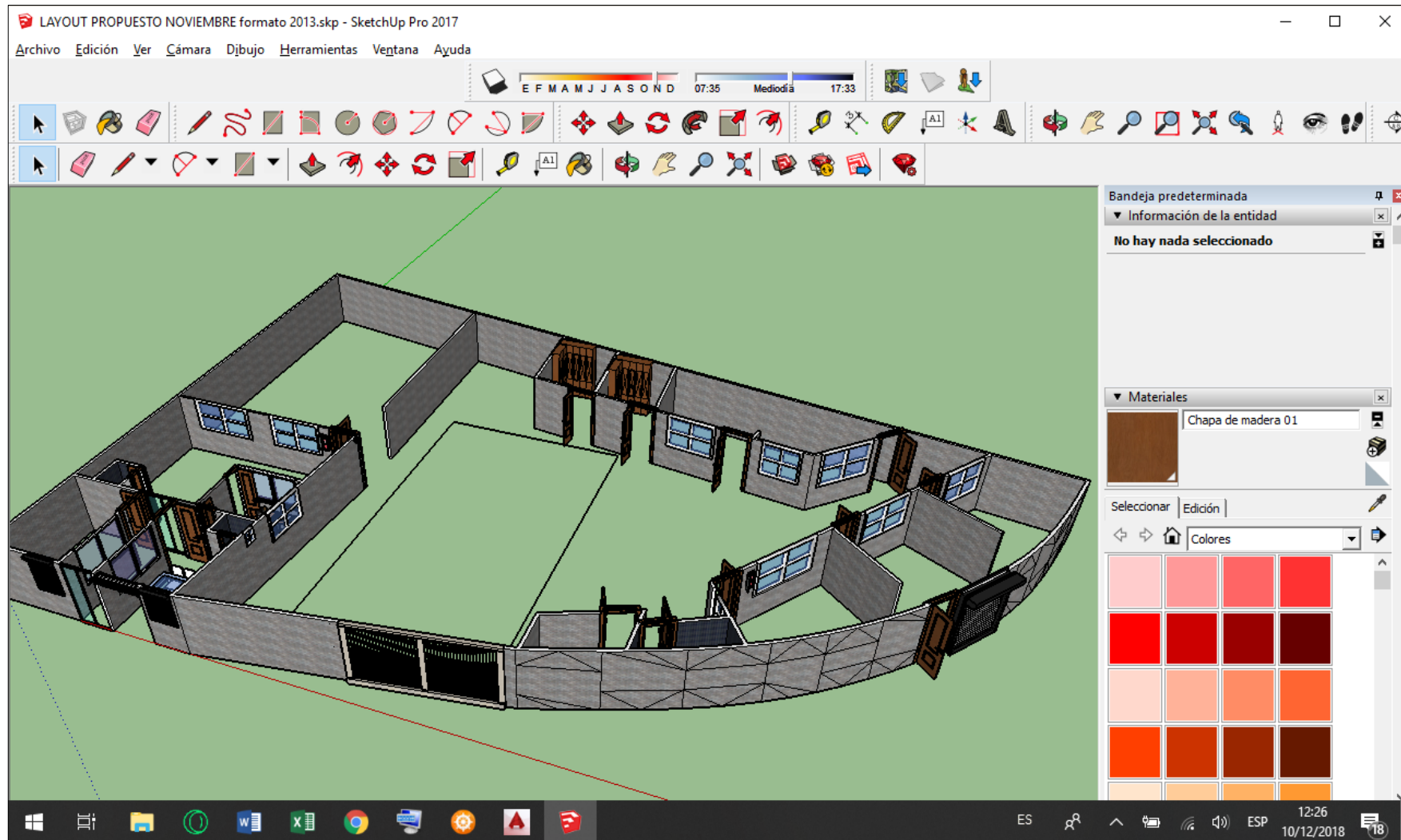


Fig. 39 Nuevo layout de la empresa 3D, desde SketchUp 2017

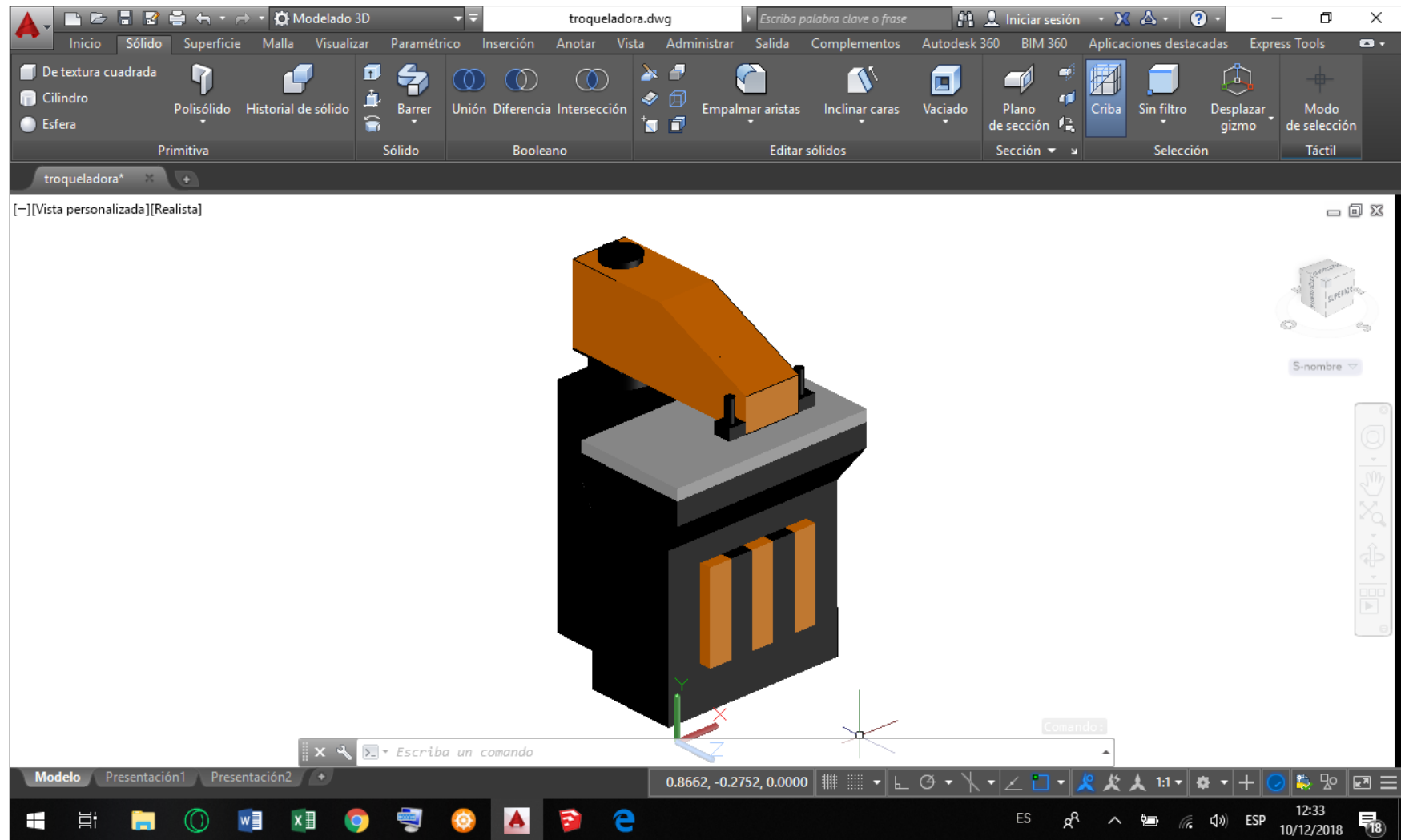


Fig. 40 Troqueladora 3D, desde AutoCAD 2015

**Segundo:** Crear un nuevo modelo en el software de simulación FlexSim para esto se utiliza 2 sourcers, 22 queues, 21 processors, 2 separators, 3 sinks y 11 basicfr los cuales ayudan a simular las entradas, procesos, colas y salidas de productos, seguido de esto importar los gráficos en 3D en cada uno de los elementos de creados como muestra la Figura 41.

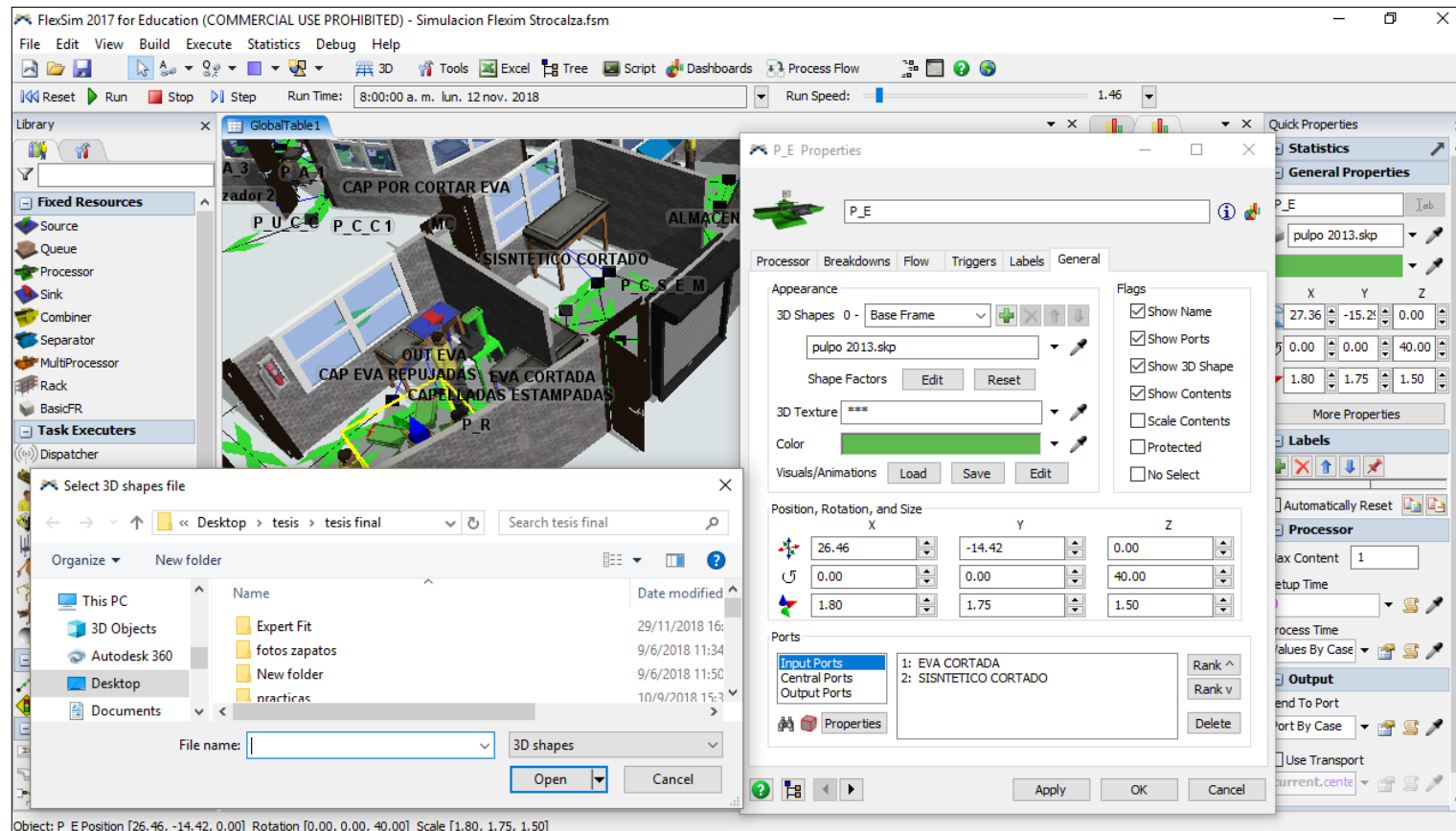


Fig. 41 Processor, desde FlexSim 2017

**Tercero:** Unir los sourcers, queues, processors, separators and sinks en forma secuencial utilizando la letra A para unir entidades fijas desde el cortado hasta el terminado y con la letra S para entidades móviles como transportes, como se muestra en la Figura 42.

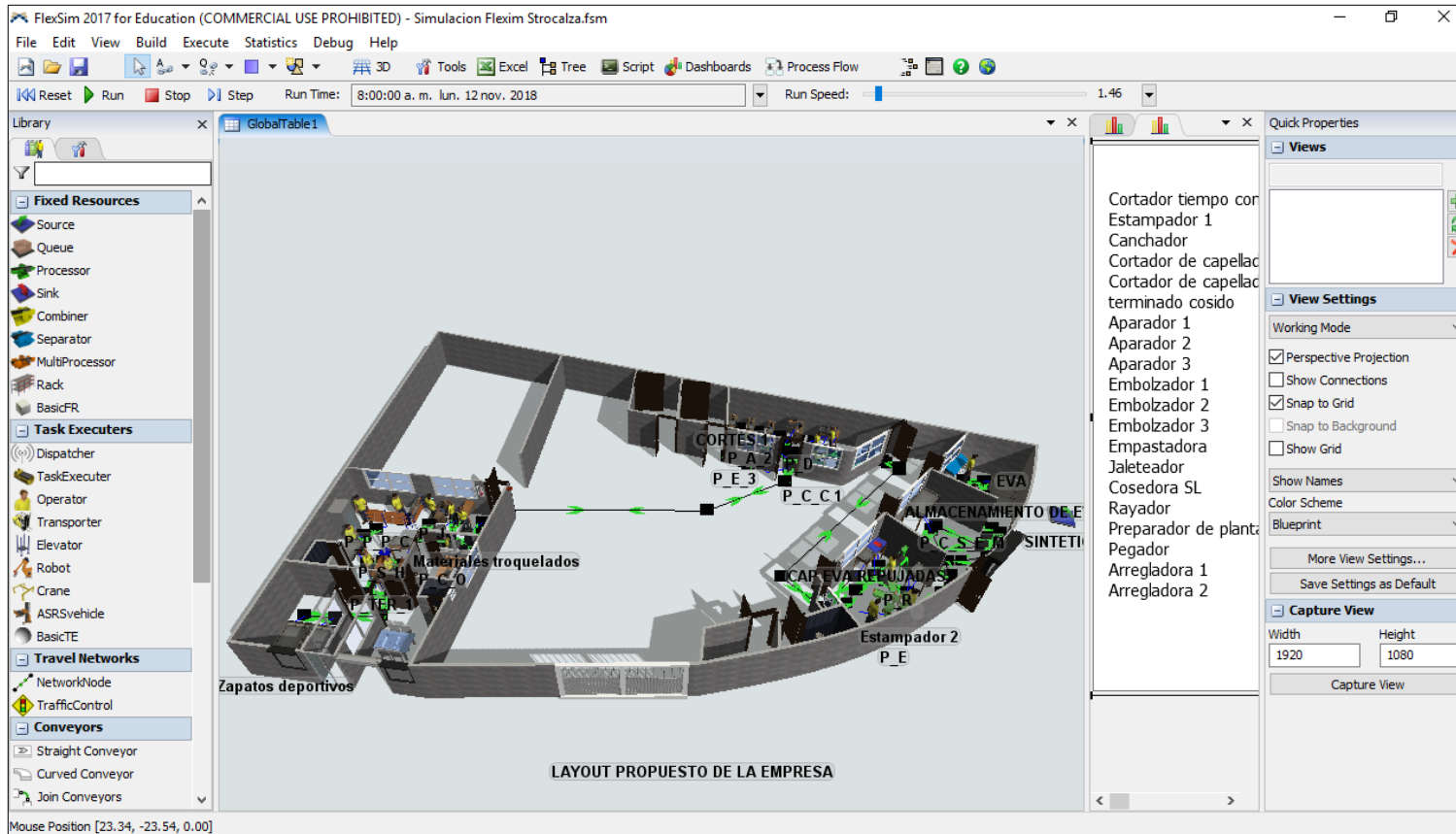


Fig. 42 Conexión de procesos, desde FlexSim 2017

**Nota:** Al unir los procesos con la letra A se asignan puertos de entradas y salidas en los procesos.

Para los tiempos de procesamientos se utiliza una herramienta del software llamada ExpertFit, la cual ayuda a crear tiempos que tengan distribución estadística.

**Cuarto:** Abrir una pestaña de Excel, click en análisis de datos y generar números aleatorios, aquí se podrá generar números con una variación de datos para poderlos utilizar en el software de simulación, como se muestra en la Figura 43.

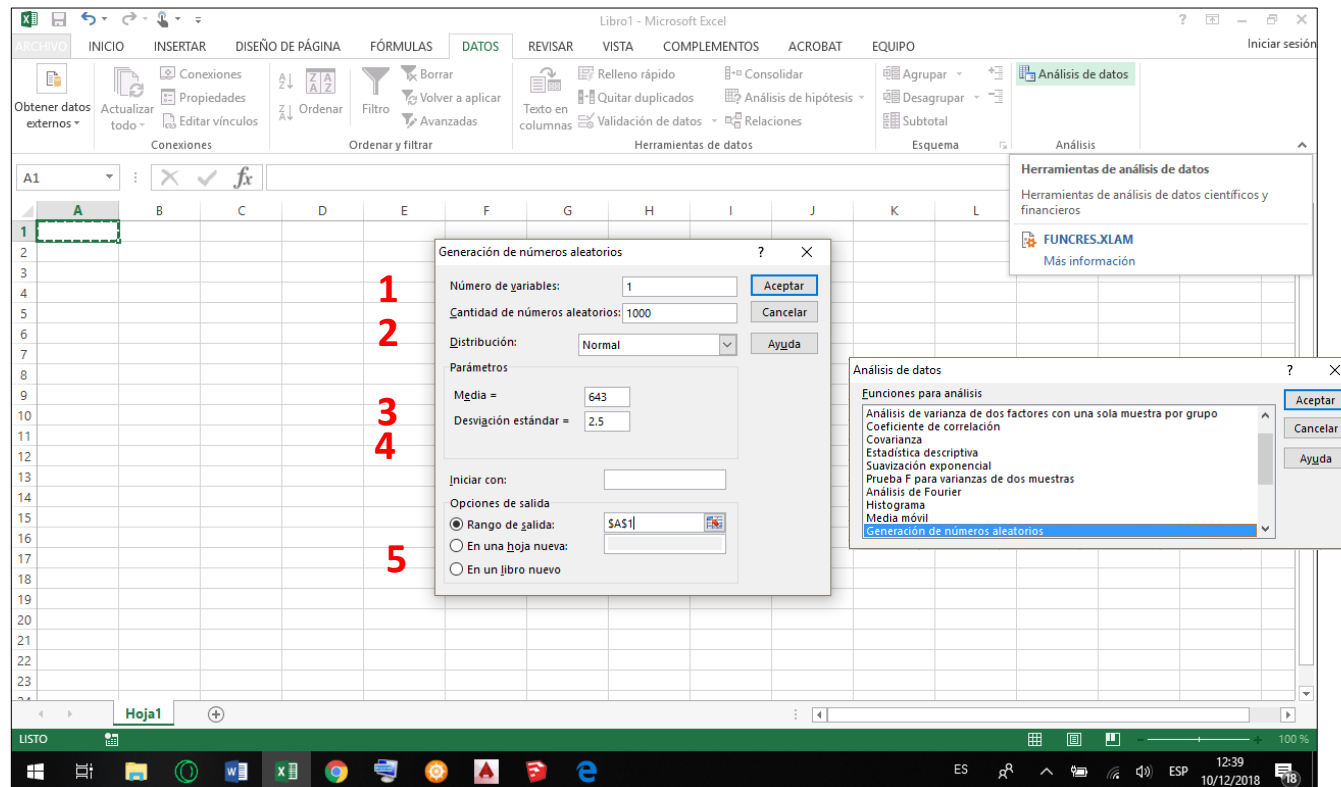


Fig. 43 Generación de números aleatorios, desde Excel 2013



1. Cuantos números aleatorios se van a crear
2. Tipo de distribución que se desea crear
3. Promedio de tiempos obtenidos del estudio de tiempos
4. Rango de desviación de la media
5. Celda donde va a iniciar a colocar los números aleatorios.

**Quinto:** Crear la distribución estadística utilizando las herramientas de FlexSim, hacer click en Statistic y ExpertFit, se abrirá una nueva ventana donde se realiza el tipo de distribución que se desee, una vez creada la distribución exportar los datos a los procesos creados, click derecho en procesos propiedades y pegar en la pestaña de Process Time como muestra la Figura 44 y 45.

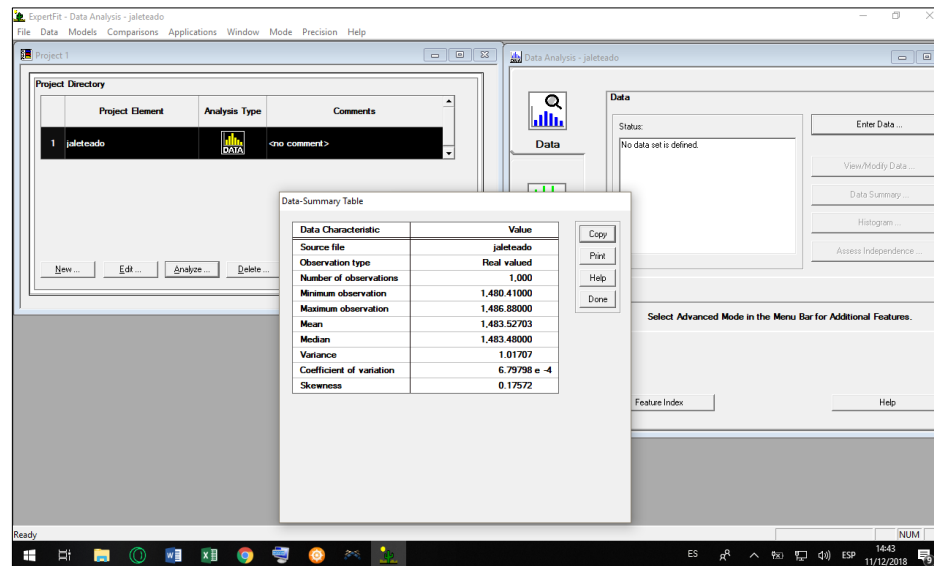


Fig. 44 ExpertFit, desde FlexSim 2017

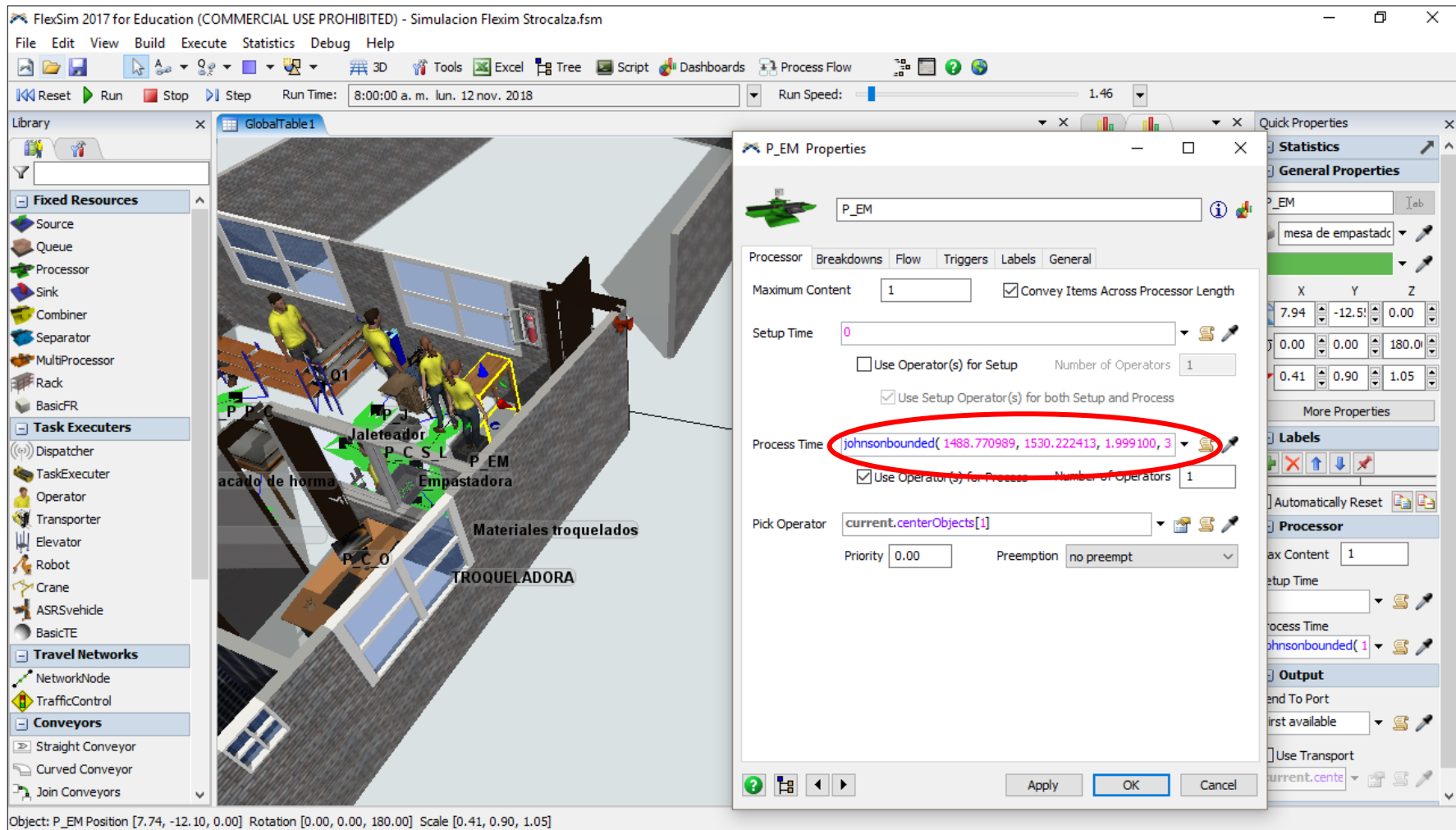


Fig. 45 Exportar datos, desde FlexSim 2017

**Sexto:** Crear horarios de trabajo para el personal y maquinaria, para esto se da click en herramientas, time table, click en Table ahí se elige el horario de trabajo según el tipo de empresa en este caso la Empresa “STROCALZA” trabaja de 8:00 am a 12:00 am y de 13:00 pm a 17:00 pm, como se ilustra en la Figura 46.

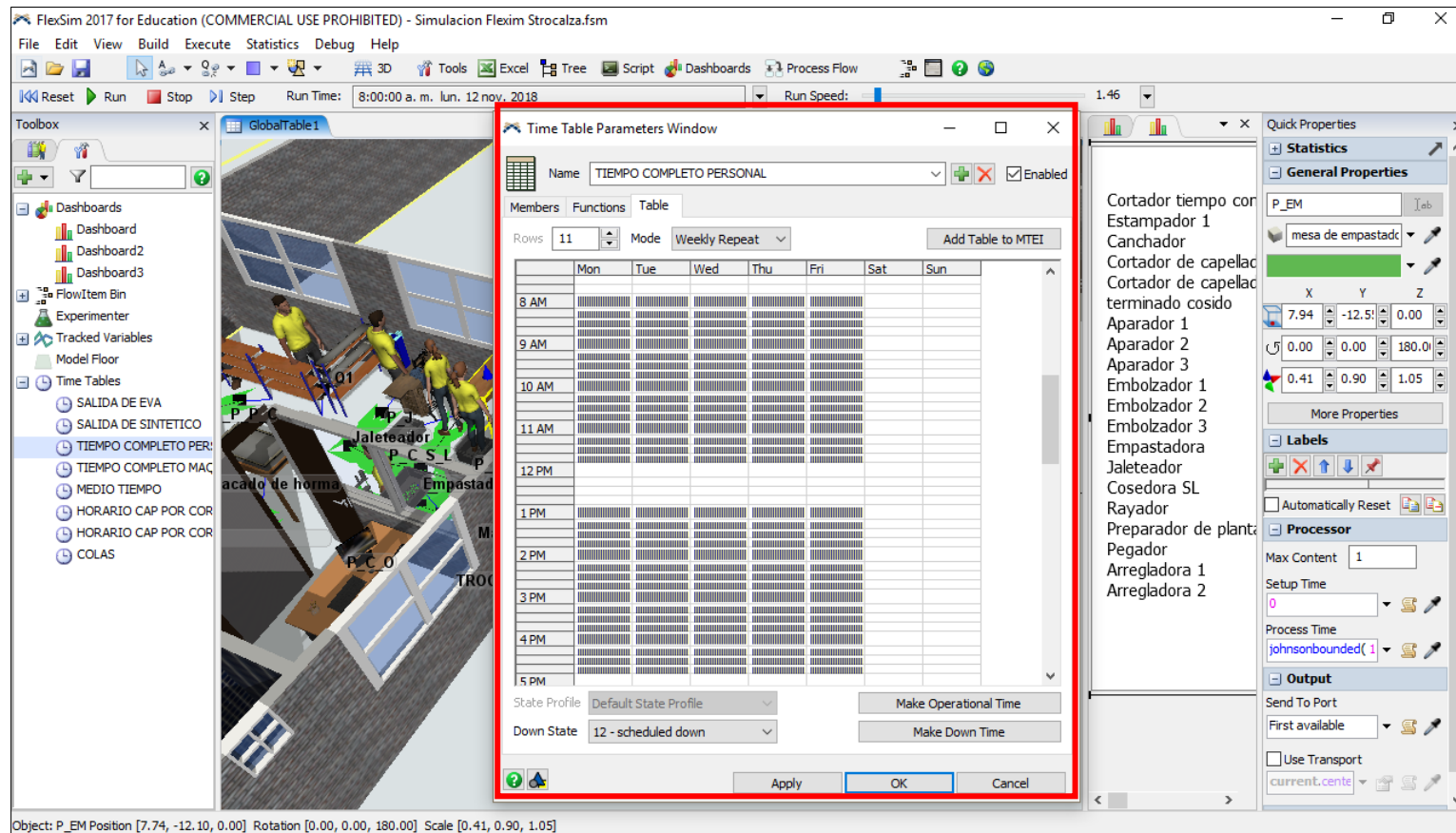


Fig. 46 horarios, desde FlexSim 2017

**Séptimo:** Correr la simulación, primero hacer click en la pestaña de Run Time para configurar el tiempo de corrida del proceso según las necesidades del investigador, luego de haber configurado el tiempo click en Run para correr la simulación como se muestra en la Figura 47.

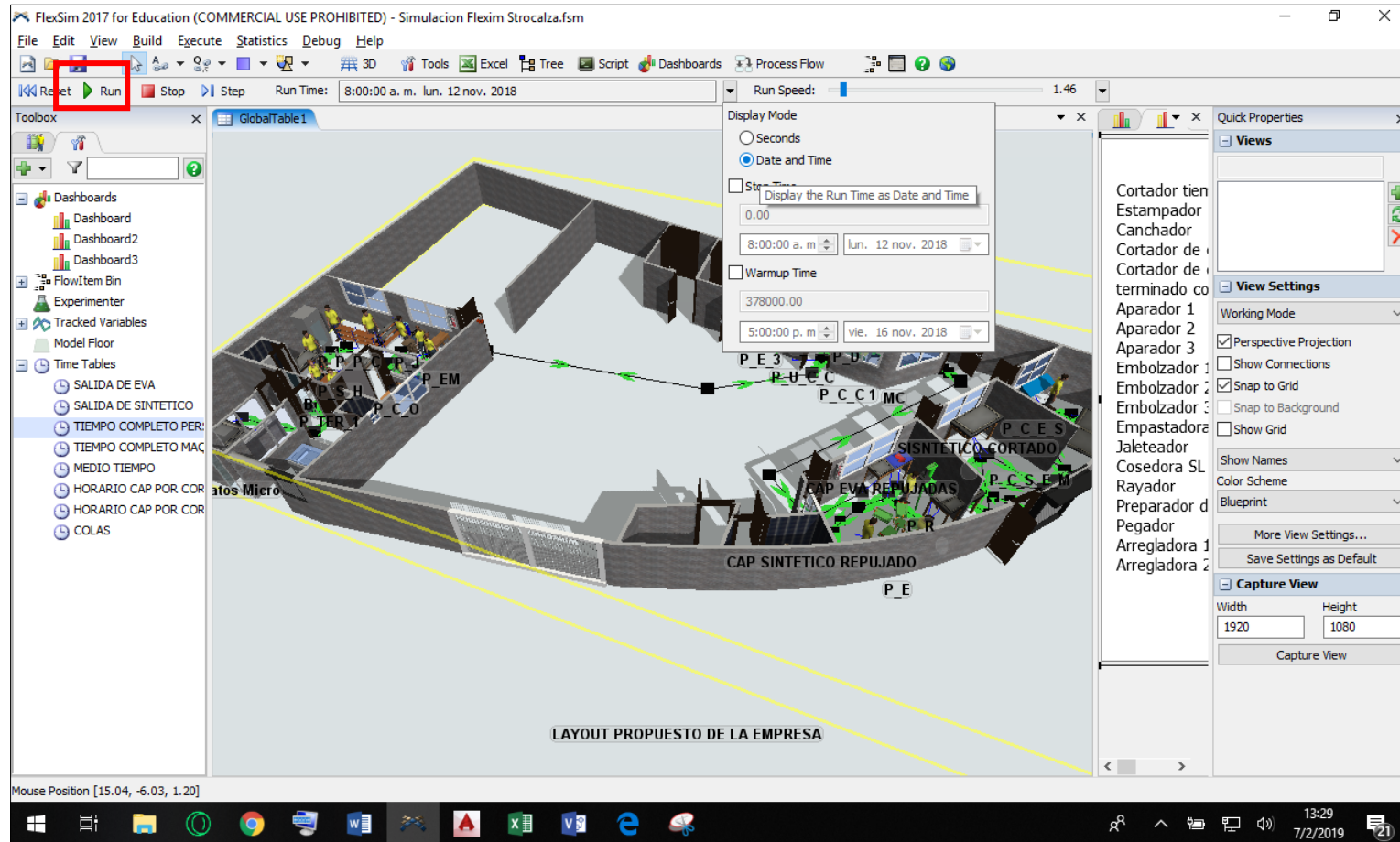


Fig. 47 Configuración del Run Time, desde FlexSim 2017

**Octavo:** Resultados, se crea una gráfica en la herramienta Dashboards, utilizando la opción State Gant esta da el tiempo de procesamiento, ocio, recorrido de cada uno de los operarios y máquinas la cual nos ayuda a la toma de decisiones para la mejora de la productividad, ver Figuras 48 y 49.

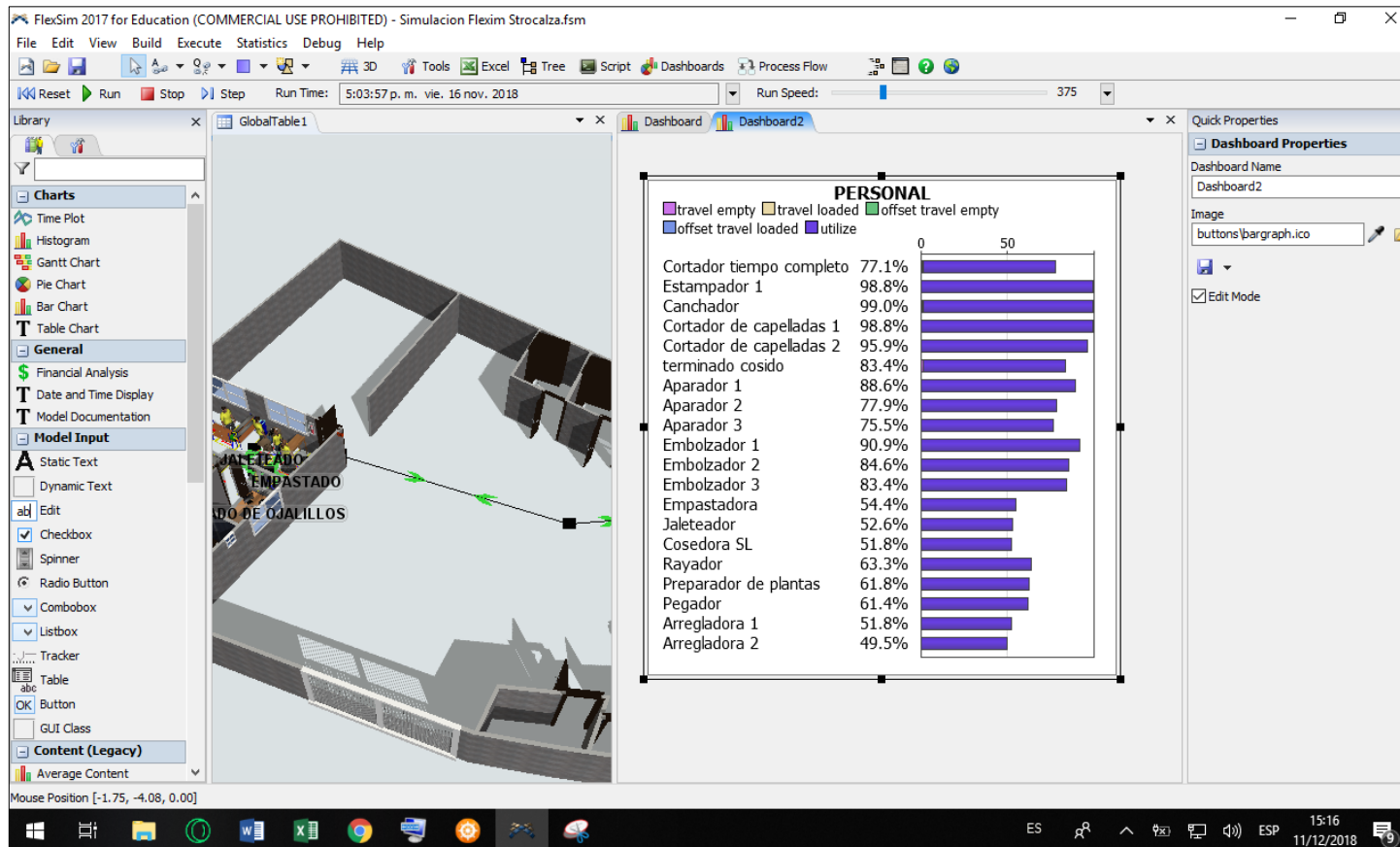


Fig. 48 Porcentaje de utilización del personal, desde FlexSim 2017

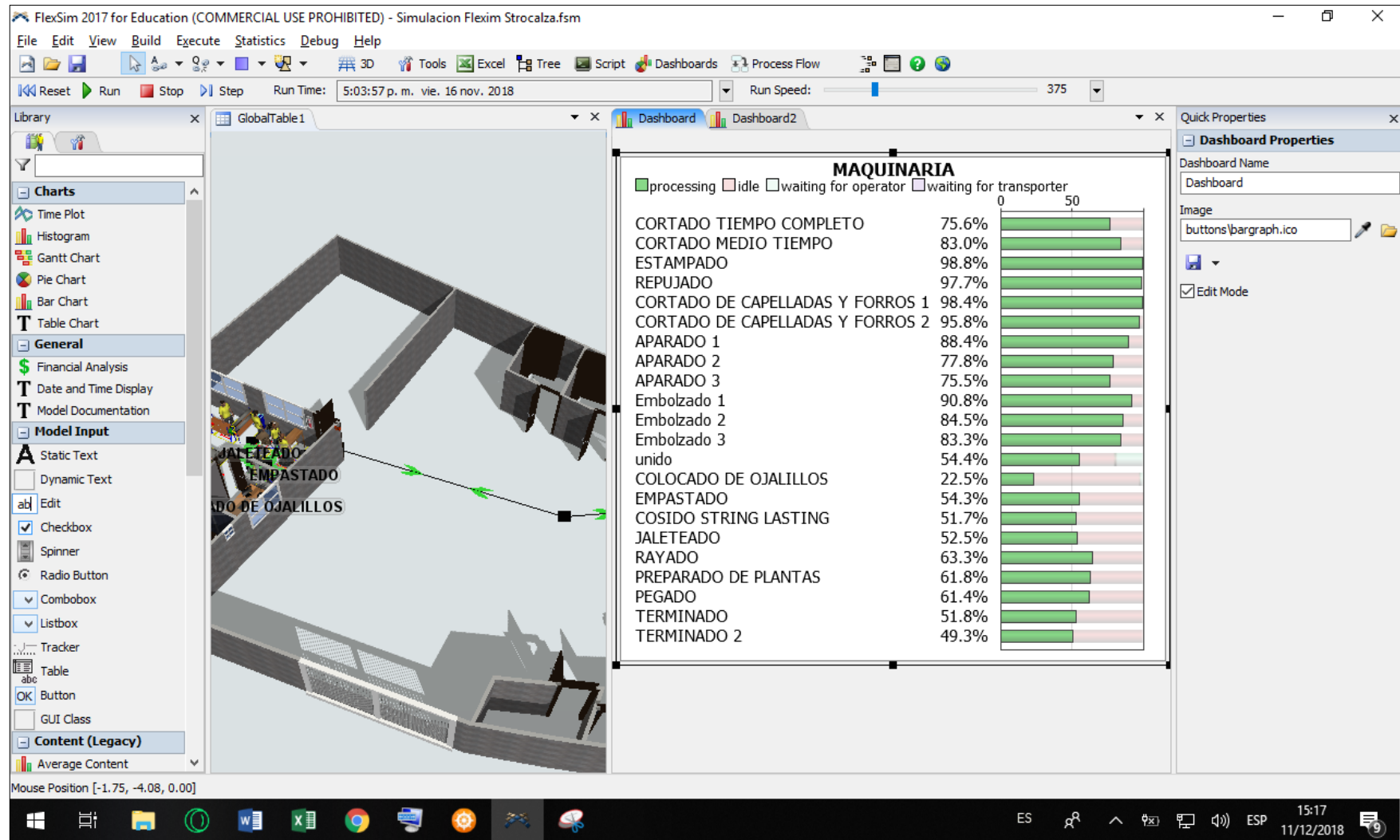


Fig. 49 Porcentaje de utilización de la maquinaria, desde FlexSim 2017

Una vez terminada de correr la simulación se puede observar en la queue zapatos deportivos y micros la cantidad de productos elaborados, como se muestra en Figuras 50 y 51.

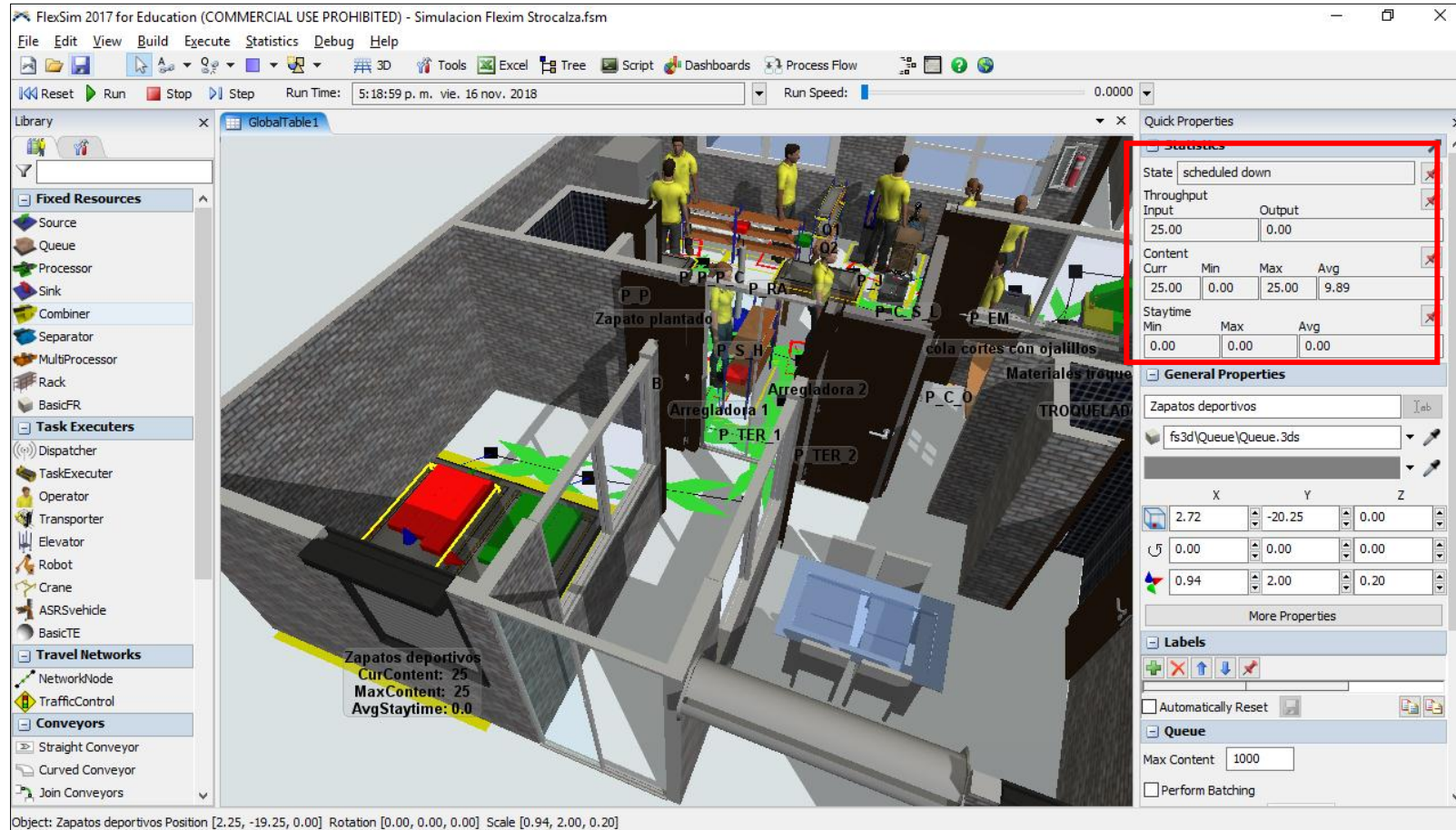


Fig. 50 Producción de zapatos deportivos, desde FlexSim 2017

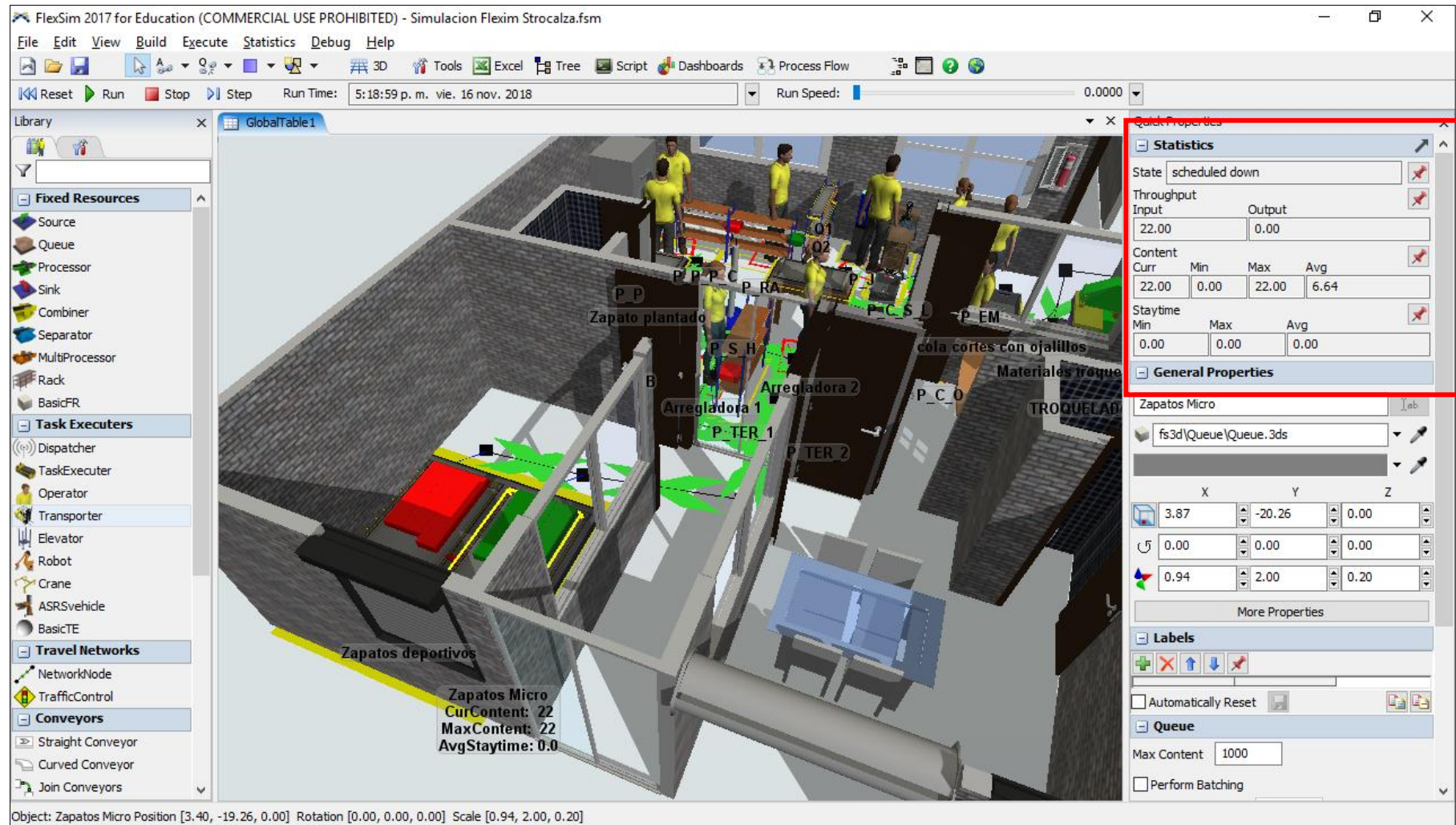


Fig. 51 Producción de zapatos micros, desde FlexSim 2017



### **4.3.2 Análisis de resultados de la simulación**

La simulación se la ejecuto varias veces tomando en cuenta que no existen paros de maquinaria por averías o daños de material, de lo cual se obtuvo los siguientes resultados.

De las simulaciones, el proceso de estampado es el que más porcentaje de utilización tiene en la elaboración de calzado con 98,1% mientras que el proceso de colocado de ojalillos es el que menos porcentaje de utilización tiene con 21.6%, también se obtuvo que se llegaría a producir 25 docenas de zapatos deportivos y 22 de zapatos micros, dando una producción total de 47 docenas o 564 pares semanales, ver Figuras 48, 49, 50 y 51.

#### **Cuello de botella**

En la simulación se pudo notar que los procesos donde existe demora de productos son en el de cortado de capelladas y aparado, por lo que se ha optado en aumentar personal y maquinaria para reducir el cuello de botella y aumentar la producción de la empresa como muestra la Figura 52.

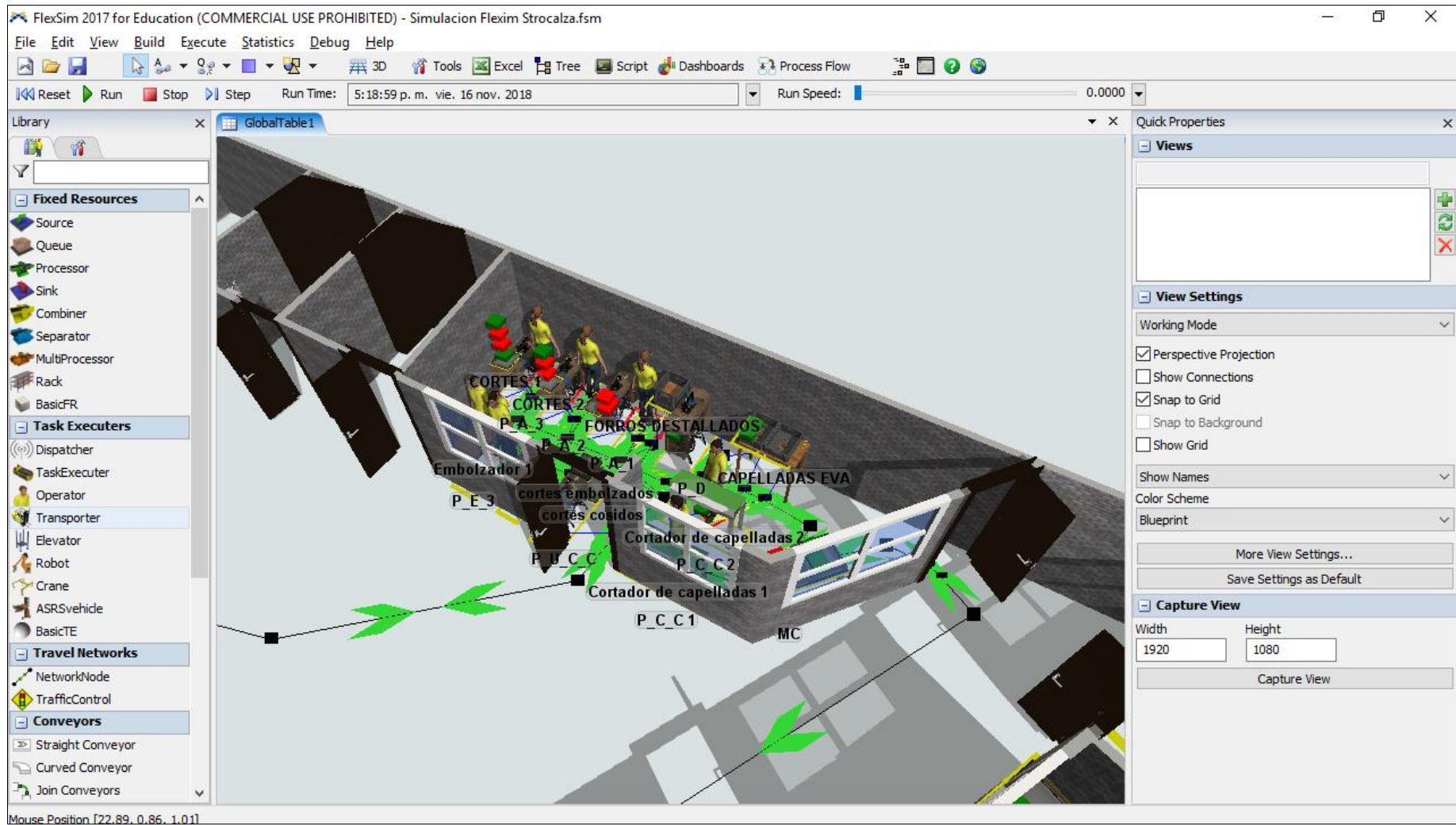


Fig. 52 Cuellos de botella, desde FlexSim 2017

## Experimentos

Se utilizó la herramienta Experimenter, esta se utiliza para definir, ejecutar y analizar experimentos en escenarios de modelos definidos. Ver figura 53.

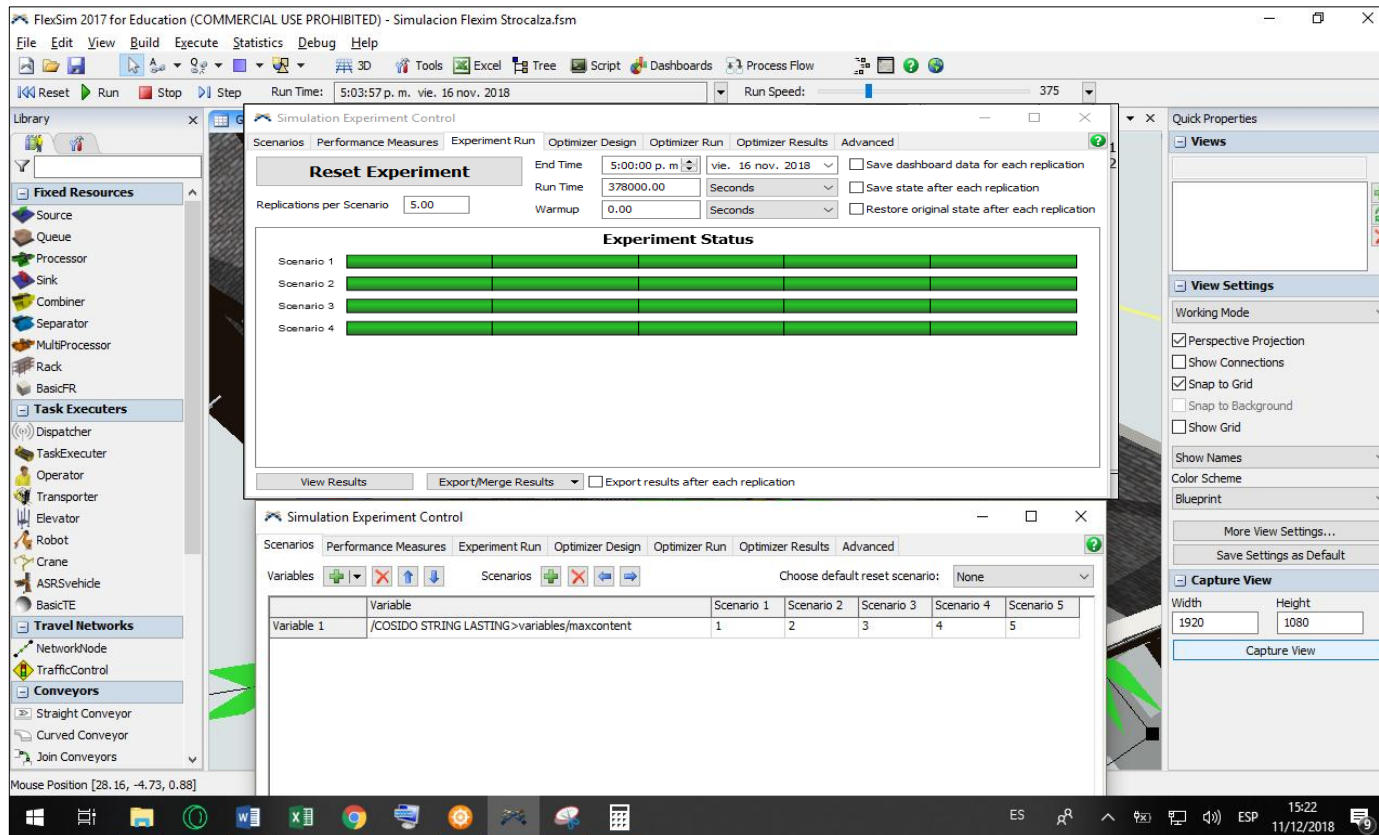


Fig. 53 Experimenter, desde FlexSim 2017

### Recursos restringidos

Al realizar la simulación se puede tener procesos que generen cuellos de botella estos se los puede solucionar con ayuda de la herramienta experimenter, pero se puede generar otros a los que llamaremos recursos restringidos por lo que hay que tener en cuenta cuales son los procesos que se pueden convertir en nuestro próximo cuello de botella para con ayuda del software de simulación poderlo solucionar.

#### 4.3.3 Productividad propuesta simulada

$$Productividad\ parcial\ simulada = \frac{Produccion\ diaria}{8\ horas}$$

$$Productividad\ parcial\ simulada = \frac{9\ docenas}{8\ horas}$$

$$Productividad\ parcial\ simulada = 1,12 \frac{docenas}{hora}$$

#### 4.3.4 Productividad total simulada

Finalmente calcular la productividad total actual de la empresa, tomando en cuenta el número de trabajadores utilizados en el proceso, las horas y días laborables.

$$Productividad\ total\ simulada = \frac{Producción}{insumos}$$

$$Productividad\ total\ simulada = \frac{564 \frac{pares\ zapatos}{semana}}{21\ hombres * \frac{8\ horas}{día} * \frac{5\ días}{semana}}$$

$$Productividad\ total\ simulada = 0,67 \frac{pares\ zapatos}{hora - hombre}$$

#### 4.3.5 Recuperación de la inversión

Como para la nueva redistribución de la empresa se tuvo que hacer ciertas modificaciones en la infraestructura se realiza un estudio de la inversión necesaria para implementar la propuesta, como se muestra en la Tabla 38; los datos económicos se toman de la experiencia de expertos en construcción y remodelación, como son el Ing. Alexis Piña (Ing. Civil) y el Ing. Luis Pérez (Ing. Industrial).

Tabla 38 Costo de Inversión - Layout Propuesto

| <b>ESPACIO FÍSICO</b>   |                   |
|---|-------------------|
| <b>DETALLE</b>  | <b>V. UNIT.</b>   |
| Obra Civil: incluye construcción, remodelación, señalización y extintores | \$12.000,00       |
| <b>MOVILIZACIÓN</b>   |                   |
| <b>DETALLE</b>  | <b>V. UNIT.</b>   |
| Muebles y Enseres   | \$1.500,00        |
| Maquinaria: incluye mesas de corte y mesas de empastado                   | \$500,00          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>\$2.000,00</b> |
| <b>TOTAL DE LA INVERSIÓN</b>  |                   |
| <b>\$14.000,00</b>  |                   |

Tabla 39 Margen de utilidad

| <b>Utilidad con los pares que se aumentan</b> |                    |            |                 |                              |                               |                    |
|---|--------------------|------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| <b>Línea</b>                                  | <b>Costo total</b> | <b>PVP</b> | <b>Utilidad</b> | <b>Pares que se aumentan</b> | <b>Total utilidad semanal</b> | <b>Total anual</b> |
| <b>Deportivo</b>                              | \$18,00            | \$20,00    | \$2.0           | 228                          | 456                           | \$23.712,00        |
| <b>Micro</b>                                  | \$22,00            | \$25,00    | \$3.0           | 216                          | 648                           | \$33.696,00        |
| <b>TOTAL</b>                                  |                    |            |                 |                              |                               | <b>\$57.408,00</b> |

Con la nueva distribución de planta se genera un aumento en la producción de calzado de 420 pares de zapatos semanales por lo que la empresa tiene una utilidad anual de \$57.408,00 como muestra la Tabla 39, con los siguientes datos se calcula el periodo de recuperación de la inversión basado en la utilidad obtenida, utilizando la Ecuación (10).

$$\text{Período de recuperación} = \frac{\text{Inversión}}{\text{Utilidad}} \quad \text{Ecu. (10)}$$

$$\text{Período de recuperación} = \frac{\$14.000}{\$57.408} = 0,24 \text{ años}$$

Para calcular el número de meses se multiplica el valor por 12.

$$0,24 * 12 = 2,88$$

Para expresar el número de días se resta nuevamente el número entero y se multiplica la fracción por 30 que es el número de días:

$$0,88 * 30 = 26,4$$

Entonces tenemos que el tiempo de la recuperación de la inversión es de 2 meses 26 días.

#### 4.3.6 Costo de zapato por par

Se sabe que la Empresa “STROCALZA” producía calzado con 8 trabajadores los cuales tenían un sueldo de 250 dólares mensuales, esto nos ayuda a calcular el costo del zapato por par el cual también nos ayuda a saber si la empresa mejoro o no el proceso, para esto aplicaremos la siguiente formula:

$$\text{costo del zapato por pares actual} = \frac{\text{Sueldo} * \text{número de trabajadores}}{\text{pares producidos mensualmente}}$$

$$\text{costo del zapato por pares actual} = \frac{250 \frac{\text{dolares}}{\text{mensuales}} * 8}{480 \frac{\text{pares}}{\text{mensuales}}}$$

$$\text{costo del zapato por pares actual} = 4.16 \frac{\text{dolares}}{\text{par}}$$

Ahora este análisis también se lo hace para la propuesta realizada, para lo cual se toma los 21 trabajadores utilizados y el sueldo básico regulado por el Ministerio de Trabajo de 394 dólares mensuales, de esto se obtiene:

$$\text{costo del zapato por pares actual} = \frac{\text{Sueldo} * \text{número de trabajadores}}{\text{pares producidos mensualmente}}$$

$$\text{costo del zapato por pares actual} = \frac{394 \frac{\text{dolares}}{\text{mensuales}} * 21}{2256 \frac{\text{pares}}{\text{mensuales}}}$$

$$\text{costo del zapato por pares actual} = 3.66 \frac{\text{dolares}}{\text{par}}$$

El costo del par de zapatos bajó de 4,16 a 3,66 dólares por par, esto afirma que el modelo de simulación que se propone para el proceso productivo es aceptable, por lo que la Empresa “STROCALZA” mejoraría su proceso productivo y aumentaría las utilidades actuales.

#### **4.3.8 Discusión**

El propósito de este proyecto realizar un modelo de simulación, para esto se busca rediseñar la distribución de la planta de la Empresa “STROCALZA” analizando la situación actual de los procesos mediante un estudio de tiempos, diagramas hombre máquina y a través de una simulación con FlexSim simular el nuevo diseño del proceso productivo.

Tener un mal diseño de las instalaciones afecta directamente en la capacidad instalada de la empresa, pues se realizan excesivos transportes o se ocupan muy pocos trabajadores o máquinas, el flujo del producto se acumula o interrumpe en la mayoría de procesos.

Se tiene que la Empresa “STROCALZA” produce actualmente 120 pares/semanales con 8 operarios teniendo una productividad actual de 0,37 pares zapatos/hora-hombre, con ayuda de las herramientas nombradas anteriormente se ha logrado obtener un producción teórica de 660 pares/semanales con 21 operarios, con un productividad propuesta teórica de 0,78 pares zapatos/horas-hombre, mientras que con la simulación propuesta se obtuvo que la empresa producirá 564 pares zapatos/hora-hombre con 21 operarios con una productividad propuesta simulada de 0,67 pares zapatos/hora-hombre, existe una diferencia notable entre la productividad teórica y simulada de 11% esto se debe a que en la simulación no hay productos en cola y la primera docena sale a partir de las 8 horas 30 minutos aproximadamente.

Para la nueva distribución se tiene que invertir recursos económicos para modificar las instalaciones, entonces se ha realizado un estudio de recuperación de la inversión teniendo que lo invertido se recuperara en 2 meses 26 días aproximadamente.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

1. Al tener varios productos ofertados, se ha realizado un análisis gráfico ABC, para clasificar los productos en 3 categorías según su importancia teniendo como resultados los de categoría A con un 50% del total estos son productos relevantes, los de categoría B con 25% productos de importancia secundaria y finalmente los de categoría C con el 25% los cuales son productos de importancia reducida, para el análisis se tomaron 2 primeros, estos son los zapatos deportivos y zapatos deportivo (micros), mismos que tienen un porcentaje de valorización de 15,46% y 13,40% respectivamente, cabe destacar que el análisis no toma en cuenta el precio ni la demanda si no una relación entre estas dos. Mediante el análisis hombre-máquina se pudo notar que en los procesos de aparado y plantado la maquinaria es sobre utilizada, en el proceso de aparado teniendo un tiempo de utilización del operario de 49% y de la máquina de 51%, mientras en el proceso de plantado el operario tiene un tiempo de utilización de 95% y las máquinas como jaleteadora, horno y prensa tiene un tiempo de utilización de 16%, 35% y 35% respectivamente, por lo que se ha optado en dividir los procesos en subprocesos para poder distribuir de una manera adecuada tanto personal como maquinaria.
2. Mediante el análisis carga distancia con la distribución actual de la empresa genera un recorrido de 139 metros en la elaboración de una docena de zapatos, mientras que al realizar el análisis con la nueva distribución de instalaciones se obtiene un recorrido de 66 metros por docena, teniendo un recorrido menor con la nueva distribución, para esta nueva distribución se tomó en cuenta la dimensión de los pasos peatonales, áreas de trabajo, salidas de emergencia y vestuarios
3. La empresa con el proceso y la distribución actual se confeccionan 120 pares de zapatos semanalmente utilizando 8 operarios con la cual tiene una productividad de 0,37 pares zapatos/hora-hombre, al realizar el estudio de tiempos, diagramas



hombre máquina y hacer las mejoras en la distribución de instalaciones se logra confeccionar 660 pares de zapatos semanalmente con 21 operarios con lo que se tiene una productividad de 0,78 pares zapatos/hora-hombre cabe notar que esto es teórico, se simuló utilizando el software FlexSim y se obtuvo que se llegaría a confeccionar 564 pares de zapatos semanalmente utilizando 21 operarios y se obtiene una productividad de 0,67 pares zapatos/hora-hombre, logrando un aumento de la productividad de 81% en relación de la productividad actual. El costo que tendrá rediseñar las instalaciones es de \$14.000,00 los cuales mediante un análisis de recuperación de la inversión se tiene que la empresa recuperara la inversión dentro de un periodo de 2 meses 26 días aproximadamente, finalmente se realiza un análisis de costo por par de zapatos dando que la empresa actualmente le cuesta 4,16 dólares/par, mientras que en la distribución propuesta le costará 3,66 dólares/par.

## **5.2 Recomendaciones**

- Mejorar las condiciones de trabajo en el área de estampado para mejorar la calidad del producto.
- Ejecutar un estudio ergonómico en las áreas de serigrafía y aparado para mejorar el bienestar de los trabajadores.
- Se sugiere realizar un estudio de desechos tóxicos en el área de serigrafía para preservar la salud de los trabajadores.
- Realizar un estudio de riesgos de trabajo y un reglamento de seguridad y salud para los trabajadores.
- Colocar señalética y delimitar los puestos de trabajo dando a conocer cada uno de los cambios a todo el personal ya sea administrativo y trabajadores de la empresa.
- Implementar un sistema de gestión integrado de calidad, con el objeto de que exista una mejora en todos los departamentos de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] N. Garcia, «Distribucion de planta para la optimizacion de los procesos de produccion de calzado en la empresa "pioner",» Tesis Ingeniería, Universidad Tecnica de Ambato, Ambato, 2014.
- [2] F. Lopez, «Distribución de planta en las instalaciones de la empresa gamo's,» Tesis Ingeniería, Universidad Tecnica de Ambato, Ambato, 2014.
- [3] «Producción del calzado deportivo es baja en el país,» El comercio, 23 Mayo 2015. [En línea]. Available: <http://www.elcomercio.com/actualidad/produccion-calzado-deportivo-ecuador-salvaguardia.html>. [Último acceso: 21 07 2017].
- [4] S. Borgetti, «Simulación de procesos a través del análisis de líneas de espera para la optimización de tiempos,» *Revista Aristas*, vol. 1, p. 7, 2013.
- [5] D. Mena, «Redistribución de instalaciones y mejoramiento del flujo de producción para optimizar la productividad de calzado deportivo en la empresa fortecalza cia.ltda,» Primera ed, Ambato, 2013.
- [6] R. Fiallos, «Proceso de ensamblaje de aviones no tripulados para el centro de investigación y desarrollo de la fuerza aérea ecuatoriana (cidfae,» Tesis Ingeniería, Ambato, 2015.
- [7] B. L. G. Guevara, «Modelo de Simulación como Herramienta de Gestión de los Servicios Bibliotecarios,» Sincelejo, El Caribe, 2017.
- [8] E. A. P. GUERRERO, «Modelo de simulacion del proceso de almacenamiento y distribucion en la bodega de la distribuidora de papel de la empresa muebles y accesorios S.A., para el mejoramiento de su sistema de inventarios,» Universidad Libre de Colombia, Bogotá, 2015.
- [9] M. A. Á. Rangel, «Simulacion de un surtido automatico de rollos para el area de corte,» Universidad Politecnica de Madrid, Madrid, 2014.
- [10] T. Melahua, «Teoría industrial: Un vinculo con el cluster del calzado,» *Scielo*, vol. 1, n° 42, p. 20, 2016.
- [11] X. Zhu, F. Chu, Z. He, J. Li y R. Zhang, «A FlexSim-based Optimization for the Operation Process of Cold Chain,» *Scielo*, vol. 12, p. 9, 2014.
- [12] D. Cruz y S. Mayorga, «Artificial intelligence applied to assigned merchandise location in retail sales systems,» *Scielo*, vol. 27, n° 1, p. 13, 2016.
- [13] C. Pantoja, J. Orejuela y J. Bravo, «Metodología de distribución de plantas en ambientes de agrupación,» *Scielo*, vol. 1, p. 9, 2017.
- [14] R. Coronel, G. Cordova, J. Moglia y A. Gomez, «Productividad y costos del raleo de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en Santiago del Estero, Argentina. Una primera aproximación,» *Scielo*, vol. 8, p. 9, 2014.
- [15] J. Jimenez, «Aplicacion de promodel en problemas de produccion y logistica para su implementacion en laboratorios de simulacion en la universidad Pontifica Bolivariana de Bucaramanga,» Primera, Bucaramanga, 2014.
- [16] A. Tomas, «El Grafico ABC como tecnica de gestion,» Monterey, 2015.
- [17] P. Sanchez, «Origen del Mapa de Procesos - Gestion de Procesos,» Alteco, 2008. [En línea]. Available: <https://www.aiteco.com/origen-del-mapa-de-procesos/>. [Último acceso: 05 10 2018].
- [18] M. Castilla, «Cursogramas,» Unimundo, Cataluña, 2013.

- [19] O. Arreaga, «Distribución de instalaciones en el área de calzado de seguridad para la empresa de Gamos,» Tesis Ingeniería, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2015.
- [20] C. Molina, «Plan agregado de producción para el mejoramiento de la productividad de la empresa ecuatoriana de curtidos S.A,» Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2015.
- [21] G. Kanawaty, «Distribucion de espacio, manipulacion y planificacion del proceso,» Suiza, 2012.
- [22] B. Salazar, «Cálculo del número de observaciones (tamaño de la muestra),» EBANEX, 2016. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/c%C3%A1culo-del-n%C3%BAmero-de-observaciones/>. [Último acceso: 11 08 2018].
- [23] J. Reyes, «Distribucion de instalaciones y estudio del trabajo: Aplicaciones en al industria Ecuatoriana,» Ambato, 2014.
- [24] G. Kanawaty, «Introduccion al estudio del trabajo,» Organizacion Internacional del trabajo, Ginebra, 1998.
- [25] C. Cahuana, «Optimización de la línea de producción de calzado para la empresa Andaloz,» Prezi, 09 12 2014. [En línea]. Available: [https://prezi.com/c\\_8orcqk1vwq/optimizacion-de-la-linea-de-produccion-de-calzado-para-la-em/](https://prezi.com/c_8orcqk1vwq/optimizacion-de-la-linea-de-produccion-de-calzado-para-la-em/). [Último acceso: 28 07 2018].
- [26] U. d. s. y. salud, «Reglamentos de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente,» Ministerio de Trabajo y empleo, Quito, 2000.
- [27] T. d. Pino, «Superficies de trabajo seguras (I),» Instituto de seguridad e higiene en el trabajo, España.
- [28] M. Paloma, «Prácticas de sistemas de fabricación,» Primera ed, España, 2012.
- [29] A. M. Law, «ExperFit demostracion version 8,» East Sunrise Drive, 2018.
- [30] W. M. Song, «FlexSim: Global Table and Experimenter,» Tsing Hua Univ, 2015.
- [31] B. Nievel, INGENIERIA INDUSTRIAL: METODOS, ESTANDARES Y DISEÑO DEL TRABAJO, Buenos Aires: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, 2013.
- [32] G. Eduardo, G. Heriberto y E. Leopoldo, Simulación y análisis de sistemas con promodel, Mexico: Pearson, 2013.

## ANEXOS

### Anexo 1: Estudio de tiempos

**Operación:** Preparar el material

| Descripción de actividades             |   |
|--|---|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo     | <b>Estudio #01</b>                      |
| <b>Material:</b> Sintético, eva        |   |
| <b>Operación:</b> Preparar el material |   |
| <b>Máquina:</b> Mano                   |   |
| A                                      | Buscar el material y sacar del plástico |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    |                                       |       |       |       |
|---|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de troquelado                 |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>ESTUDIO:</b> 01                    |       |       |       |
| <b>OPERACIÓN:</b> Preparar el material                  |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>HOJA:</b> 1                        |       |       |       |
|   |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>TERMINO:</b>                       |       |       |       |
|   |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>COMIENZO</b>                       |       |       |       |
|   |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>           |       |       |       |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>FECHA:</b>                         |       |       |       |
| <b>MATERIAL:</b> Sintético y eva                        |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>OBSERVADO POR:</b><br>Kelvin Pérez |       |       |       |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (seg) |    |    |    |    |    |    |    |    |    | RESUMEN                               |       |       |       |
|   | 1           | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | T                                     | PROM  | VAL   | TB    |
| A   | 55          | 60 | 58 | 57 | 59 | 57 | 54 | 58 | 55 | 56 | 569                                   | 56.90 | 100   | 56.90 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>Tiempo Básico del ciclo</b>        |       | 56.90 |       |
|   |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>Tiempo manual</b>                  |       | 56.90 |       |
|   |             |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>Tiempo de máquina</b>              |       | 0.00  |       |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                                     |       |      |           |
|--|-------|------|-----------|
| Tiempo total del ciclo   | 56.90 |      |           |
| Factor de tolerancia de tolerancia para el tiempo estándar (%) |       |      | 14        |
| Tiempo estándar  | 56.9  | 1.14 | 64.87 seg |

**Operación: Cortado**

| Descripción de actividades         |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo | <b>Estudio #02</b>                      |
| <b>Material:</b> Sintético, eva    |   |
| <b>Operación:</b> Cortado          |   |
| <b>Máquina:</b> A mano             |   |
| A                                  | Colocar el material en la mesa y cortar |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |      |                                       |      |     |      |
|---|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|---------------------------------------|------|-----|------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de troquelado                 |             |     |     |     |     |     |     |     |     |      | <b>ESTUDIO:</b> 02                    |      |     |      |
| <b>OPERACIÓN:</b> Cortado                               |             |     |     |     |     |     |     |     |     |      | <b>HOJA:</b> 1                        |      |     |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |      | <b>TERMINO:</b>                       |      |     |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |      | <b>COMIENZO:</b>                      |      |     |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |      | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>           |      |     |      |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |      | <b>FECHA:</b>                         |      |     |      |
| <b>MATERIAL:</b> Sintético y eva                        |             |     |     |     |     |     |     |     |     |      | <b>OBSERVADO POR:</b><br>Kelvin Pérez |      |     |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |     |     |     |     |     |     |     |     |      | RESUMEN                               |      |     |      |
|   | 1           | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10   | T                                     | PROM | VAL | TB   |
| A   | 8.1         | 8.4 | 8.5 | 8.4 | 8.2 | 8.2 | 8.5 | 8.6 | 8.5 | 8.55 | 83.92                                 | 8.39 | 100 | 8.39 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |     |     |     |     |     |     |     |     |      | Tiempo Básico del ciclo               |      |     | 8.39 |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |      | Tiempo manual                         |      |     | 8.39 |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |      | Tiempo de máquina                     |      |     | 0.00 |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                       |      |     |           |
|--|------|-----|-----------|
| Tiempo total del ciclo                           | 8.39 |     |           |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar (%) |      |     | 20        |
| Tiempo estándar                                  | 8.39 | 1.2 | 10.07 min |

**Operación:** Estampado deportivo

| Descripción de actividades              |                      |
|---|----------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo      | <b>Estudio #03-1</b> |
| <b>Material:</b> Eva                    |                      |
| <b>Operación:</b> Estampado (deportivo) |                      |
| <b>Máquina:</b> Mano y máquina          |                      |
| A                                       | Estampar (deportivo) |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |      |     |   |      |      |      |      |     |      |                         |                                    |      |      |
|---|-------------|------|-----|---|------|------|------|------|-----|------|-------------------------|------------------------------------|------|------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de serigrafía                 |             |      |     |   |      |      |      |      |     |      |                         | <b>ESTUDIO:</b> 03-1               |      |      |
| <b>OPERACIÓN:</b> Estampado (deportivo)                 |             |      |     |   |      |      |      |      |     |      |                         | <b>HOJA:</b> 1                     |      |      |
|   |             |      |     |   |      |      |      |      |     |      |                         | <b>TERMINO:</b>                    |      |      |
|   |             |      |     |   |      |      |      |      |     |      |                         | <b>COMIENZO</b>                    |      |      |
|   |             |      |     |   |      |      |      |      |     |      |                         | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>        |      |      |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |      |     |   |      |      |      |      |     |      |                         | <b>FECHA:</b>                      |      |      |
| <b>MATERIAL:</b> Eva                                    |             |      |     |   |      |      |      |      |     |      |                         | <b>OBSERVADO POR:</b> Kelvin Pérez |      |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |      |     |   |      |      |      |      |     |      | RESUMEN                 |                                    |      |      |
|   | 1           | 2    | 3   | 4 | 5    | 6    | 7    | 8    | 9   | 10   | T                       | PROM                               | VAL  | TB   |
| A   | 7.1         | 8.05 | 7.6 | 8 | 8.07 | 7.36 | 7.14 | 7.45 | 7.2 | 7.01 | 74.9                    | 7.50                               | 100  | 7.50 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |      |     |   |      |      |      |      |     |      | Tiempo Básico del ciclo |                                    | 7.50 |      |
|   |             |      |     |   |      |      |      |      |     |      | Tiempo manual           |                                    | 7.50 |      |
|   |             |      |     |   |      |      |      |      |     |      | Tiempo de máquina       |                                    | 7.50 |      |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                       |      |      |          |
|--|------|------|----------|
| Tiempo total del ciclo                           | 7.50 |      |          |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar (%) |      |      | 19       |
| Tiempo estándar                                  | 7.50 | 1.19 | 8.92 min |

**Operación:** Estampado deportivo micro

| Descripción de actividades          |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo  | <b>Estudio #03-2</b> |
| <b>Material:</b> Sintético          |                      |
| <b>Operación:</b> Estampado (micro) |                      |
| <b>Máquina:</b> Mano y máquina      |                      |
| A                                   | Estampar (micro)     |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |     |      |     |      |      |      |      |   |      |                         |                             |      |      |
|---|-------------|-----|------|-----|------|------|------|------|---|------|-------------------------|-----------------------------|------|------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de Serigrafía                 |             |     |      |     |      |      |      |      |   |      |                         | <b>ESTUDIO:</b> 03-2        |      |      |
| <b>OPERACIÓN:</b> Estampado deportivo (micro)           |             |     |      |     |      |      |      |      |   |      |                         | HOJA: 1                     |      |      |
|   |             |     |      |     |      |      |      |      |   |      |                         | TERMINO:                    |      |      |
|   |             |     |      |     |      |      |      |      |   |      |                         | COMIENZO                    |      |      |
|   |             |     |      |     |      |      |      |      |   |      |                         | TIEMPO TRANSCURRIDO:        |      |      |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |     |      |     |      |      |      |      |   |      |                         | FECHA:                      |      |      |
| <b>MATERIAL:</b> Sintético                              |             |     |      |     |      |      |      |      |   |      |                         | OBSERVADO POR: Kelvin Pérez |      |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (seg) |     |      |     |      |      |      |      |   |      | RESUMEN                 |                             |      |      |
|   | 1           | 2   | 3    | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9 | 10   | T                       | PROM                        | VAL  | TB   |
| A   | 8.45        | 8.6 | 9.05 | 9.1 | 9.08 | 9.07 | 9.45 | 8.55 | 9 | 9.01 | 89.36                   | 8.94                        | 100  | 8.94 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |     |      |     |      |      |      |      |   |      | Tiempo Básico del ciclo |                             | 8.94 |      |
|   |             |     |      |     |      |      |      |      |   |      | Tiempo manual           |                             | 8.94 |      |
|   |             |     |      |     |      |      |      |      |   |      | Tiempo de máquina       |                             | 8.94 |      |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                       |      |      |           |
|--|------|------|-----------|
| Tiempo total del ciclo                           | 8.94 |      |           |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar (%) |      |      | 19        |
| Tiempo estándar                                  | 8.94 | 1.19 | 10.63 min |

**Operación:** Repujado deportivo

| Descripción de actividades         |                      |
|------------------------------------|----------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo | <b>Estudio #04-1</b> |
| <b>Material:</b> Eva               |                      |
| <b>Operación:</b> Repujado (eva)   |                      |
| <b>Máquina:</b> Prensa             |                      |
| A                                  | Grabado del material |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                                    |      |     |      |
|---|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------------|------|-----|------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de serigrafía                 |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>ESTUDIO:</b> 04-1               |      |     |      |
| <b>OPERACIÓN:</b> Repujado                              |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>HOJA:</b> 1                     |      |     |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>TERMINO:</b>                    |      |     |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>COMIENZO</b>                    |      |     |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>        |      |     |      |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>FECHA:</b>                      |      |     |      |
| <b>MATERIAL:</b> Eva                                    |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>OBSERVADO POR:</b> Kelvin Pérez |      |     |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (seg) |     |     |     |     |     |     |     |     |     | RESUMEN                            |      |     |      |
|   | 1           | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | T                                  | PROM | VAL | TB   |
| A   | 7.2         | 7.5 | 7.3 | 7.5 | 8.0 | 7.2 | 7.3 | 7.6 | 8.2 | 7.5 | 75.1                               | 7.51 | 100 | 7.51 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo Básico del ciclo            |      |     | 7.51 |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo manual                      |      |     | 7.51 |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo de máquina                  |      |     | 7.51 |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |       |      |      |     |
|--|-------|------|------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 7.506 |      |      |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |       | 16   | %    |     |
| Tiempo estándar                              | 7.506 | 1.16 | 8.71 | min |



**Operación:** Repujado micro

| Descripción de actividades             |                      |
|--|----------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo     | <b>Estudio #04-2</b> |
| <b>Material:</b> Sintético             |                      |
| <b>Operación:</b> Repujado (sintético) |                      |
| <b>Máquina:</b> Prensa                 |                      |
| A                                      | Grabado del material |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                             |       |       |       |
|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|-------|-------|-------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de serigrafía                 |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>ESTUDIO:</b> 04-2        |       |       |       |
| <b>OPERACIÓN:</b> Repujado (sintético)                  |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>HOJA:</b> 1              |       |       |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>TERMINO:</b>             |       |       |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>COMIENZO</b>             |       |       |       |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b> |       |       |       |
| <b>MATERIAL:</b> Sintético                              |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>FECHA:</b>               |       |       |       |
| <b>OBSERVADO POR:</b><br>Kelvin Pérez                   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                             |       |       |       |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (seg) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | RESUMEN                     |       |       |       |
|   | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | T                           | PROM  | VAL   | TB    |
| A   | 12.0        | 11.5 | 11.1 | 10.1 | 11.1 | 13.1 | 11.0 | 10.5 | 10.4 | 11.0 | 111.8                       | 11.18 | 100   | 11.18 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo Básico del ciclo     |       | 11.18 |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo manual               |       | 11.18 |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo de máquina           |       | 11.18 |       |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                                 |        |      |       |     |
|--|--------|------|-------|-----|
| Tiempo total del ciclo                                     | 11.176 |      |       |     |
| Factor de tolerancia de tolerancia para el tiempo estándar |        | 16   | %     |     |
| Tiempo estándar  | 11.176 | 1.16 | 12.96 | min |

**Operación: Cortado**

| Descripción de actividades                                  |                           |
|---|---------------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo                          | <b>Estudio #05</b>        |
| <b>Material:</b> Sintético, eva, forros, refuerzos, esponja |                           |
| <b>Operación:</b> Cortado                                   |                           |
| <b>Máquina:</b> Mano  |                           |
| A   | Cortar la capellada       |
| B   | Cortar lengüetas          |
| C   | Cortar forros de puntera  |
| D   | Cortar forros de talón    |
| F   | Cortar esponja            |
| G   | Cortar forros de lengüeta |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         |                                    |       |       |
|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------|------------------------------------|-------|-------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de cortado                    |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>ESTUDIO:</b> 01                 |       |       |
| <b>OPERACIÓN:</b> Cortado                               |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>HOJA:</b> 1                     |       |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>TERMINO:</b>                    |       |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>COMIENZO</b>                    |       |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>        |       |       |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>FECHA:</b>                      |       |       |
| <b>MATERIAL:</b> Sintético y eva                        |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>OBSERVADO POR:</b> Kelvin Pérez |       |       |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | RESUMEN                 |                                    |       |       |
|   | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | T                       | PROM                               | VAL   | TB    |
| A   | 16.5        | 16.1 | 17.0 | 17.1 | 16.5 | 17.2 | 16.6 | 16.2 | 17.1 | 16.5 | 166.7                   | 16.67                              | 100   | 16.67 |
| B   | 8.3         | 8.2  | 8.4  | 8.4  | 8.5  | 8.4  | 8.4  | 8.1  | 8.2  | 8.1  | 82.88                   | 8.29                               | 100   | 8.29  |
| C   | 7.5         | 7.4  | 7.2  | 7.2  | 7.5  | 7.5  | 7.5  | 7.1  | 7.2  | 7.2  | 73.17                   | 7.32                               | 100   | 7.32  |
| D   | 10.2        | 10.1 | 10.4 | 10.1 | 10.0 | 10.3 | 10.4 | 10.2 | 10.1 | 10.2 | 102                     | 10.20                              | 100   | 10.20 |
| F   | 9.2         | 9.2  | 9.1  | 9.2  | 9.2  | 9.2  | 9.2  | 9.1  | 9.0  | 9.5  | 91.7                    | 9.17                               | 100   | 9.17  |
| G   | 3.1         | 3.2  | 3.2  | 3.1  | 3.2  | 3.2  | 3.1  | 3.2  | 3.1  | 3.2  | 31.6                    | 3.16                               | 100   | 3.16  |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo Básico del ciclo |                                    | 54.80 |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo manual           |                                    | 54.80 |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo de máquina       |                                    | 0.00  |       |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                       |       |      |           |
|--|-------|------|-----------|
| Tiempo total del ciclo                           | 54.80 |      |           |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar (%) |       |      | 15        |
| Tiempo estándar                                  | 54.80 | 1.15 | 63.02 min |

**Operación:** Troquelado de refuerzos

| Descripción de actividades                |                     |
|---|---------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo        | <b>Estudio #06</b>  |
| <b>Material:</b> Sintético                |                     |
| <b>Operación:</b> Troquelado de refuerzos |                     |
| <b>Máquina:</b> Troqueladora              |                     |
| A   | Troquelar refuerzos |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |      |      |      |
|---|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|------|------|------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de cortado                    |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>ESTUDIO:</b> 06          |      |      |      |
| <b>OPERACIÓN:</b> Troquelar refuerzos                   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>HOJA:</b> 1              |      |      |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>TERMINO:</b>             |      |      |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>COMIENZO</b>             |      |      |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b> |      |      |      |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>FECHA:</b>               |      |      |      |
| <b>MATERIAL:</b> Sintético                              |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>OBSERVADO POR:</b>       |      |      |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |     |     |     |     |     |     |     |     |     | RESUMEN                     |      |      |      |
|   | 1           | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | T                           | PROM | VAL  | TB   |
| A   | 0.5         | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 4.59                        | 0.46 | 100  | 0.46 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo Básico del ciclo     |      | 0.46 |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo manual               |      | 0.46 |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo de máquina           |      | 0.46 |      |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                       |      |      |          |
|--|------|------|----------|
| Tiempo total del ciclo                           | 0.46 |      |          |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar (%) |      |      | 15       |
| Tiempo estándar                                  | 0.46 | 1.15 | 0.53 min |

**Operación:** Destallado

| Descripción de actividades                 |                               |
|--|-------------------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo (MICRO) | <b>Estudio #07</b>            |
| <b>Material:</b> Eva                       |                               |
| <b>Operación:</b> Destallado               |                               |
| <b>Máquina:</b> Máquina eléctrica          |                               |
| A  | Destallado del filo de la eva |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                                    |      |     |      |
|---|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------------|------|-----|------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de aparado                    |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>ESTUDIO:</b> 07                 |      |     |      |
| <b>OPERACIÓN:</b> Destallado                            |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>HOJA:</b> 1                     |      |     |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>TERMINO:</b>                    |      |     |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>COMIENZO</b>                    |      |     |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>        |      |     |      |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo (MICRO)              |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>FECHA:</b>                      |      |     |      |
| <b>MATERIAL:</b> Eva                                    |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>OBSERVADO POR:</b> Kelvin Pérez |      |     |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |     |     |     |     |     |     |     |     |     | RESUMEN                            |      |     |      |
|   | 1           | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | T                                  | PROM | VAL | TB   |
| A   | 3.2         | 3.1 | 3.2 | 3.1 | 3.1 | 3.2 | 3.2 | 3.1 | 3.2 | 3.1 | 31.34                              | 3.13 | 100 | 3.13 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo básico del ciclo            |      |     | 3.13 |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo manual                      |      |     | 3.13 |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo de máquina                  |      |     | 3.13 |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |      |      |      |     |
|--|------|------|------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 3.13 |      |      |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |      | 14   | %    |     |
| Tiempo estándar                              | 3.13 | 1.14 | 3.57 | min |

**Operación:** Aparado deportivo

| Descripción de actividades                                  |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo                          | <b>Estudio #08-1</b>            |
| <b>Material:</b> Sintético, eva, forros, refuerzos, esponja |                                 |
| <b>Operación:</b> Aparado (DEPORTIVO)                       |                                 |
| <b>Máquina:</b> Máquina eléctrica                           |                                 |
| A   | Coser lengüeta                  |
| B   | Coser talones de capelladas     |
| C   | Coser de talones de forros      |
| D   | Coser la capellada con el forro |
| E   | Embolsado                       |
| F   | Coser el corte y la lengüeta    |

| ESTUDIO DE TIEMPOS  |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         |                                    |        |       |
|---|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|------------------------------------|--------|-------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de Aparado                        |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>ESTUDIO:</b> 08-1               |        |       |
| <b>OPERACIÓN:</b> Aparado (Deportivo)                       |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>HOJA:</b> 1                     |        |       |
|   |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>TERMINO:</b>                    |        |       |
|   |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>COMIENZO</b>                    |        |       |
|   |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>        |        |       |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                          |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>FECHA:</b>                      |        |       |
| <b>MATERIAL:</b> Sintético, eva, forros, refuerzos, esponja |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>OBSERVADO POR:</b> Kelvin Pérez |        |       |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                    | CICLO (min) |       |       |       |       |       |       |       |       |       | RESUMEN                 |                                    |        |       |
|   | 1           | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | T                       | PROM                               | VAL    | TB    |
| A   | 28          | 31    | 33    | 27    | 29    | 31    | 30    | 29    | 9     | 31    | 278                     | 27.8                               | 100    | 27.8  |
| B   | 6.1         | 5.55  | 6.14  | 6.45  | 5.45  | 6.12  | 6.11  | 5.56  | 5.36  | 6.03  | 58.87                   | 5.887                              | 100    | 5.887 |
| C   | 4.39        | 4.5   | 5.14  | 5.3   | 5.45  | 5.11  | 5.3   | 5.14  | 5.11  | 5.01  | 50.45                   | 5.045                              | 100    | 5.045 |
| D   | 21.15       | 22.25 | 21.35 | 23.47 | 23.47 | 21.51 | 22.01 | 22.55 | 21.47 | 21.57 | 220.8                   | 22.08                              | 100    | 22.08 |
| E   | 78          | 82    | 81    | 81    | 79    | 77    | 78    | 79    | 80    | 78    | 793                     | 79.3                               | 100    | 79.3  |
| F   | 23.0        | 21.0  | 20.5  | 21.1  | 20.1  | 21.2  | 22.5  | 20.2  | 18.5  | 24.5  | 212.4                   | 21.24                              | 100    | 21.24 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico     |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Tiempo básico del ciclo |                                    | 161.35 |       |
|   |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Tiempo manual           |                                    | 79.30  |       |
|   |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Tiempo de máquina       |                                    | 82.05  |       |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |        |      |        |     |
|--|--------|------|--------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 161.35 |      |        |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |        | 16   | %      |     |
| Tiempo estándar                              | 161.35 | 1.16 | 187.16 | min |

**Operación:** Aparado micro

| Descripción de actividades                                  |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo                          | <b>Estudio #08-2</b>            |
| <b>Material:</b> Sintético, eva, forros, refuerzos, esponja |                                 |
| <b>Operación:</b> Aparado (micro)                           |                                 |
| <b>Máquina:</b> Máquina eléctrica                           |                                 |
| A   | Coser lengüeta                  |
| B   | Coser talones de capelladas     |
| C   | Coser de talones de forros      |
| D   | Coser la capellada con el forro |
| E   | Embolsado                       |
| F   | Coser el corte y la lengüeta    |

| ESTUDIO DE TIEMPOS  |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         |                                    |       |       |
|---|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|------------------------------------|-------|-------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de Aparado                        |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>ESTUDIO:</b> 08-2               |       |       |
| <b>OPERACIÓN:</b> Aparado (micro)                           |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>HOJA:</b> 1                     |       |       |
|   |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>TERMINO:</b>                    |       |       |
|   |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>COMIENZO</b>                    |       |       |
|   |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>        |       |       |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                          |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>FECHA:</b>                      |       |       |
| <b>MATERIAL:</b> Sintético, eva, forros, refuerzos, esponja |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |                         | <b>OBSERVADO POR:</b> Kelvin Pérez |       |       |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                    | CICLO (min) |       |       |       |       |       |       |       |       |       | RESUMEN                 |                                    |       |       |
|   | 1           | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | T                       | PROM                               | VAL   | TB    |
| A   | 26          | 24    | 23.15 | 25.5  | 25.15 | 25.36 | 24.45 | 25.31 | 24.51 | 26.18 | 249.6                   | 24.96                              | 100   | 24.96 |
| B   | 6.1         | 12.15 | 13.14 | 13.46 | 11.49 | 12.15 | 13.45 | 13.49 | 12.12 | 11.33 | 118.9                   | 11.88                              | 100   | 11.88 |
| C   | 28          | 26.15 | 25    | 28    | 27.15 | 27.27 | 28.13 | 27.49 | 28.01 | 27.11 | 292.3                   | 29.23                              | 100   | 29.23 |
| D   | 21.15       | 22.25 | 21.35 | 23.47 | 23.47 | 21.51 | 22.01 | 22.55 | 21.47 | 21.57 | 220.8                   | 22.08                              | 100   | 22.08 |
| E   | 115         | 111   | 113   | 112   | 114   | 110   | 111   | 112   | 115   | 117   | 1130                    | 113                                | 100   | 113   |
| F   | 23.0        | 21.0  | 20.5  | 21.1  | 20.1  | 21.2  | 22.5  | 20.2  | 18.5  | 24.5  | 212.4                   | 21.24                              | 100   | 21.24 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico     |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Tiempo básico del ciclo |                                    | 222.4 |       |
|   |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Tiempo manual           |                                    | 113.0 |       |
|   |             |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Tiempo de máquina       |                                    | 109.4 |       |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |        |      |        |     |
|--|--------|------|--------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 222.48 |      |        |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |        | 16   | %      |     |
| Tiempo estándar                              | 222.48 | 1.16 | 258.08 | min |

**Operación:** Colocar ojajillos deportivo

| Descripción de actividades           |                       |
|--------------------------------------|-----------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo   | <b>Estudio #09-1</b>  |
| <b>Material:</b> Cortes (deportivos) |                       |
| <b>Operación:</b> Colocar ojajillos  |                       |
| <b>Máquina:</b> Mano y máquina       |                       |
| A                                    | Colocar los ojajillos |
| B                                    | Prensar               |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |     |     |      |      |      |      |      |      |      |                         |                                    |       |      |
|---|-------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------|------------------------------------|-------|------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Montaje                            |             |     |     |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>ESTUDIO:</b> 09-1               |       |      |
| <b>OPERACIÓN:</b> Colocar ojajillos                     |             |     |     |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>HOJA:</b> 1                     |       |      |
|   |             |     |     |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>TERMINO:</b>                    |       |      |
|   |             |     |     |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>COMIENZO</b>                    |       |      |
|   |             |     |     |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>        |       |      |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |     |     |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>FECHA:</b>                      |       |      |
| <b>MATERIAL:</b> Cortes (deportivos)                    |             |     |     |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>OBSERVADO POR:</b> Kelvin Pérez |       |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |     |     |      |      |      |      |      |      |      | RESUMEN                 |                                    |       |      |
|   | 1           | 2   | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | T                       | PROM                               | VAL   | TB   |
| A   | 9.12        | 9.1 | 9.2 | 9.04 | 9.22 | 9.15 | 9.16 | 9.14 | 9.11 | 9.05 | 91.29                   | 9.13                               | 100   | 9.13 |
| B   | 3.4         | 3.4 | 3.4 | 3.5  | 3.4  | 3.4  | 3.4  | 3.4  | 3.4  | 3.3  | 33.95                   | 3.40                               | 100   | 3.40 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |     |     |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo básico del ciclo |                                    | 12.52 |      |
|   |             |     |     |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo manual           |                                    | 9.13  |      |
|   |             |     |     |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo de máquina       |                                    | 3.40  |      |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |        |      |       |     |
|--|--------|------|-------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 12.524 |      |       |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |        | 15   | %     |     |
| Tiempo estándar                              | 12.524 | 1.15 | 14.40 | min |

**Operación:** Colocar ojalillos micro

| Descripción de actividades          |                      |
|-------------------------------------|----------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo  | <b>Estudio #09-2</b> |
| <b>Material:</b> Cortes (micros)    |                      |
| <b>Operación:</b> Colocar ojalillos |                      |
| <b>Máquina:</b> Mano y máquina      |                      |
| A                                   | Colocar ojalillos    |
| B                                   | Prensar              |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |      |      |      |      |     |      |      |      |      |                                    |      |      |      |
|---|-------------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------------------------------------|------|------|------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Montaje                            |             |      |      |      |      |     |      |      |      |      | <b>ESTUDIO:</b> 09-2               |      |      |      |
| <b>OPERACIÓN:</b> Colocar ojalillos                     |             |      |      |      |      |     |      |      |      |      | <b>HOJA:</b> 1                     |      |      |      |
|   |             |      |      |      |      |     |      |      |      |      | <b>TERMINO:</b>                    |      |      |      |
|   |             |      |      |      |      |     |      |      |      |      | <b>COMIENZO</b>                    |      |      |      |
|   |             |      |      |      |      |     |      |      |      |      | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>        |      |      |      |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |      |      |      |      |     |      |      |      |      | <b>FECHA:</b>                      |      |      |      |
| <b>MATERIAL:</b> Cortes (micros)                        |             |      |      |      |      |     |      |      |      |      | <b>OBSERVADO POR:</b> Kelvin Pérez |      |      |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |      |      |      |      |     |      |      |      |      | RESUMEN                            |      |      |      |
|   | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6   | 7    | 8    | 9    | 10   | T                                  | PROM | VAL  | TB   |
| A   | 3.2         | 3.22 | 3.14 | 3.15 | 3.16 | 3.1 | 3.17 | 3.14 | 3.11 | 3.11 | 31.5                               | 3.15 | 100  | 3.15 |
| B   | 1.3         | 1.4  | 1.3  | 1.4  | 1.3  | 1.3 | 1.4  | 1.3  | 1.3  | 1.4  | 13.3                               | 1.34 | 100  | 1.34 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |      |      |      |      |     |      |      |      |      | Tiempo básico del ciclo            |      | 4.49 |      |
|   |             |      |      |      |      |     |      |      |      |      | Tiempo manual                      |      | 4.49 |      |
|   |             |      |      |      |      |     |      |      |      |      | Tiempo de máquina                  |      | 1.34 |      |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |       |      |      |     |
|--|-------|------|------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 4.489 |      |      |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |       | 15   | %    |     |
| Tiempo estándar                              | 4.489 | 1.15 | 5.16 | min |



**Operación:** Troquelado de contrafuerte

| Descripción de actividades         |                              |
|------------------------------------|------------------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo | <b>Estudio #10</b>           |
| <b>Material:</b> contrafuerte      |                              |
| <b>Operación:</b> troquelado       |                              |
| <b>Máquina:</b> Mano               |                              |
| A                                  | Troquelar punteras y talones |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |      |      |      |
|---|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|------|------|------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Troquelado                         |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>ESTUDIO:</b> 10          |      |      |      |
| <b>OPERACIÓN:</b> Troquelado                            |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>HOJA:</b> 1              |      |      |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>TERMINO:</b>             |      |      |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>COMIENZO</b>             |      |      |      |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b> |      |      |      |
| <b>MATERIAL:</b> contrafuerte                           |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>FECHA:</b>               |      |      |      |
| <b>OBSERVADO POR:</b><br>Kelvin Pérez                   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |      |      |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |     |     |     |     |     |     |     |     |     | RESUMEN                     |      |      |      |
|   | 1           | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | T                           | PROM | VAL  | TB   |
| A   | 3.2         | 3.5 | 3.1 | 3.1 | 3.1 | 3.5 | 3.6 | 3.5 | 3.3 | 3.2 | 32.9                        | 3.29 | 100  | 3.29 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo básico del ciclo     |      | 3.29 |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo manual               |      | 3.29 |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo de máquina           |      | 3.29 |      |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |      |      |      |     |
|--|------|------|------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 3.29 |      |      |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar | 14   | %    |      |     |
| Tiempo estándar                              | 3.29 | 1.14 | 3.75 | min |

**Operación:** Empastado

| Descripción de actividades         |                    |
|------------------------------------|--------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo | <b>Estudio #11</b> |
| <b>Material:</b> Cortes            |                    |
| <b>Operación:</b> Empastado        |                    |
| <b>Máquina:</b> Mano               |                    |
| A                                  | Preparar cortes    |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         |       |       |       |
|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------|-------|-------|-------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de preparado de cortes        |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>ESTUDIO:</b> 11      |       |       |       |
| <b>OPERACIÓN:</b> Empastado                             |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>HOJA:</b> 1          |       |       |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>TERMINO:</b>         |       |       |       |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>COMIENZO</b>         |       |       |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>FECHA:</b>           |       |       |       |
| <b>MATERIAL:</b> Cortes                                 |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>OBSERVADO POR:</b>   |       |       |       |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (seg) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | RESUMEN                 |       |       |       |
|   | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | T                       | PROM  | VAL   | TB    |
| A   | 22.1        | 24.5 | 22.2 | 23.5 | 21.1 | 22.6 | 23.4 | 21.0 | 22.5 | 23.1 | 225.9                   | 22.59 | 100   | 22.59 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo básico del ciclo |       | 22.59 |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo manual           |       | 22.59 |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo de máquina       |       | 0.00  |       |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |       |      |       |     |
|--|-------|------|-------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 22.59 |      |       |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |       | 11   | %     |     |
| Tiempo estándar                              | 22.59 | 1.11 | 25.07 | min |

**Operación:** Cosido String Lasting

| Descripción de actividades              |                    |
|---|--------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo      | <b>Estudio #12</b> |
| <b>Material:</b> Cortes                 |                    |
| <b>Operación:</b> Cosido string lasting |                    |
| <b>Máquina:</b> strobel                 |                    |
| A                                       | Cosido             |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                             |       |       |       |
|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------------------------|-------|-------|-------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de Preparado de cortes        |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>ESTUDIO:</b> 12          |       |       |       |
| <b>OPERACIÓN:</b> Cosido string lasting                 |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>HOJA:</b> 1              |       |       |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>TERMINO:</b>             |       |       |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>COMIENZO</b>             |       |       |       |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b> |       |       |       |
| <b>MATERIAL:</b> Cortes                                 |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>FECHA:</b>               |       |       |       |
| <b>OBSERVADO POR:</b>                                   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                             |       |       |       |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | RESUMEN                     |       |       |       |
|   | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | T                           | PROM  | VAL   | TB    |
| A   | 20.4        | 21.5 | 20.1 | 21.3 | 20.4 | 21.2 | 22.0 | 20.1 | 22.5 | 21.1 | 210.6                       | 21.06 | 100   | 21.06 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo básico del ciclo     |       | 21.06 |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo manual               |       | 21.06 |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo de máquina           |       | 21.06 |       |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |       |      |       |     |
|--|-------|------|-------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 21.06 |      |       |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |       | 14   | %     |     |
| Tiempo estándar                              | 21.06 | 1.14 | 24.00 | min |

**Operación:** Troquelado de plantillas

| Descripción de actividades                 |                      |
|--|----------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo         | <b>Estudio #13</b>   |
| <b>Material:</b> Celfil                    |                      |
| <b>Operación:</b> Troquelado de plantillas |                      |
| <b>Máquina:</b> Mano y máquina             |                      |
| A  | Troquelar plantillas |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |      |     |      |
|---|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|------|-----|------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Troquelado                         |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>ESTUDIO:</b> 13          |      |     |      |
| <b>OPERACIÓN:</b> Troquelado de plantillas              |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>HOJA:</b> 1              |      |     |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>TERMINO:</b>             |      |     |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>COMIENZO</b>             |      |     |      |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b> |      |     |      |
| <b>MATERIAL:</b> Celfil                                 |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | <b>FECHA:</b>               |      |     |      |
| <b>OBSERVADO POR:</b><br>Kelvin Pérez                   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                             |      |     |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |     |     |     |     |     |     |     |     |     | RESUMEN                     |      |     |      |
|   | 1           | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | T                           | PROM | VAL | TB   |
| A   | 4.1         | 4.1 | 4.1 | 4.2 | 4.0 | 4.2 | 4.2 | 4.1 | 4.1 | 4.0 | 41.06                       | 4.11 | 100 | 4.11 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo básico del ciclo     |      |     | 4.11 |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo manual               |      |     | 4.11 |
|   |             |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Tiempo de máquina           |      |     | 4.11 |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |      |      |      |     |
|--|------|------|------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 4.11 |      |      |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar | 12   | %    |      |     |
| Tiempo estándar                              | 4.11 | 1.12 | 4.60 | min |

**Operación: Plantado**

| Descripción de actividades         |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo | <b>Estudio #14</b>                     |
| <b>Material:</b> Cortes y plantas  |  |
| <b>Operación:</b> Plantado         |  |
| <b>Máquina:</b> Mano y máquina     |  |
| A                                  | Preparar hormas                        |
| B                                  | Preparar plantas                       |
| C                                  | Jaletear                               |
| D                                  | Rayar                                  |
| E                                  | Dar pega en los cortes                 |
| F                                  | Dejar secar                            |
| G                                  | Pegar la planta con el corte y prensar |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                                       |       |     |        |
|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------------------------|-------|-----|--------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Área de plantado                   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>ESTUDIO:</b> 14                    |       |     |        |
| <b>OPERACIÓN:</b> Plantado                              |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>HOJA:</b> 1                        |       |     |        |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>TERMINO:</b>                       |       |     |        |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>COMIENZO</b>                       |       |     |        |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>           |       |     |        |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>FECHA:</b>                         |       |     |        |
| <b>MATERIAL:</b> Cortes y plantas                       |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | <b>OBSERVADO POR:</b><br>Kelvin Pérez |       |     |        |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | RESUMEN                               |       |     |        |
|   | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | T                                     | PROM  | VAL | TB     |
| A   | 2.1         | 2.1  | 2.3  | 2.1  | 2.1  | 2.0  | 2.2  | 2.1  | 2.0  | 2.1  | 21.14                                 | 2.11  | 100 | 2.11   |
| B   | 10.2        | 10.3 | 10.1 | 10.0 | 10.2 | 10.3 | 10.0 | 10.0 | 10.1 | 10.2 | 101.4                                 | 10.14 | 100 | 10.14  |
| C   | 19.5        | 19.0 | 19.2 | 19.4 | 19.3 | 19.6 | 19.4 | 19.4 | 19.1 | 20.0 | 193.9                                 | 19.39 | 100 | 19.39  |
| D   | 16.3        | 16.2 | 16.3 | 16.2 | 16.2 | 16.3 | 16.5 | 16.4 | 15.6 | 16.6 | 162.6                                 | 16.26 | 101 | 16.26  |
| E   | 21.1        | 21.3 | 21.2 | 21.1 | 21.3 | 21.2 | 22.0 | 21.0 | 21.0 | 21.5 | 212.7                                 | 21.27 | 100 | 21.27  |
| F   | 5.0         | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 5.0  | 50                                    | 5.00  | 100 | 5.00   |
| G   | 32.2        | 32.1 | 31.0 | 33.2 | 32.1 | 34.1 | 31.1 | 31.1 | 32.2 | 33.0 | 322.1                                 | 32.21 | 101 | 32.21  |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo básico del ciclo               |       |     | 106.38 |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo manual                         |       |     | 101.38 |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo de máquina                     |       |     | 51.60  |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |         |      |        |     |
|--|---------|------|--------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 106.38  |      |        |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar | 15      | %    |        |     |
| Tiempo estándar                              | 106.378 | 1.15 | 122.33 | min |

**Operación:** Sacar de horma

| Descripción de actividades         |                             |
|------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo | <b>Estudio #15</b>          |
| <b>Material:</b> Zapato            |                             |
| <b>Operación:</b> Sacar de horma   |                             |
| <b>Máquina:</b> Mano y máquina     |                             |
| A                                  | Separar la horma del zapato |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      |                                    |      |      |      |
|---|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------------------------------------|------|------|------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Plantado                           |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>ESTUDIO:</b> 15                 |      |      |      |
| <b>OPERACIÓN:</b> Sacar de horma                        |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>HOJA:</b> 1                     |      |      |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>TERMINO:</b>                    |      |      |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>COMIENZO</b>                    |      |      |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>        |      |      |      |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>FECHA:</b>                      |      |      |      |
| <b>MATERIAL:</b> Zapato                                 |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>OBSERVADO POR:</b> Kelvin Pérez |      |      |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |     |     |     |     |     |     |      |      |      | RESUMEN                            |      |      |      |
|   | 1           | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8    | 9    | 10   | T                                  | PROM | VAL  | TB   |
| A   | 4.5         | 4.6 | 4.4 | 5.1 | 5.1 | 4.3 | 4.1 | 5.16 | 4.16 | 4.19 | 45.41                              | 4.54 | 100  | 4.54 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | Tiempo básico del ciclo            |      | 4.54 |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | Tiempo manual                      |      | 4.54 |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | Tiempo de máquina                  |      | 4.54 |      |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |      |      |      |     |
|--|------|------|------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 4.54 |      |      |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar | 15   | %    |      |     |
| Tiempo estándar                              | 4.54 | 1.15 | 5.22 | min |

**Operación:** Troquelado de plantillas y empeines

| Descripción de actividades                            |                                 |
|---|---------------------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo                    | <b>Estudio #16</b>              |
| <b>Material:</b> Plantitualla y cartón                |                                 |
| <b>Operación:</b> Troquelado de plantillas y empeines |                                 |
| <b>Máquina:</b> Mano                                  |                                 |
| A   | Troquelar plantillas y empeines |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      |                                    |      |      |      |
|---|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------------------------------------|------|------|------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Troquelado                         |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>ESTUDIO:</b> 16                 |      |      |      |
| <b>OPERACIÓN:</b> Troquelado de plantillas y empeines   |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>HOJA:</b> 1                     |      |      |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>TERMINO:</b>                    |      |      |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>COMIENZO</b>                    |      |      |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>        |      |      |      |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>FECHA:</b>                      |      |      |      |
| <b>MATERIAL:</b> Plantitualla y cartón                  |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | <b>OBSERVADO POR:</b> Kelvin Pérez |      |      |      |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |     |     |     |     |     |     |      |      |      | RESUMEN                            |      |      |      |
|   | 1           | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8    | 9    | 10   | T                                  | PROM | VAL  | TB   |
| A   | 5.1         | 5.3 | 5.0 | 5.5 | 5.6 | 5.3 | 5.4 | 5.45 | 5.25 | 5.47 | 53.27                              | 5.33 | 100  | 5.33 |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | Tiempo básico del ciclo            |      | 5.33 |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | Tiempo manual                      |      | 5.33 |      |
|   |             |     |     |     |     |     |     |      |      |      | Tiempo de máquina                  |      | 5.33 |      |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |      |      |      |     |
|--|------|------|------|-----|
| Tiempo total del ciclo                       | 5.33 |      |      |     |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar |      | 16   | %    |     |
| Tiempo estándar                              | 5.33 | 1.16 | 6.18 | min |

**Operación:** Terminado

| Descripción de actividades         |                    |
|------------------------------------|--------------------|
| <b>Producto:</b> Calzado deportivo | <b>Estudio #17</b> |
| <b>Material:</b> Zapatos           |                    |
| <b>Operación:</b> Terminado        |                    |
| <b>Máquina:</b> Mano               |                    |
| A                                  | Quemar hilos       |
| B                                  | Poner plantillas   |
| C                                  | limpiar            |
| D                                  | Poner pasadores    |
| F                                  | Poner empeines     |
| G                                  | Poner números      |
| H                                  | Enfundar           |

| ESTUDIO DE TIEMPOS                                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         |                                       |       |       |
|---|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------------------|---------------------------------------|-------|-------|
| <b>DEPARTAMENTO:</b> Terminado                          |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>ESTUDIO:</b> 17                    |       |       |
| <b>OPERACIÓN:</b> Terminado                             |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>HOJA:</b> 1                        |       |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>TERMINO:</b>                       |       |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>COMIENZO</b>                       |       |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>TIEMPO TRANSCURRIDO:</b>           |       |       |
| <b>PRODUCTO:</b> Calzado Deportivo                      |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>FECHA:</b>                         |       |       |
| <b>MATERIAL:</b> Zapatos                                |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                         | <b>OBSERVADO POR:</b><br>Kelvin Pérez |       |       |
| DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO                                | CICLO (min) |      |      |      |      |      |      |      |      |      | RESUMEN                 |                                       |       |       |
|   | 1           | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | T                       | PROM                                  | VAL   | TB    |
| A   | 5.2         | 5.3  | 5.1  | 5.3  | 5.2  | 5.2  | 5.1  | 5.2  | 5.2  | 5.3  | 51.89                   | 5.19                                  | 100   | 5.19  |
| B   | 6.2         | 6.1  | 6.5  | 6.3  | 6.4  | 6.1  | 6.5  | 6.3  | 6.4  | 6.6  | 63.4                    | 6.34                                  | 100   | 6.34  |
| C   | 8.2         | 8.1  | 8.3  | 8.3  | 8.1  | 8.3  | 8.2  | 8.2  | 8.2  | 8.2  | 81.94                   | 8.19                                  | 100   | 8.19  |
| D   | 10.2        | 10.3 | 10.3 | 10.2 | 10.3 | 10.4 | 10.1 | 10.2 | 10.2 | 10.1 | 102.2                   | 10.22                                 | 100   | 10.22 |
| F   | 4.1         | 4.2  | 4.2  | 4.2  | 4.2  | 4.1  | 4.3  | 4.0  | 4.2  | 4.2  | 41.45                   | 4.15                                  | 100   | 4.15  |
| G   | 5.5         | 5.5  | 5.3  | 5.4  | 5.5  | 5.5  | 5.6  | 5.4  | 5.5  | 5.5  | 54.51                   | 5.45                                  | 100   | 5.45  |
| H   | 5.1         | 5.3  | 5.2  | 5.2  | 5.3  | 5.2  | 5.2  | 5.2  | 5.2  | 5.3  | 52.03                   | 5.20                                  | 100   | 5.20  |
| T=Total PROM=Promedio Val=Valorización TB=Tiempo básico |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo básico del ciclo |                                       | 44.75 |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo manual           |                                       | 44.75 |       |
|   |             |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Tiempo de máquina       |                                       | 0.00  |       |

| CÁLCULO DE TIEMPO ESTÁNDAR                   |       |   |  |
|--|-------|---|--|
| Tiempo total del ciclo                       | 44.75 |   |  |
| Factor de tolerancia para el tiempo estándar | 15    | % |  |



|                 |       |      |       |     |
|-----------------|-------|------|-------|-----|
| Tiempo estándar | 44.75 | 1.15 | 51.46 | min |
|-----------------|-------|------|-------|-----|

## Anexo 2: Hombre - Máquina

**Operación:** Estampar eva

| Diagrama hombre máquina         |                      |  |                                     |           |
|---------------------------------|----------------------|--|-------------------------------------|-----------|
| <b>Operación:</b> Estampar eva  |                      |  | <b>Pag. N</b>                       | <b>de</b> |
| <b>Máquina tipo:</b> Manual     |                      |  | <b>Fecha:</b> 15 de septiembre 2018 |           |
| <b>Departamento:</b> Serigrafía |                      |  | <b>Realizado por:</b> Kelvin Pérez  |           |
| Tiempo (min)                    | Operario             |  | Máquina 1                           |           |
| 2                               | Estampar (deportivo) |  | Estampar (deportivo)                |           |
| 4                               |                      |  |                                     |           |
| 6                               |                      |  |                                     |           |
| 8                               |                      |  |                                     |           |

| Resumen        | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo ocio | Porcentaje de utilización |
|----------------|-----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| <b>Hombre</b>  | 7.50            | 7.50             | 0           | 100%                      |
| <b>Máquina</b> | 7.50            | 7.50             | 0           | 100%                      |

**Operación:** Estampar sintético

| Diagrama hombre máquina              |                  |  |                                    |           |
|--------------------------------------|------------------|--|------------------------------------|-----------|
| <b>Operación:</b> Estampar sintético |                  |  | <b>Pag. N</b>                      | <b>de</b> |
| <b>Máquina tipo:</b> Manual          |                  |  | <b>Fecha:</b>                      |           |
| <b>Departamento:</b> Serigrafía      |                  |  | <b>Realizado por:</b> Kelvin Pérez |           |
| Tiempo (min)                         | Operario         |  | Máquina 1                          |           |
| 2.5                                  | Estampar (micro) |  | Estampar (micro)                   |           |
| 5                                    |                  |  |                                    |           |
| 7.5                                  |                  |  |                                    |           |
| 10                                   |                  |  |                                    |           |

| Resumen        | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo ocio | Porcentaje de utilización |
|----------------|-----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| <b>Hombre</b>  | 8.94            | 8.94             | 0           | 100%                      |
| <b>Máquina</b> | 8.94            | 8.94             | 0           | 100%                      |

**Operación:** Repujar eva

| Diagrama hombre máquina  |                      |                             |  |
|--------------------------|----------------------|-----------------------------|--|
| Operación: Repujado eva  |                      | Pag. N de                   |  |
| Máquina tipo: Automática |                      | Fecha:                      |  |
| Departamento: Serigrafía |                      | Realizado por: Kelvin Pérez |  |
| Tiempo (seg)             | Operario             | Máquina 1                   |  |
| 2                        | Grabado del material | Grabado del material        |  |
| 4                        |                      |                             |  |
| 6                        |                      |                             |  |
| 8                        |                      |                             |  |

| Resumen | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo ocio | Porcentaje de utilización |
|---------|-----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| Hombre  | 7.51            | 7.51             | 0           | 100%                      |
| Máquina | 7.51            | 7.51             | 0           | 100%                      |

**Operación:** Repujar sintético

| Diagrama hombre máquina       |                      |                             |  |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------------|--|
| Operación: Repujado sintético |                      | Pag. N de                   |  |
| Máquina tipo: Automática      |                      | Fecha:                      |  |
| Departamento: Serigrafía      |                      | Realizado por: Kelvin Pérez |  |
| Tiempo (seg)                  | Operario             | Máquina 1                   |  |
| 2                             | Grabado del material | Grabado del material        |  |
| 4                             |                      |                             |  |
| 6                             |                      |                             |  |
| 8                             |                      |                             |  |
| 10                            |                      |                             |  |
| 12                            |                      |                             |  |

| Resumen | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo ocio | Porcentaje de utilización |
|---------|-----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| Hombre  | 11.18           | 11.18            | 0           | 100%                      |
| Máquina | 11.18           | 11.18            | 0           | 100%                      |

**Operación:** Troquelar refuerzos

| Diagrama hombre máquina               |                     |                                    |  |
|---------------------------------------|---------------------|------------------------------------|--|
| <b>Operación:</b> Troquelar refuerzos |                     | <b>Pag. N de</b>                   |  |
| <b>Máquina tipo:</b> manual           |                     | <b>Fecha:</b>                      |  |
| <b>Departamento:</b> Troquelado       |                     | <b>Realizado por:</b> Kelvin Pérez |  |
| Tiempo (min)                          | Operario            | Máquina 1                          |  |
| 0.1                                   | Troquelar refuerzos | Troquelar refuerzos                |  |
| 0.2                                   |                     |                                    |  |
| 0.3                                   |                     |                                    |  |
| 0.4                                   |                     |                                    |  |
| 0.5                                   |                     |                                    |  |

| Resumen | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo ocio | Porcentaje de utilización |
|---------|-----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| Hombre  | 0.46            | 0.46             | 0           | 100%                      |
| Máquina | 0.46            | 0.46             | 0           | 100%                      |

**Operación:** Destallado

| Diagrama hombre máquina              |                               |                                    |  |
|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|
| <b>Operación:</b> Destallado         |                               | <b>Pag. N de</b>                   |  |
| <b>Máquina tipo:</b> Manual          |                               | <b>Fecha:</b>                      |  |
| <b>Departamento:</b> Área de aparado |                               | <b>Realizado por:</b> Kelvin Pérez |  |
| Tiempo (min)                         | Operario                      | Máquina 1                          |  |
| 1                                    | Destallado del filo de la eva | Destallado del filo de la eva      |  |
| 2                                    |                               |                                    |  |
| 3                                    |                               |                                    |  |

| Resumen | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo ocio | Porcentaje de utilización |
|---------|-----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| Hombre  | 3.13            | 3.13             | 0           | 100%                      |
| Máquina | 3.13            | 3.13             | 0           | 100%                      |

**Operación:** Aparado deportivo

| <b>Diagrama hombre máquina</b>        |                                 |                                    |                                 |
|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Operación:</b> Aparado (deportivo) |                                 | <b>Pag. N</b>                      | <b>de</b>                       |
| <b>Máquina tipo:</b> Manual           |                                 | <b>Fecha:</b>                      |                                 |
| <b>Departamento:</b> Área de aparado  |                                 | <b>Realizado por:</b> Kelvin Pérez |                                 |
| <b>Tiempo (min)</b>                   | <b>Operario</b>                 |                                    | <b>Máquina 1</b>                |
| 10                                    | Coser lengüeta                  |                                    | Coser lengüeta                  |
| 20                                    |                                 |                                    |                                 |
| 30                                    | Coser talones de capelladas     |                                    | Coser talones de capelladas     |
| 40                                    | Coser de talones de forros      |                                    | Coser de talones de forros      |
| 50                                    | Coser la capellada con el forro |                                    | Coser la capellada con el forro |
| 60                                    |                                 |                                    |                                 |
| 70                                    | Embolsar                        |                                    | Embolsar                        |
| 80                                    |                                 |                                    |                                 |
| 90                                    |                                 |                                    |                                 |
| 100                                   |                                 |                                    |                                 |
| 110                                   |                                 |                                    |                                 |
| 120                                   |                                 |                                    |                                 |
| 130                                   |                                 |                                    |                                 |
| 140                                   | Coser el corte y la lengüeta    |                                    | Coser el corte y la lengüeta    |
| 150                                   |                                 |                                    |                                 |
| 160                                   |                                 |                                    |                                 |
| 170                                   |                                 |                                    |                                 |

| <b>Resumen</b> | <b>Tiempo de ciclo</b> | <b>Tiempo de acción</b> | <b>Tiempo ocio</b> | <b>Porcentaje de utilización</b> |
|----------------|------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Hombre         | 161.35                 | 79.30                   | 82.05              | 49%                              |
| Máquina        | 161.35                 | 82.05                   | 79.30              | 51%                              |

**Operación:** Aparado micro

| Diagrama hombre máquina       |                                 |                                 |  |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--|
| Operación: Aparado (micro)    |                                 | Pag. N de                       |  |
| Máquina tipo: Manual          |                                 | Fecha:                          |  |
| Departamento: Área de aparado |                                 | Realizado por: Kelvin Pérez     |  |
| Tiempo (min)                  | Operario                        | Máquina 1                       |  |
| 10                            | Coser lengüeta                  | Coser lengüeta                  |  |
| 20                            |                                 |                                 |  |
| 30                            |                                 |                                 |  |
| 40                            | Coser talones de capelladas     | Coser talones de capelladas     |  |
| 50                            | Coser de talones de forros      | Coser de talones de forros      |  |
| 60                            |                                 |                                 |  |
| 70                            |                                 |                                 |  |
| 80                            | Coser la capellada con el forro | Coser la capellada con el forro |  |
| 90                            |                                 |                                 |  |
| 100                           |                                 |                                 |  |
| 110                           | Embolsar                        | Embolsar                        |  |
| 120                           |                                 |                                 |  |
| 130                           |                                 |                                 |  |
| 140                           |                                 |                                 |  |
| 150                           |                                 |                                 |  |
| 160                           |                                 |                                 |  |
| 170                           |                                 |                                 |  |
| 180                           |                                 |                                 |  |
| 190                           |                                 |                                 |  |
| 200                           |                                 |                                 |  |
| 210                           | Coser el corte y la lengüeta    | Coser el corte y la lengüeta    |  |
| 220                           |                                 |                                 |  |

| Resumen | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo ocio | Porcentaje de utilización |
|---------|-----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| Hombre  | 222.48          | 113.00           | 109.48      | 51%                       |
| Máquina | 222.48          | 109.48           | 113.00      | 49%                       |

**Operación:** Colocar ojalillos deportivo

| <b>Diagrama hombre máquina</b>                  |                   |  |                                    |           |
|---|-------------------|--|------------------------------------|-----------|
| <b>Operación:</b> Colocar ojalillos (Deportivo) |                   |  | <b>Pag. N</b>                      | <b>de</b> |
| <b>Máquina tipo:</b> Prensa                     |                   |  | <b>Fecha:</b>                      |           |
| <b>Departamento:</b> Troquelado                 |                   |  | <b>Realizado por:</b> Kelvin Pérez |           |
| <b>Tiempo (min)</b>                             | <b>Operario</b>   |  | <b>Máquina 1</b>                   |           |
| 2   | Colocar ojalillos |  | Colocar ojalillos                  |           |
| 4   |                   |  |                                    |           |
| 6   |                   |  |                                    |           |
| 8   |                   |  |                                    |           |
| 10  | Prensar           |  | Prensar                            |           |
| 12  |                   |  |                                    |           |
| 14  |                   |  |                                    |           |

| <b>Resumen</b> | <b>Tiempo de ciclo</b> | <b>Tiempo de acción</b> | <b>Tiempo ocio</b> | <b>Porcentaje de utilización</b> |
|----------------|------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Hombre         | 12.52                  | 12.52                   | 0                  | 100%                             |
| Máquina        | 12.52                  | 3.40                    | 9.13               | 27%                              |

**Operación:** Colocar ojalillos micro

| <b>Diagrama hombre máquina</b>              |                   |  |                                    |           |
|---|-------------------|--|------------------------------------|-----------|
| <b>Operación:</b> Colocar ojalillos (Micro) |                   |  | <b>Pag. N</b>                      | <b>de</b> |
| <b>Máquina tipo:</b> Neumática              |                   |  | <b>Fecha:</b>                      |           |
| <b>Departamento:</b> Troquelado             |                   |  | <b>Realizado por:</b> Kelvin Pérez |           |
| <b>Tiempo (min)</b>                         | <b>Operario</b>   |  | <b>Máquina 1</b>                   |           |
| 1   | Colocar ojalillos |  | Colocar ojalillos                  |           |
| 2   |                   |  |                                    |           |
| 3   |                   |  |                                    |           |
| 4   |                   |  |                                    |           |
| 5   | Prensar           |  | Prensar                            |           |

| <b>Resumen</b> | <b>Tiempo de ciclo</b> | <b>Tiempo de acción</b> | <b>Tiempo ocio</b> | <b>Porcentaje de utilización</b> |
|----------------|------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Hombre         | 4.49                   | 4.49                    | 0                  | 100%                             |
| Máquina        | 4.49                   | 1.34                    | 3.15               | 30%                              |

**Operación:** Colocar ojalillos micro

| Diagrama hombre máquina                |                         |  |                             |  |
|--|-------------------------|--|-----------------------------|--|
| Operación: Troquelado de contrafuertes |                         |  | Pag. N de                   |  |
| Máquina tipo:                          |                         |  | Fecha:                      |  |
| Departamento: Área de troquelado       |                         |  | Realizado por: Kelvin Pérez |  |
| Tiempo (min)                           | Operario                |  | Máquina 1                   |  |
| 1                                      | Troquelar contrafuertes |  | Troquelar contrafuertes     |  |
| 2                                      |                         |  |                             |  |
| 3                                      |                         |  |                             |  |
| 4                                      |                         |  |                             |  |

| Resumen | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo ocio | Porcentaje de utilización |
|---------|-----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| Hombre  | 3.29            | 3.29             | 0           | 100%                      |
| Máquina | 3.29            | 3.29             | 0           | 100%                      |

**Operación:** Cosido string lasting

| Diagrama hombre máquina          |          |  |                             |  |
|----------------------------------|----------|--|-----------------------------|--|
| Operación: Cosido String Lasting |          |  | Pag. N de                   |  |
| Máquina tipo:                    |          |  | Fecha:                      |  |
| Departamento: Área de troquelado |          |  | Realizado por: Kelvin Pérez |  |
| Tiempo (min)                     | Operario |  | Máquina 1                   |  |
| 24                               | Cosér    |  | Cosér                       |  |

| Resumen | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo ocio | Porcentaje de utilización |
|---------|-----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| Hombre  | 21.06           | 21.06            | 0           | 100%                      |
| Máquina | 21.06           | 21.06            | 0           | 100%                      |

**Operación:** Troquelado de plantillas

| Diagrama hombre máquina                    |                          |                                    |                          |
|--|--------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| <b>Operación:</b> Troquelado de plantillas |                          | <b>Pag. N de</b>                   |                          |
| <b>Máquina tipo:</b> hidráulica            |                          | <b>Fecha:</b>                      |                          |
| <b>Departamento:</b> Área de troquelado    |                          | <b>Realizado por:</b> Kelvin Pérez |                          |
| <b>Tiempo (min)</b>                        | <b>Operario</b>          |                                    | <b>Máquina 1</b>         |
| 4  | Troquelado de plantillas |                                    | Troquelado de plantillas |

| <b>Resumen</b> | <b>Tiempo de ciclo</b> | <b>Tiempo de acción</b> | <b>Tiempo ocio</b> | <b>Porcentaje de utilización</b> |
|----------------|------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Hombre         | 4.11                   | 4.11                    | 0                  | 100%                             |
| Máquina        | 4.11                   | 4.11                    | 0                  | 100%                             |



**Operación: Plantado**

| Diagrama hombre máquina        |  |  |  |  |                                |
|--------------------------------|--|--|--|--|--------------------------------|
| Operación: Plantado            |  |  |  |  | Pag. N de                      |
| Máquina tipo: Neumática        |  |  |  |  | Fecha:                         |
| Departamento: Área de plantado |  |  |  |  | Realizado por:<br>Kelvin Pérez |
| Tiempo (min)                   | Operario                               | Máquina 1 (Jaleteadora)                | Máquina 2 (horno)                      | Máquina 3 (prensa)                     |                                |
| 5                              | Preparar hormas                        | Preparar hormas                        | Preparar hormas                        | Preparar hormas                        |                                |
| 10                             | Preparar plantas                       | Preparar plantas                       | Preparar plantas                       | Preparar plantas                       |                                |
| 15                             |  |  |  |  |                                |
| 20                             | Jaletear                               | Jaletear                               | Jaletear                               | Jaletear                               |                                |
| 25                             |  |  |  |  |                                |
| 30                             |  |  |  |  |                                |
| 35                             |  |  |  |  |                                |
| 40                             | Rayar                                  | Rayar                                  | Rayar                                  | Rayar                                  |                                |
| 45                             |  |  |  |  |                                |
| 50                             |  |  |  |  |                                |
| 55                             | Dar pega en los cortes                 | Dar pega en los cortes                 | Dar pega en los cortes                 | Dar pega en los cortes                 |                                |
| 60                             |  |  |  |  |                                |
| 65                             |  |  |  |  |                                |
| 70                             |  |  |  |  |                                |
| 75                             | Dejar secar                            | Dejar secar                            | Dejar secar                            | Dejar secar                            |                                |
| 80                             | Pegar la planta con el corte y prensar | Pegar la planta con el corte y prensar | Pegar la planta con el corte y prensar | Pegar la planta con el corte y prensar |                                |
| 85                             |  |  |  |  |                                |
| 90                             |  |  |  |  |                                |
| 95                             |  |  |  |  |                                |
| 100                            |  |  |  |  |                                |
| 105                            |  |  |  |  |                                |

| Resumen   | Tiempo de ciclo | Tiempo de acción | Tiempo ocio | Porcentaje de utilización |
|-----------|-----------------|------------------|-------------|---------------------------|
| Hombre    | 106.38          | 101.38           | 5.00        | 95%                       |
| Máquina 1 | 106.38          | 19.39            | 113.11      | 16%                       |
| Máquina 2 | 106.38          | 32.21            | 83.33       | 35%                       |
| Máquina 3 | 106.38          | 32.21            | 162.25      | 35%                       |

**Operación:** Sacar de horma

| <b>Diagrama hombre máquina</b>          |                             |  |                                    |  |
|---|-----------------------------|--|------------------------------------|--|
| <b>Operación:</b> Sacar de horma        |                             |  | <b>Pag. N de</b>                   |  |
| <b>Máquina tipo:</b>                    |                             |  | <b>Fecha:</b>                      |  |
| <b>Departamento:</b> Área de troquelado |                             |  | <b>Realizado por:</b> Kelvin Pérez |  |
| <b>Tiempo (min)</b>                     | <b>Operario</b>             |  | <b>Máquina 1</b>                   |  |
| 5                                       | Separar la horma del zapato |  | Separar la horma del zapato        |  |

| <b>Resumen</b> | <b>Tiempo de ciclo</b> | <b>Tiempo de acción</b> | <b>Tiempo ocio</b> | <b>Porcentaje de utilización</b> |
|----------------|------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Hombre         | 4.54                   | 4.54                    | 0                  | 100%                             |
| Máquina        | 4.54                   | 4.54                    | 0                  | 100%                             |

**Operación:** Troquelar plantillas y empeines

| <b>Diagrama hombre máquina</b>                    |                                 |  |                                    |  |
|---|---------------------------------|--|------------------------------------|--|
| <b>Operación:</b> Troquelar plantillas y empeines |                                 |  | <b>Pag. N de</b>                   |  |
| <b>Máquina tipo:</b> hidráulica                   |                                 |  | <b>Fecha:</b>                      |  |
| <b>Departamento:</b> Área de troquelado           |                                 |  | <b>Realizado por:</b> Kelvin Pérez |  |
| <b>Tiempo (min)</b>                               | <b>Operario</b>                 |  | <b>Máquina 1</b>                   |  |
| 5   | Troquelar plantillas y empeines |  | Troquelar plantillas y empeines    |  |

| <b>Resumen</b> | <b>Tiempo de ciclo</b> | <b>Tiempo de acción</b> | <b>Tiempo ocio</b> | <b>Porcentaje de utilización</b> |
|----------------|------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Hombre         | 5.33                   | 5.33                    | 0                  | 100%                             |
| Máquina        | 5.33                   | 5.33                    | 0                  | 100%                             |

### Anexo 3: Encuestas

| <b>Encuesta de la situación actual de la empresa</b>  |                 |    |
|---|-----------------|----|
| <b>Área:</b>  | Hoja:        de |    |
| <b>Proceso:</b>   |                 |    |
| <b>Elaborado por:</b>   |                 |    |
| <b>Fecha:</b>   |                 |    |
| Encuesta realizada al personal que labora en las diferentes áreas del proceso de elaboración de calzado deportivo de la Empresa “STROCALZA” |                 |    |
| <b>OBJETIVO:</b> Conocer la necesidad de mejorar el proceso productivo de la Empresa “STROCALZA”  |                 |    |
| <b>INSTRUCTIVO:</b> Señale con una X la alternativa que considere correcta  |                 |    |
|   | SI              | NO |
| 1. ¿Ha recibido capacitación adecuada para el trabajo que realiza?  |                 |    |
| 2. ¿Cuenta con las herramientas y equipos adecuados para realizar su trabajo?   |                 |    |
| 3. ¿Cuenta con equipos de protección personal adecuado para el trabajo?   |                 |    |
| 4. ¿Tiene comodidad para efectuar su trabajo?   |                 |    |
| 5. ¿Puede desempeñarse en otros procesos en la fabricación de calzado?  |                 |    |
| 6. ¿Tiene la iluminación adecuada en el área que trabaja?   |                 |    |
| 7. ¿Existe equipos con excesivo ruido que impidan que usted realice su trabajo con normalidad?  |                 |    |
| 8. ¿La maquinaria con la que trabaja se encuentra en buenas condiciones?  |                 |    |
| 9. ¿Existe señalética en el área que se encuentra?  |                 |    |
| 10. ¿Sabe que hacer en caso de una emergencia como un incendio, sismo o algún desastre natural?   |                 |    |
| 11. ¿Considera usted que los puestos de trabajo están organizados de manera adecuada?   |                 |    |
| 12. ¿Cree usted que la materia prima es entregada en las cantidades solicitadas y justo a tiempo?   |                 |    |
| 13. ¿Creen que la actual empresa requiere de una nueva redistribución de las instalaciones para mejorar la producción de la misma?          |                 |    |

**¡AGRADECEMOS SU COLABORACIÓN!**

#### Anexo 4: Entrevista

| <b>Entrevista</b>  |  |
|--|--|
| <b>EMPRESA:</b> “STROCALZA”  |  |
| <b>ENTREVISTADO:</b> Alfonso Chacha  |  |
| <b>ENTREVISTADOR:</b> Kelvin Pérez   |  |
| <b>FECHA:</b>  |  |
| <b>OBJETIVO:</b> Conocer la necesidad de mejorar el proceso productivo de la Empresa “STROCALZA”   |  |
| <b>PREGUNTA</b>  | <b>INTERPRETACIÓN<br/>VALORIZACIÓN</b> |
| 1. ¿Cree usted que la actual producción de calzado deportivo se puede optimizar?   |  |
| 2. ¿Piensa usted que la actual distribución de las instalaciones ayuda de alguna manera a que sea continuo el proceso de fabricación del producto?     |  |
| 3. ¿Ha existido reclamos por parte de los empleados en lo referente al espacio que se les ha designado para su trabajo?                                |  |
| 4. ¿Se ha impartido algún manual de seguridad o alguna charla sobre seguridad industrial al momento de trabajar en cada uno de los puestos de trabajo? |  |
| 5. ¿Ha recibido algún reacomodo de los puestos de trabajo en los últimos años?   |  |
| 6. ¿Con la actual distribución de instalaciones se logra entregar mayor cantidad de pedidos o existen atrasos?   |  |
| 7. ¿A simple vista que departamentos piensa usted que están mal distribuido dentro de la planta de producción?   |  |
| 8. ¿Han utilizado algún programa que ayude a mejorar el proceso productivo?  |  |
| 9. ¿Cree usted que el manejo de materiales a través de la cadena de suministro es la adecuada?   |  |
| 10. ¿Piensa usted que sería necesario una nueva distribución de instalaciones para la empresa?   |  |

**¡AGRADECEMOS SU COLABORACIÓN!**

**Anexo 5: Hoja para la toma de tiempos**

| <b>Hoja de toma de tiempos</b> |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|--------------------------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| <b>ÁREA:</b>                   |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| <b>PROCESO:</b>                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| ACTIVIDADES                    | Tiempos |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                | 1       | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|                                |         |   |   |   |   |   |   |   |   |    |