



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

## **PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CALZADO DE SEGURIDAD BASADO EN LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA MARCIA- BUFFALO INDUSTRIAL**

**DARWIN SANTIAGO ALDÁS SALAZAR**

Trabajo de Titulación modalidad: Proyectos de Investigación y Desarrollo,  
presentado ante el Instituto de Posgrado y Educación Continua de la  
ESPOCH, como requisito parcial para la obtención del grado de:

## **MAGÍSTER EN GESTIÓN INDUSTRIAL Y SISTEMAS PRODUCTIVOS**

**Riobamba – Ecuador**

**Septiembre 2016**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICACIÓN:**

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Titulación modalidad Proyectos de Investigación y Desarrollo, denominado “PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CALZADO DE SEGURIDAD BASADO EN LA TEORÍA DE RESTRICCIONES PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA MARCIA- BUFFALO INDUSTRIAL”, de responsabilidad del Ing. Darwin Santiago Aldás Salazar ha sido minuciosamente revisado y se autoriza su presentación.

Tribunal:

_____ Ing. Jorge Lema Morales, Mg. <b>PRESIDENTE</b>	_____ FIRMA
_____ Ing. John Paul Reyes Vásquez, Mg. <b>DIRECTOR DE TESIS</b>	_____ FIRMA
_____ Ing. Cesar Aníbal Rosero Mantilla, Mg. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____ FIRMA
_____ Ing. Luis Alberto Morales Perrazo, Mg. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____ FIRMA
_____ <b>DOCUMENTALISTA SISBIB ESPOCH</b>	_____ FIRMA

## **DERECHOS INTELECTUALES**

Yo, Darwin Santiago Aldás Salazar, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este Trabajo de Titulación y el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

---

Ing. Darwin Santiago Aldás Salazar

C.I. 1803947769

©2016, Darwin Santiago Aldás Salazar

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

Yo, Darwin Santiago Aldás Salazar, declaro que el presente proyecto de Investigación, es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación de Maestría.

Riobamba, Septiembre 2016

---

Ing. Darwin Santiago Aldás Salazar

C.I. 1803947769

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de investigación, producto de varios meses de esfuerzo y entrega lo dedico a mi tres mujeres que son mi motor y empuje para seguir hacia adelante y creciendo profesionalmente, mi amada esposa Ángeles quien es mi apoyo incondicional día a día, mi hija Valentina motivo y razón de mi superación personal y mi madre Teresa quien con sus consejos me motiva a seguir siendo un mejor profesional.

Santiago

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la vida y permitirme dar un paso más en mi formación profesional.

A mi esposa, por ser ese empuje diario para lograr mis metas no solo profesionales sino personales también.

Al Ing. John Reyes por haberme guiado y compartido sus conocimientos en el desarrollo de este trabajo.

A la empresa Marcia- Búfalo Industrial por siempre estar dispuestos a abrir sus puertas a estudiantes del área de Industrial y brindar apoyo e información para el desarrollo de investigaciones.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por su excelencia académica en la formación de profesionales de pregrado y posgrado.

*Santiago*

## CONTENIDOS

ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
RESUMEN .....	¡Error! Marcador no definido.
ABSTRACT.....	xvii
<b>CAPITULO I</b>	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema .....	2
1.2 Formulación del problema.....	3
1.3 Preguntas directrices.....	4
1.4 Objetivos de la investigación .....	4
1.4.1 <i>Objetivo general</i> .....	4
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	4
1.5 Justificación de la investigación .....	4
1.6 Hipótesis.....	5
<b>CAPÍTULO II</b>	
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 Antecedentes .....	6
2.2 Bases Teóricas.....	8
2.2.1 <i>Productividad</i> .....	8
2.2.2 <i>Programación de la Producción</i> .....	8
2.2.3 <i>Pasos a seguir para programar la producción</i> .....	9
2.2.4 <i>Teoría de Restricciones</i> .....	10
2.2.5 <i>Parámetros de producción en base a la teoría de restricciones</i> .....	11
2.2.6 <i>Parámetros y leyes de la física de planta</i> .....	12
2.2.7 <i>Simulación y definiciones</i> .....	14
2.2.8 <i>Medición de trabajo</i> .....	15
2.2.9 <i>Estudio de tiempos</i> .....	16
2.2.10 <i>Sistemas de Manufactura Push y Pull</i> .....	21
<b>CAPÍTULO III</b>	
3. METODOLOGÍA .....	23
3.1 Modalidad básica de la investigación.....	23



3.2	Investigación de campo .....	23
3.3	Investigación bibliográfica.....	23
3.4	Investigación experimental .....	23
3.5	Población y muestra .....	24
3.6	Recolección de información .....	24
3.7	Descripción de Calzado Marcia – Buffalo Industrial .....	25
3.8	Descripción de las áreas de trabajo.....	28
3.9	Descripción de la maquinaria a utilizarse .....	41
3.10	Materia prima utilizada .....	42
3.11	Producto a ser estudiado.....	42
3.12	Descripción de proceso productivo .....	42
3.13	Detalle del proceso productivo .....	44
3.14	Cursograma analítico del proceso .....	47
3.15	Descripción de las actividades .....	50
3.16	Diagrama de recorrido.....	57
3.17	Estudio de tiempos .....	59
<b>CAPÍTULO IV</b>		
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>63</b>
4.1	Resultados del estudio de tiempos .....	63
4.2	Simulación del proceso de manufactura .....	66
4.2.1	<i>Información preliminar</i> .....	66
4.3	Resultados con el simulador .....	73
4.4	Análisis de la relación entre los parámetros de producción .....	75
4.4.1	<i>Resultados para el mejor caso</i> .....	76
4.4.2	<i>Peor caso posible</i> .....	79
4.5	Análisis de las restricciones del sistema .....	86
4.6	Análisis de los desperdicios de tiempo por área de trabajo.....	89
4.7	Análisis de la generación de desperdicios .....	90
4.7.1	<i>Operarios inutilizados</i> .....	91
4.7.2	<i>Desperdicios por áreas de trabajo subutilizadas</i> .....	93
4.7.3	<i>Desplazamientos innecesarios de los trabajadores</i> .....	95
4.7.4	<i>Acumulación de inventario en proceso</i> .....	96
4.8	Programación de la producción .....	98
4.9	Evaluación de la productividad .....	108
4.9.1	<i>Productividad actual para modelo S-15</i> .....	108
4.9.2	<i>Productividad propuesta para modelo S – 15</i> .....	110

<b>4.10</b>	<b>Análisis de los resultados obtenidos en la investigación .....</b>	<b>111</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>113</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>114</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2: Mapa Forecasting .....	9
Figura 2-2: Elementos de la Simulación.....	15
Figura 3-2: Tiempo estándar .....	18
Figura 1-3: Botas puntas de acero B-01.....	26
Figura 2-3: Dieléctrico Industriales D-03.....	27
Figura 3-3: Mujer Industrial M-01 .....	27
Figura 4-3: Rebajados industrial R-05.....	27
Figura 5-3: Semibotines Industrial S-15.....	28
Figura 6-3: Layout de la planta .....	40
Figura 7-3: Diagrama de proceso .....	43
Figura 8-3: Diagrama de recorrido .....	58
Figura 1-4: Locaciones.....	67
Figura 2-4: Entidades .....	67
Figura 3-4: Arribos.....	68
Figura 4-4: Path networks .....	68
Figura 5-4: Interfaces .....	68
Figura 6-4: Recursos .....	69
Figura 7-4: Specifications .....	69
Figura 8-4: Atributos.....	70
Figura 9-4: Variables del sistema .....	70
Figura 10-4: Subrutinas.....	71
Figura 11-4: Esquema gráfico del sistema simulado .....	74
Figura 12-4: Resultados de la simulación.....	74
Figura 13-4: Resultados para un lote de 50 pares .....	76
Figura 14-4: Tasa del cuello de botella.....	87
Figura 15-4: Proceso con mayor tiempo.....	88
Figura 16-4: Resultados de la simulación.....	89
Figura 17-4: Tiempo promedio en los que las entidades .....	97

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-3: Troquelado de cueros .....	28
Ilustración 2-3: Troquelado de forros .....	29
Ilustración 3-3: Destallado .....	29
Ilustración 4-3: Área de preparado .....	30
Ilustración 5-3: Pega blanca .....	30
Ilustración 6-3: Aparado de cortes .....	31
Ilustración 7-3: Ojalillado .....	31
Ilustración 8-3: Conformado .....	32
Ilustración 9-3: Pulidora de plantas .....	32
Ilustración 10-3: Preparado de plantas .....	33
Ilustración 11-3: Pegado de recuñas y plantilla .....	33
Ilustración 12-3: Emplantillado .....	34
Ilustración 13-3: Armado de puntas .....	34
Ilustración 14-3: Armado de lados .....	35
Ilustración 15-3: Rayado .....	35
Ilustración 16-3: Cardado .....	36
Ilustración 17-3: Pega Blanca .....	36
Ilustración 18-3: Reactivado de pega .....	37
Ilustración 19-3: Enfriado .....	37
Ilustración 20-3: Terminados .....	38
Ilustración 21-3:Empaque .....	38
Ilustración 22-3: Bodega de producto terminado .....	39

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-4: Curva del TH en función del WIP .....	78
Gráfico 2-4: Curva del CT en función del WIP .....	79
Gráfico 3-4: TH Peor .....	81
Gráfico 4-4: CT Peor.....	81
Gráfico 5-4: Comparación de TH entre los cuatro casos .....	84
Gráfico 6-4: Comparación de CT entre los cuatro casos .....	85
Gráfico 7-4: Tasa del cuello de botella.....	87
Gráfico 8-4: Proceso más lento .....	88
Gráfico 9-4: Utilización de operarios .....	91
Gráfico 10-4: Desperdicio de tiempo por operario .....	93
Gráfico 11-4: Porcentaje de utilización de áreas de trabajo.....	94
Gráfico 12-4: Porcentaje de desperdicio por áreas .....	95
Gráfico 13-4: Porcentaje de utilización de zonas de almacenaje .....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Número de observaciones .....	16
Tabla 2-2: Valoración del ritmo de trabajo.....	17
Tabla 3-2: Sistema de suplementos .....	20
Tabla 1-3: Población de estudio.....	24
Tabla 2-3: Maquinaria a utilizarse.....	41
Tabla 3-3: Materia prima.....	42
Tabla 4-3: Cursograma analítico - cuero .....	48
Tabla 5-3: Cursograma analítico- forros.....	49
Tabla 6-3: Cursograma analítico - plantas.....	49
Tabla 7-3: Resumen de actividades .....	50
Tabla 8-3: Troquelado de cueros .....	50
Tabla 9-3: Actividades troquelado de forros .....	51
Tabla 10-3: Actividades del destallado.....	51
Tabla 11-3: Actividades del preparado.....	51
Tabla 12-3: Actividades de pega blanca y complementos .....	52
Tabla 13-3: Actividades de aparado .....	52
Tabla 14-3: Actividades para el ojalillado.....	52
Tabla 15-3: Actividades para el conformado.....	53
Tabla 16-3: Actividades para pulido de plantas.....	53
Tabla 17-3: Actividades preparado de plantas.....	53
Tabla 18-3: Actividades para pegado de recuñas y plantillas .....	54
Tabla 19-3: Actividades para emplantillado .....	54
Tabla 20-3: Actividades para armado de puntas.....	54
Tabla 21-3: Actividades para armado de lados.....	55
Tabla 22-3: Actividades para rayado.....	55
Tabla 23-3: Actividades del cardado .....	55
Tabla 24-3: Actividades para pega blanca.....	56
Tabla 25-3: Actividades de reactivado de pega .....	56
Tabla 26-3: Actividades de enfriado .....	56
Tabla 27-3: Actividades de terminado.....	57
Tabla 28-3: Actividades de empaque .....	57
Tabla 29-3: Estudio de tiempos troquelado de cueros .....	59
Tabla 30-3: Valoración del ritmo de trabajo-troquelado.....	60
Tabla 31-3: Cálculo de suplementos .....	61

Tabla 32-3:	Tiempo estándar troquelado de cueros .....	62
Tabla 1-4:	Resumen de tiempos .....	63
Tabla 2-4:	Tiempos de transporte entre áreas de trabajo .....	64
Tabla 3-4:	Tiempos para la simulación .....	65
Tabla 4-4:	Procesos del Sistema .....	71
Tabla 5-4:	Determinación del mejor TH, CT y WIP .....	77
Tabla 6-4:	Determinación del peor caso posible.....	80
Tabla 7-4:	Determinación del caso práctico .....	82
Tabla 8-4:	Análisis del WIP caso actual.....	83
Tabla 9-4:	Comparación de los cuatro casos .....	85
Tabla 10-4:	Nomenclatura de Rb y Tp .....	86
Tabla 11-4:	Estudio de utilización de operarios .....	92
Tabla 12-4:	Tiempo de desperdicio por operario.....	93
Tabla 13-4:	Porcentaje de desperdicio por áreas .....	94
Tabla 14-4:	Capacidad de las zonas de almacenaje temporal .....	96
Tabla 15-4:	Tiempos de espera en las zonas de almacenaje .....	97
Tabla 16-4:	Resumen de desperdicios de tiempo en porcentaje por ciclo de trabajo .....	98
Tabla 17-4:	Órdenes de pedido.....	99
Tabla 18-4:	Fechas de órdenes de pedido.....	100
Tabla 19-4:	Tiempos caso actual.....	100
Tabla 20-4:	Tiempo caso práctico .....	101
Tabla 21-4:	Tiempo mejor caso.....	101
Tabla 22-4:	Parámetros de producción caso actual.....	102
Tabla 23-4:	Parámetros de producción caso práctico .....	102
Tabla 24-4:	Parámetros de producción mejor caso .....	102
Tabla 25-4:	Capacidades por proceso.....	103
Tabla 26-4:	Número de operarios necesarios.....	104
Tabla 27-4:	Diagrama de Gantt actual.....	104
Tabla 28-4:	Diagrama de Gantt propuesto.....	105
Tabla 29-4:	Análisis diagrama de Gantt .....	105
Tabla 30-4:	Tiempos de entrega de pedidos .....	106
Tabla 31-4:	Ejemplo orden de producción .....	107
Tabla 32-4:	Productividad actual en función del tiempo .....	109
Tabla 33-4:	Productividad actual en función de los operarios disponibles .....	109
Tabla 34-4:	Productividad propuesta en función del tiempo .....	110
Tabla 35-4:	Productividad propuesta en función de operarios.....	111

## RESUMEN

Se realizó un estudio de los parámetros de producción en la empresa de calzado de seguridad MARCIA BUFALO INDUSTRIAL; como: inventario en proceso por sus siglas en inglés (WIP), tiempo de ciclo (CT) y tasa de producción de unidades vendibles throughput (TH), los parámetros se obtienen de la teoría de restricciones propuesta por Goldratt y luego se las evaluó con la Ley de Little que propone Hopp y Spearman, se aplicó el estudio realizado para programar la producción de calzado de seguridad que permitirá utilizar la capacidad máxima de la línea, elevando el TH, reduciendo el CT y manteniendo un WIP constante a través de la reducción de los desperdicios de tiempo generado en los procesos. Para evaluar el caso actual y el propuesto, se utilizó un software de simulación Promodel® versión estudiantil, con el cual se programó algoritmos de secuencia de operaciones, parámetros de producción para el mejor caso posible que permita elevar la productividad de la empresa. Como resultado se obtuvo las cantidades óptimas de producción para un ciclo de trabajo de 8 horas, elevando el throughput de 0,50 pares / min a 0,53 pares/ min, reduciendo el CT de 478,83 min a 450,3 min, teniendo un aumento en la producción, de 10 pares de calzado de seguridad en una jornada, además se determinó, que el inventario en proceso óptimo por cada hora de trabajo es de 32 pares. Finalmente se genera una secuencia de operaciones a través de un diagrama de Gantt para una programación óptima de producción, en el que para una orden de 520 pares del calzado en estudio se gana 66 minutos en el ciclo de trabajo al mantener un inventario en proceso constante. Este estudio puede aplicarse en empresas de calzado que presenten similares características del caso investigado.

Palabras clave: <PRODUCTIVIDAD>, <PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN>, <TEORÍA DE RESTRICCIONES>, <INVENTARIO EN PROCESO>, <TIEMPO DE CICLO>, <CUELLO DE BOTELLA>, <LEY DE LITTLE>, <PROMODEL>



## **ABSTRACT**

A study was about made about the parameters within the safety shoemaking factory MARCIA BUFALO INDUSTRIAL, such as: work in process for its acronym in English (WIP), CYCLE TIME (CT) and the throughput sold units of production rate (TH), the parameters were obtained based on the theory of restrictions proposed by Goldratt and then this was evaluated with the Little Law that proposes Hopp and Spearman, the made study was applied to program the safety shoe production that will allow to use the line maximum capacity, by increasing the TH, decreasing the CT and keeping a constant WIP by means of the reduction of the wasting time performed in the processes. To evaluate the current case and the proposed, a simulation program software Promodel® was used, in its student version, with which the sequence algorithms were programmed, production parameters for the best case that increases the productivity of the factory. Therefore, the optimal quantities of production for a work cycle of 8 horas were obtained, by increasing the throughput of 0,5 pairs/min, decreasing the CT of 487,83 min to 450,3 min, and having an increase in the production, of 10 safety shoes in a work cycle. Furthermore, it was determined that the inventory in optimal process per each hour of work is of 32 pairs. Finally, a sequence of operations through a Gantt diagram for the optimal production programming was generated, in this for a petition of 520 shoe pairs in the study 66 min are gained in the work cycle to keep a constant work in process. This study could be applied in shoemaking factories that present the same characteristics of the investigated case.

**KEY WORDS:** <PRODUCTIVITY>, <PRODUCTION PROGRAMMING>, <RESTRICTION THEORY>, <WORK IN PROCESS>, <CYCLE TIME>, <JAM>, <LITTLE LAW>, <PROMODEL>

## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

La meta de toda empresa es ganar dinero( Goldratt & Cox, p.234), para lo cual es necesario cumplir los plazos establecidos de entrega, optimizar los recursos disponibles, reducir tiempos desperdiciados dentro de la producción y elevar la tasa de producción. Este objetivo se consigue aplicando estrategias operativas de entre las cuales está la planeación, programación y control de la producción.

La programación de la producción, o *scheduling*, es una respuesta operativa para optimizar la producción de un bien o servicio. Existen diversas técnicas de programación de la producción (Herrera, 2011, p.2).

Una de las técnicas es el análisis de las restricciones del sistema productivo, como establece Eliyahu Goldratt en su libro La Meta, las mismas que impiden al sistema alcanzar un mejor desempeño en relación a su Meta (Sea ésta ganar dinero, cuidar la salud de la población, aumentar el nivel cultural de la sociedad, etc.). Es fundamental, entonces, decidir cuidadosamente cómo vamos a utilizarlas, cómo vamos a explotarlas.

Antes de continuar, conviene aclarar dos términos, ampliamente extendidos y que se nombrarán en el presente proyecto. WIP (Work In Process), es cómo se denomina en inglés al inventario en proceso y TH (Througput), se denomina a la capacidad de producción. Como se vio anteriormente, la Ley de Little, relaciona el inventario con el tiempo de ciclo. Pudiendo expresarse a partir de los términos del WIP, TH y TC (Tiempo de Ciclo) como:  $WIP = TH * TC$  Siendo el TC, la cantidad de tiempo que se requiere para completar el proceso. De donde se deduce que:  $TH = WIP / TC$ . , se puede producir el mismo TH con grandes cantidades de inventario en proceso y largos tiempos de ciclo o con cantidades controladas de inventario en proceso y tiempos de ciclo menores (Bibing, 2016,p.4).

Un programa óptimo de producción permite elevar dicha restricción para obtener los logros esperados en el menor tiempo y sobretodo cumplir con los plazos establecidos para generar credibilidad y confianza en los clientes y así elevar la productividad de la empresa.

## **1.1 Planteamiento del problema**

El décimo objetivo del Plan Nacional del Buen Vivir planificado por el Gobierno Ecuatoriano busca impulsar el cambio de la Matriz Productiva que requiere la diversificación de la oferta exportable con productos innovadores y competitivos que conlleva a fortalecer los sectores productivos(Planificación, 2012).

Los procesos y procedimientos en las industrias requieren de tres elementos básicos para una gestión adecuada: la planeación, programación y control de la producción. La programación de la producción es uno de los elementos centrales y neurálgicos en diversas compañías; en este campo se han desarrollado una serie de técnicas encaminadas a optimizar el uso de los recursos, con el fin de aumentar la productividad y la competitividad de las organizaciones.

Dentro de este contexto, la industria de calzado ha ido tomando un sitio importante dentro de la Economía del Ecuador, datos del Ministerio de Industrias y Productividad revelan que el sector de cuero y calzado ecuatoriano durante los últimos años, ha experimentado índices de crecimiento sostenido, gracias a la política gubernamental de sustitución de importaciones, con estímulo a la producción nacional con calidad(Quiroz, 2015).

La producción anual del sector calzado ecuatoriano es de 32 millones de pares de zapatos, que representan un monto de USD 560 millones en ventas, con un consumo per cápita de 2,13 pares por habitante, generando más de 100 mil fuentes de empleo directas e indirectas.

Lilia Villavicencio presidenta de la Cámara de Calzado de Tungurahua(CALTU), menciona que en la provincia se fabrica el 50% de la producción de zapatos en el Ecuador, reconoció que las políticas públicas y el esfuerzo del sector privado formaron parte del proceso de desarrollo del sector(Mipro, 2015).Observando esto, la competitividad también incrementa y hace que las empresas cada vez más se van tecnificando, buscando ofrecer productos de calidad y en los plazos fijados por los clientes.

Tras la invasión de calzado peruano, brasileño, colombiano y chino, especialmente, y la salvaguardia que hoy es de \$ 6 a cada par importado que el Gobierno aplicó desde 2009 para frenar su ingreso, la industria local del calzado vivió un repunte que seis años donde se evidencia mayor producción y creación de talleres. Según datos de la Cámara Nacional del Calzado (CALTU), que agrupa a 70 socios a nivel nacional, en 2008 había 600 productores que

sacaban al mercado 15 millones de pares; en 2014 llegaron a más de 5 mil con 35 millones de pares.

Miguel Gutiérrez, gerente de Calzado Gamos, de Ambato, dice que en el país no hay jefes de producción (pocos talleres tienen uno), gente que sepa de diseño, cómo controlar técnicamente movimientos y procesos para que haya menos desperdicios (El Universo, 2015).

En la provincia de Tungurahua las Pymes (Pequeñas y Medianas Empresas) evidencian desventajas en el eficiente uso de sus recursos humanos y maquinaria. Estudios realizados permiten identificar empresas con madurez en la gestión de sus procesos y las que ameritan apoyo para analizar y responder con datos y hechos a la eliminación de las causas raíz de sus problemas. (Reyes, Aldás, Morales, & García, 2016, p.13)

La empresa de calzado Marcia – Buffalo Industrial es una pequeña industria ubicada en la provincia de Tungurahua, produce calzado de seguridad para hombre y mujer. En ésta fábrica se presenta un significativo decrecimiento en sus ventas y falta de competitividad en el mercado nacional. El problema principal es la acumulación de inventario en proceso denominado Work in Process (por sus siglas en inglés, WIP), provocado por la incorrecta distribución de las áreas de trabajo, un inadecuado programa de producción, ordenes de producción no liberadas a tiempo, secuencias de proceso no optimizadas. Se observa además en todo momento operarios adelantando trabajos de otras órdenes de producción haciendo que se acumule inventario en proceso, tampoco se evidencia un estudio de la capacidad de producción de las líneas ya que se produce bajo pedido, no disponen de un pronóstico de ventas ni un estudio de tiempos. En la empresa es escasa la capacitación al personal y esto causa un uso inadecuado de las máquinas y equipos, generación de tiempos y movimientos innecesarios y desperdicio de material. Todo esto provoca que los pedidos no se entreguen a tiempo, que se congestione el sistema productivo y se generen restricciones o procesos lentos denominados cuellos de botella, además impide que se incremente la tasa unidades vendibles por unidad de tiempo también llamado throughput ocasionando una baja productividad en la empresa.

## **1.2 Formulación del problema**

¿La inadecuada programación de la producción de calzado de seguridad provoca una baja productividad en la empresa Marcial- Buffalo Industrial?

### **1.3 Preguntas directrices**

- ¿Cuáles son los parámetros de producción de la empresa?
- ¿Existen cuellos de botella dentro del sistema?
- ¿Existe inventario en proceso en la empresa?
- ¿Cómo está distribuida la planta?
- ¿Cuáles son los tiempos de proceso de cada centro de trabajo?
- ¿Quién, donde y cuando requiere un recurso?
- ¿Se ha medido la tasa de inventario vendible por unidad de tiempo?
- ¿Cuáles son los indicadores que se deberán tomar en cuenta?
- ¿Con una óptima programación de la producción se logra mejorar la productividad?

### **1.4 Objetivos de la investigación**

#### ***1.4.1 Objetivo general***

Desarrollar una programación de la producción de calzado de seguridad basado en la teoría de restricciones para la mejora de la productividad en la empresa Marcia- Buffalo industrial.

#### ***1.4.2 Objetivos específicos***

- Determinar los parámetros para la programación de la producción en la empresa.
- Identificar las restricciones de capacidad del sistema productivo.
- Desarrollar un modelo de simulación para la programación de la producción que considere las restricciones de capacidad.
- Evaluar la productividad del sistema a través del modelo de programación simulado.

### **1.5 Justificación de la investigación**

La presente investigación tiene su interés basado en el principio de la mejora continua e incremento de la productividad en una empresa a través de la selección de un óptimo programa de producción considerando las variables de la teoría de restricciones, mediante el cual se logra validar los tiempos de producción para obtener la capacidad de producción de la planta, lo que conlleva a saber cuál es el cuello de botella, el tiempo de ciclo y la cantidad de inventario que se encuentra en proceso.

La industria Calzado Marcia –Buffalo Industrial actualmente necesita elevar su productividad, lo que implica diseñar una programación de la producción óptima tendiente a incrementar la tasa de unidades producidas vendibles por unidad de tiempo denominado Throughput.

La empresa mencionada así como muchas otras del sector, no disponen del recurso económico suficiente para invertir en profesionales que diseñen un programa de producción óptimo, mucho menos arriesgarse a implementar los cambios que proponga la programación, es por esto que es pertinente modelar y simular la programación sugerida para poder verificar los resultados que se van obteniendo y así tomar la decisión más acertada que permita al empresario o gerente cumplir con la meta establecida. La implementación de esta herramienta permitiría realizar una mejor administración de la producción, y de esta forma contribuir al fortalecimiento del sector; facilitando el cumplimiento de los objetivos, políticas, y estrategias formuladas en el plan de negocios.

Hay que considerar que este modelo puede ser utilizado por cualquier pequeña empresa que cuente con las características y operaciones similares a las de la empresa estudiada (Ortiz & Junior, 2014, p.115).

## **1.6 Hipótesis**

La programación de la producción de calzado de seguridad basada en la teoría de restricciones permite mejorar la productividad en la empresa Marcia - Buffalo Industrial.

H1: La programación de la producción de calzado de seguridad basada en la teoría de restricciones si permite mejorar la productividad en la empresa Marcia - Buffalo Industrial.

H0: La programación de la producción de calzado de seguridad basada en la teoría de restricciones no permite mejorar la productividad en la empresa Marcia - Buffalo Industrial.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

Ortiz & Junior (2014, p.115) aseguran que el programa óptimo de producción desarrollado en su investigación, constituye una herramienta con la cual el empresario puede generar una ventaja frente a la competencia y ser más productivo, mientras maximiza sus utilidades o throughput, además los pasos seguidos para dar solución a la problemática identificada representan un acercamiento novedoso para abordar este tipo de problemas. Mencionan que el tener en cuenta las características y funcionamiento del sector permite ofrecer una solución óptima y real para las pequeñas empresas de calzado que deseen aplicarlo. La implementación de esta herramienta permitiría realizar una mejor administración de la producción, y de esta forma contribuir al fortalecimiento del sector; facilitando el cumplimiento de los objetivos, políticas, y estrategias formuladas en el plan de negocios del cuero, calzado y marroquinería lanzado por el programa de transformación productiva del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia, para mejorar la productividad y competitividad del sector.

Morales, Rojas y Hernández (2013, p.141) en su investigación concluyeron que, con el modelo de cadena de suministro desarrollado en el software ProModel®, se logra la representación de una cadena de suministro conforme a la estructura y el comportamiento que se requieren para la experimentación de posibles mejoras con manufactura esbelta. Los parámetros del modelo sujetos a variación se refieren a reducciones de desperdicio en el proceso de la cadena. Asimismo, en este trabajo se comprobó que la aplicación de herramientas de la manufactura esbelta, en reducción de los tiempos de preparación, mejora de la disponibilidad del equipo y aumento en la calidad del producto. Es una buena oportunidad para mejorar el rendimiento de los procesos de la cadena de suministro.

Morales J.(2015,p.35) investigó que la implementación de un software para la programación puede ser una alternativa muy interesante para una empresa de artes gráficas ya que es una herramienta para hacer más eficiente el proceso productivo, realizando un programa de producción que pueda realmente ser cumplido, porque tiene en cuenta las restricciones (Cuellos de Botella) de capacidad y materiales en un escenario de programación finita, como también, en

vez de “apagar incendios” atacando toda la planta de producción para aumentar la eficiencia y esperando mejorara las entregas a tiempo, la gerencia de producción de la planta puede enfocar todas sus energías en las pocas acciones que resultarán en un mejoramiento continuo: despachos a tiempo, mejor utilización de los cuellos de botella y aumento del throughput que tiene un impacto directo en las utilidades de la empresa. Teniendo en cuenta de que uno de los principales problemas que posee la planta es el cumplimiento de las fechas de entrega, implementando una correcta programación de la producción, concentrándose en las restricciones del proceso, este problema se reduciría un 80%.

Cuzco Adrián(2013, p.135) menciona que, la propuesta de un sistema de planeación y control de la producción para la empresa de calzado exclusivo MACH permitirá la mejora de todo su sistema productivo, desde el ingreso de materias primas y materiales, hasta obtener el producto terminado. Con el sistema se sabrá la capacidad de la planta en cuanto a producción diaria, despachos, etc., por lo que se aceptarán los pedidos con los que se pueda comprometer y se darán fechas de entrega muy aproximadas a la realidad.

Para balancear los distintos procesos, se debe reducir el personal de aquellos procesos donde la capacidad instalada o disponible es mucho mayor que la capacidad restrictiva y, a su vez, aumentar la capacidad de la restricción hasta la necesidad de la demanda actual.

Los inventarios en proceso resultantes de la simulación utilizada deben ser \$49.737.000, obteniendo una reducción del 84%. Esto ayudará a mantener la planta bajo control. Se puede utilizar este resultado como control dentro de la planta, control que es válido siempre y cuando se mantengan las condiciones de trabajo actuales(Abisambra&Mantilla,2008,p.132).

Bernal Loaiza et al.(2015,p.140)Como resultado de su investigación han calculado la productividad teniendo en cuenta las variables del modelo y tiempo de la simulación, al mismo tiempo se interpretó la información de cada una de las locaciones, hallando el porcentaje de utilización y total de entidades para las locaciones con capacidad unitaria; para las locaciones con mayor capacidad se encuentra información referente al porcentaje de tiempo vacío, parcialmente ocupado, lleno y no disponible respecto del tiempo disponible. A diferencia de otras simulaciones, en este diseño en la parte de redes se utilizó el tipo de red Crane, asociado a los recursos del modelo.

La simulación del modelo permite construir y validar una metodología para el mejoramiento de procesos y maximización del uso de los recursos, dado que la experimentación sobre el modelo



ayuda a comprender el comportamiento del sistema y a la toma de decisiones, las cuales aumentan la productividad con un mejor desempeño del sistema.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Productividad**

La productividad es una medida común para saber si un país, industria o unidad de negocios utiliza bien sus recursos (o factores de producción). Como la administración de operaciones y suministro se concentra en hacer el mejor uso posible de los recursos de una empresa, resulta fundamental medir la productividad para conocer el desempeño de las operaciones.

En este sentido amplio, la productividad se define como:

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas} \quad (1)$$

Para incrementar la productividad, lo ideal es que la razón entre salida y entrada sea lo más grande posible.

La productividad es lo que se conoce como *medida relativa*; es decir, para que tenga significado, se debe comparar con otra cosa. Por ejemplo, ¿qué significa que la productividad de la operación de un restaurante la semana pasada fue de 8.4 clientes por hora-hombre? ¡Absolutamente nada!

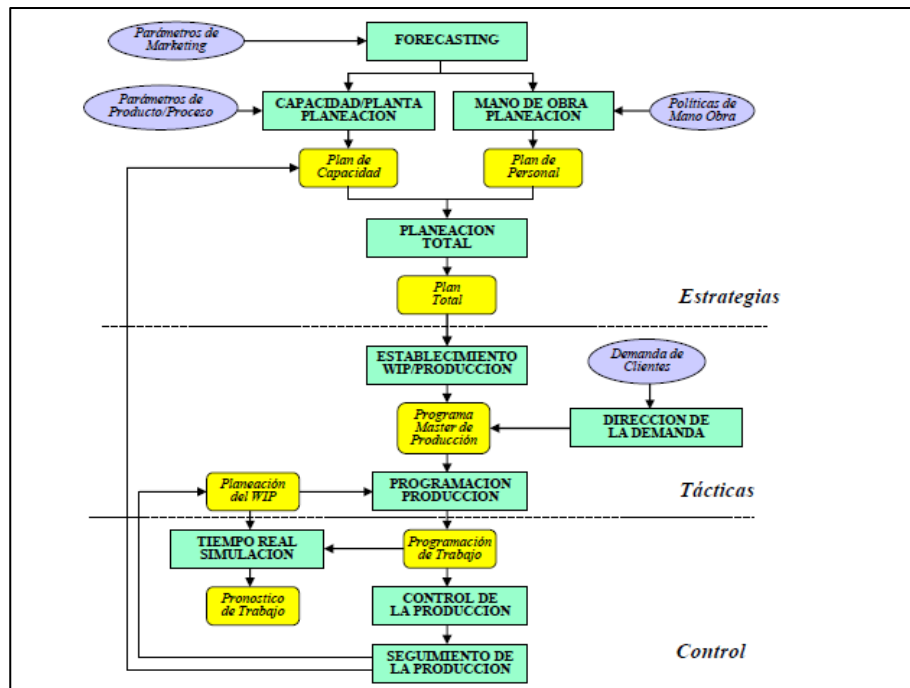
La productividad se puede comparar de dos formas. En primer término, una compañía se compara con operaciones similares de su mismo sector o, si existen, utiliza datos del sector (por ejemplo, se compara la productividad de varios establecimientos de una misma franquicia). Otro enfoque es medir la productividad de una misma operación a lo largo del tiempo. En este caso se compara la productividad registrada en un periodo determinado con la registrada en el siguiente (Chase & F. Robert, 2014).

### **2.2.2 Programación de la Producción**

La programación de la producción es el proceso de planificación del conjunto de eventos involucrados en el proceso de manufactura. Existen tres grandes razones para crear un programa de producción.

- Conocer la capacidad que se encuentra en uso
- Identificar posibles futuros obstáculos para las entregas a tiempo
- Trabajo en equipo exitoso entre producción, abastecimiento y ventas (Morales J.,2015,p.19).

La programación de la producción, debe considerar como tácticas la planeación del WIP, la programación del trabajo y el pronóstico de trabajo y se lo esquematiza dentro de una proyección de reservas y ventas para un período de tiempo determinado Forecasting(Jimenez, 2009).



**Figura 1-2:** Mapa Forecasting

Fuente:(Jimenez, 2009)

### 2.2.3 Pasos a seguir para programar la producción

A continuación se presenta una guía para programar la producción.

1. Cálculo de tiempos según la producción requerida. Determine el tiempo que permanece ocupada cada máquina y operario. Para calcular este tiempo multiplique las veces que se hará cada operación, por el tiempo que se gasta en hacer la operación una vez. Así se calcula el tiempo total de trabajo por operación, por operario y por máquina.

2. Diagrama de Gantt es una herramienta que ilustra en qué momento están ocupadas las máquinas y los operarios.

3. Elaboración de órdenes de producción, la Orden de producción Es una herramienta de programación del trabajo en la cual se especifica el trabajo que debe realizar el operario en un período de tiempo.

Al finalizar esta sección el empresario estará en capacidad de realizar un control de la producción en su empresa.

El control de la producción es verificar si la empresa está cumpliendo con las metas propuestas en la planeación y programación.

Este control se realiza a través de herramientas como son: órdenes de producción, reportes de trabajo y control de materias primas.

El control de la producción trae algunas ventajas como son:

- Organización en la producción
- Se controla el consumo de materias primas.
- Se controla en tiempo trabajado por operario.
- Se verifican las cantidades producidas. (Sites, 2015)

#### ***2.2.4 Teoría de Restricciones***

El concepto fundamental en que descansa la teoría de restricciones (en cuanto a su impacto sobre la planificación y el control) es que toda planificación hacia la generación de un producto o servicio consiste, básicamente, de una serie de procesos vinculados.

Cada proceso tiene una capacidad específica para generar una producción determinada por la operación, y en casi todos los casos existe un proceso que limita o restringe el rendimiento de la operación completa.

Una restricción es, en términos generales, cualquier factor que limita a la compañía para alcanzar su objetivo. En el caso de casi todas las empresas, ese objetivo es hacer dinero, lo que se manifiesta en un incremento del rendimiento, lo cual se logra gracias a las ventas, no sólo a la producción (Chapman, 2006, p.360).

En los últimos años se ha desarrollado diferentes herramienta logísticas, que se orientan fundamentalmente a la creación de una nueva cultura administrativa, con la finalidad de intensificar la búsqueda y el desarrollo de procesos de mejoramiento continuo que lleve a niveles óptimos de calidad y productividad tanto en la utilización de recursos como en la solución práctica de problemas en las empresas. Entre estas filosofías se encuentran la teoría de restricciones (TOC) que en esencia es una metodología sistémica de gestión que permite identificar las restricciones de un proceso, las cuales se logran eliminar, convirtiéndolas en fuentes de ventaja competitiva(Goldratt & Cox, 2004, p.220).

### ***2.2.5 Parámetros de producción en base a la teoría de restricciones***

Es necesario conocer los parámetros que regulan los sistemas productivos como son: throughput, inventarios y gastos de operación (Goldratt & Cox, 2004, p.45). Los cuales se definen a continuación:

**Throughput (TH):** Tasa a la cual la empresa produce unidades vendibles por unidad de tiempo.

**Work in process (WIP):** Cantidad de materias primas y productos en proceso que se encuentran en el sistema.

**Cycle time (CT):** Tiempo que gasta un producto desde que ingresa al sistema hasta que sale.

**Cuello de botella (CB):** Operación más lenta del proceso, o la que marca el ritmo de la producción.

**Tasa del cuello de botella (rb):** Tasa de producción de la operación cuello de botella. Se mide en productos por unidad de tiempo.

**Inventario:** Todo el dinero que la empresa invierte en materiales, instalaciones, tecnología, etc. Que posteriormente se pueden vender.

**Gastos de operación:** Dinero que la empresa invierte para convertir los inventarios en Throughput. (Goldratt & Cox, 2004, p.47)

### 2.2.6 Parámetros y leyes de la física de planta

**Tiempo de proceso global (To):** Suma de los tiempos de proceso promedio de todas y cada una de las estaciones de trabajo, a largo plazo. Si  $t_i$  es el tiempo de proceso de la estación  $i$ , entonces:

$$T_o = \sum t_i \quad (2)$$

para toda estación de trabajo  $i$

**Tasa del cuello de botella (rb):** Tasa o rata (el número de partes o trabajos por unidad de tiempo) de producción de la estación de trabajo u operación que tiene la mínima capacidad del proceso. Si  $r_i$  la tasa de producción de la operación  $i$ , entonces:

$$R_b = \min (r_i) \text{ para toda operación } i \quad (3)$$

**WIP crítico de la línea (Wo):** Nivel de inventario con el que la línea produce el máximo throughput. A partir de dicho nivel, el inventario únicamente produce congestión y costos de almacenamiento.

$$W_o = (r_b) \cdot T_o \quad (4)$$

**Ley de Little:** Establece que hay una relación estrecha entre el throughput (TH), el cycle time (CT) y el work in process (WIP), definida por la siguiente ecuación, en la que se observa que cuanto más largo sea el tiempo de ciclo, menor será el throughput con un nivel de inventario constante.

$$TH = (WIP/CT) \quad (5)$$

**Ley del mejor desempeño:**

$$TH_{\text{mejor}} = w/T_o \text{ si } w < W_o \quad (6)$$

$TH_{\text{mejor}} = r_b$  si  $w < W_o$ , o

$$w = W_o, \text{ siendo } w \text{ el nivel de WIP} \quad (7)$$

La ley del mejor desempeño establece que para un nivel dado de inventario  $w$ , el mayor throughput,  $rb$ , se obtiene cuando el nivel de inventario es igual o mayor que el nivel crítico  $W_0$ , y es igual a  $rb$ , o sea la tasa del cuello de botella.

La ley del mejor desempeño también se puede formular de la siguiente manera:

$$CT_{mejor} = T_0 \text{ si } w < W_0 \text{ o } w = W_0 \quad (8)$$

$$CT_{mejor} = w/rb, \text{ si } w > W_0 \quad (9)$$

El mejor tiempo de ciclo es el que corresponde al nivel crítico de inventario  $W_0$ .

#### **Ley del peor desempeño:**

$$TH_{peor} = (w/(W_0 + w - 1))rb, \text{ para cualquier nivel de inventario } w \quad (10)$$

$$CT_{peor} = T_0 + (w-1)/rb, \text{ para cualquier nivel de inventario } w \quad (11)$$

#### **Ley del desempeño práctico:**

Sea:

$w$  = los trabajos en el sistema

$N$  = número de estaciones en la línea,

$t$  = tiempo de proceso en cada estación,

$T_0 = N \cdot t$  = tiempo de proceso en la línea,

$rb = 1/t$  = cuello de botella.

Cuando llega un trabajo a una estación, el número de trabajos esperando en esta estación es:

$$(w-1)/N$$

El tiempo promedio de este trabajo en una estación es:

$$CT = ((w-1)/N) t + t \quad (12)$$

$$CT = (1 + (w-1)/N) t \quad (13)$$

(Hopp & Spearman, 2000)

### **2.2.7 Simulación y definiciones**

La simulación es una representación ficticia de una situación real que permite cambiar sus parámetros y variables. Se experimenta con un modelo, que es una abstracción de la realidad, y el conocimiento adquirido en la simulación se aplica en el mundo real. Cuanto mejor sea el grado de aproximación de la simulación a la realidad, mayor será su utilidad (Blanco & Fajardo, 2006, p.3).

#### **Simulación con ProModel®**

ProModel® es un simulador con animación para computadoras personales. Permite simular tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, etc. Puedes simular bandas de transporte, grúas, ensamble, corte, talleres, logística, etc.

Es un paquete de simulación que no requiere programación, aunque si lo permite. Puede simular programación de la producción justo a tiempo, teoría de restricciones, sistema de empujar, jalar, logística, etc.

Una vez hecho el modelo, éste puede ser optimizado para encontrar los valores óptimos de los parámetros claves del modelo. Algunos ejemplos incluyen determinar la mejor combinación de factores para maximizar producción minimizando costo (Promodel, 2015).

Promodel utiliza una interface sencilla y práctica que permite al modelador diseñar y comprender fácilmente los resultados que emite el programa.

#### **Elementos de la simulación**

Para poder realizar un buen estudio de simulación es necesario entender los conceptos básicos que componen un modelo. En la Figura 2-2 se observa un organizador gráfico con las definiciones necesarias para la simulación.

<b>Recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Dispositivos necesarios para llevar a cabo una operación.</li> </ul>
<b>Atributo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Característica de una entidad.</li> </ul>
<b>Variables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Condiciones cuyos valores se crean y modifican por medio de ecuaciones matemáticas y relaciones lógicas.</li> </ul>
<b>Reloj de la Simulación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Contador de tiempo del modelo en la simulación.</li> <li>•Reloj de simulación absoluta (parte de cero)</li> <li>•Reloj de simulación relativa (considera el tiempo que transcurre entre 2 eventos).</li> </ul>
<b>Modelos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Representan situaciones reales ( Continuos – Discretos – Estáticos – Dinámicos – Determinísticos - Probabilísticos).</li> </ul>
<b>Sistema</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Conjunto de elementos que se interrelacionan para funcionar como un todo.</li> </ul>
<b>Entidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Representación de flujos de entrada a un sistema, elemento que permite que el estado del sistema cambie.</li> </ul>
<b>Estado del Sistema</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Es como una fotografía de lo que esta pasando en el sistema en cierto instante.</li> </ul>
<b>Evento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Cambio en el estado actual del sistema (Actuales - Futuros).</li> </ul>
<b>Localizaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Lugares en los que la pieza puede detenerse para ser transformada o espera a serlo.</li> </ul>

**Figura 2-2:** Elementos de la Simulación

Fuente:(García, 2006)

### 2.2.8 *Medición de trabajo*

La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

Las principales técnicas que se emplean en la medición del trabajo son:

- Muestreo del Trabajo
- Estimación Estructurada
- Estudio de Tiempos
- Normas de Tiempo Predeterminadas



- Datos Tipo

### 2.2.9 Estudio de tiempos

Dentro de las técnicas que se emplean en la medición del trabajo la más importante es el estudio de tiempos, o por lo menos es la que más permite confrontar la realidad de los sistemas productivos sujetos a medición.

El estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida (Salazar López, 2012).

Una de las formas para el estudio de los tiempos es el método de cronometraje, que se basa en la observación y medición directa de los tiempos de las diversas operaciones y movimientos que integran un trabajo.

#### Cálculo del número de observaciones

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso vital en la etapa de cronometraje, dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento. Algunos autores y ciertas empresas como General Electric han adoptado Tabla 1-2, pues es una guía convencional para determinar el número de ciclos que cronometrarán, y la guía se basa en el número total de minutos por ciclo.

**Tabla 1-2:** Número de observaciones

Tiempo de ciclo (minutos)	Número recomendado de ciclos
0.1	200
0.25	100
0.5	60
0.75	40
1.00	30
2.00	20
2.00-5.00	15
5.00-10.00	10
10.00-20.00	8
20-00-40.00	5
40.00 o más	3

Fuente: (Kanawaty, 1996)

## Valoración del ritmo de trabajo

La valoración del ritmo de trabajo es la justipreciación por correlación con el concepto que se tiene de lo que es el ritmo estándar.

Se utilizara el método de nivelación propuesta en el sistema Westinghouse, éste método de valoración considera cuatro (4) factores: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, los valores se toma de la Tabla 2-2.

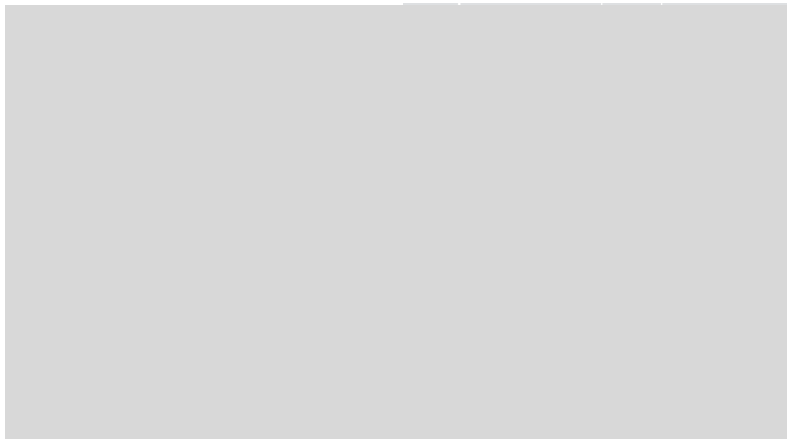
**Habilidad:** Se define como el aprovechamiento al seguir un método dado, el observador debe de evaluar y calificar dentro de seis (6) clases la habilidad desplegada por el operario: habilísimo, excelente, bueno, medio, regular y malo. Luego, esta clasificación de la habilidad se traduce a su equivalencia porcentual, que va de 15% a -22%.

**Esfuerzo:** Se define como una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia. El esfuerzo es representativo de la velocidad con que se aplica la habilidad y es normalmente controlada en un alto grado por el operario.

**Condiciones:** Son aquellas circunstancias que afectan solo al operador y no a la operación. Los elementos que pueden afectar las condiciones de trabajo incluyen: temperatura, ventilación, monotonía, alumbrado, ruido, etc.

**Consistencia:** Es el grado de variación en los tiempos transcurridos, mínimos y máximos, en relación con la media, juzgado con arreglo a la naturaleza de las operaciones y a la habilidad y esfuerzo del operador.

**Tabla 2-2:** Valoración del ritmo de trabajo



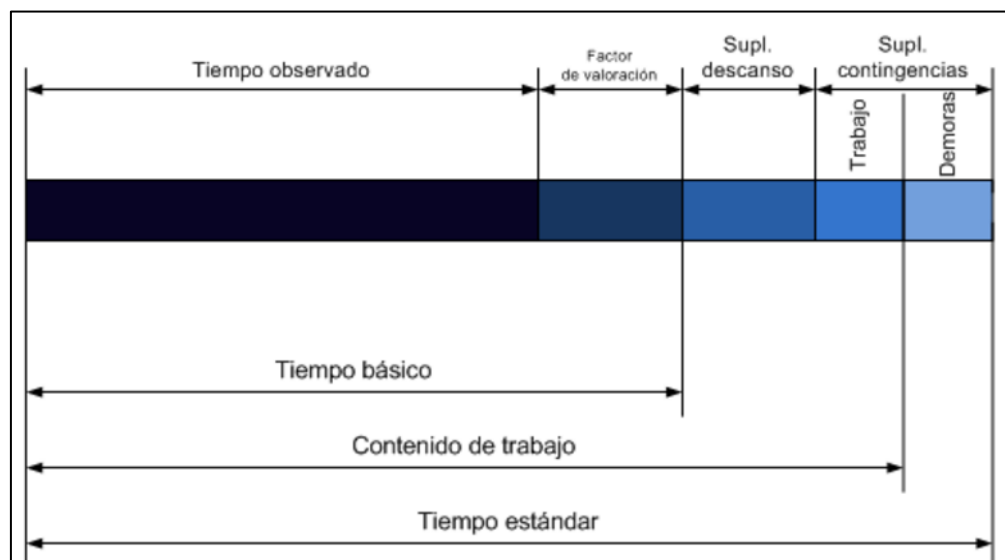
Fuente: (Salazar López, 2012)

Tal como se mencionó en la definición de la valoración del ritmo, el desempeño estándar de un trabajador calificado se asume como el 100/100 de rendimiento, por ello a esta valoración se deben de adicionar los valores de la tabla según la habilidad, esfuerzo, las condiciones y la consistencia percibidas por el especialista. De esta manera se determinará si un operario ejecutó la operación a un 125%, 120%, 95%, 88% etc. y se procederá a suavizar por correlación con un rendimiento del 100%.

### Suplementos del estudio de tiempos

Al igual que en la etapa de valoración del ritmo de trabajo, la fase correspondiente a la determinación de suplementos es sumamente sensible en el estudio de tiempos, pues en esta etapa se requiere del más alto grado de objetividad por parte del especialista y una evidente claridad en su sentido de justicia.

Cuando se haya ideado el método más práctico, económico y eficaz de trabajo, y cuando se haya efectuado el más preciso proceso de cronometraje y valoración de la cadencia, no se puede olvidar que la tarea seguirá exigiendo un esfuerzo humano, por lo que hay que prever ciertos suplementos para compensar la fatiga y descansar. De igual manera, debe preverse un suplemento de tiempo para que el trabajador pueda ocuparse de sus necesidades personales y quizá haya que añadir al tiempo básico otros suplementos más, como en la Figura3-2(Salazar López, 2012).



**Figura 3-2:** Tiempo estándar

Fuente:(Salazar López, 2012)

## **Clasificación de suplementos**

Los suplementos que se pueden conceder en un estudio de tiempos se pueden clasificar a grandes rasgos en:

- Suplementos fijos (Necesidades personales)
- Suplementos Variables (Fatiga básica) y
- Suplementos especiales.

## **Método de valoración de suplementos**

El método que se utilizará en esta investigación es el de valoración objetiva con estándares de fatiga, éste método divide los factores de los suplementos en constantes y variables. Los factores constantes agrupan las necesidades personales con un porcentaje de 5% y 7% para hombres y mujeres respectivamente; además de las necesidades personales, el grupo de factores constantes agrupa a un porcentaje básico de fatiga, el cual corresponde a lo que se piensa que necesita un obrero que cumple su tarea en las condiciones deseadas, este porcentaje se valora comúnmente con un 4% tanto para hombres como para mujeres (Salazar López, 2012).

La cantidad variable sólo se aplica cuando las condiciones de trabajo no son las deseadas y no se pueden mejorar. Los factores que deben tenerse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser:

- a) Trabajo de pie
- b) Postura anormal
- c) Levantamiento de peso o uso de fuerza
- d) Intensidad de la luz
- e) Calidad del aire
- f) Tensión visual
- g) Tensión auditiva
- h) Tensión mental
- i) Monotonía mental
- j) Monotonía física

En la Tabla 3-2 se muestra un ejemplo de un sistema de suplementos por descanso (basado en el método de valoración objetiva con estándares de fatiga) como porcentaje de los tiempos normales. Este ejemplo es reconocido por gran cantidad de especialistas en tiempos.

**Tabla 3-2:** Sistema de suplementos

SISTEMA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO					
SUPLEMENTOS CONSTANTES	HOMBRE	MUJER	SUPLEMENTOS VARIABLES	HOMBRE	MUJER
Necesidades personales	5	7	<b>e) Condiciones atmosféricas</b>		
Básico por fatiga	4	4	Índice de enfriamiento, termómetro de Kata (milicalorías/cm <sup>2</sup> /segundo)		
<b>SUPLEMENTOS VARIABLES</b>	<b>HOMBRE</b>	<b>MUJER</b>			
<b>a) Trabajo de Pie</b>			16		0
Trabajo de pie	2	4	14		0
			12		0
<b>b) Postura anormal</b>			10		3
Ligeramente incómoda	0	1	8		10
Incómoda (inclinado)	2	3	6		21
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	5		31
			4		45
<b>c) Uso de la fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b>			3		64
			2		100
Peso levantado por kilogramo			<b>f) Tensión visual</b>		
2.5	0	1	Trabajos de cierta precisión	0	0
5	1	2	Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
7.5	2	3	Trabajos de gran precisión	5	5
10	3	4	<b>g) Ruido</b>		
12.5	4	6	Continuo	0	0
15	5	8	Intermitente y fuerte	2	2
17.5	7	10	Intermitente y muy fuerte	5	5
20	9	13	Estridente y muy fuerte	7	7
22.5	11	16	<b>h) Tensión mental</b>		
25	13	20 (máx.)	Proceso algo complejo	1	1
30	17	-	Proceso complejo o atención dividida	4	4
33.5	22	-	Proceso muy complejo	8	8
			<b>i) Monotonía mental</b>		
<b>d) Iluminación</b>			Trabajo algo monótono	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante monótono	1	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy monótono	4	4
Absolutamente insuficiente	5	5	<b>j) Monotonía física</b>		
			Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

Fuente: (Salazar López, 2012)

### Cálculo del tiempo estándar

Para el cálculo del tiempo estándar se sigue el siguiente procedimiento:

1.- Determinación del número de ciclos a ser estudiados por elemento

Se elige en función de la Tabla 1-2.

2.- Cálculo del tiempo promedio por elemento o tiempo observado (TO)

$$TO = \sum xi / Lc (14)$$

Xi: tiempo observado

Lc: Numero de ciclos

3.- Calculo del tiempo básico en función de la valoración del ritmo

$$TB = TO * (Valor atribuido) / (Valor Estándar) \quad (15)$$

4.- Adición de suplementos

Se toma en función de cada trabajador suplementos variables y constantes y considerando si es hombre o mujer de acuerdo a la Tabla 3-2.

5.- Calculo del tiempo estándar (Ts)

$$Ts = TB * (1 + suplementos) (16)$$

### **2.2.10 Sistemas de Manufactura Push y Pull**

#### **Sistema Push**

El sistema push consiste en pronosticar el inventario necesario para satisfacer la demanda del cliente. Las empresas deben predecir qué productos comprarán los clientes junto con la cantidad de bienes que serán comprados. La compañía, a su vez, producirá suficientes productos para satisfacer la demanda prevista y vender, o empujar, los productos hacia el consumidor. Las desventajas del sistema de transmisión de control de inventario son que las previsiones son a menudo inexactas ya que las ventas pueden ser impredecibles y variar de un año a otro. Otro problema con los sistemas de control de inventario push es cuando se dejan demasiados productos en el inventario. Esto aumenta los costos de la empresa para el almacenamiento de estos productos. Una ventaja del sistema push es que la empresa está bastante segura de que

tendrá suficiente producto a la mano para completar los pedidos de los clientes, previniendo la incapacidad de satisfacer la demanda del cliente por el producto. Un ejemplo de un sistema push es Planificación de Requerimientos de Materiales o MRP (por sus siglas en inglés). El MRP combina los cálculos de las operaciones financieras y la planificación logística. Se trata de un sistema de información basado en una computadora que controla la planificación y la ordenación. Su propósito es asegurarse de que la materia prima y los materiales necesarios para la producción estén disponibles cuando se necesitan(Hunt, 2016).

La MRPe es un sistema Push, aplica una *programación inversa* después de aportar a un programa maestro de producción.

La MRP programa la producción mediante un aumento geométrico de la nomenclatura de materiales y en sentido inverso, es decir, desde la fecha de terminación deseada hacia atrás.

Para reducir el tiempo de espera y los trabajos sin terminar, en la manufactura sincronizada varía el tamaño de los lotes de procesos y de transferencia, procedimiento que no puede hacer la MRP(Chase & F Robert, 2014, p. 694).

### **Sistema Pull**

El sistema de control de inventario pull comienza con el pedido del cliente. Con esta estrategia, las empresas sólo tienen suficiente producto para cumplir con los pedidos del cliente. Una ventaja de este sistema es que no habrá exceso de inventario que necesite ser almacenado, reduciendo así los niveles de inventario y los costos de transporte y de almacenamiento de mercancías. Sin embargo, una desventaja importante para el sistema pull es que es altamente posible funcionar en dilemas de pedido, tales como un proveedor que no es capaz de obtener un envío a tiempo. Esto deja a la empresa imposibilitada para cumplir la orden y contribuye a la insatisfacción del cliente. Un ejemplo de un sistema de control de inventario pull es el sistema justo a tiempo, o sistema JIT. El objetivo es mantener los niveles de inventario al mínimo teniendo solo el suficiente inventario, ni más ni menos, para satisfacer la demanda del cliente. El sistema JIT elimina los residuos mediante la reducción de la cantidad de espacio de almacenamiento necesario para el inventario y los costos de almacenamiento de los productos(Hunt, 2016).

Si se compara el JIT con la manufactura sincronizada, el JIT es muy buen esfuerzo para reducir los tiempos de entrega y los trabajos sin terminar(Chase & F Robert, 2014, p. 694).

## **CAPÍTULO III**

### **3. METODOLOGÍA**

Este proyecto se desarrolla por medio de la investigación aplicada, porque se busca diseñar un programa de producción óptimo a través del estudio de la teoría de restricciones con una modelación en un simulador propendiendo la mejora de la productividad en la empresa CALZADO MARCIA – BUFFALO INDUSTRIAL.

#### **3.1 Modalidad básica de la investigación**

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se utiliza las siguientes modalidades: investigación de campo, investigación bibliográfica e investigación experimental.

#### **3.2 Investigación de campo**

Esta modalidad de investigación se da lugar ya que el investigador determina en la planta los parámetros que se utilizan para programar la producción, se trabaja con instrumentos de investigación como encuestas y una entrevista aplicada a los trabajadores y al gerente de la empresa, se realiza un estudio de tiempos a través de una grabación del proceso productivo en cada uno de los puestos de trabajo y se cronometra los mismos para calcular la capacidad de producción.

#### **3.3 Investigación bibliográfica**

Esta modalidad de investigación permite buscar la información necesaria para orientar el estudio a través de fuentes bibliográficas tales como tesis, artículos científicos, libros páginas web y así profundizar la investigación teórica y práctica.

#### **3.4 Investigación experimental**

Es experimental ya que los datos se obtienen a través de cálculo de tiempos, estudio de capacidad de producción y análisis de las restricciones del sistema, datos que se introducen en el



simulador ProModel® versión estudiantil para poder seleccionar el programa de producción más óptimo que permite mejorar la productividad de la empresa.

### 3.5 Población y muestra

La población de estudio para esta investigación son los obreros que laboran en la empresa CALZADO MARCIA – BUFFALO INDUSTRIAL y el jefe de producción a quienes se les aplica una encuesta y una entrevista respectivamente, el detalle de los obreros están descritos en la Tabla 1-3.

**Tabla 1-3:** Población de estudio

Área	Número de obreros
Troquelado	5
Aparado	12
Montaje	15
Acabados	8
<b>Total</b>	<b>40</b>

**Realizado por:** Santiago Aldás, 2016

Los obreros de la empresa, aportan información sobre el proceso productivo y es con los cuales se realiza el estudio de tiempos para determinar los parámetros de producción y así desarrollar la programación de la misma.

Como la población es inferior a 100 individuos, los 40 trabajadores pasan a formar parte de la muestra.

### 3.6 Recolección de información

La información preliminar para el desarrollo de la investigación se obtiene por medio de la técnica de la encuesta, formulando un cuestionario acorde a la guía de análisis de trabajo/lugar de trabajo Anexo A, y además una entrevista al gerente de la empresa Anexo B. A través del método de la observación directa se obtiene los tiempos necesarios para calcular la capacidad de producción del proceso. Las restricciones de capacidad se evalúan a través de la “Ley de Little” y la dinámica de la producción propuestas por Hopp y Spearman en el libro Factory Physics.

Para simular el programa de producción se utilizó el software ProModel ® versión estudiantil y las diferentes herramientas para análisis.

### **3.7 Descripción de Calzado Marcia – Buffalo Industrial**

Calzado Marcia – Buffalo Industrial es una empresa ecuatoriana, especializada en la fabricación de calzado de seguridad industrial, cumpliendo normas y especificaciones internacionales.

Calzado Marcia Buffalo-Industrial, elabora 39 modelos de zapatos, su planta se ubica en la ciudad de Ambato ciudadela Letamendi. La jornada laboral que cumplen los trabajadores es de 8 de la mañana a 5 de la tarde, con una hora para el almuerzo al medio día. La producción promedio es de 600 pares de calzado diarios en el modelo más sencillo, el proceso que utiliza es en serie y solo trabaja bajo pedido.

#### **Datos de la empresa:**

- **Nombre de la empresa:** Calzado Marcia – Buffalo Industrial
- **Contacto:** Arq. Patricio Cherrez / Tlga. Norma Paredes
- **Dirección:** Imbabura s/n y Gertrudiz Esparza,
- **Ciudad:** Ambato - Tungurahua
- **Email gerencia:** pcherrez60@yahoo.es
- **E-mail ventas:** norma\_7796@yahoo.com.mx
- **Web:** www.buffaloindustrial.com.ec

#### **Misión**

Dejamos huellas que perduran...

Basadas y sustentadas en la filosofía de nuestra empresa, el excelente trabajo y calidez humana, las vivencias y experiencias adquiridas, la búsqueda de nuevas alternativas, que brinden tecnología de punta a la fabricación de nuestro producto, satisfaciendo necesidades y cumpliendo a cabalidad nuestras obligaciones.

#### **Visión**

La visión viene desde los inicios de Buffalo Calzado Internacional, proponiendo ser una empresa eficiente, buscando la expansión de sus productos hacia mercados internacionales,

basada en estrategias y normas de calidad y rentabilidad, capaz de comercializar sus productos de manera competitiva con grandes mercados.

### Objetivos de la empresa

- Buscar nuevos procesos, maquinarias y tecnologías.
- Extender el producto a mercados internacionales.
- Competir contra grandes marcas a nivel nacional.
- Formular estrategias de venta.
- Comercializar productos de buena calidad
- Entregar el calzado a tiempo y de forma eficaz.
- Presentar al público un producto bueno bonito y barato.
- Ofrecer al cliente una alternativa de mayor comodidad para sus pies.

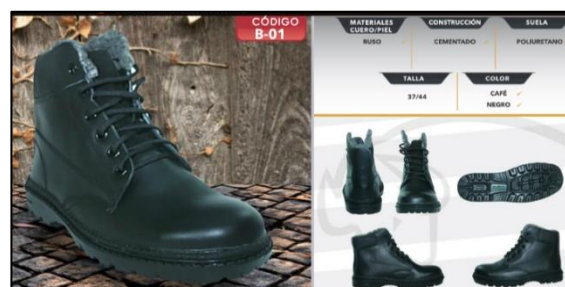
### Principios

Además se ha preocupado por inculcar los principios de lealtad, honestidad, compromiso, espíritu de equipo y de convivencia entre sus colaboradores, lo que han llevado a tener una exitosa permanencia en el mercado.

### Productos

La empresa ofrece gran variedad de productos de calzado de seguridad, gama que se puede apreciar en forma detallada en su página web [www.buffaloindustrial.com.ec](http://www.buffaloindustrial.com.ec). A continuación se muestra desde la Figura 1-3 a la Figura 5-3 algunos de los modelos que se fabrican de entre los más vendidos.

### Botas Industriales



**Figura 1-3:** Botas puntas de acero B-01

Fuente: (Calzado Buffalo Industrial, 2015)

## Dieléctrico Industriales



**Figura 2-3:** Dieléctrico Industriales D-03

Fuente:(Calzado Buffalo Industrial, 2015)

## Mujer Industrial



**Figura 3-3:** Mujer Industrial M-01

Fuente:(Calzado Buffalo Industrial, 2015)

## Rebajados Industrial



**Figura 4-3:** Rebajados industrial R-05

Fuente:(Calzado Buffalo Industrial, 2015)

## Semi botines Industrial



**Figura 5-3:**Semibotines Industrial S-15

Fuente:(Calzado Buffalo Industrial, 2015)

### 3.8 Descripción de las áreas de trabajo

Dentro de la fábrica existen diferentes áreas de producción que se las ha clasificado de la siguiente manera:

**Troquelado de Cuero:** En esta área de trabajo se cuenta con 5 trabajadores, se utiliza matrices de corte para los diferentes modelos, existe además 4 máquinas troqueladoras. Como se observa en la Ilustración 1-3.



**Ilustración 1-3:** Troquelado de cuerosRealizado por: Santiago Aldás, 2016

**Troquelado de Forros:** Para el troquelado de forros se trabaja con dos maquinarias, las actividades que se realizan aquí son además contrafuertes, punteras, plantillas de armado, terminado, forros y evas, se corta los forros. Este proceso se indica en la Ilustración 2-3.



**Ilustración 2-3:** Troquelado de forros  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### **Aparado**

En el área de aparado laboran 12 operarios, aquí se desarrollan las siguientes actividades:

**Destallado:** En la Ilustración 3-3 se observa el proceso que consiste en desbastar o disminuir el espesor del cuero en los sitios a ser empatados o doblados.



**Ilustración 3-3:** Destallado  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Preparado:** En este puesto de trabajo, se recibe los cortes y complementos elaborados en el área de troquelado para clasificarles en pares y posteriormente marcarlos, lo cual ayuda a la identificación de la talla, como se muestra en la Ilustración 4-3.



**Ilustración 4-3:** Área de preparado  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### **Pega blanca de cortes y complementos**

Se unta la pega blanca en los cortes y complementos clasificados de la actividad de preparado y los une manualmente, como se muestra en la Ilustración 5-3.



**Ilustración 5-3:** Pega blanca  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### **Aparado de cortes y complementos**

En la Ilustración 6-3 se evidencia la actividad donde se unen las partes del modelo solicitado para así poder armar el corte según el requerimiento de producción.



**Ilustración 6-3:** Aparado de cortes  
**Realizado por:** Santiago Aldás, 2016

### **Ojalillado**

En esta área de producción el obrero revisa el corte que llega del aparado y procede a realizar la operación de ojalillado, el cual consiste en colocar piezas metálicas en cada uno de los ojales. Ver Ilustración 7-3.



**Ilustración 7-3:** Ojalillado  
**Realizado por:** Santiago Aldás, 2016



## Conformado

En esta sección se unta el cemento de contacto en el talón (dentro del forro) y contrafuerte, se deja secar y posteriormente se coloca en la máquina conformadora de talón en caliente. La máquina conformadora se observa en la Ilustración 8-3



**Ilustración 8-3:** Conformado  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

## Pulido de plantas

Recibe las plantas necesarias para cada orden de producción y después se procede al cardado o pulido de contorno de las mismas. La máquina pulidora se muestra en la Ilustración 9-3.



**Ilustración 9-3:** Pulidora de plantas  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### **Preparado de plantas**

Prepara las plantas mediante la utilización de aditamentos, como se muestra en la Ilustración 10-3.



**Ilustración 10-3:** Preparado de plantas  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### **Pegado de recuñas y plantillas**

Se unta el cemento de contacto en la plantilla y la recuña, para después unirlos, y comenzar el proceso de montaje. Este proceso se observa en la Ilustración 11-3.



**Ilustración 11-3:** Pegado de recuñas y plantilla  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

## Emplantillado

Se selecciona las hormas, las puntas de acero y las capelladas, luego se procede a colocar la plantilla y la horma con una grapa, éste puesto de trabajo se muestra en la Ilustración 12-3



**Ilustración 12-3:** Emplantillado  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

## Armado de puntas

Se toma la horma y la capellada para unirlos después se lo coloca en la maquina vaporizadora para ablandar el cuero, se arma la punta con la ayuda de la máquina armadora de puntas posteriormente se unta cemento de contacto en la punta, para colocarla con el molde. Este proceso culmina con la colocación de la capellada en la banda transportadora. La armadora de puntas se muestra en la Ilustración 13-3.



**Ilustración 13-3:** Armado de puntas  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### **Armado de lados**

Se unta pegamento en el contorno de la capellada, ver Ilustración 14-3, luego se arman los lados y después se redondea la parte del talón y se retiran las grapas, finalmente la capellada es puesta en la banda transportadora.



**Ilustración 14-3:** Armado de lados  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### **Rayado o tizado**

En esta sección se marca o raya la parte en el calzado donde se realizara el cardado, ver Ilustración 15-3, además se rebaja el excedente existente.



**Ilustración 15-3:** Rayado  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

## Cardado

Se le da una superficie adecuada a la planta retirando el exceso de cuero como se observa en la Ilustración 16-3, para posteriormente untar la pega blanca.



**Ilustración 16-3:** Cardado  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

## Pega blanca capellada

Se coloca el preimer en el contorno de la capellada como se muestra en la Ilustración 17-3, posteriormente se coloca el PU el cuál se encuentra con un reticulante que permite disminuir el tiempo de secado y colocarlo en la banda transportadora.



**Ilustración 17-3:** Pega Blanca  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### **Reactivado de pega**

Se ubica la capellada y la planta en la banda reactivadora para luego poder unir manualmente los dos elementos y proceder a prensarlos, como se observa en la Ilustración 18-3.



**Ilustración 18-3:** Reactivado de pega  
**Realizado por:** Santiago Aldás, 2016

### **Enfriado**

Se traslada la capellada a la máquina enfriadora y posteriormente se procede a la extracción de la horma, como se ve en la Ilustración 19-3 y finalmente se cose el contorno del zapato.



**Ilustración 19-3:** Enfriado  
**Realizado por:** Santiago Aldás, 2016

## Producto terminado

### Terminado

En esta área se procede a: cortar hilos, quemar hilos, pulir exceso de pega, colocar pasadores, limpieza, abrillantado, enfundar por pares e identificar por tallas. Esta sección se muestra en la Ilustración 20-3.



**Ilustración 20-3: Terminados**  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### Empaque

Se acomoda el producto terminado en cartones, para su posterior distribución y entrega, como se muestra en la Ilustración 21-3.



**Ilustración 21-3: Empaque**  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

## Bodega de producto terminado

Lugar donde se almacena el producto terminado, ver Ilustración 22-3.



**Ilustración 22-3:** Bodega de producto terminado

Realizado por: Ing. Santiago Aldás, 2016

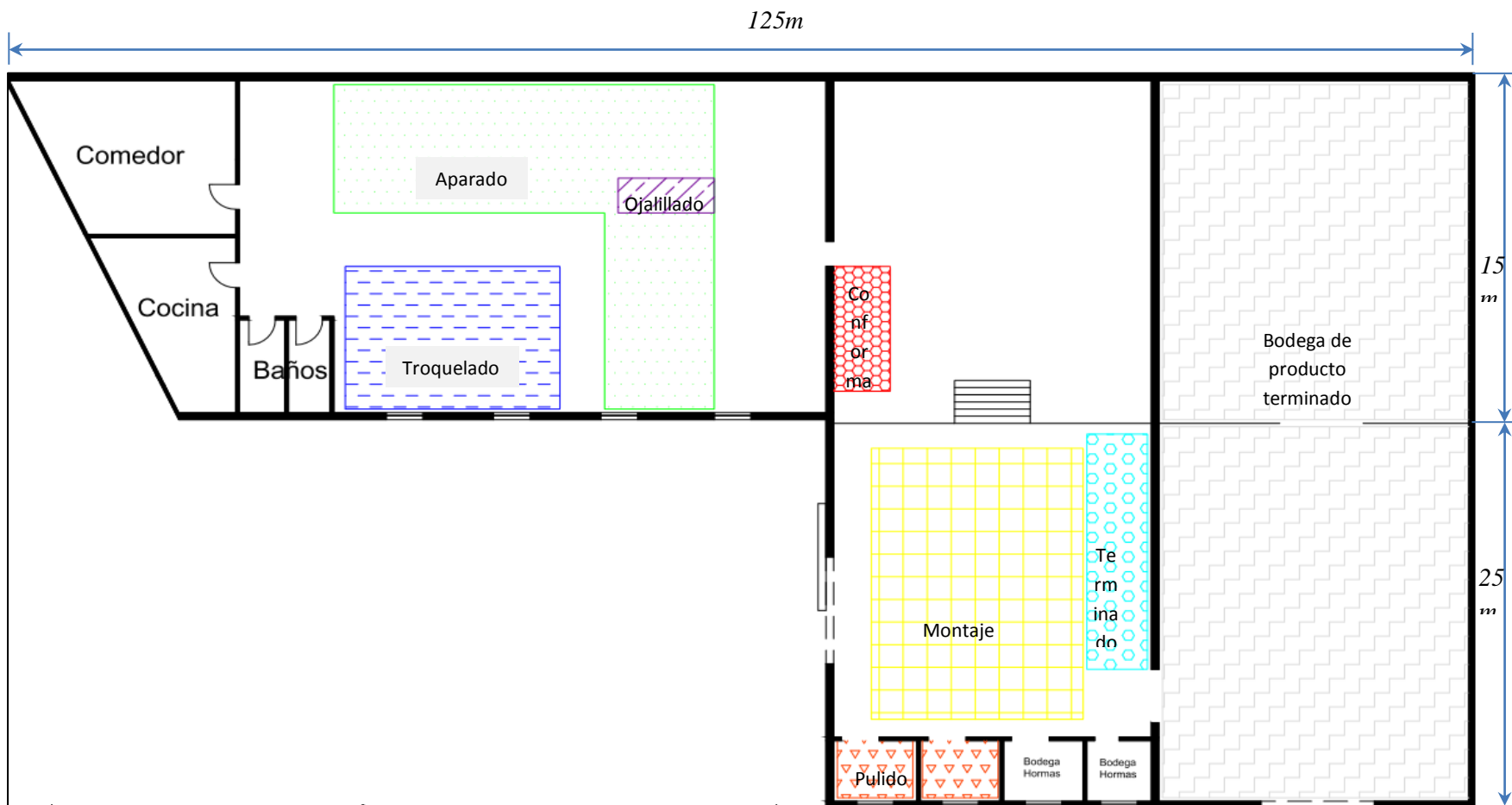
## Layout de la planta

La planta industrial de la empresa Marica-Buffalo Industrial cuenta con las siguientes áreas de trabajo:

- Bodega de Materia prima
- Troquelado
- Aparado
- Ojalillado
- Conformado
- Pulido
- Montaje
- Bodega de producto terminado

La distribución de todas estas áreas se las detalla en la Figura 6-3, las mismas que sirven para realizar el esquema grafico en el programa para la simulación





**Figura 6-3:** Layout de la planta

Fuente:(Cuzco O., 2015, p.56)

### 3.9 Descripción de la maquinaria a utilizarse

Para el desarrollo de los diferentes procesos productivos, se utilizan maquinas cuya función y cantidad se detalla en la Tabla 2-3

**Tabla 2-3:** Maquinaria a utilizarse

<b>Cantidad</b>	<b>Maquina</b>	<b>Función</b>
2	Troqueladora de expandibles	Cortar forros para obtener los complementos
4	Troqueladora de cueros	Cortar los cueros para obtener los cortes
2	Destalladora	Desbastar los cortes
11	Aparadora	Unir mediante hilos los cortes
1	Ojalilladora	Colocar ojales en las piezas armadas
2	Conformadora de talón	Moldear el talón de las piezas armadas
1	Emplantilladora	Grapar las piezas armadas con la plantilla
1	Armadora de puntas	Armar las puntas del calzado semi-armado
1	Armadora de lados	Armar los lados del calzado semi-armado
1	Pulidora	Disminuir el excedente de la planta
1	Compresor	Dar energía neumática para realizar distintas operaciones
1	Cardadora	Cardar todo el trazado del calzado semi - armado
1	Reactivadora de pega	Reactivar la pega del calzado
1	Cámara de frio	Enfriar el calzado
1	Prensa	Prensar el calzado semi- armado
1	Sacadora de hormas	Sacar el calzado de la horma
1	Segundiadora	Coser todo el contorno de la planta
2	Banda transportadora	Transportar los elementos de un área a otra
1	Vaporizadora	Calentar el calzado para facilitar su unión

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### 3.10 Materia prima utilizada

En el modelo estudiado se utiliza la materia prima en insumos que se detallan en la Tabla 3-3

**Tabla 3-3:** Materia prima

<ul style="list-style-type: none"><li>• Cueros de distintos colores</li><li>• Planta caucho</li><li>• Planta poliuretano</li><li>• Forros pik</li><li>• Mallas</li><li>• Pasadores</li><li>• Disolventes elásticos</li><li>• Esponja yumbolon</li><li>• Eva</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Expandible</li><li>• Gamuson</li><li>• Hilo</li><li>• Láminas de contrafuerte</li><li>• Ojalillos</li><li>• Pega</li><li>• Pintura</li><li>• Puntas (acero, plástico y policarbonato)</li><li>• Pega blanca</li></ul>
---	---

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### 3.11 Producto a ser estudiado

En la Industria de calzado Marcia Buffalo Industrial, se producen varios tipos de calzado industrial, los cuales demandan cantidades y tipos de materia prima similares, sin embargo según Orlando Cuzco (2015) en un estudio ABC del producto más demandado, se determinó que el modelo “Semibotín Industrial S-15” es el de mayor producción, por lo tanto se elige como modelo para el estudio posterior.

### 3.12 Descripción de proceso productivo

En la Figura 7-3 se puede apreciar el diagrama del proceso productivo para el calzado de seguridad seleccionado, el mismo que es detallado más adelante.

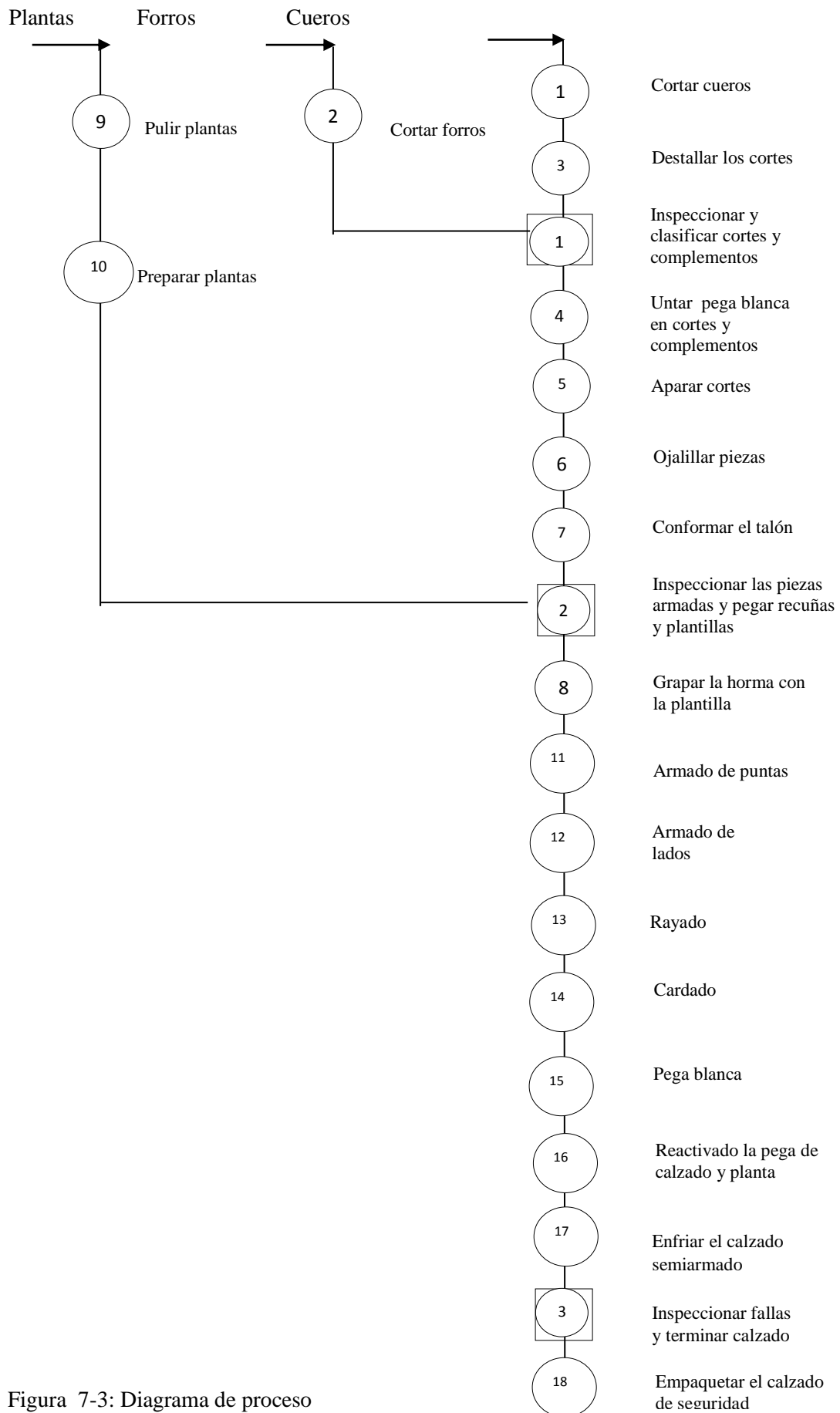


Figura 7-3: Diagrama de proceso  
 Realizado por: Santiago Aldás, 2016s

### 3.13 Detalle del proceso productivo

**Almacenamiento 1:** Recepción y almacenamiento de materia prima e insumos para la producción de calzado.

**Transporte 1:** Los Cueros son transportados al área troquelado de cuero, la cantidad de material transportado está dada según la orden de producción.

**Operación 1:** Se corta el cuero con las troqueladora, las cuales trabajan según el diseño y las dimensiones (tallas) dadas en la orden de producción, para ellos se utilizaran los troqueles (moldes) que facilitan la obtención de los cortes para conformar el zapato de seguridad.

**Transporte 2:** Los Forros son transportados a la actividad de troquelado de complementos, la cantidad de material transportado está dada por la orden de producción.

**Operación 2:** Se corta el forro con la ayuda de máquinas llamadas Troqueladoras Expandibles, las cuales trabajan según el diseño y las dimensiones (tallas) dadas en la orden de producción con el fin de obtener complementos como: Evas, Recuñas, Plantillas de terminado, Contrafuertes, Napas de collarín, Forro de talón, Forro de capellada, Refuerzo de orejeras, Contrafuerte de punteras.

**Transporte 3:** Los cortes y los complementos obtenidos de las operaciones 1 y 2 se transportan a la actividad de destallado.

**Operación 3:** Se destalla los cortes, esta operación consiste en disminuir el espesor del perímetro (bordes) de los cueros, para facilitar la unión de las mismas además su unión con otros elementos.

**Inspección y Operación 1:** Los cortes y las complementos son inspeccionadas para asegurarse que tengan las dimensiones adecuadas, después se los clasificara en pares y posterior a ello en el canto de la capellada.

**Transporte 4:** Los cortes preparados, obtenidos de la Inspección y Operación 1 son transportados a la actividad de pega blanca cortes y complementos.

**Operación 4:** Se coloca pega blanca en los cortes preparados y luego se los une manualmente.

**Operación 5:** Se aparan los cortes, esta actividad consiste en coser (unir) los cortes y los complementos de acuerdo al modelo y talla del zapato de seguridad que se va a fabricar, de esta operación se obtiene la capellada.

**Operación 6:** Se ojalillan las capelladas, que consiste en colocar piezas metálicas en cada uno de los ojales.

**Transporte 5:** Las capelladas obtenidas de la operación 5 son transportadas al área de conformado.

**Operación 7:** Se unta cemento de contacto entre el talón (dentro de forro) y el contrafuerte, luego se lo deja secar, y finalmente se cose el talón, para ello se utiliza la máquina llamada Conformadora de Talón, la misma que trabaja en caliente y en frío, la función de caliente es la primera en usarse, ya que se debe dejar la pieza en esta parte de la máquina por un periodo de tiempo, luego de este paso se usara la función en frío por lo que se colocara la pieza en esta parte de la máquina por un lapso de tiempo similar al usado en la función en caliente.

**Transporte 6:** Las capelladas obtenidas de la operación 6 son transportadas a la actividad de pegado de recuñas y plantillas.

**Inspección y Operación 2:** Las capellada son inspeccionadas para asegurarse que estén bien cosidos y se hallan colocado correctamente los ojales, después se coloca cemento de contacto en la plantilla y la recuña de las piezas armadas, para unirlos.

**Transporte 6:** Las capellada y las plantillas preparadas obtenidas de la inspección y operación 2 son transportadas a la actividad de emplantillado.

**Operación 8:** Se selecciona las hormas y las plantillas preparadas para graparlas y se les acomoda en lotes.

**Transporte 8:** Los insumos como las plantas son transportados a la actividad de pulido de plantas, la cantidad de material transportado está dada por la orden de producción.

**Operación 9:** Se realiza el cardado (pulido) del contorno de las plantas, después se los limpia con un soplete.

**Transporte 9:** Las plantas pulidas obtenidas de la operación 3 son transportados a la actividad de preparado de plantas.

**Operación 10:** Se colocan aditivos en el contorno de las plantas las cuales son de dos tipos, caucho y poliuretano, de acuerdo a características propias de cada planta se colocara los respectivos aditivos en el contorno.

**Transporte 10:** Las plantas preparadas obtenidas de la operación 9 son transportadas a la actividad de armado de puntas.

**Operación 11:** Se unen las capelladas con la horma, para ellos se usa una maquina llamada Vaporizadora, la misma que tiene como función ablandar el cuero, luego de realizado esta actividad se procede a armar la punta con ayuda de una maquina llamada Armadora de Puntas, los elementos unidos son el forro de capellada y las piezas armadas, después se unta cemento de contacto en la punta semi - armada y se lo coloca en un molde armador de puntas, finalmente se lo pone de nuevo en la banda transportadora.

**Operación 12:** Se unta pegamento alrededor de las capelladas para armar los costados del zapato de seguridad, para esta actividad se usa la Vaporizadora, posterior a ello se procede a armar los costados del calzado de seguridad, luego se vuelve a usar nuevamente la Vaporizadora en el talón, para terminar de armarlo y además redondearlo con ayuda de un martillo, finalmente se retiran las grapas y se coloca la capellada en la banda transportadora.

**Operación 13:** Con una mina de plata se marca el área para el cardado, después es puesto en la banda transportadora.

**Operación 14:** Se realiza el cardado que consiste en retirar el excedente de cuero en la capellada, luego de ello se da una superficie uniforme a la planta de la capellada, esto facilitara y asegurara el pegado del mismo con otros elementos.

**Operación 15:** Se coloca el preimer en el contorno de la capellada, luego se lo deja secar por un periodo de tiempo adecuado, después se coloca PU el mismo que se encuentra mezclado con un reticulante que disminuirá el tiempo de secado, finalmente se coloca la capellada en la banda transportadora.

**Operación 16:** Se reactiva la pega de la capellada y de la planta, mediante la utilización de una maquina llamada maquina reactivadora de pega, para luego unir manualmente los dos elementos y proceder a prensarlos.

**Operación 17:** La capellada es enfriada en una maquina llamada Cámara de Frio, la misma que trabaja a una temperatura de -22 °C y posterior a ello se retira el molde del zapato de seguridad y se cose el contorno del mismo.

**Transporte 11:** El calzado de seguridad obtenido de la operación 16 y se transporta a la actividad de terminado.

**Inspección y Operación 3:** El calzado de seguridad es inspeccionado para asegurarse que esté bien armado y que no posea imperfecciones en la superficie del cuero, después se cortan los hilos, se pule el exceso de pega, se coloca pasadores, se le abrillanta y se los enfunda en pares con su respectiva identificación de talla.

**Operación 18:** El calzado de seguridad se le coloca en cartones.

**Transporte 12:** Los cartones empacados en la operación 17 y se transporta al área de bodega de producto terminado.

**Almacenamiento 1:** Los cartones con producto terminados son almacenamiento en el área de bodega de producto terminado hasta su envío a los clientes.






### **3.14 Cursograma analítico del proceso**

En las Tablas 4-3; 5-3; 6-3 se observa el detalle de la descripción realizada de cada una de las actividades del proceso en la que se especifican las distancias de los transportes, los tiempos estándar y el número de actividad tomada del diagrama de ensamble, estos datos son fueron tomados para la fabricación de un par de calzado de seguridad en el modelo S-15.

Se realizan tres diagramas, uno para los procesos en el cuero, el segundo para forros y complementos y el tercero para plantas.








**Tabla 4-3:** Cursograma analítico - cuero

Cursograma Analítico		Material							
Diagrama Núm.: 1	Hoja: 1 de 1	Resumen							
Objeto: Calzado de seguridad modelo S-15		Actividad		Actual					
Proceso: Ensamble de cuero		Operación		15					
		Transporte		9					
Cantidad: 1 par		Inspección		3					
Responsable: Santiago Aldás		Almacenamiento		2					
Método : Actual		Demora		0					
Lugar: Calzado Marcia-Buffalo Industrial		Distancia(m)		86.68					
Operario(s):		Fecha: Enero 2016							
Descripción	Dist (m)	Tiem (min)	# Act	Actividades					
									
Bodega de materia prima			1						
Traslado a subárea de troquelado de cuero	29.6	2.28	1						
Cortar cueros		1.04	1						
A destallado	1.5	0.16	3						
Destallar cortes		0.32	3						
Inspeccionar y clasificar cortes y complementos		0.39	1						
A subárea de cortes, pega blanca y complementos	14.6	1.66	4						
Untar pega blanca en cortes y complementos		0.52	4						
Aparar cortes		1.9	5						
Ojalillar piezas		0.24	6						
Al área de conformado	8.3	0.62	5						
Conformar el talón		1.27	7						
Al área de plantillas y recuñas	8.1	0.52	6						
Inspeccionar las piezas armadas y pegar recuñas y plantillas		0.42	2						
Al subárea de emplantillado	7.25	0	7						
Grapar la horma con la plantilla		0.51	8						
Al subárea de armado de puntas	1	0.1	10						
Armado de puntas		0.42	11						
Armado de lados		0.93	12						
Rayado		0.42	13						
Cardado		0.40	14						
Pega blanca		0.47	15						
Reactivado de la pega de calzado y planta		0.85	16						
Enfriado de calzado semi-armado		1.28	17						
Al área de terminado	2.5	0.2	11						
Inspeccionar fallas y terminar calzado		0.99	3						
Empaquetar el calzado de seguridad		0.5	18						
A la bodega de producto terminado	13.8	1.18	12						
Bodega de producto terminado			2						






Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 5-3:** Cursograma analítico- forros

Cursograma Analítico		Material							
Diagrama Núm.: 1	Hoja: 1 de 1	Resumen							
Objeto: Calzado de seguridad modelo S-15		Actividad		Actual					
Proceso: Ensamble de forros		Operación		1					
		Transporte		1					
Cantidad: 1 par		Inspección		0					
Responsable: Santiago Aldás		Almacenamiento		1					
Método : Actual		Demora		0					
Lugar: Calzado Marcia-Buffalo Industrial		Distancia(m)		27.5					
Operario(s):		Fecha: Enero 2016							
Descripción	Dist (m)	Tiem (min)	# Act	Actividades					
									
Bodega de materia prima forros			1						
Traslado a subárea de troquelado de forros	27.5	2.28	2						
Cortar forros		1.3	2						

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 6-3:** Cursograma analítico - plantas

Cursograma Analítico		Material							
Diagrama Núm.: 1	Hoja: 1 de 1	Resumen							
Objeto: Calzado de seguridad modelo S-15		Actividad		Actual					
Proceso: Preparación de plantas		Operación		2					
		Transporte		2					
Cantidad: 1 par		Inspección		0					
Responsable: Santiago Aldás		Almacenamiento		1					
Método : Actual		Demora		0					
Lugar: Calzado Marcia-Buffalo Industrial		Distancia(m)		43.42					
Operario(s):		Fecha: Enero 2016							
Descripción	Dist (m)	Tiem (min)	# Act	Actividades					
									
Bodega de materia prima plantas			1						
Traslado a subárea de pulido de plantas	42.2	3.64	8						
Pulido de plantas		1.17	9						
Al sub área de preparado de plantas	1.22	0.25	9						
Preparar plantas		0.30	10						

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

En la Tabla 7-3 se observa un resumen de la cantidad de actividades que se realizan en todo el proceso productivo.

**Tabla 7-3:** Resumen de actividades

Actividad	Cuero	Forros	Plantas	Total
<b>Operación</b>	15	1	2	18
<b>Transporte</b>	9	1	2	12
<b>Inspección</b>	3	0	0	3
<b>Demora</b>	0	0	0	0
<b>Almacenaje</b>	2	1	1	4
<b>Distancia recorrida</b>	86,68 m	27,5 m	43,42 m	157,6 m

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### 3.15 Descripción de las actividades

A continuación desde la Tablas 8-3 a la Tabla 28-3 se describen con mayor detalle las actividades y subprocesos del proceso general, esto es necesario, ya que más adelante se deberá saber en qué actividad se encuentran los cuellos de botella y la mayoría de las restricciones del sistema

Se incluyen además los transportes en cada proceso, material, el número de estudio y la máquina que se utiliza, datos importantes al momento de ingresar datos al Simulador.

**Tabla 8-3:** Troquelado de cueros

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Cueros (Cuero cortado)	<b>ESTUDIO N°:</b> 1
<b>MATERIAL:</b> Cueros	
<b>PROCESO:</b> Troquelado de cueros	
<b>OPERACIÓN:</b> Cortar Cueros	
<b>MAQUINA:</b> Troqueladora de cueros	
<b>A</b>	Transportar los cueros a la actividad de troquelado de cueros
<b>B</b>	Colocar los cueros en la troqueladora de cueros
<b>C</b>	Cortar cueros (capelladas, talones y lengüetas)
<b>D</b>	Colocar los cortes en la mesa de trabajo
<b>E</b>	Acomodar los cortes en lotes

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 9-3:** Actividades troquelado de forros

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Forros cortados <b>MATERIAL:</b> Forros <b>PROCESO:</b> Troquelado de forros <b>OPERACIÓN:</b> Cortar Forros <b>MAQUINA:</b> Troqueladora expandible	<b>ESTUDIO N°:02</b>
<b>A</b> Transportar los forros a la actividad de troquelado de forros <b>B</b> Colocar los forros en la Troqueladora expandible <b>C</b> Cortar de forros (Evas, recuñas, plantillas de terminado, contrafuertes, napas de collarín, forro de talón, forro de capellada, refuerzo de orejeras, contrafuerte de punteras) <b>D</b> Colocar los complementos en la mesa de trabajo <b>E</b> Acomodar los complementos en lotes	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 10-3:** Actividades del destallado

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Cortes destallados <b>MATERIAL:</b> Cortes y complementos <b>PROCESO:</b> Destallado <b>OPERACIÓN:</b> Destallar cortes <b>MAQUINA:</b> Destalladora	<b>ESTUDIO N°:03</b>
<b>A</b> Transportar los cortes a la actividad de destallado <b>B</b> Transportar los complementos a la actividad de destallado <b>C</b> Destallado de cortes <b>D</b> Armar en pares los cortes destallados y los complementos <b>E</b> Colocar los pares en lotes	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 11-3:** Actividades del preparado

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Cortes y complementos preparados <b>MATERIAL:</b> Cortes preparado, complementos y pinturas <b>PROCESO:</b> Preparado <b>OPERACIÓN:</b> Inspeccionar y clasificar los cortes y complementos <b>MAQUINA:</b> No aplica	<b>ESTUDIO N°:04</b>
<b>A</b> Transportar los cortes destallados y complementos a la actividad de preparado <b>B</b> Inspeccionar los cortes y complementos <b>C</b> Clasificar en pares los cortes y complementos <b>D</b> Pintar una línea de color en el canto de la capellada y el talón	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 12-3:** Actividades de pega blanca y complementos

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Cortes y complementos	<b>ESTUDIO N°:05</b>
<b>MATERIAL:</b> Cortes preparado y complementos	
<b>PROCESO:</b> Pega blanca, cortes y complementos	
<b>OPERACIÓN:</b> Colocar pega blanca en cortes y complementos	
<b>MAQUINA:</b> No aplica	
<b>A</b> Transportar los complementos y cortes preparados a la actividad de pega blanca cortes y complementos	
<b>B</b> Colocar pega blanca en los cortes	
<b>C</b> Unir manualmente los cortes y los complementos	
<b>D</b> Colocar los pares en la banda transportadora	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 13-3:** Actividades de aparado

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Piezas Armadas	<b>ESTUDIO N°: 06</b>
<b>MATERIAL:</b> Cortes destallados , complementos preparados, hilos, agujas y cemento de contacto	
<b>PROCESO:</b> Aparado	
<b>OPERACIÓN:</b> Aparar los cortes y complementos	
<b>MAQUINA:</b> Aparadora	
<b>A</b> Recoger los cortes destallados y los complementos preparadas de la banda trasnp.	
<b>B</b> Armar los cuellos	
<b>C</b> Sisar el talón izquierdo y derecho	
<b>D</b> Coser la eva y el contrafuerte al talón	
<b>E</b> Coser los laterales	
<b>F</b> Pegar capellada con forro y lengüeta	
<b>G</b> Coser la etiqueta	
<b>H</b> Cerrado	
<b>I</b> Colocar las capelladas en la banda transportadora	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 14-3:** Actividades para el ojalillado

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Capelladas	<b>ESTUDIO N°: 07</b>
<b>MATERIAL:</b> Capelladas de aparado, Ojalillos	
<b>PROCESO:</b> Ojalillado	
<b>OPERACIÓN:</b> Ojalillar capelladas	
<b>MAQUINA:</b> No aplica	
<b>A</b> Recoger las capelladas de la banda transportadora	
<b>B</b> Ojalillado de las capelladas	
<b>C</b> Colocarlas las capelladas ojalilladas en la mesa de trabajo	
<b>D</b> Acomodar las capelladas ojalilladas en lotes	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 15-3:** Actividades para el conformado

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Capelladas	<b>ESTUDIO N°:</b> 08
<b>MATERIAL:</b> Capelladas de Ojalillado, cemento de contacto	
<b>PROCESO:</b> Conformado	
<b>OPERACIÓN:</b> Conformar talón	
<b>MAQUINA:</b> Conformadora de talón	
<b>A</b>	Transportar las capelladas de ojalillado al área de conformado
<b>B</b>	Colocar las capelladas de ojalillado en la conformadora de talón
<b>C</b>	Colocar pegamento en el contrafuerte y el talón
<b>D</b>	Conformar el talón en frío
<b>E</b>	Conformar el talón en caliente
<b>F</b>	Colocar las capelladas de conformado en la mesa de trabajo
<b>G</b>	Acomodar las capelladas de conformado en lotes

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 16-3:** Actividades para pulido de plantas

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Plantas pulidas	<b>ESTUDIO N°:</b> 09
<b>MATERIAL:</b> Plantas sin tratamiento	
<b>PROCESO:</b> Pulido de plantas	
<b>OPERACIÓN:</b> Pulir plantas	
<b>MAQUINA:</b> Pulidora , compresor	
<b>A</b>	Transportar las plantas a la actividad de pulido plantas
<b>B</b>	Colocar las plantas en la pulidora
<b>C</b>	Pulido de la planta
<b>D</b>	Sopletear la planta pulida
<b>E</b>	Colocar las plantas pulidas en la mesa de trabajo
<b>F</b>	Acomodar las plantas pulidas en lotes

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 17-3:** Actividades preparado de plantas

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Plantas preparadas	<b>ESTUDIO N°:</b> 10
<b>MATERIAL:</b> Plantas pulidas, alogenante, PU y preimer	
<b>PROCESO:</b> Preparado de plantas	
<b>OPERACIÓN:</b> preparar las plantas	
<b>MAQUINA:</b> No aplica	
<b>A</b>	Transportar las plantas pulidas a la actividad de preparado de plantas
<b>B</b>	Colocar las plantas pulidas en la mesa de trabajo
<b>C</b>	Untar alogenante, preimer y pega blanca en la planta
<b>D</b>	Colocar las plantas preparadas en la mesa de trabajo
<b>E</b>	Acomodar las plantas preparadas en lotes

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 18-3:** Actividades para pegado de recuñas y plantillas

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Plantilla preparada	<b>ESTUDIO N°:</b> 11
<b>MATERIAL:</b> Recuñas, plantillas y cemento de contacto	
<b>PROCESO:</b> Pegado de recuñas y plantillas	
<b>OPERACIÓN:</b> Inspeccionar las piezas armadas y pegar las recuñas y plantillas	
<b>MAQUINA:</b> No aplica	
<p>A Transportar las capelladas de conformado a la actividad de pegado de recuñas y plantillas</p> <p>B Colocar las capelladas de conformado en la mesa de trabajo</p> <p>C Inspeccionar las capelladas de conformado</p> <p>D Untar cemento de contacto en la recuña y plantilla</p> <p>E Pegar las recuñas y plantillas</p> <p>F Colocar la plantilla preparada en la mesa de trabajo</p> <p>G Acomodar las plantillas preparadas y las capelladas en lotes</p>	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 19-3:** Actividades para emplantillado

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Capelladas	<b>ESTUDIO N°:</b> 12
<b>MATERIAL:</b> Plantillas preparadas, capelladas, hormas, puntas de acero	
<b>PROCESO:</b> Emplantillado	
<b>OPERACIÓN:</b> Grapar la horma con la plantilla	
<b>MAQUINA:</b> Emplantilladora	
<p>A Transportar las capelladas y las plantillas preparadas a la actividad de emplantillado</p> <p>B Colocar las plantillas preparadas y las capelladas en la mesa de trabajo</p> <p>C Seleccionar una plantilla preparada, una capellada y una horma</p> <p>D Grapar la horma con la plantilla</p> <p>E Colocar la capellada de emplantillado en la mesa de trabajo</p> <p>F Acomodar las capelladas de emplantillado en lotes</p>	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 20-3:** Actividades para armado de puntas

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Capelladas	<b>ESTUDIO N°:</b> 13
<b>MATERIAL:</b> Capelladas de emplantillado, horma de emplantillado, plantas preparadas y puntas de acero	
<b>PROCESO:</b> Armado de puntas	
<b>OPERACIÓN:</b> Armar la punta del calzado	
<b>MAQUINA:</b> Armadora de puntas	
<p>A Transporte de las plantas preparadas a la actividad de armado de puntas</p> <p>B Colocar las capelladas, plantas preparadas y la horma de emplantillado en la mesa de trabajo</p> <p>C Seleccionar una punta de acero</p> <p>D Armar la punta del calzado de seguridad (unir la horma, las piezas armadas y la punta de acero)</p> <p>E Untar cemento de contacto en la punta</p> <p>F Colocarlo en un molde</p> <p>G Colocar la capellada en la parte superior de la banda transportadora y las plantas preparadas en la parte inferior de la banda transportadora</p>	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 21-3:** Actividades para armado de lados

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Capelladas	<b>ESTUDIO N°:</b> 14
<b>MATERIAL:</b> Capelladas de armado de puntas, cemento de contacto	
<b>PROCESO:</b> Armado de lados	
<b>OPERACIÓN:</b> Armar los lados del calzado de seguridad	
<b>MAQUINA:</b> Armadora de lados	
A	Recoger la capellada de la parte superior de la banda transportadora
B	Untar cemento de contacto en el contorno de la capellada
C	Colocarlas la capellada armado en la armadora de lados
D	Coser los lados de la capellada
E	Redondear el talón de la capellada con el martillo pequeño
F	Retirar las grapas de la horma
G	Colocar la capellada en la parte superior de la banda transportadora

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 22-3:** Actividades para rayado

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Capelladas	<b>ESTUDIO N°:</b> 15
<b>MATERIAL:</b> Capelladas de armado de lados	
<b>PROCESO:</b> Rayado	
<b>OPERACIÓN:</b> Rayar las zonas a cardar	
<b>MAQUINA:</b> No aplica	
A	Recoger la capellada de la parte superior de la banda transportadora
B	Revisar todo la capellada en busca de zonas donde necesita ser cardado
C	Rayar toda las zonas que van a cardadas
D	Colocar la capellada en la parte superior de la banda transportadora

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 23-3:** Actividades del cardado

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Capelladas	<b>ESTUDIO N°:</b> 16
<b>MATERIAL:</b> Capelladas rayadas	
<b>PROCESO:</b> Cardado	
<b>OPERACIÓN:</b> Cardar zonas rayadas	
<b>MAQUINA:</b> Cardadora	
A	Recoger la capellada de la parte superior de la banda transportadora
B	Revisar todo la capellada en busca de zonas rayadas
C	Cardar todas las zonas rayadas en la capellada
D	Colocar la capellada en la parte superior de la banda transportadora

Realizado por: Santiago Aldás, 2016



**Tabla 24-3:** Actividades para pega blanca

DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES	
<b>PRODUCTO:</b> Capelladas	<b>ESTUDIO N°:</b> 17
<b>MATERIAL:</b> Capelladas cardado, Preimer, PU, reticulante	
<b>PROCESO:</b> Pega blanca	
<b>OPERACIÓN:</b> Untar PU, preimer y reticulante	
<b>MAQUINA:</b> No se utiliza	
<p>A Recoger la capellada de la parte superior de la banda transportadora</p> <p>B Untar preimer en el contorno de la capellada</p> <p>C Untar PU con reticulante en el contorno de la capellada</p> <p>D Colocar la capellada en la parte superior de la banda transportadora</p>	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 25-3:** Actividades de reactivado de pega

DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES	
<b>PRODUCTO:</b> Capelladas	<b>ESTUDIO N°:</b> 18
<b>MATERIAL:</b> Capelladas preparadas	
<b>PROCESO:</b> Reactivado de pega	
<b>OPERACIÓN:</b> Reactivar la pega de la capellada y de la planta preparada	
<b>MAQUINA:</b> Reactivadora de pega y prensadora	
<p>A Recoger la capellada de la parte superior de la banda transportadora</p> <p>B Recoger la planta preparada de la parte inferior de la banda transportadora</p> <p>C Colocar la capelladas y la planta preparada en la reactivadora de pega</p> <p>D Reactivar la pega de la capellada y de la planta preparada</p> <p>E Recoger la capellada y las plantas reactivadas de la reactivadora de pega</p> <p>F Acomodar manualmente las plantas reactivadas con la capellada</p> <p>G Colocar en la prensadora la capellada junto a la planta reactivada</p> <p>H Prensar la capellada y la planta reactivada</p> <p>I Colocar la capellada en la parte superior de la banda transportadora</p>	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 26-3:** Actividades de enfriado

DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES	
<b>PRODUCTO:</b> Capelladas	<b>ESTUDIO N°:</b> 19
<b>MATERIAL:</b> Capelladas reactivadas	
<b>PROCESO:</b> Enfriado	
<b>OPERACIÓN:</b> Enfriar las capelladas	
<b>MAQUINA:</b> Cámara de frío, sacadora de hormas y segundiadora	
<p>A Recoger la capellada de la parte superior de la banda transportadora</p> <p>B Colocar la capellada en la cámara de frío</p> <p>C Enfriar la capellada</p> <p>D Recoger la capellada de la cámara de frío</p> <p>E Colocar la capellada en la sacadora de hormas</p> <p>F Sacar la horma de la capellada</p> <p>G Recoger la capellada de la prensadora</p> <p>H Colocar la capelladas en la segundiadora</p>	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 27-3:** Actividades de terminado

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Calzado de seguridad	<b>ESTUDIO N°:</b> 20
<b>MATERIAL:</b> Capelladas, pasadores, esponja, abrillantador	
<b>PROCESO:</b> Terminado	
<b>OPERACIÓN:</b> Inspeccionar las fallas y terminar el calzado de seguridad	
<b>MAQUINA:</b> No aplica	
<b>A</b>	Transportar la capellada a la actividad de terminado
<b>B</b>	Colocar la capellada en la mesa de trabajo
<b>C</b>	Inspeccionar la capellada en busca de fallas
<b>D</b>	Recortar y quemar la sobra de hilos
<b>E</b>	Limpieza del calzado de seguridad
<b>F</b>	Colocar pasadores
<b>G</b>	Acomodar en lotes el calzado de seguridad

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 28-3:** Actividades de empaque

<b>DESCRIPCIÓN DE SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES</b>	
<b>PRODUCTO:</b> Calzado de seguridad en cartones	<b>ESTUDIO N°:</b> 21
<b>MATERIAL:</b> Calzado de seguridad, fundas, cartones	
<b>PROCESO:</b> Empaque	
<b>OPERACIÓN:</b> Empaquetar el calzado de seguridad	
<b>MAQUINA:</b> No se utiliza	
<b>A</b>	Transportar el calzado de seguridad a la actividad de empaque
<b>B</b>	Seleccionar el calzado de seguridad en pares
<b>C</b>	Colocar el calzado de seguridad en una funda
<b>D</b>	Colocar el calzado de seguridad enfundado en un cartón
<b>E</b>	Transportar los cartones a la bodega de producto terminado

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### 3.16 Diagrama de recorrido

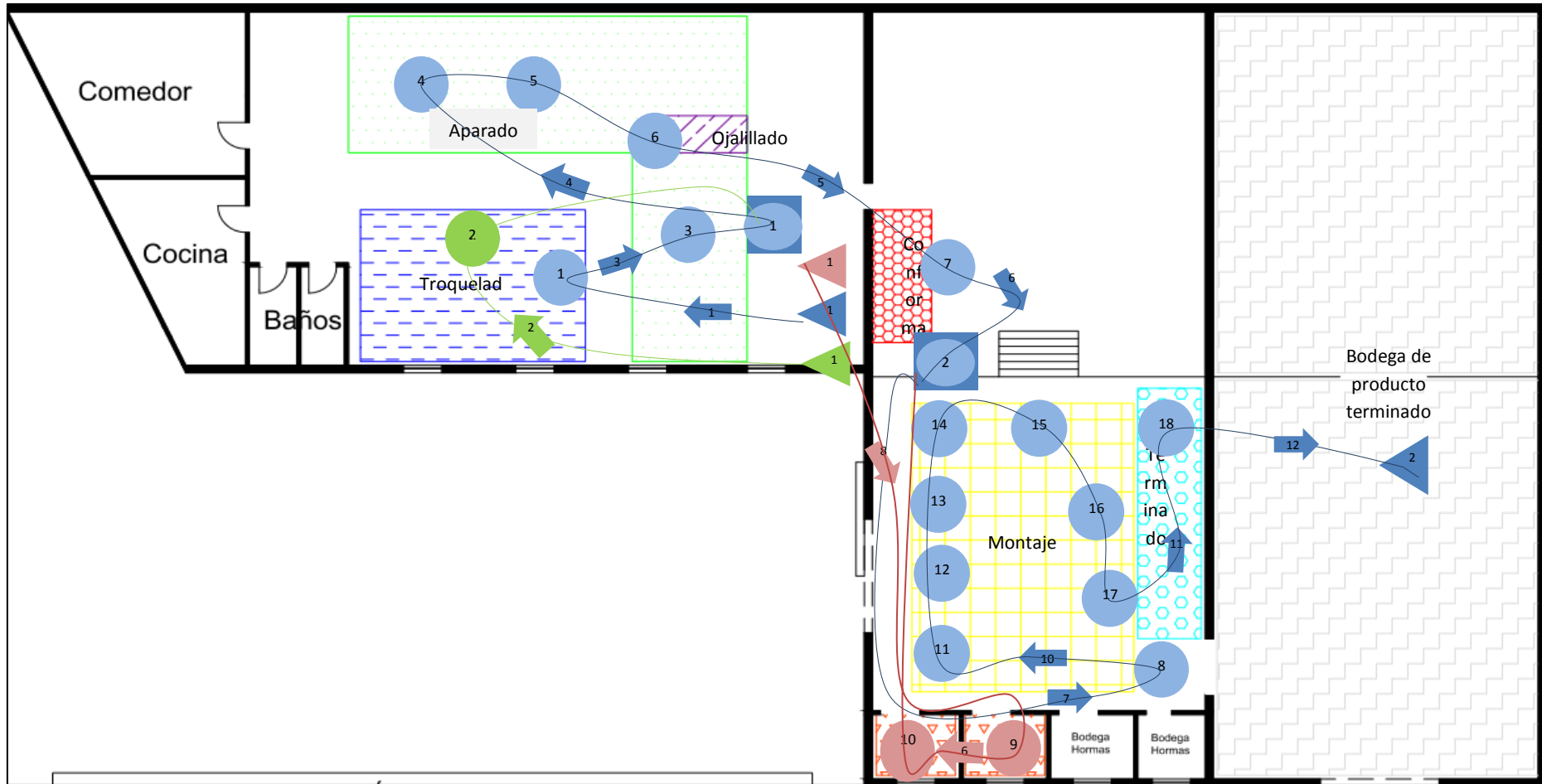
En la Figura 8-3, se detalla el diagrama de recorrido sobre el Lay out de la planta.

Las actividades marcadas con color celeste corresponden al recorrido del cuero

Las actividades marcadas con color verde corresponden al recorrido de forros

Las actividades marcadas con color rosado corresponden al recorrido de plantas

El diagrama de recorrido sirve como referencia para diseñar la interface gráfica en el modelo de simulación que se desarrollará en el siguiente capítulo.



**Figura 8-3:** Diagrama de recorrido

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### 3.17 Estudio de tiempos

A continuación se realiza un detalle completo del estudio de tiempos tomado para una actividad y para las demás se consideran parámetros similares, las mismas que se detallan en el Anexo C. Para el ejemplo se toma la actividad de troquelado.

En el estudio de tiempos se considera:

- a) Tiempo Base: Los tiempos que se expresan en la Tabla 29-3 son calculados para un par de zapatos de seguridad, en vista que son tiempos muy pequeños, se procede a tomar el ciclo en lotes de diez unidades para posteriormente dividir ese tiempo entre la cantidad del lote, es por esto que se opta por trabajar con un número de observaciones de 10 de acuerdo a la Tabla 1-2 explicada en el fundamento teórico.

**Tabla 29-3:** Estudio de tiempos troquelado de cueros

Estudio de tiempos: Ciclo breve																
Actividad: Troquelado de cueros		Área: Troquelado		Estudio núm: 01												
Operación: Cortar cueros		Hoja núm: 01 de: 01														
Producto: Cortes		Término:														
Material: Cueros		Operario:														
Núm: 1 par		Ficha núm: 01														
		Observado por: Aldas Santiago														
		Fecha: 12 -12-2015														
		Comprobado:														
		Jefe de producción														
Calidad: Estándar		Condiciones de trabajo: Normales														
El núm.	Descripción del elemento	Tiempo observado										Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
A	Transportar los cueros a la actividad de troquelado de cueros	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	3,29	0,33	102,0	0,34
B	Colocar los cueros en la troqueladora de cueros	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,30	0,03	113,0	0,03
C	Cortar cueros (capelladas, talones y lenguetas)	0,27	0,32	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,31	0,30	0,29	2,91	0,29	105,0	0,31	
D	Colocar los cortes en la mesa de trabajo	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,73	0,07	102,0	0,07	
E	Acomodar los cortes en lotes	0,18	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,18	0,17	0,16	1,60	0,16	107,0	0,17	
															Suma:	0,92
																Básicos del ciclo
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.																

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

Primeramente se halla el tiempo observado, a través de la técnica del cronometraje, luego se calcula el promedio entre el número de observaciones de cada ciclo para esto se utiliza la ecuación (14).

A continuación para obtener el tiempo básico se multiplica el promedio del tiempo observado por la valoración del ritmo de trabajo utilizando la ecuación (15), el mismo que se explicará con mayor detalle en el literal (d).

Finalmente se suman los tiempos básicos para obtener el tiempo base total.

En este estudio se separan los tiempos de máquina, manual y de transporte para posteriormente calcular el tiempo estándar considerando los suplementos de los operarios.

- b) Tiempo manual: Es el tiempo básico en el que solo interviene la mano de obra de los operarios
- c) Tiempo de maquina: Es el tiempo básico en el que solo interviene maquinarias y equipos
- d) Valoración del ritmo de trabajo

En el ejemplo analizado (troquelado), se obtiene la valoración del ritmo para las actividades de acuerdo a la Tabla 2-2 del fundamento teórico que se detalla en la Tabla 30-3.

**Tabla 30-3:** Valoración del ritmo de trabajo-troquelado

<b>Actividad</b>	<b>Habilidad</b>	<b>Esfuerzo</b>	<b>Condiciones</b>	<b>Consistencia</b>	<b>Valoración</b>
A	0.00	0.02	0.00	0.00	102,0
B	0.08	0.02	0.02	0.01	113,0
C	0,03	0,00	0,02	0,00	105,0
D	0.00	0.02	0.00	0.00	102,0
E	0,02	0,02	0,02	0,01	107,0

**Realizado por:** Santiago Aldás, 2016

Los resultados de la tabla anterior se detallan a continuación:

- Para transportar los cueros a la actividad de troquelado de cueros solamente se requiere un esfuerzo Bueno y una habilidad, consistencia y condiciones promedio.
- Para colocar los cueros en la troqueladora se requiere una excelente habilidad, ya que se debe ser muy preciso para ajustar de acuerdo al troquel, un esfuerzo Bueno, condiciones buenas así como una buena consistencia.

- Para cortar cueros, al ser una actividad de maquina combinada con la manual, se requiere una excelente habilidad, esfuerzo y consistencia promedio y buenas condiciones.
- Para colocar cortes en la mesa de trabajo es necesario solamente un esfuerzo bueno y habilidad, condiciones y consistencia promedio.
- Para acomodar los cortes en lotes es necesario una buena habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia.

Las consideraciones anteriores se toman para todo el estudio.

e) Suplementos: es un porcentaje que se incrementa al tiempo básico en función de necesidades del trabajador o actividades en condiciones especiales que ameriten esfuerzos adicionales. Los suplementos se consideran en el estudio de acuerdo a la Tabla3-2 del fundamento teórico.

Para el presente ejemplo el cálculo de suplementos se determina en la Tabla 31-3.

**Tabla 31-3: Cálculo de suplementos**

<b>Suplementos: Trabajador hombre</b>	<b>%</b>
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
Trabajar de pie	2
Ruido	2
<b>Total</b>	<b>13</b>

**Realizado por:** Santiago Aldás, 2016

- f) Tiempo estándar de la actividad: Es una subdivisión del tiempo estándar total que corresponde solamente a la realización de la actividad mencionada del proceso sin considerar el transporte dentro de la misma.
- g) Tiempo estándar del transporte: Es una subdivisión del tiempo estándar total que corresponde solamente al transporte de material al puesto de trabajo.
- h) Tiempo estándar total: Se calcula multiplicando el tiempo básico por el porcentaje de los suplementos más 1, como se expresa en la ecuación (16).

En la Tabla32-3 se muestra el tiempo básico que es de 0,92 min, el mismo que es igual a la suma del tiempo manual 0,61 min y tiempo de máquina 0,31 min correspondiente a la actividad (C),

los suplementos calculados en el literal (e) que es del 13% , finalmente el tiempo estándar total es 1,04 min.

En las dos últimas filas de la Tabla32-3 se muestra adicionalmente se en forma separada el tiempo de actividad y el de transporte.

**Tabla 32-3:** Tiempo estándar troquelado de cueros

Tiempo manual		0,61	min
Tiempo de maquina		0,31	min
<b>Tiempo básico</b>		<b>0,92</b>	<b>min</b>
Suplementos		0,13	%
<b>Tiempo estándar total</b>		<b>1,04</b>	<b>min/par</b>
Tiempo estándar de la operación		0,66	min
Tiempo estándar de transporte		0,38	min

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### 3.18 Resultados de la encuesta y entrevista

La encuesta se aplica a los 40 operarios de la planta, y una entrevista al jefe de planta, donde se menciona de entre los aspectos más importantes que no se dispone de áreas de trabajo definidas ya que se les ordena acudir a otras áreas de manera improvisada, casi ningún operario conoce los tiempos de producción ni siquiera para el producto más elaborado.

Se menciona que existe inventario en proceso acumulado incluso por mucho tiempo, generando utilización innecesaria de espacio que se requiere para otras ordenes de producción.

No se conoce la tasa de producción diaria ya que no se programa adecuadamente la misma bajo ninguna secuencia óptima de operación.

En la mayoría de casos se entrega pedidos atrasados, donde se aduce además que esto se da debido a entrega atrasada de materias primas por parte de los proveedores.

Se dice además que a veces incluso es necesario trabajar horas extras para cumplir los pedidos a tiempo. Finalmente se menciona que el cuello de botella de la planta donde se genera el mayor tiempo de proceso y a veces retraso es en la sección de aparato.

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Resultados del estudio de tiempos

En la Tabla 1-4 se presenta el resumen de todos los tiempos tomados para el caso de estudio, además se muestra el tiempo básico, tiempo manual, suplementos y el tiempo estándar para un par.

**Tabla 1-4:** Resumen de tiempos

Actividad	Tiempo Básico (TB)	Tiempo Manual (TAM)	Tiempo de máquina (T.M.)	Suplementos por descanso	Tiempo de la actividad Min	Tiempo estándar min/par
<b>Troquelado de cueros</b>	0,92	0,61	0,31	13,00	0,66	1,04
<b>Troquelado de forros</b>	1,15	0,82	0,33	13,00	0,93	1,30
<b>Destallado</b>	0,28	0,10	0,18	17,00	0,30	0,32
<b>Preparado</b>	0,32	0,32	0,00	21,00	0,37	0,39
<b>Pega blanca, cortes y com.</b>	0,42	0,42	0,00	23,00	0,24	0,52
<b>Aparado de cortes y completos.</b>	1,85	0,21	1,64	23,00	1,90	1,90
<b>Ojalillado</b>	0,21	0,12	0,10	23,00	0,24	0,24
<b>Conformado</b>	1,15	0,64	0,51	19,00	1,17	1,27
<b>Pulido de plantas</b>	1,04	0,58	0,46	23,00	0,57	1,17
<b>Preparado de plantas</b>	0,24	0,24	0,00	23,00	0,26	0,30
<b>Pegado de recuñas y plantillas</b>	0,34	0,34	0,00	25,00	0,30	0,42
<b>Emplantillado</b>	0,42	0,36	0,07	25,00	0,26	0,51
<b>Armado de puntas</b>	0,37	0,17	0,20	25,00	0,39	0,42
<b>Armado de lados</b>	0,83	0,39	0,44	25,00	0,91	0,93
<b>Rayado</b>	0,34	0,34	0,00	25,00	0,42	0,42
<b>Cardado</b>	0,38	0,10	0,28	25,00	0,40	0,40
<b>Pega blanca</b>	0,38	0,38	0,00	25,00	0,47	0,47
<b>Reactivado de pega</b>	0,77	0,33	0,45	25,00	0,85	0,85
<b>Enfriado</b>	1,23	0,23	1,00	25,00	1,28	1,28
<b>Terminado</b>	0,79	0,79	0,00	25,00	0,96	0,99
<b>Empaque</b>	0,40	0,40	0,00	25,00	0,30	0,50

Realizado por: Santiago Aldás, 2016



En el estudio de tiempos realizado también se obtiene los de transporte que sirven para ingresarlos en el modelo de simulación, los mismos que se detallan en la Tabla 2-4.

**Tabla 2-4: Tiempos de transporte entre áreas de trabajo**

<b>Desde</b>	<b>Hacia</b>	<b>Tiempo por lote (min/lote)</b>
<b>Bodega de Materia Prima</b>	Troquelado de Cueros	2,28
<b>Bodega de Materia Prima</b>	Troquelado de Forros	2,18
<b>Bodega de Materia Prima</b>	Pulido plantas	3,64
<b>Troquelado de Cueros</b>	Destallado	0,16
<b>Troquelado de Forros</b>	Destallado	0,13
<b>Destallado</b>	Preparado	0,12
<b>Preparado</b>	Pega blanca cortes y complementos	1,66
<b>Pega blanca cortes y complementos</b>	Aparado de cortes y complementos	0,00
<b>Aparado de cortes y complementos</b>	Ojalillado	0,00
<b>Ojalillado</b>	Conformado	0,62
<b>Pulido plantas</b>	Preparado de plantas	0,25
<b>Conformado</b>	Pegado de recuñas y plantillas	0,72
<b>Pegado de recuñas y plantillas</b>	Emplantillado	1,52
<b>Emplantillado</b>	Armado de puntas	0,00
<b>Preparado de plantas</b>	Armado de puntas	0,16
<b>Armado de puntas</b>	Armado de lados	0,00
<b>Armado de lados</b>	Rayado	0,00
<b>Rayado</b>	Cardado	0,00
<b>Cardado</b>	Pega blanca	0,00
<b>Pega blanca</b>	Reactivado de pega	0,00
<b>Reactivado de pega</b>	Enfriado	0,00
<b>Enfriado</b>	Terminado	0,17
<b>Terminado</b>	Empaque	0,29
<b>Empaque</b>	Bodega de producto terminado	1,18

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

## Tiempos para la simulación

**Tabla 3-4:** Tiempos para la simulación

PROCESO	SUBPROCESO	TIEMPO ESTÁNDAR	TIEMPO PARA LA SIMULACIÓN (min)
<b>Troquelado</b>	Troquelado de cueros	1,04	1,3
	Troquelado de forros	1,30	
<b>Pulido</b>	Pulido de plantas	1,17	1,17
	Preparación de plantas	0,30	
<b>Aparado</b>	Destallado	0,32	1,9
	Preparado	0,39	
	Pega blanca de cortes y complementos	0,52	
	Aparado de cortes y complementos	1,90	
<b>Ojalillado</b>	Ojalillado	0,24	0,24
<b>Conformado</b>	Conformado de talón	1,27	1,27
<b>Montaje</b>	Pegado de recuñas y plantillas	0,42	1,28
	Emplantillado	0,51	
	Armado de puntas	0,42	
	Armado de lados	0,93	
	Rayado	0,42	
	Cardado	0,40	
	Pega blanca capellada	0,47	
	Reactivado de pega	0,85	
	Enfriado	1,28	
<b>Terminado</b>	Terminado	0,99	0,99
	Empaquetado	0,50	

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

Los datos de la Tabla 3-4 sirven para ingresar al programa de simulación, para esto se divide los procesos de acuerdo a las áreas en las que se trabaja dentro de la planta, estas son: Troquelado, Aparado, Ojalillado, Conformado, Montaje, Pulido y Terminados, se seleccionó para la simulación el tiempo que marca la capacidad de producción de cada Proceso, este es el tiempo más grande de los que se encuentran agrupados.

## **4.2 Simulación del proceso de manufactura**

Con el Simulador lo que se busca conseguir es que a través de la introducción de variables como lotes de producción o tiempos de proceso, se obtenga la tasa de producción, los tiempos de ciclo y el inventario en proceso en una línea de producción.

Además se obtiene la capacidad de la línea de producción, la tasa del cuello de botella, la eficiencia del sistema, porcentaje de utilización de operarios, utilización de locaciones o puestos de trabajo, tiempos improductivos de los operarios y de los procesos.

Se programa para obtener el CT, TH y WIP de los cuatro casos posibles, el mejor, el práctico, el peor y el actual con las ecuaciones que se describieron en el capítulo del marco teórico referente a la teoría de restricciones y la ley de Little.

Estos resultados permiten conocer el estado actual de la planta en la línea y producto estudiado, respecto a los parámetros antes mencionados con el fin de comparar a través de la generación de escenarios en los que se varía el tamaño del pedido o el tiempo de la simulación, y así comparar entre los mismos y extraer cual es la tasa de producción que permita obtener el mayor beneficio de la línea.

Además permite determinar los tiempos de desperdicio tanto de operarios, proceso y transporte. Para lograr dicho objetivo, se programó en función de los detalles descritos a continuación.

### **4.2.1 Información preliminar**

Para la Simulación del proceso de Manufactura se utiliza el programa Promodel® 7.0 versión estudiantil que dispone de hasta 20 locaciones, 8 tipos de entidades, 8 tipos de recursos, 5 atributos y 15 parámetros diferentes para proceso, estos parámetros se visualizan al iniciar el programa.

Para el modelamiento del proceso se ingresan los siguientes parámetros:

**Locaciones (Locations):** Las locaciones ingresadas son las áreas de producción mencionadas en el capítulo anterior y adicional se crean 5 zonas de almacenaje temporal que permiten conocer cuántas unidades se quedan en proceso luego de un turno de trabajo, y saber en qué proceso se genera mayor acumulación de inventario, las locaciones y sus capacidades como se muestra en la Figura 1-4.

```

*****
*                               Locations                               *
*****
Name                            Cap  Units  Stats          Rules          Cost
-----
Bodega_de_Materia_prima        500   1      Time Series  Oldest, ,
Troquelado                      370   1      Time Series  Oldest, ,
Zona1                           255   1      Time Series  Oldest, ,
Aparado                         255   1      Time Series  Oldest, , First
Zona2                          2000  1      Time Series  Oldest, ,
Ojalillado                     2000  1      Time Series  Oldest, , First
Zona3                           380   1      Time Series  Oldest, ,
Conformado                     380   1      Time Series  Oldest, , First
Pulido                         408   1      Time Series  Oldest, ,
Zona4                           375   1      Time Series  Oldest, ,
Montaje                         375   1      Time Series  Oldest, ,
Zona5                           485   1      Time Series  Oldest, ,
Terminado                      485   1      Time Series  Oldest, ,
Bodega_Producto_terminado    1000  1      Time Series  Oldest, ,

```

**Figura 1-4:** Locaciones  
Fuente: Promodel® V.7.0

**Entidades (Entities):** Se ingresan dos entidades, Modelo S15 que representa el producto en proceso y adicionalmente una entidad de Plantas, ya que también parte desde la bodega de materia prima, estas entidades se indican en la Figura 2-4.

```

*****
*                               Entities                               *
*****
Name          Speed (mpm)  Stats          Cost
-----
ModeloS15     50              Time Series
Plantas       50              Time Series

```

**Figura 2-4:** Entidades  
Fuente: Promodel® V.7.0

**Arribos (Arrivals):** Las características de los arribos de cada entidad se definen en la Figura 3-4 de la siguiente manera:

Modelo S15 y Plantas arriban desde Bodega de materia prima al sistema con una frecuencia de 1 para por minuto ; el número de ocurrencias es infinita ya que en primera instancia se simula para un tiempo de 8 horas es decir una jornada de trabajo y posteriormente estas ocurrencias irán variando en función de la cantidad del pedido ordenado.

```

*****
*                               Arrivals                               *
*****

```

Entity	Location	Qty Each	First Time	Occurrences	Frequency	Logic
ModeloS15	Bodega_de_Materia_prima	1		inf	p(1)	
Plantas	Bodega_de_Materia_prima	1		inf	p(1)	

**Figura 3-4:** Arribos

Fuente: Promodel® V.7.0

### Redes de trayectoria (Pathnetworks):

Se generaron 5 redes de movimientos donde recorren los 14 operarios, haciendo coincidir cada una de las locaciones con un nodo de la red mediante interconexiones o interfaces, este detalle se indica en la Figura 4-4.

```

*****
*                               Path Networks                           *
*****

```

Name	Type	T/S	From	To	BI	Dist/Time	Speed	Factor
Net1	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	29.54	1	
Net2	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	10.61	1	
			N2	N3	Bi	11.46	1	
			N3	N4	Bi	20.60	1	
			N4	N5	Bi	9.85	1	
Net3	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	21.89	1	
			N2	N3	Bi	31.67	1	
			N3	N4	Bi	48.03	1	
			N4	N5	Bi	10.49	1	
Net4	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	80.00	1	
			N2	N3	Bi	23.83	1	
Net5	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	16.02	1	
			N2	N3	Bi	9.30	1	
			N3	N4	Bi	35.73	1	

**Figura 4-4:** Pathnetworks

Fuente: Promodel® V.7.0

Cada una de las redes tienen definido sus nodos como se observa en la programación de la Interfaces de la Figura 5-4.

```

*****
*                               Interfaces                               *
*****

```

Net	Node	Location
Net1	N2	Troquelado
	N1	Bodega_de_Materia_prima
Net2	N1	Troquelado
	N2	Zona1
	N3	Aparado
	N4	Zona2
	N5	Ojalillado
Net3	N1	Ojalillado
	N2	Zona3
	N3	Conformado
	N4	Zona4
	N5	Montaje
Net4	N1	Bodega_de_Materia_prima
	N2	Pulido
	N3	Montaje
Net5	N1	Montaje
	N2	Zona5
	N3	Terminado
	N4	Bodega_Producto_terminado

**Figura 5-4:** Interfaces

Fuente: Promodel® V.7.0

En cada uno de los desplazamientos se toma en cuenta las distancias medidas en la planta entre los diferentes puestos de trabajo.

**Recursos (Resources):**

Para este modelo se considera como recursos del sistema a 14 operarios, los cuales se detallan en la Figura 6-4, los mismos que se desplazaran por las 5 redes creadas y descritas en la Figura 4-4.

```

*****
*                               Resources                               *
*****
Name      Units  Stats  Res Search  Ent Search  Path      Motion      Cost
-----
Operario1 2      By Unit  Closest  Oldest    Net1      Empty: 50 mpm
          Home: N1      Full: 50 mpm
Operario2 4      By Unit  Closest  Oldest    Net2      Empty: 50 mpm
          Home: N2      Full: 50 mpm
Operario3 4      By Unit  Closest  Oldest    Net3      Empty: 50 mpm
          Home: N5      Full: 50 mpm
Operario4 2      By Unit  Closest  Oldest    Net4      Empty: 50 mpm
          Home: N1      Full: 50 mpm
Operario5 2      By Unit  Closest  Oldest    Net5      Empty: 50 mpm
          Home: N2      Full: 50 mpm
  
```

**Figura 6-4:** Recursos

Fuente: Promodel® V.7.0

En las especificaciones (Specifications) se define los desplazamientos de cada operario, Home como N1 en cada ruta, ya que es el lugar donde el operario realiza su trabajo. Ver Figura 7-4

**Figura 7-4:** Specifications

Fuente: Promodel® V.7.0

**Atributos (Attributes)**

Se utilizan dos atributos, de tipo números reales para cada una de las entidades definidas como att\_S15,yatt\_plantas, en los que se guardaran los tiempos en los cuales las entidades ingresen al sistema como se indica en la Figura 8-4.

```

*****
*                               Attributes
*****

```

ID	Type	Classification
att_S15	Real	Entity
att_plantas	Real	Entity

**Figura 8-4:** Atributos

Fuente: Promodel® V.7.0

## Variables

Se genera un total de 47 variables como se muestra en la Figura 9-4 para medir tasas del cuello de botella (rb), tiempos de proceso (tp), tiempos de ciclo (CT), eficiencia del sistema, inventarios en proceso (WIP) y throughput (TH), para los tres casos analizados con la Ley de Little, las que permiten evidenciar numéricamente a través de una ventana en la interface gráfica el incremento o decremento de cada una de ellas durante la simulación. El tipo de variable real o entera se la define antes de la simulación.

```

*                               Variables (global)
*****

```

ID	Type	Initial value	Stats
rb1	Real	0	Time Series
rb2	Real	0	Time Series
rb3	Real	0	Time Series
rb4	Real	0	Time Series
rb5	Real	0	Time Series
rb6	Real	0	Time Series
rb7	Real	0	Time Series
tp_1	Real	0	Time Series
tp_2	Real	0	Time Series
tp_3	Real	0	Time Series
tp_4	Real	0	Time Series
tp_5	Real	0	Time Series
tp_6	Real	0	Time Series
tp_7	Real	0	Time Series
tp_8	Real	0	Time Series
WIP_Zona1	Integer	0	Time Series
WIP_Zona2	Integer	0	Time Series
WIP_Zona3	Integer	0	Time Series
WIP_Zona4	Integer	0	Time Series
WIP_Zona5	Integer	0	Time Series
wip_ModeloS15	Integer	0	Time Series
CT_ModeloS15	Real	0	Time Series
TH_ModeloS15	Real	0	Time Series
Producto_terminado	Integer	0	Time Series
Eficiencia	Integer	0	Time Series
CT_Plantas	Integer	0	Time Series
TH_General	Real	0	Time Series
CT_Peor	Integer	0	Time Series
TH_Peor	Real	0	Time Series
CT_Practico	Real	0	Time Series
TH_Practico	Real	0	Time Series
WIP_critico_peor	Real	0	Time Series
WIP_critico_mejor	Real	0	Time Series
WIP_critico_practico	Real	0	Time Series

**Figura 9-4:** Variables del sistema

Fuente: Promodel® V.7.0

## Subrutinas (Subroutines)

Se crea una subrutina denominada *id* que hace lo siguiente: si el tiempo de ciclo es diferente de cero, calcula el Throughput dividiendo el WIP entre el tiempo de ciclo; de lo contrario, hace el Throughput igual a cero. El objetivo es evitar que en el proceso aparezca una división entre cero, debido a que el tiempo de ciclo sólo se calcula cuando haya salido la primera pieza. La programación de las mismas para cada entidad se muestra en la Figura 10-4:

Subroutines				
ID	Type	Parameter	Type	Logic
id	None			<pre> IF CT_ModeloS15 &lt;&gt;0 THEN TH_ModeloS15=wip_ModeloS15/CT_ModeloS15 ELSE TH_ModeloS15=0  IF CT_ModeloS15 &lt;&gt;0 THEN TH_Peop=(1/CT_ModeloS15) ELSE TH_Peop=0  IF CT_Peop&lt;&gt;0 THEN TH_Peop=wip_ModeloS15/CT_Peop ELSE TH_Peop=0 </pre>

**Figura 10-4:** Subrutinas

Fuente: Promodel® V.7.0

## Procesos (Processing):

Para definir los procesos, se ingresa datos tales como: entidad de entrada, entidad de salida, locación de entrada y salida, ruta, lógica de movimientos. La programación de los procesos se muestra en la Tabla 4-4.

**Tabla 4-4:** Procesos del Sistema

Entity	Location	Process		Routing			
		Operation	Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
ModeloS15	Bodega_de_Materia_prima	REAL x id att_S15=CLOCK()					
ModeloS15	Troquelado	REAL x id tp_1=1.30x=(tp_1) rb1=1/x WAIT x	1	ModeloS15	Troquelado	FIRST 1	MOVE WITH Operario1 FOR 2.28 THEN FREE
ModeloS15	Zona1	REAL x id INC WIP_Zona1	1	ModeloS15	Zona1	FIRST 1	MOVE WITH Operario2 FOR 0.16 THEN FREE
ModeloS15	Aparado	REAL x id tp_2=1.90x=(tp_2) rb2=1/x WAIT x DEC WIP_Zona1	1	ModeloS15	Aparado	FIRST 1	MOVE WITH Operario2 THEN FREE
ModeloS15	Zona2	REAL x id INC WIP_Zona2	1	ModeloS15	Zona2	FIRST 1	MOVE WITH Operario2 THEN FREE
ModeloS15	Ojalillado	REAL x id tp_3=0.24 x=(tp_3) rb3=1/x WAIT x	1	ModeloS15	Ojalillado	FIRST 1	MOVE WITH Operario2 THEN FREE
ModeloS15	Zona3	DEC WIP_Zona2 REAL x id INC WIP_Zona3	1	ModeloS15	Zona3	FIRST 1	MOVE WITH Operario3 FOR 0.62 THEN FREE
			1	ModeloS15	Conformado	FIRST 1	MOVE WITH Operario3 THEN FREE



**Tabla 4-4: procesos del sistema (continúa)**

ModeloS15 Conformado	id INC WIP_Zona3	1	ModeloS15 Conformado	FIRST 1 MOVE WITH Operario3 THEN FREE
ModeloS15 Zona4	REAL x id tp_4=1.27*x=(tp_4) rb4=1/x WAIT x DEC WIP_Zona3 REAL x id INC WIP_Zona4	1	ModeloS15 Zona4	FIRST 1 MOVE WITH Operario3 FOR 0.72 THEN FREE
ModeloS15 Montaje	REAL x id tp_5=1.28 x=(tp_5) rb5=1/x WAIT x DEC WIP_Zona4 REAL x id INC WIP_Zona5	1	ModeloS15 Montaje	FIRST 1 MOVE WITH Operario3 THEN FREE
ModeloS15 Zona5	REAL x id tp_6=0.99 x=(tp_6) rb6=1/x WAIT x DEC WIP_Zona5 INC wip_ModeloS15	1	ModeloS15 Zona5	FIRST 1 MOVE WITH Operario5 FOR 0.17 THEN FREE
ModeloS15 Terminado	REAL x id tp_6=0.99 x=(tp_6) rb6=1/x WAIT x DEC WIP_Zona5 INC wip_ModeloS15	1	ModeloS15 Terminado	FIRST 1 MOVE WITH Operario5 THEN FREE
ModeloS15 Bodega_Producto_terminado	REAL x id IF rb1<rb2 AND rb1<rb3 AND rb1<rb4 AND rb1<rb5 AND rb1<rb6 AND rb1<rb7 THEN < TH_General= rb1 > ELSE IF rb2<rb3 AND rb2<rb4 AND rb2<rb5 AND rb2<rb6 AND rb1<rb7 THEN < TH_General= rb2 > ELSE IF rb3<rb4 AND rb3<rb5 AND rb3<rb6 AND rb3<rb7 THEN < TH_General= rb3 > ELSE IF rb4<rb5 AND rb4<rb6 AND rb4<rb7 THEN < TH_General= rb4 > ELSE IF rb5<rb6 AND rb5<rb7 THEN < TH_General= rb5 > ELSE IF rb6<rb7 THEN < TH_General= rb6 > ELSE TH_General= rb7	1	ModeloS15 Bodega_Producto_terminado	FIRST 1 MOVE WITH Operario5 THEN FREE
<p>WIP_critico_mejor=TH_General*CT_ModeloS15 INC WIP_critico_mejor</p> <p>CT_Peor=wip_ModeloS15*CT_ModeloS15 CT_Practico=(CT_ModeloS15+(WIP_ModeloS15-1)/TH_General) CT_Mejor= (WIP_ModeloS15/TH_General)</p> <p>TH_Practico=(WIP_ModeloS15/(WIP_critico_mejor+WIP_ModeloS15-1))*TH_General</p> <p>Capacidad_mejor=TH_General*60 Capacidad_practica=TH_Practico*60 Capacidad_actual=TH_ModeloS15*60</p> <p>Produccion_mejor=Capacidad_mejor*(CT_ModeloS15/60) produccion_practica=Capacidad_practica*(CT_ModeloS15/60) Capacidad_peor=TH_Peor*60 produccion_peor=Capacidad_peor*(CT_ModeloS15/60)</p> <p>Eficiencia=(TH_ModeloS15/TH_General)*100 Eficiencia_mejor=(TH_General/TH_General)*100 Eficiencia_peor=(TH_Peor/TH_General)*100 Eficiencia_practica=(TH_Practico/TH_General)*100</p>				
Plantas Bodega_de_Materia_prima	REAL x id att_plantas=CLOCK()	1	ModeloS15 EXIT	FIRST 1 CT_ModeloS15=CLOCK()
Plantas Pulido	REAL x id tp_7=1.17 x=(tp_7) rb7=1/x WAIT x	1	Plantas Pulido	FIRST 1 MOVE WITH Operario4 FOR 3.64 THEN FREE
Plantas Montaje	DEC WIP_critico_mejor	1	Plantas Montaje	FIRST 1 MOVE WITH Operario4 THEN FREE
Plantas EXIT		1	Plantas EXIT	FIRST 1 CT_Plantas=CLOCK()

Fuente: Promodel® V.7.0

En el campo *Operation* se programa las operaciones en el que se crea una variable Real  $x$  que es una variable interna donde se va almacenar un tiempo de operación; la subrutina *id chequeasi* los tiempos de ciclo de cada entidad son diferentes de cero.

Luego el programa coloca la hora que está marcando el reloj de la simulación en el momento que entra la entidad al sistema, en el atributo *att\_S15; att\_plantas*.

Después el programa incrementa las variables de cada entidad, donde está guardado la información de los inventarios en proceso de cada uno.

El efecto de las instrucciones *Firts 1* y *MOVEWITH Operario THEN FREE* es el siguiente: La entidad correspondiente pasa a la locación mediante uno de los operarios quien recoge la entidad, la lleva hasta la siguiente locación y queda libre, para retornar a su sitio de trabajo en el Nodo.

En la segunda instrucción, mediante *Real x*, el programa crea una variable interna  $x$  en donde va almacenar un tiempo definido en *Tp*. A continuación en la variable *Rb1* que es la tasa del cuello de botella se guarda el valor  $1/x$ . Con *WAIT x* el programa hace que la entidad espere un tiempo en la respectiva operación.

El tiempo de ciclo de cada entidad se calcula restando, del tiempo actual de la simulación, el tiempo de entrada guardado en el atributo *att\_*.

La programación indica además la secuencia del proceso en cada una de las áreas, teniendo entre cada área un zona de almacenaje temporal con una variable de *DEC* que decrementa las entidades que van saliendo al siguiente proceso, lo que permitirá conocer el inventario acumulado al final de una jornada de trabajo o un determinado ciclo de trabajo.

### **4.3 Resultados con el simulador**

#### ***4.3.1 Parámetros de producción***

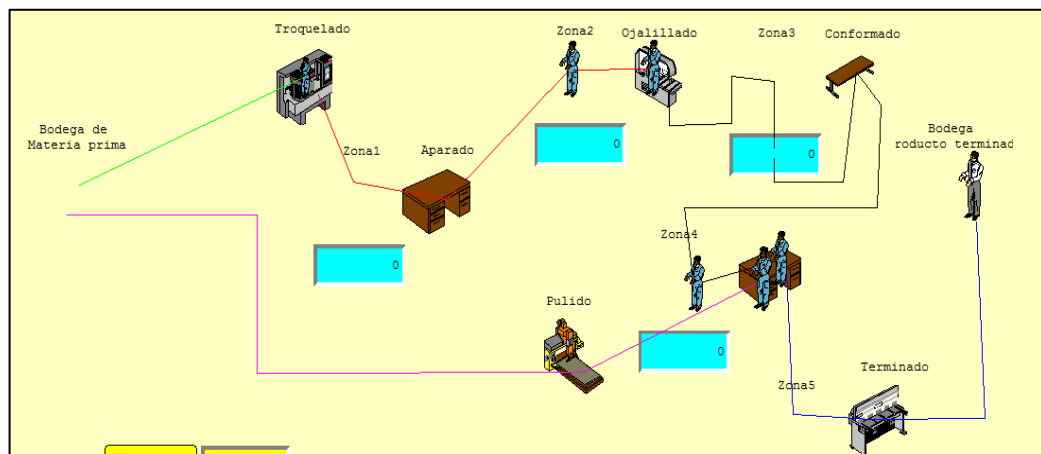
La producción diaria de los modelo se da en una jornada de 8 horas, se trabaja dentro de los procesos con lotes de entre 40 y 50 pares para pasar de un proceso a otro. Para efectos de este estudio se determina los parámetros básicos de producción para una jornada de 8 horas. Estos son:

El **CT** o **tiempo de ciclo** ya que si se incrementa el mismo, provoca retraso en la entrega de los pedidos.

EL **WIP (Work in Process)** o inventarios en proceso, el objetivo es mantenerlo constante dentro del sistema, ya que si se incrementa, provoca acumulación de inventario en proceso, lo que genera costos innecesarios y si se reduce hace que disminuya el TH, no logrando con esto el objetivo que es entregar los productos a tiempo.

El **TH** o **throughput** que son las unidades vendibles o inventario en bodega de producto terminado, el objetivo es cumplir con la meta establecida y los pedidos pendientes, en el mejor de los casos incrementarlo sin necesidad de aumentar el tiempo de ciclo.

La interface de la simulación con el cuadro de resultados se muestra en la Figura 11-4.



**Figura 11-4:** Esquema gráfico del sistema simulado

Fuente: Promodel® V.7.0

Luego de la simulación los resultados que se obtienen son los siguientes:

	Mejor Caso	Peor Caso	Caso Práctico	Caso Actual	Unidades
<b>WIP</b>				238	parcs
<b>CT</b>	450.30	1131.45	925.81	478.83	min
<b>TH</b>	.53	.00	.26	.50	parcs/min
<b>Capacidad</b>	31	0	15	29	parcs/hora
<b>Producción</b>	246.66	.00	119.35	236	parcs
<b>Eficiencia</b>	100	0	48	94	%

**Figura 12-4:** Resultados de la simulación

Fuente: Promodel® V.7.0

En la Figura 12-4 se aprecia una tabla de doble entrada en la que se expresa los parámetros de producción en la primera columna y en la primera fila se ubican los cuatro casos analizados desde la teoría de la *Física de Planta*, adicionalmente se indica la eficiencia del sistema, todas estas operaciones se las realiza utilizando las ecuaciones explicadas en el fundamento teórico.

Los resultados se explican a continuación:

### **TH actual**

De acuerdo a los resultados obtenidos, la tasa de producción actual es de 0,50 pares/min, lo que implica que en 1 hora se producirán **29pares del modelo S-15 por hora** y en una jornada de trabajo de 8 horas, se podrán producir 238 pares.

### **CT (Cicle time)**

El tiempo de ciclo para la simulación actual corresponde al tiempo de una jornada de 8 horas, es decir 480 min

### **WIP (Work in process)**

Para un **tiempo de ciclo de 480 min se pueden producir 238pares**, esto condiciona que si en el sistema en ese tiempo permanecen más de 238 pares, se generaran inventarios en proceso y por consiguiente costos adicionales, por lo tanto es necesario conservar esta cantidad de pares de zapatos durante ese tiempo establecido.

## **4.4 Análisis de la relación entre los parámetros de producción**

A través de la Ley de Little la cual relaciona los parámetro de producción se analiza el caso actual, el peor caso posible y un caso práctico de producción con para diferentes valores de WIP, esto con el objetivo de verificar la dinámica del proceso con diferentes parámetros, para efectos de este estudio, se analiza con un CT constante que corresponde a un lote de producción de 50 pares, esto se lo realiza ya que los operarios trabajan en función de esas cantidades antes de pasar la orden al siguiente proceso.

Para programar la producción es necesario saber cómo cambian los valores de flujo de producción en función del tiempo, y además conocer cuál es el valor máximo de WIP dentro del

sistema en un tiempo establecido para que no exista exceso de inventario en proceso, finalmente saber cuántas unidades se pueden producir en un tiempo determinado.

El control de los inventarios en proceso *WIP* también ayuda a cumplir la entrega de pedidos a tiempo además de lograr un incremento de productividad. Es necesario saber en qué tiempo obtenemos el mayor *TH* y cuantas unidades deben estar producidas para esto se observa los resultados del *TH* vs. el *CT* .

Se debe tomar en cuenta que para el caso de estudio se toma un número de 50 pares de zapatos de seguridad. A continuación se analizan los tres principales parámetros de producción bajo la Ley de Little de acuerdo a lo descrito en la sección de fundamentación teórica.

El caso “mejor Posible” genera el mínimo tiempo de ciclo y el máximo throughput para cada nivel de *WIP*.

Los resultados de la simulación para 50 pares, se obtienen a través de las operaciones realizadas con las ecuaciones (5), (6), (7), (8) del fundamento teórico y se los expresa en la Figura 13-4.

	Mejor Caso	Peor Caso	Caso Práctico	Caso Actual	Unidades
<i>WIP</i>	50				pares
<i>CT</i>	95.00	4868	190.46	97.50	min
<i>TH</i>	.53	.01	.26	.51	pares/min
<i>Capacidad</i>	31	0	15	30	pares/hora
<i>Producción</i>	50.30	.00	24.34	50	pares
<i>Eficiencia</i>	100	1	49	97	%

**Figura 13-4:** Resultados para un lote de 50 pares

Fuente: Promodel® V.7.0

#### 4.4.1 Resultados para el mejor caso

Los resultados obtenidos de la Figura 13-4 son:

$$R_b = 0,53 \text{ pares/min}$$

$$\text{mejor } CT = 95 \text{ min}$$

$$\text{mejor } TH = 0,53 \text{ pares/min}$$

A continuación se grafica la dinámica de la producción la misma que se observa en la Gráfica 1-4 ,de la relación entre el TH y el WIP; el TH y el CT en el ciclo de tiempo de una hora para el lote de 50 pares, con la finalidad de conocer cuántas unidades se deben mantener cada hora produciéndose en el sistema para cumplir la meta establecida y la secuencia de ingreso de las unidades al sistema.

En la Tabla 5-4 se observa que cuando se tiene un WIP de 32 pares en el sistema, se logra alcanzar la máxima tasa de producción, por lo tanto es la cantidad que la planta debe mantener cada hora en proceso mínimo para cumplir la entrega de pedidos a tiempo utilizando la máxima capacidad de la línea de producción.

Luego de este valor de 32 pares, el tiempo de ciclo se va incrementando en el tiempo que se invierte en producir un par con la mejor tasa de producción, es decir:

Tiempo de producción por par =95min/50 pares

Tiempo de producción por par= 1,9 min

**Tabla 5-4:** Determinación del mejor TH, CT y WIP

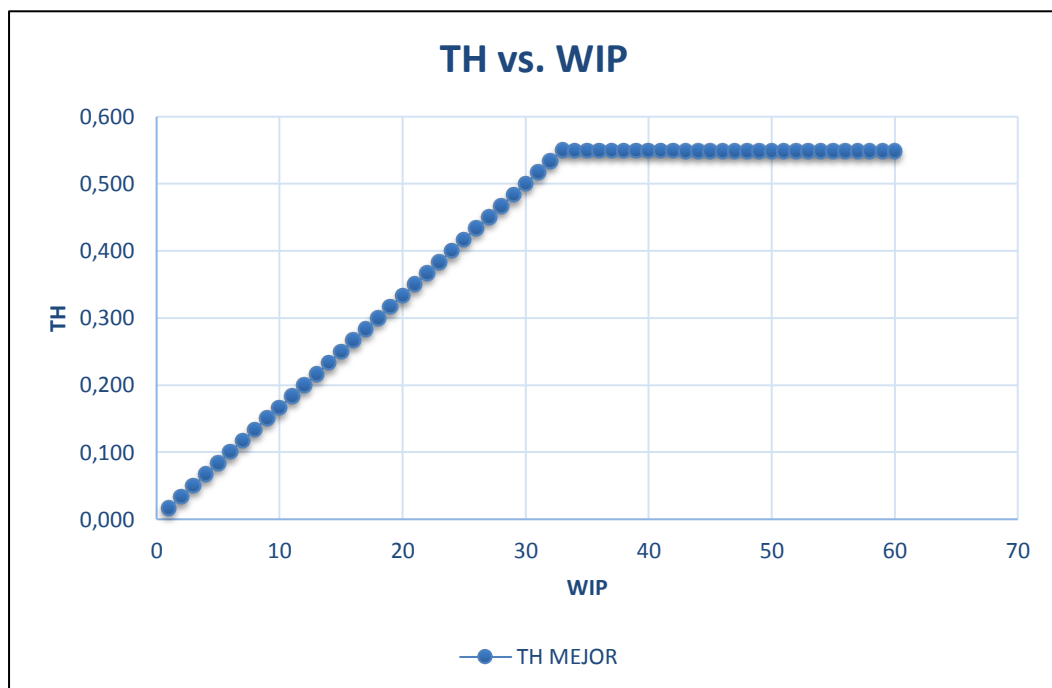
WIP	CT MEJOR	TH MEJOR	WIP	CT MEJOR	TH MEJOR
1	60	0,017	31	60	0,52
2	60	0,03	<b>32</b>	<b>60</b>	<b>0,53</b>
3	60	0,05	33	61,9	0,53
4	60	0,07	34	63,8	0,53
5	60	0,08	35	65,7	0,53
6	60	0,10	36	67,6	0,53
7	60	0,12	37	69,5	0,53
8	60	0,13	38	71,4	0,53
9	60	0,15	39	73,3	0,53
10	60	0,17	40	75,2	0,53
11	60	0,18	41	77,1	0,53
12	60	0,20	42	79	0,53
13	60	0,22	43	80,9	0,53
14	60	0,23	44	82,8	0,53
15	60	0,25	45	84,7	0,53
16	60	0,27	46	86,6	0,53
17	60	0,28	47	88,5	0,53
18	60	0,30	48	90,4	0,53
19	60	0,32	49	92,3	0,53
20	60	0,33	50	94,2	0,53

21	60	0,35	51	96,1	0,53
22	60	0,37	52	98	0,53
23	60	0,38	53	99,9	0,53
24	60	0,40	54	101,8	0,53
25	60	0,42	55	103,7	0,53
26	60	0,43	56	105,6	0,53
27	60	0,45	57	107,5	0,53
28	60	0,47	58	109,4	0,53
29	60	0,48	59	111,3	0,53
30	60	0,50	60	113,2	0,53

Realizado por: Santiago Aldás,2016

Se realiza un análisis del WIP vs. TH, describiéndose que a medida que avanzan las unidades dentro del sistema o los inventarios en proceso, el TH también incrementa, hasta llegar a un valor de 0,53 pares por minuto y posterior a este valor se mantiene constante ya que el sistema se encuentra completamente lleno.

Si luego de este valor el TH se sigue incrementándose, se tiene inventarios en proceso acumulados en el sistema, y esto provoca desperdicios de tiempo.

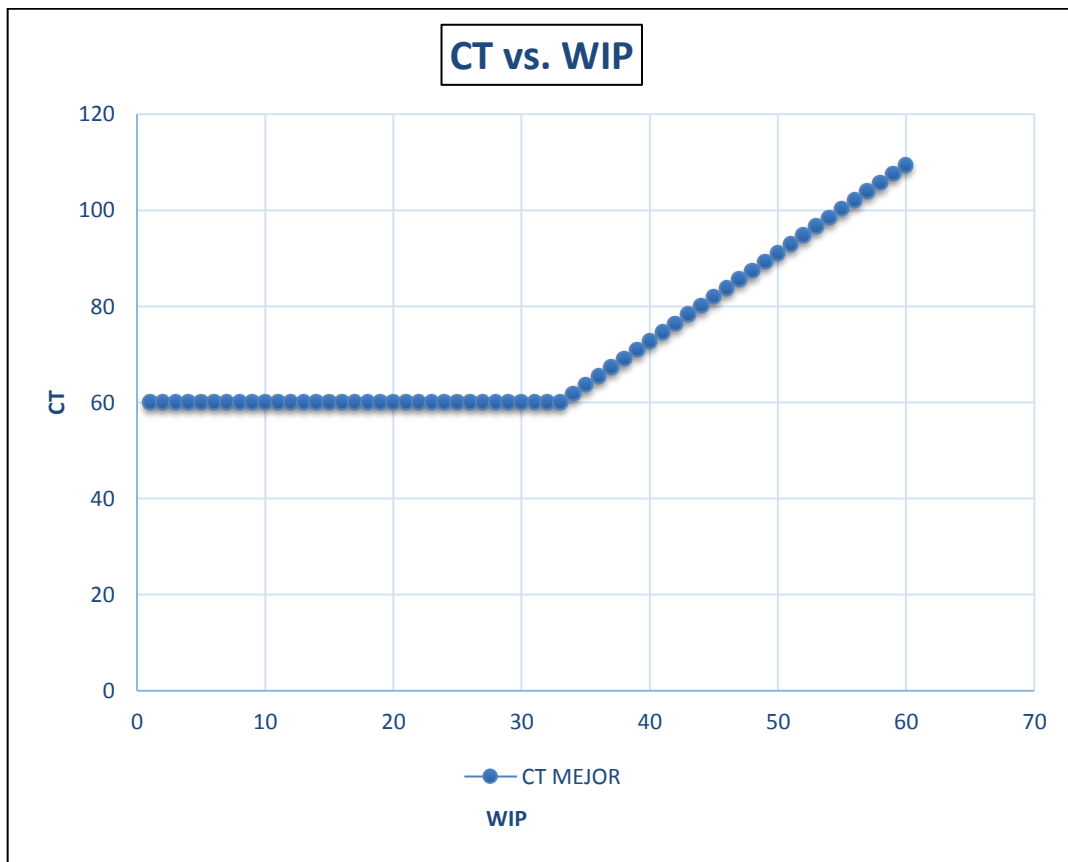


**Gráfico 1-4:** Curva del TH en función del WIP

Realizado por: Santiago Aldás,2016

En la Gráfica 2-4 se analiza el comportamiento del CT en función del WIP, en el que se concluye que para un tiempo de ciclo de una hora (60 min) se tiene un WIP de 32 pares, a partir

de este valor, el CT se incrementa lo que genera una disminución del TH y a su vez el incumplimiento de las ordenes de pedido a tiempo.



**Gráfico 2-4:** Curva del CT en función del WIP  
Realizado por: Santiago Aldás, 2016

Ahora se analiza el peor de los escenarios posibles a presentarse, para esto se utiliza las ecuaciones (10) y (11) del fundamento teórico.

#### 4.4.2 Peor caso posible

El peor caso posible es un hecho totalmente contrario al analizado en el apartado 4.4.1, es decir se obtiene el menor TH con el mayor tiempo de ciclo para cada caso de WIP.

Este caso se da si se espera que termine un par de zapatos en fabricarse para que ingrese otro par al sistema, cosa que genera altos costos de producción para lograr cumplir las metas de la empresa.

En la Tabla 6-4 se observa la condición peor para cada caso de WIP.



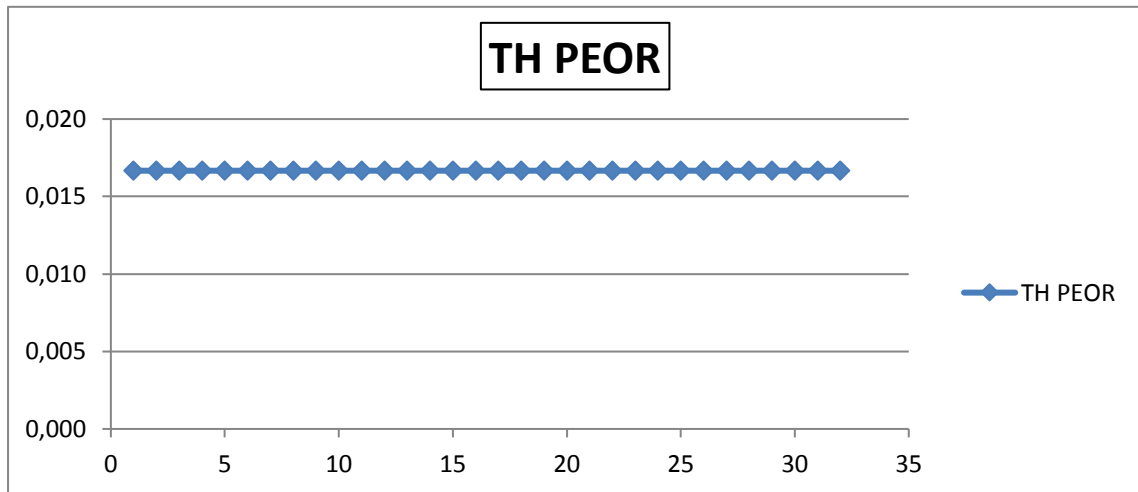
**Tabla 6-4:** Determinación del peor caso posible

<i>WIP PEOR</i>	<i>CT PEOR</i>	<i>TH PEOR</i>	<i>WIP PEOR</i>	<i>CT PEOR</i>	<i>TH PEOR</i>
1	60	0,017	31	1860	0,017
2	120	0,017	<b>32</b>	<b>1920</b>	<b>0,017</b>
3	180	0,017	33	2042,04	0,016
4	240	0,017	34	2167,84	0,016
5	300	0,017	35	2297,4	0,015
6	360	0,017	36	2430,72	0,015
7	420	0,017	37	2567,8	0,014
8	480	0,017	38	2708,64	0,014
9	540	0,017	39	2853,24	0,014
10	600	0,017	40	3001,6	0,013
11	660	0,017	41	3153,72	0,013
12	720	0,017	42	3309,6	0,013
13	780	0,017	43	3469,24	0,012
14	840	0,017	44	3632,64	0,012
15	900	0,017	45	3799,8	0,012
16	960	0,017	46	3970,72	0,012
17	1020	0,017	47	4145,4	0,011
18	1080	0,017	48	4323,84	0,011
19	1140	0,017	49	4506,04	0,011
20	1200	0,017	50	4692	0,011
21	1260	0,017	51	4881,72	0,010
22	1320	0,017	52	5075,2	0,010
23	1380	0,017	53	5272,44	0,010
24	1440	0,017	54	5473,44	0,010
25	1500	0,017	55	5678,2	0,010
26	1560	0,017	56	5886,72	0,010
27	1620	0,017	57	6099	0,009
28	1680	0,017	58	6315,04	0,009
29	1740	0,017	59	6534,84	0,009
30	1800	0,017	60	6758,4	0,009

Realizado por: Santiago Aldás,2016

Como se muestra en la Tabla 6-4 al ingresar 32 pares de zapatos, se tiene un tiempo de ciclo de 1920 minutos(32 horas) y en cada ciclo cumplido a penas se logra terminar un par de zapatos, este caso es lo peor que puede producir la empresa y en la práctica algo que no se debe dar. En

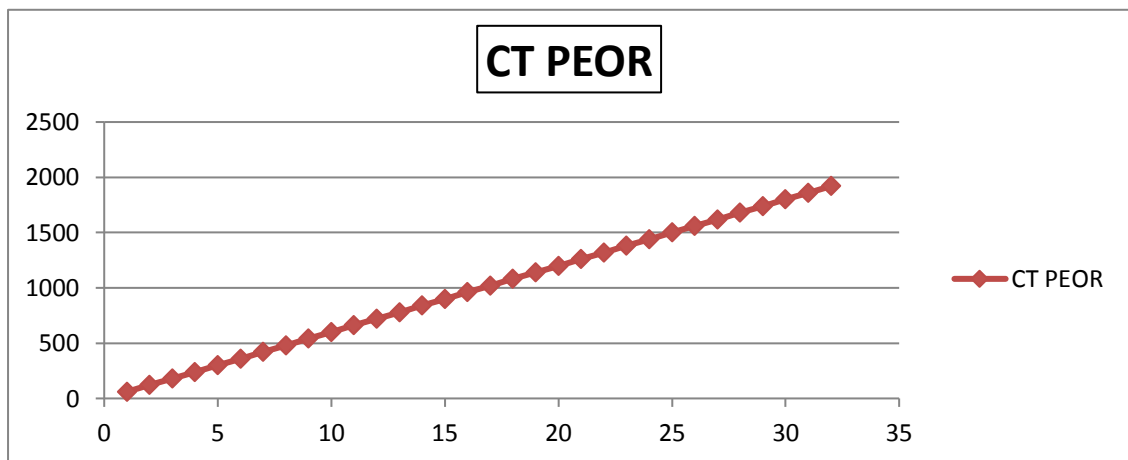
el Gráfico 3-4, se observa que el TH en esas condiciones se mantiene constante y es de 0,017 pares/min.



**Gráfico 3-4:** TH Peor

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

En el Gráfico 4-4 se observa cómo va incrementándose el CT en función del WIP, lo que genera un TH bastante pequeño, situación que es insostenible para la empresa.



**Gráfico 4-4:** CT Peor

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### Análisis Caso práctico

Existe una gran brecha entre el mejor caso posible y el peor, para esto es necesario encontrar un caso intermedio, este caso intermedio se logra calculando el tiempo de ciclo a través de las ecuaciones (12) y (13), lo que en la Tabla 7-4 se observa para un WIP de 32 pares, el tiempo de ciclo práctico será 118,5 min obteniéndose un TH de 0,26 pares/min, esto implica que el

inventario en proceso no debe bajar de 16 pares para lograr cumplir con el TH programado por la empresa.

*Cálculo del WipCrítico(Wo):*

$$W_o = TH * CT$$

$$WIP = 0,53 \text{ pares/min} * 60 \text{ min}$$

$$WIP = 31,8 \text{ pares; aprox. } 32 \text{ pares mínimo en proceso cada hora}$$

**Tabla 7-4:** Determinación del caso práctico

WIP	CT PRACTICO	TH PRACTICO	WIP	CT PRACTICO	TH PRACTICO
1	60,0	0,017	31	116,6	0,266
2	61,9	0,032	32	118,5	0,270
3	63,8	0,047	33	122,3	0,270
4	65,7	0,061	34	126,1	0,270
5	67,5	0,074	35	129,9	0,270
6	69,4	0,086	36	133,6	0,269
7	71,3	0,098	37	137,4	0,269
8	73,2	0,109	38	141,2	0,269
9	75,1	0,120	39	145,0	0,269
10	77,0	0,130	40	148,8	0,269
11	78,9	0,139	41	152,6	0,269
12	80,8	0,149	42	156,4	0,269
13	82,6	0,157	43	160,1	0,269
14	84,5	0,166	44	163,9	0,268
15	86,4	0,174	45	167,7	0,268
16	88,3	0,181	46	171,5	0,268
17	90,2	0,188	47	175,3	0,268
18	92,1	0,195	48	179,1	0,268
19	94,0	0,202	49	182,9	0,268
20	95,8	0,209	50	186,7	0,268
21	97,7	0,215	51	190,4	0,268
22	99,6	0,221	52	194,2	0,268
23	101,5	0,227	53	198,0	0,268
24	103,4	0,232	54	201,8	0,268
25	105,3	0,237	55	205,6	0,268
26	107,2	0,243	56	209,4	0,267
27	109,1	0,248	57	213,2	0,267
28	110,9	0,252	58	216,9	0,267
29	112,8	0,257	59	220,7	0,267
30	114,7	0,262	60	224,5	0,267

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

Es necesario conocer el comportamiento del sistema de producción actual en función a lo evaluado en la Tabla 5-4, estos resultados se indican en la Tabla 8-4:

**Tabla 8-4:** Análisis del WIP caso actual

WIP	TH ACTUAL	CT ACTUAL	WIP	TH ACTUAL	CT ACTUAL
1	0,02	60	31	0,50	61,95
2	0,03	60	32	0,50	63,9
3	0,05	60	33	0,50	65,85
4	0,07	60	34	0,50	67,8
5	0,08	60	35	0,50	69,75
6	0,10	60	36	0,50	71,7
7	0,12	60	37	0,50	73,65
8	0,13	60	38	0,50	75,6
9	0,15	60	39	0,50	77,55
10	0,17	60	40	0,50	79,5
11	0,18	60	41	0,50	81,45
12	0,20	60	42	0,50	83,4
13	0,22	60	43	0,50	85,35
14	0,23	60	44	0,50	87,3
15	0,25	60	45	0,50	89,25
16	0,27	60	46	0,50	91,2
17	0,28	60	47	0,50	93,15
18	0,30	60	48	0,50	95,1
19	0,32	60	49	0,50	97,05
20	0,33	60	50	0,51	99
21	0,35	60	51	0,51	100,95
22	0,37	60	52	0,51	102,9
23	0,38	60	53	0,51	104,85
24	0,40	60	54	0,51	106,8
25	0,42	60	55	0,51	108,75
26	0,43	60	56	0,51	110,7
27	0,45	60	57	0,51	112,65
28	0,47	60	58	0,51	114,6
29	0,48	60	59	0,51	116,55
30	0,50	60	60	0,51	118,5

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

Para el caso actual se tienen los siguientes resultados:

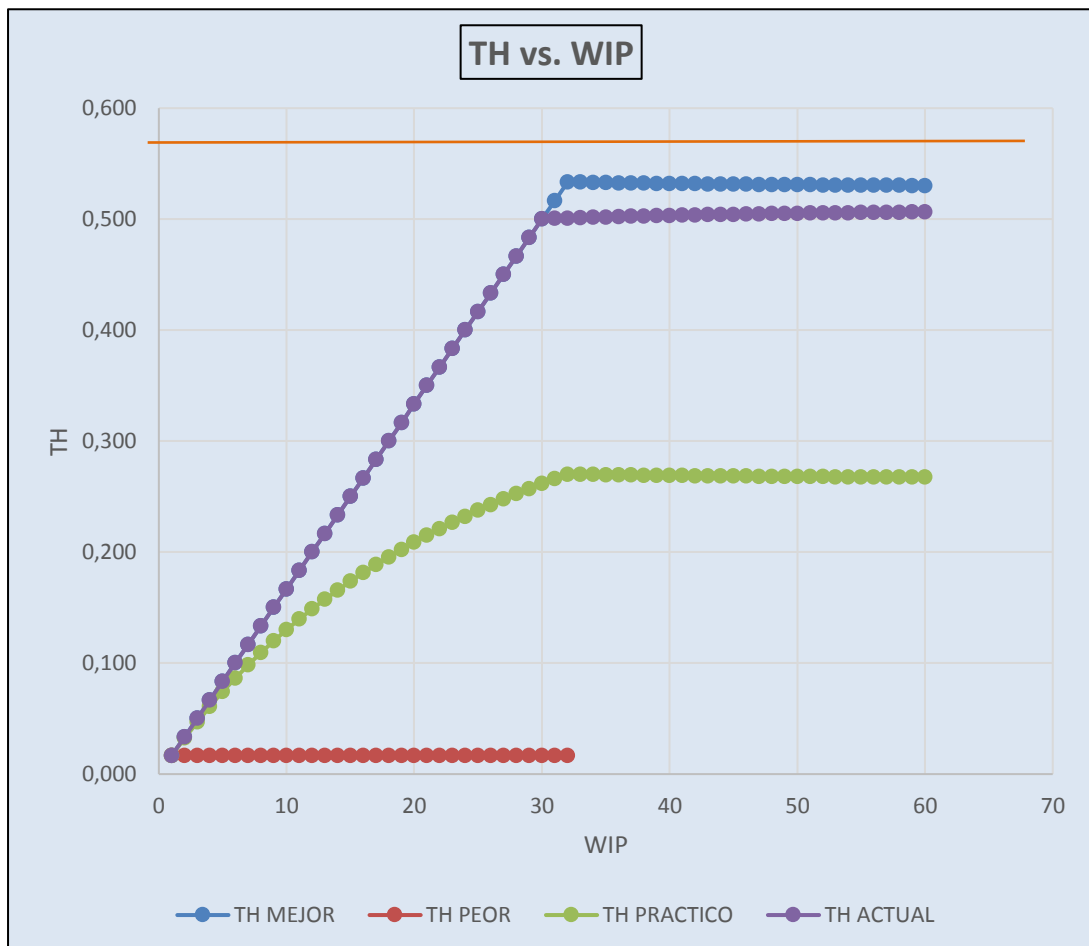
TH = 0,51 pares/ min

CT= 97,5 min

WIP= 30 pares/ min

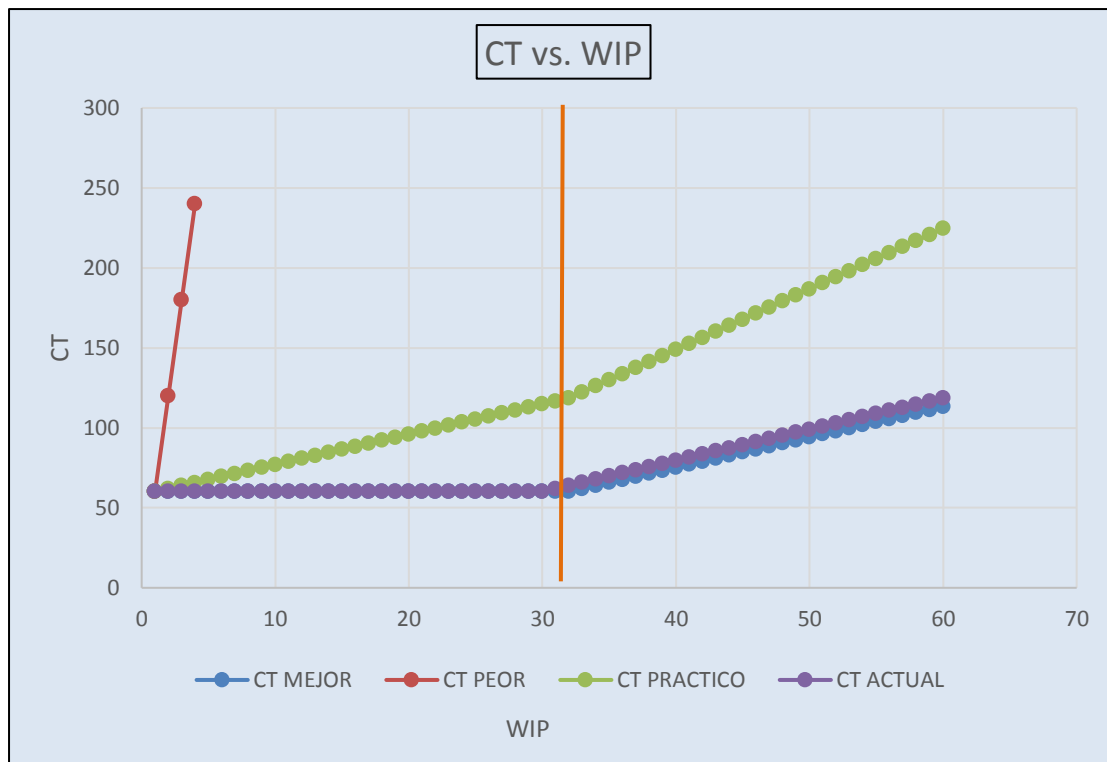
Según estos resultados se evidencia que se esta produciendo cerca de la capacidad maxima, sin embargo se puede llegar a utilizar esta capacidad a través de un estudio de los desperdicios de tiempo para posteriormente reducirlos. En el gráfico 5-4y el gráfico 6-4se aprecia la diferencia entre los cuatro casos, para todos se trabaja con un WIP de 32 pares, el resumen de los mismos se muestra en la Tabla 9-4. La línea roja marcada en el Gráfico 5-4 indica el valor máximo de la tasa de producción de la capacidad instalada en la planta. Mientras tanto la línea roja vertical en el gráfico indica el valor del WIP máximo que se debe mantener constante para lograr alcanzar la mayor tasa de producción.

Toda empresa siempre debe mantener su producción entre el mejor y el caso práctico.



**Gráfico 5-4:** Comparación de TH entre los cuatro casos

Realizado por: Santiago Aldás, 2016



**Gráfico 6-4:** Comparación de CT entre los cuatro casos

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

**Tabla 9-4:** Comparación de los cuatro casos

Caso	WIP (pares)	CT(min)	TH( pares por min)	Pares/día( 8 horas)
Peor	32	1920	0,017	8
Mejor(Propuesto)	32	60	0,53	256
Practico	32	118,5	0,26	125
Actual	30	60	0,51	238

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

En la Tabla 9-4 se observa que al mantener un WIP constante de 32 pares, en el mejor de los casos trabajando con un ciclo de 60 min se producen 256 pares al día, en el peor de los casos 8 pares al día, situación que es insostenible, finalmente el caso práctico y más viable es trabajar con un ciclo de 118,5 min en donde se producen 125 pares al día.

Además de los parámetros analizados anteriormente, es necesario para programar la producción el análisis de las restricciones del sistema. Actualmente se produce con una tasa de 0,51pares/min con una tasa de producción de 30 pares / hora y 238 pares / jornada

#### 4.5 Análisis de las restricciones del sistema

Para lograr cumplir la meta establecida por la empresa, y llegar a utilizar la capacidad máxima de las líneas de producción, es menester conocer las restricciones que impiden que dicha meta se cumpla , calcular en que porcentaje están afectando al proceso y proponer estrategias que permitan eliminarlas o reducirlas.

La manera de acelerar un proceso es determinar el paso más lento y lograr que trabaje hasta el límite de su capacidad para acelerar el proceso completo.

Antes de explicar las restricciones del sistema de producción, en la Tabla 10-4 se muestra la actividad con el código del Rb (cuello de botella) y Tp (tiempo de ciclo) respectivo.

**Tabla 10-4:** Nomenclatura de Rb y Tp

<b>Actividad</b>	<b>Tp</b>	<b>Rb</b>
Troquelado	1	1
Aparado	2	2
Ojalillado	3	3
Conformado	4	4
Pulido de plantas	5	5
Montaje	6	6
Terminado	7	7

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

#### Tasa del cuello de botella

En la Figura 14-4 se observa que el cuello de botella del sistema de producción es el rb2, que corresponde a la actividad de aparado, los resultados son los siguientes:

Ingresos totales de pares: 50 pares

Tiempo medio en la locación por par: 1,15 min

Valor actual de la tasa de producción: 0.53 pares/ min

Maquinas utilizadas en el proceso: 4

Esto indica que la actividad más lenta le proceso es el de aparado la cual tiene una tasa de producción de 0,53 pares/ min, la capacidad de la línea de producción es de 31 pares/ hora.

La teoría de restricciones dice que se debe identificar el cuello de botella o proceso más lento del sistema productivo con la finalidad de explotarla y volcar los recursos necesarios a este proceso para que no incremente el tiempo ya que eso hará que reduzca la tasa de producción.

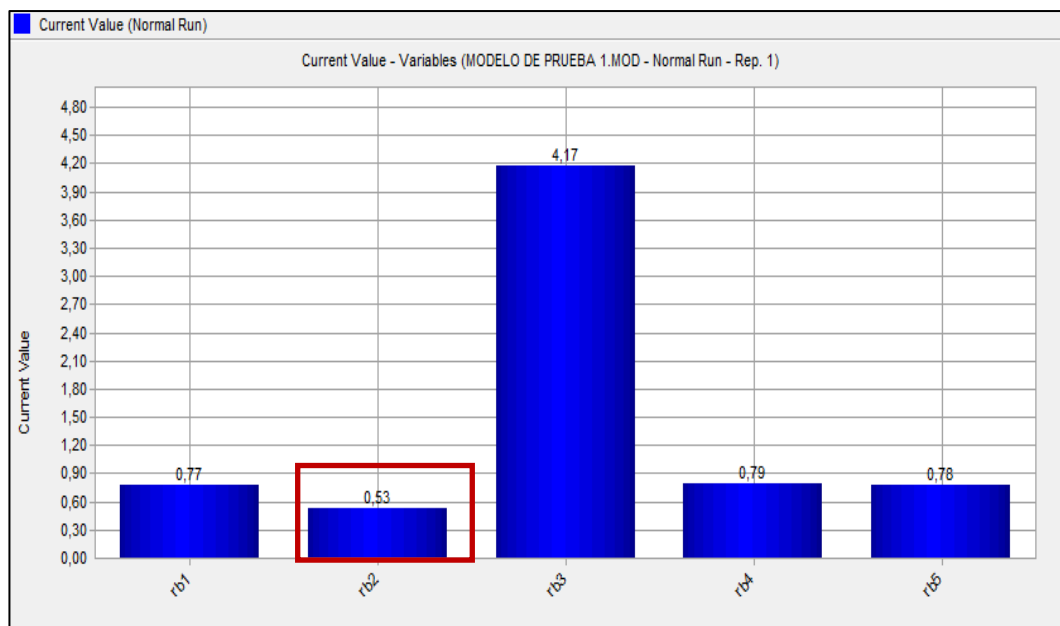
En el Gráfico 7-4 se tiene un diagrama de barras en el que se visualiza de forma esquemática la tasa del cuello de botella, además se verifica que el proceso con mayor tasa de producción es el Rb3 correspondiente a ojalillado.

En esta investigación se determinan además los tiempos considerados como desperdicio con la finalidad de saber dónde se debe controlar el sistema para incrementar la tasa de producción reduciendo o utilizando eficientemente esos tiempos.

General Report (Normal Run - Rep. 1)								
General	Locations	Location States Multi	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
MODELO DE PRUEBA 1.MOD (Normal Run - Rep. 1)								
Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value		
rb1	50,00	1,08	0,00	0,77	0,77	0,76		
rb2	50,00	1,15	0,00	0,53	0,53	0,51		
rb3	50,00	1,21	0,00	4,17	4,17	3,91		
rb4	50,00	1,52	0,00	0,79	0,79	0,71		
rb5	50,00	1,64	0,00	0,78	0,78	0,68		
rb6	50,00	1,82	0,00	1,01	1,01	0,86		
rb7	50,00	1,87	0,00	0,85	0,85	0,83		

**Figura 14-4:** Tasa del cuello de botella

Fuente: Promodel ® v7.0



**Gráfico 7-4:** Tasa del cuello de botella

Fuente: Promodel ® v7.0



## Tiempo de ciclo

En la Figura 15-4 se observa la actividad en la que se registra mayor tiempo de proceso es la Tp2 es decir la de aparado y la menor tiempo la Tp3 que corresponde a Ojalillado, estos tiempos de ciclo no son constantes por lo que pueden variar en función de las condiciones ingresadas en el sistema, tales como, paradas en las máquinas para mantenimiento o tiempos de descanso programado para los operarios. En el software se toma el valor actual o *currentvaule*, también proporciona valores como valor máximo, mínimo y promedio que para objeto de este estudio no se utiliza. Estos tiempos se evidencian esquemáticamente en el Grafico 8-4 .

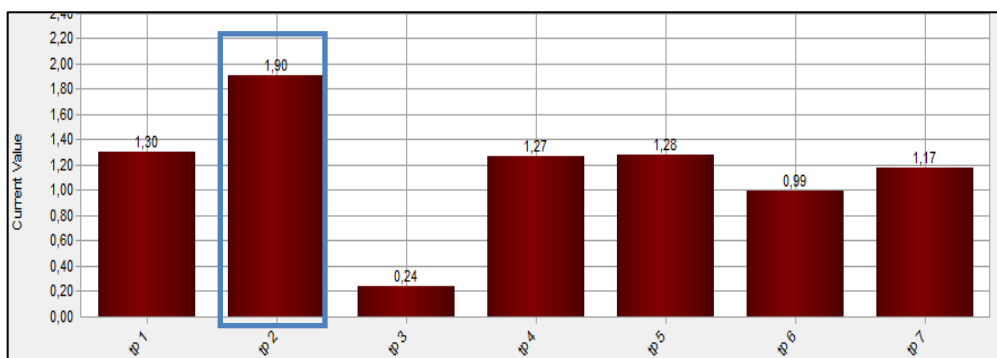
Se lo considera como restricción del sistema, ya que si variamos el tiempo de ciclo de cada operación, el tiempo total también lo hará, y al incrementar el mismo, se tendrá un menor TH o unidades vendibles producidas.

Para programar adecuadamente la producción es necesario conocer los tiempos de ciclo total y de cada actividad, la primera porque así se programara los tiempos de entrega de los pedidos y la segundo porque es fundamental controlar los tiempos para lograr mantener un TH constante o incrementarlo aplicando diferentes estrategias de mejora.

General	Locations	Location States Multi	Resources	Resource States	Failed Arrivals	Entity Activity	Entity States	Variables
<b>MODELO DE PRUEBA 1.MOD (Normal Run - Rep. 1)</b>								
Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value		
tp 1	50,00	1,08	0,00	1,30	1,30	1,28		
tp 2	50,00	1,15	0,00	1,90	1,90	1,83		
tp 3	50,00	1,21	0,00	0,24	0,24	0,23		
tp 4	50,00	1,52	0,00	1,27	1,27	1,14		
tp 5	50,00	1,64	0,00	1,28	1,28	1,11		
tp 6	50,00	1,82	0,00	0,99	0,99	0,84		
tp 7	50,00	1,87	0,00	1,17	1,17	1,14		

**Figura 15-4:** Proceso con mayor tiempo

Fuente: Promodel ® v7.0



**Gráfico 8-4:** Proceso más lento

Fuente: Promodel ® v7.0

El proceso que registra el mayor tiempo es el de aparado con 1,9 min, y a su vez es el mayor de todo el sistema, por este motivo corresponde a la capacidad de producción de la línea y permite determinar el cuello de botella de la misma. Es un tiempo crítico, ya que de este depende los procesos que le anteceden y los que le suceden si existe retraso en el proceso de aparado, todo el sistema también lo hará, por tal motivo se debe volcar los recursos hacia este para evitar retrasos en toda la producción.

#### 4.6 Análisis de los desperdicios de tiempo por área de trabajo

Para este análisis se realiza una simulación en una jornada de trabajo de 8 horas lo cual arroja los resultados que se observan en la Figura 16-4

	Mejor Caso	Peor Caso	Caso Práctico	Caso Actual	Unidades
<i>WIP</i>	238				pares
<i>CT</i>	450.30	113145	925.81	478.83	min
<i>TH</i>	.53	.00	.26	.50	pares/min
<i>Capacidad</i>	31.58	.13	15.33	29.79	pares/hora
<i>Producción</i>	251.27	1.01	121.96	236	pares
<i>Eficiencia</i>	100	0	48	94	%

**Figura 16-4:** Resultados de la simulación

Fuente: Promodel ® v7.0

De acuerdo al caso actual de producción, en un tiempo de 8 horas se producen 238 pares del modelo en estudio, con una tasa de producción TH= 0,5 pares/min, se entregan 236 pares y se quedan en la sección de terminado 2 pares que deben terminarse en la siguiente jornada de trabajo.

Se sabe que la mejor tasa de producción en función de la Ley de Little es  $TH = R_b$ , lo que implica que la misma producción de 238 pares se las debe realizar en un tiempo de 450,3 min, encontrándose un desperdicio de tiempo global para cumplir la meta de 28,53 min en una jornada, la tasa de producción en el mejor caso posible debe ser 0,53 pares/ min en la que se

debe tener una producción de 251 pares, encontrando una diferencia de 15 pares por jornada menos que se está produciendo en función de la capacidad máxima de la línea de producción.

Existe además el análisis de un caso práctico que muestra resultados mínimos de producción 0,26 pares/min y permite establecer un margen de tiempo de entrega de trabajos ya que en la realidad puede presentarse otros trabajos y pedidos que no están programados. Para el caso analizado en una jornada laboral de 8 horas, se tiene:

Margen de tiempo de entrega de los pedidos =  $CT_{\text{Practico}} - CT_{\text{actual}}$

Margen de tiempo de entrega de los pedidos = 925,81 min - 478,83 min

Margen de tiempo de entrega de los pedidos = 446,98 min

Margen de tiempo de entrega de los pedidos = 7,4 horas más tarde

Con los resultados de los márgenes de tiempo de los pedidos, se tiene que se debe programar un lote de 238 pares para aproximadamente 2 días máximos de entrega con la finalidad de evitar retrasos con los clientes.

Según menciona Hopp y Spearman en el libro *The Factory Physics*, la tasa de producción actual debe mantenerse entre el mejor caso y el caso práctico, objetivo que si se está cumpliendo. (Hopp & Spearman, 2000)

De la observación realizada en la planta de producción, se han evidenciado los siguientes desperdicios de tiempo debido a estos factores:

- Transportes innecesarios
- Operarios con altos porcentajes de improductividad o inutilizados
- Maquinas o puestos de trabajo subutilizados
- Acumulación de inventarios en proceso

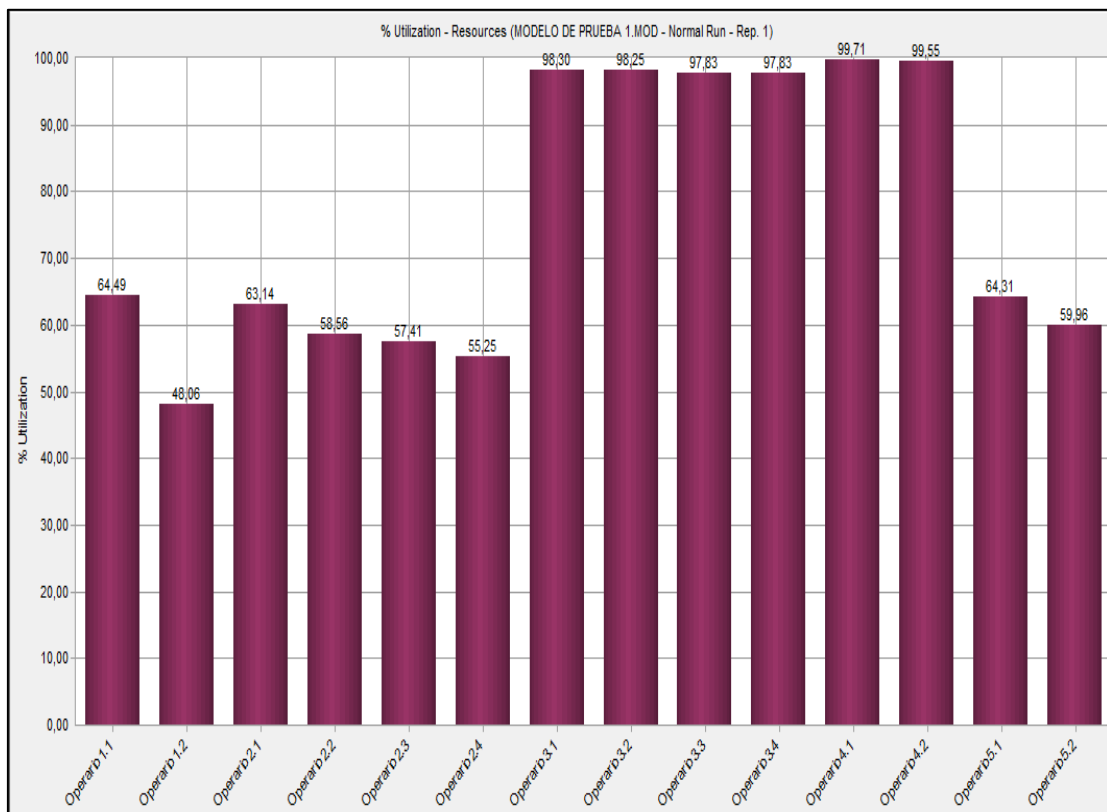
#### **4.7 Análisis de la generación de desperdicios**

Luego de realizar una observación dentro de la planta en el proceso de producción se determinaron las causas que generan los desperdicios de tiempo antes mencionados y a continuación se los estudia para cada factor. No se analiza para transportes innecesarios, ya que este estudio no estipula una redistribución de puestos de trabajo.

#### 4.7.1 Operarios inutilizados

Una de las condiciones que genera demora en el proceso de fabricación es que los trabajadores esperan que se desocupen herramientas o máquinas para cumplir su tarea ya que las requieren al mismo tiempo. Esto se comprueba a través de la simulación donde se observa tiempo en que los operarios no tienen actividad asignada, en un ciclo de 8 horas (480 min).

En el Gráfico 9-4 se muestra los porcentajes de utilización de los operarios.



**Gráfico 9-4:** Utilización de operarios

Fuente: Promodel ® v7.0

En la Tabla 11-4 se observa el porcentaje y tiempo de utilización de los operarios, en donde se indica además la actividad asignada, el tiempo libre teórico que corresponde a restar del 100% del tiempo de ciclo el que el operario utiliza efectivamente, el tiempo programado que resulta multiplicando el tiempo de cada operario por el número de pares producidos y el desperdicio que es la resta entre el tiempo de utilización menos el tiempo programado, en el caso que este tiempo sea menor a uno, se toma del tiempo libre teórico y al restarlo queda un tiempo libre real.

**Tabla 11-4:** Estudio de utilización de operarios

Operario	Actividad asignada	% de utilización	Tiempo de utilización (min)	Tiempo libre teórico(min)	Tiempo programado (min) (CT de la operación * # de pares producidos)+(t transporte)	Desperdicio (min) (Tiempo de utilización-tiempo programado)
Operario 1.1	Troquelado de cuero	64,49	309,6	170,4	309,6	0
Operario 1.2	Troquelado de forros	48,06	230,7	249,3	245,14	0
Operario 2.1	Aparado de cortes	63,14	303,1	176,9	452,2	0
Operario 2.2	Preparado, Pega blanca, cortes y complementos	58,56	281,1	198,9	216,58	64,52
Operario 2.3	Destallado	57,41	275,6	204,4	76,16	189,44
Operario 2.4	Ojalillado	55,25	265,2	214,8	171,36	150,96
Operario 3.1	Conformado	98,30	471,8	8,2	302,65	169,15
Operario 3.2	Pegado de recuñas y plantillas	98,25	471,6	8,4	199,92	271,68
Operario 3.3	Armado de puntas y lados, cardado	97,83	469,6	10,4	416,5	53,1
Operario 3.4	Pega blanca y reactivado de pega, Rayado	97,83	469,6	10,4	414,12	55,48
Operario 4.1	Pulido y preparado	99,71	478,6	1,4	350,6	128
Operario 4.2	Emplantillado y Enfriado	99,55	477,8	2,2	426	51,8
Operario 5.1	Terminado	64,31	308,7	171,3	236	71,9
Operario 5.2	Empaquetado	59,96	287,8	192,2	118,2	169,6

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

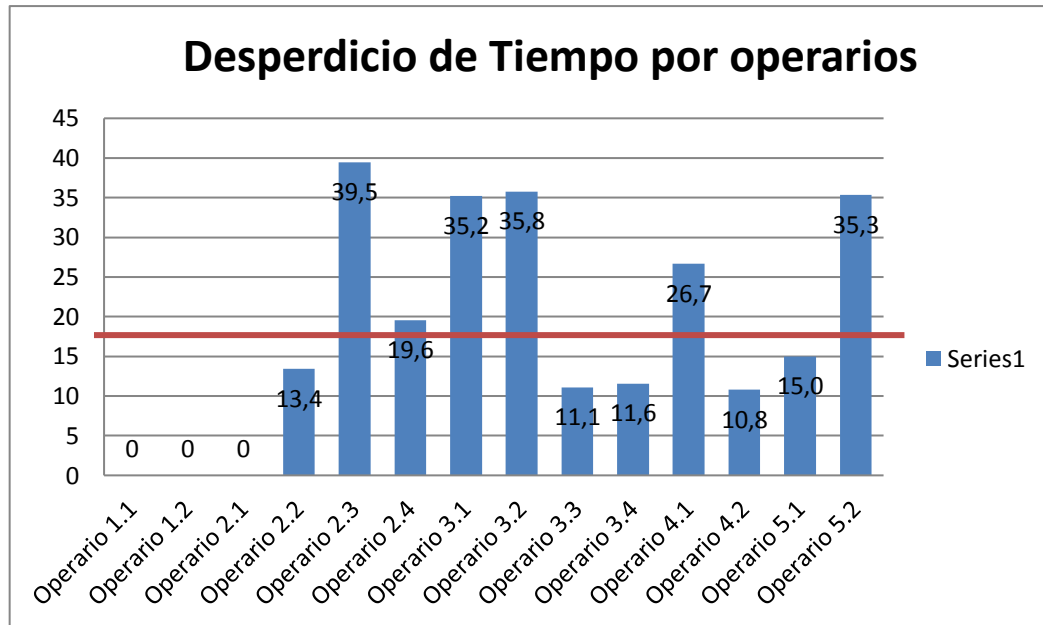
En la Tabla 11-4 se observa que los operarios del área de Troquelado utilizan el 100% del tiempo programado, mientras que el operario 2.1 que trabaja en Ojalillado tiene un desperdicio de tiempo de 208,08 minutos. Esto se debe a que en el área de Ojalillado los operarios realizan a la vez otras operaciones, cumplen con otras ordenes de producción o trabajos aislados que se solicitan temporalmente, y no se dedican exclusivamente a la tarea asignada.

En la Tabla 12-4 se indica el porcentaje de desperdicio de tiempo por operario calculado para una jornada de trabajo de 480 min.

**Tabla 12-4:** Tiempo de desperdicio por operario

Op	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	5.1	5.2
%	0	0	0	13,4	39,5	19,6	35,2	35,8	11,1	11,6	26,7	10,8	15	35,3

Realizado por: Santiago Aldás, 2016



**Gráfico 10-4:** Desperdicio de tiempo por operario

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

El desperdicio de tiempo promedio por jornada de trabajo es de 18,1%, los operarios que presentan mayor desperdicio de tiempo en el proceso son los Op.2,3; Op.3.1;Op.3.2;Op.4.1;Op.5,2, como se observa en el Gráfico 10-4.

Estos desperdicios se pueden reducir asignándole al operario exclusivamente una tarea que corresponda a la orden inmediatamente siguiente, con la finalidad de que si ya termina su trabajo de la orden de pedido actual, no se dedique a trabajos no programados que harán su actividad menos eficiente.

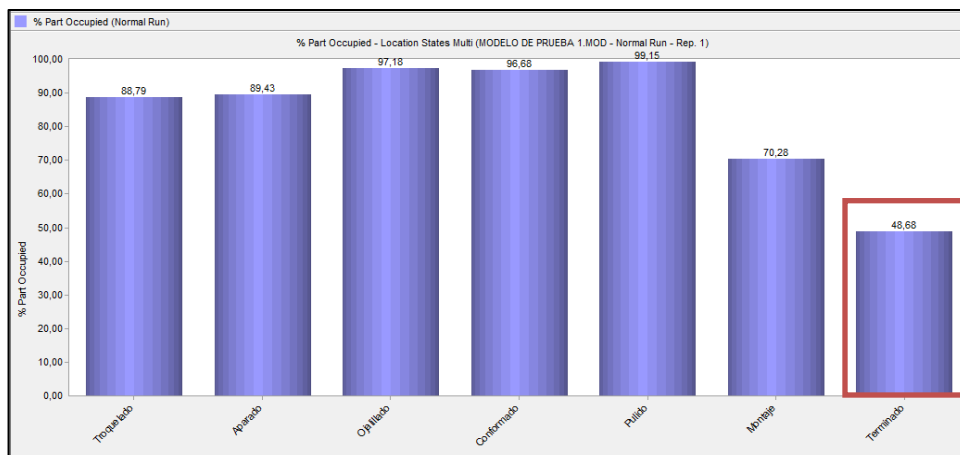
#### 4.7.2 Desperdicios por áreas de trabajo subutilizadas

En los estudios luego de la simulación se determina además el porcentaje de utilización de las diferentes locaciones, que en nuestro caso particular son los procesos; los que muestran menor porcentaje de utilización son los de montaje y terminado con un 70,28 % y 48,68 %

respectivamente, que señala que en montaje queda inutilizadas las máquinas y puestos de trabajo en un 29,72% y en Terminados un 52,32% , esto convertido a minutos resulta que en montaje se puede aumentar y optimizar su utilización en 144 min , en tanto que en terminados 251,1 min.

Esto se genera ya que en montaje existen procesos que se los realiza en tiempos cortos y existen esperas antes que el producto pase al área de terminados.

En el área de terminados existe el menor tiempo de utilización ya que el producto pasa poco tiempo por esta área y los procesos de manufactura en la misma son menos complejos, esto se observa en el Gráfico 11-4.



**Gráfico 11-4:** Porcentaje de utilización de áreas de trabajo

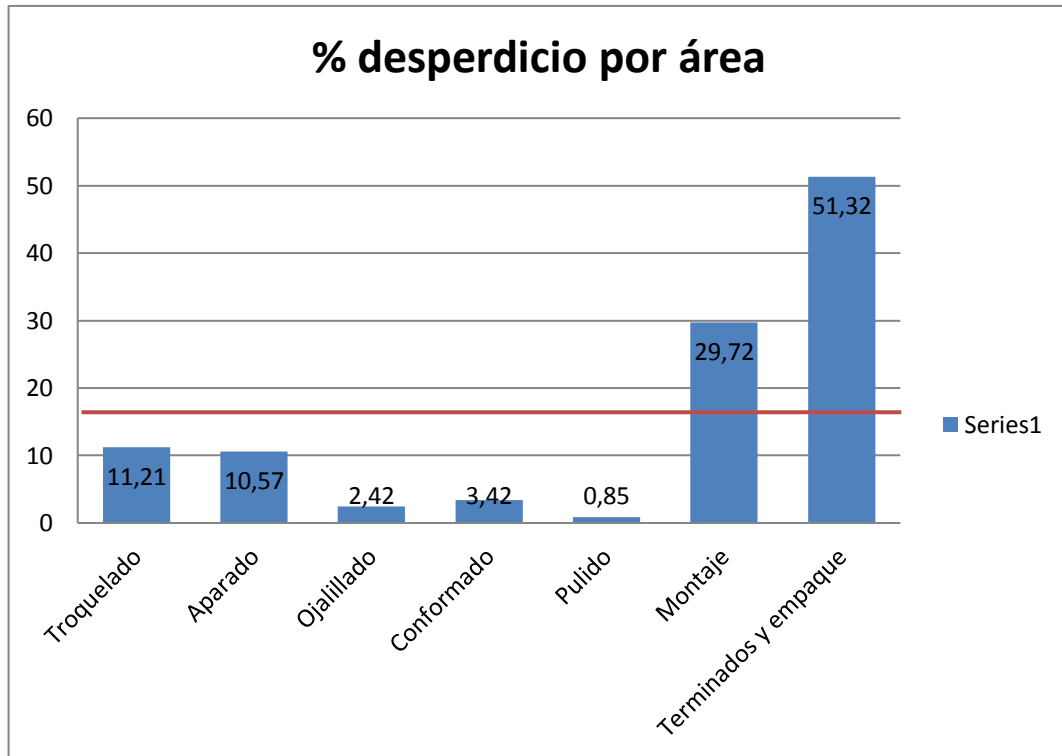
Fuente: Promodel ® v7.0

Los operarios que trabajen en esta área, pueden ser asignados de forma programada a otras en las cuales se requiera, especialmente el cuello de botella que es el proceso de Aparado.

**Tabla 13-4:** Porcentaje de desperdicio por áreas

ÁREA	% Utilización	% inutilizado
Troquelado	88,79	11,21
Aparado	89,43	10,57
Ojalillado	97,58	2,42
Conformado	96,58	3,42
Pulido	99,15	0,85
Montaje	70,28	29,72
Terminados y empaque	48,68	51,32

Realizado por: Santiago Aldás, 2016



**Gráfico 12-4:** Porcentaje de desperdicio por áreas

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

En el Gráfico 12-4 se observa que la mayor cantidad de desperdicio por área de trabajo son las de montaje y terminados, el promedio de desperdicio de tiempo por esta causa es de 15,6%

#### 4.7.3 Desplazamientos innecesarios de los trabajadores

Los trabajadores se desplazan continuamente de un lugar a otro dentro de la planta, es decir a veces por el desorden de no saber dónde dejan las herramientas que necesitan utilizar.

La orden de ejecución de un trabajo no siempre es el mismo, lo cual se debe a que no están normalizadas las instrucciones que se imparten a los operarios.

Muchos de ellos acuden a cumplir trabajos dejados sin concluir u órdenes que ingresan a ultima hora y que deben ejecutarse inmediatamente, generando desplazamientos innecesarios y pérdidas de tiempo.

En cada ciclo de trabajo, se generan diferentes tiempos extras por transportes innecesarios, es por esto que es difícil cuantificarles para estandarizar dicho tiempo, sin embargo es necesario considerarlos dentro de los desperdicios de tiempo.



#### 4.7.4 Acumulación de inventario en proceso

El área que muestra mayor porcentaje de acumulación de inventario es la de Conformado y Montaje, esto se debe a la falta en muchos casos de operarios o de cambios constantes de las órdenes de producción.

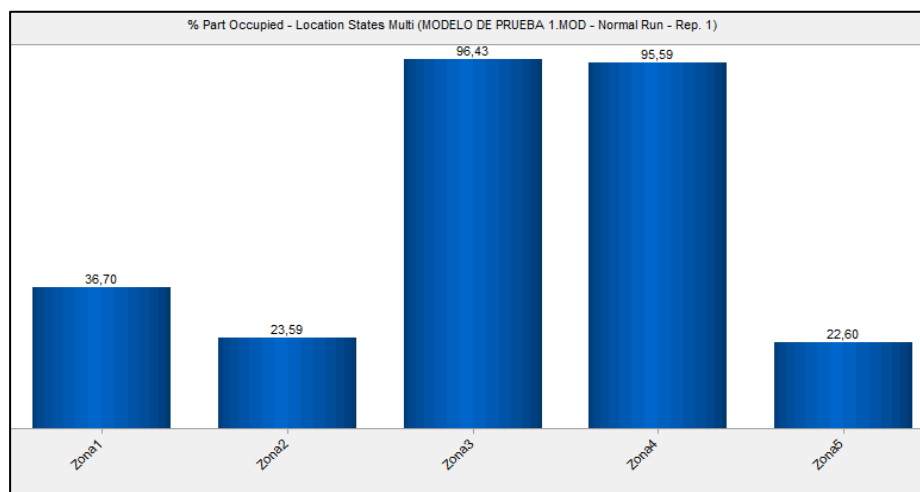
En la simulación se programaron cinco zonas de almacenaje temporal antes de cada una de las áreas como se indica en la Tabla 14-4 en la que se expresa los movimientos desde y hacia dónde van, así como las capacidades de cada una, este valor se determina en función de la capacidad calculada para el área de trabajo inmediata superior.

**Tabla 14-4:** Capacidad de las zonas de almacenaje temporal

Zona	Desde	Hacia	Capacidad
1	Troquelado	Aparado	255
2	Aparado	Ojalillado	2000
3	Ojalillado	Conformado	380
4	Conformado	Montaje	375
5	Montaje	Terminado	485

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

Estas zonas fueron creadas ya que durante el proceso existen inventarios que se van almacenando temporalmente, para ser tomadas inmediatamente por el siguiente proceso, las capacidades mostradas corresponden a las calculadas para el proceso inmediato superior, actualmente se evidencia acumulación en las diferentes zonas.



**Gráfico 13-4:** Porcentaje de utilización de zonas de almacenaje

Fuente: Promodel ® v7.0

En el Gráfico 13-4 se observa que en las Zonas 3 y 4 existe la mayor cantidad de inventario en proceso con un 96,43% y 95,59% respectivamente, esto indica que en conformado y montaje se presentan demoras o retrasos durante un ciclo de manufactura es por esto que no se puede tomar la orden inmediatamente.

En la Figura 17-4 se visualiza el tiempo promedio en los que las entidades estuvieron esperando en las zonas de almacenaje temporal.

MODELO DE PRUEBA 1.MOD (Normal Run - Rep. 1)								
Name	Scheduled Time (HR)	Capacity	Total Entries	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Utilization
Bodega de Materia prima	8,00	500,00	915,00	56,64	107,97	196,00	196,00	21,59
Troquelado	8,00	370,00	458,00	1,92	1,84	6,00	2,00	0,50
Zona1	8,00	255,00	456,00	0,44	0,42	4,00	0,00	0,17
Anaradn	8,00	255,00	456,00	2,22	2,11	8,00	1,00	0,83
Zona2	8,00	2000,00	454,00	0,28	0,26	4,00	1,00	0,01
Ojalillado	8,00	2000,00	453,00	29,56	27,90	73,00	72,00	1,40
Zona3	8,00	380,00	381,00	28,80	22,86	60,00	58,00	6,02
Conformado	8,00	380,00	322,00	29,37	19,70	46,00	42,00	5,18
Pulido	8,00	408,00	259,00	114,80	61,94	125,00	124,00	15,18
Zona4	8,00	375,00	280,00	27,24	15,89	44,00	39,00	4,24
Montaje	8,00	375,00	375,00	1,47	1,15	6,00	0,00	0,31
Zona5	8,00	485,00	241,00	0,52	0,26	4,00	1,00	0,05
Terminado	8,00	485,00	239,00	1,39	0,69	5,00	2,00	0,14
Bodega Producto terminado	8,00	1000,00	236,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00

**Figura 17-4:** Tiempo promedio en los que las entidades  
Fuente: Promodel ® v7.0

En la Tabla15-4 se observa los tiempos de las zonas expresadas en la Figura 17-4

**Tabla 15-4:** Tiempos de espera en las zonas de almacenaje

Zona	Tiempo promedio de espera en la zona(min)	% Utilización de la Zona
1	0,44	0,17
2	0,28	0,01
3	28,8	6,02
4	27,24	4,24
5	0,52	0,05

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

En la zona 3 y 4 existe la mayor cantidad de tiempo en que el inventario en proceso espera durante el ciclo de trabajo estudiado, para obtener una mejor productividad se debe bajar estos tiempos y evitar dichos desperdicio. El promedio de desperdicio de tiempo por inventario en espera es de 2,1 % en todo el ciclo.

Uno de los objetivos de la programación de la producción es entregar a tiempo los pedidos, esto se logra reduciendo los tiempos de fabricación y minimizando los tiempos de entrega, principalmente reduciendo tiempos de espera o de procesamiento.

Ahora se procede a programar la producción en función de un volumen de pedidos demandados en el cual se reducen los desperdicios de tiempo que se resumen en la Tabla 16-4 para mejorar la productividad.

**Tabla 16-4:** Resumen de desperdicios de tiempo en porcentaje por ciclo de trabajo

Operarios inutilizados	18,1%
Áreas y puesto de trabajo subutilizados	15,6%
Acumulación de inventario en proceso	2,1%

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

Cuando se programa la producción se debe reducir estos porcentajes de desperdicio de tiempo, tomando en cuenta cada una de las particularidades en las que se debe intervenir.

#### 4.8 Programación de la producción

La programación de la producción permite cumplir los plazos de los pedidos, reducir tiempos de entrega, disminuir los inventarios de los trabajos sin terminar y maximizar el aprovechamiento de máquinas y trabajadores. En todo momento el principal objetivo debe ser mantener una perspectiva de sistemas para garantizar que los objetivos del centro de trabajo estén sincronizados con la estrategia de operaciones de la organización. (Chase & F. Robert, 2014)

Hay que considerar que en producción de calzado, al ser bajo pedido, no se puede planificar con un horizonte de planeación proyectado y pronosticar una demanda, pero si se puede programar las actividades y estandarizar tiempo en cada área para lograr reducir ciclos de trabajo e incrementar el TH.

Para realizar la programación de la producción se aplica la teoría de restricciones, en donde se identifican las restricciones del sistema productivo que determinan las cantidades óptimas de fabricación y permiten calcular el throughput para a través de un estudio y aplicación de la ley de Little, maximizarlo.

Para lograr un mayor throughput, es necesario disminuir los desperdicios de tiempo reduciendo el CT y mantener constante el inventario en proceso.

Para poder programar la producción, es necesario conocer cuál es la cantidad mínima que debe haber como inventario en proceso (WIP), cuál es el TH máximo que se puede conseguir para así planificar la capacidad de planta en función de la demanda y finalmente el CT para conocer el

horizonte de tiempo de planificación y saber si es posible cumplir o no los plazos establecidos en las ordenes de pedido y posteriormente tiempo de entrega al cliente.

Con el fin de lograr dicha programación se siguen los siguientes pasos:

### 1.- Generar órdenes de pedido

Para el ejemplo se toman órdenes de pedido del modelo en estudio realizadas en una semana. Cabe indicar que no es necesario realizar un pronóstico de la demanda, ya que la presente programación obedece a un sistema Jit o Pull la cual jala la producción desde la demanda de los clientes como se explica en el fundamento teórico.

La Tabla 17-4 es un extracto de las órdenes de pedido comprendidas en las semanas del 06 al 15 de enero del 2016 del modelo S-15 de la empresa de calzado en estudio.

**Tabla 17-4:** Órdenes de pedido

No. Orden	Modelo	COLOR	TALLAS													TO TAL	Fecha pedido
			34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45			
01	S-15	negro natural				10	70	80	100	50	30	10			350		
01	S-15	negro natural					20	30	80	20	10	10			170		
02	S-15	negro natural			12										12		
02	S-15	negro natural					10	20	30	20	10				90		
02	S-15	negro natural		4	11	8	14	18	19	10	4		1		89		
03	S-15	ecológico negro				20	60	100	100	60	40	30	10	10	430		
04	S-15	café graso					5	20	9	21	13	1			69		
04	S-15	café graso					16	34	14	20	18	5			107		
05	S-15	negro natural			18										18		
05	S-15	café graso					5	1	2	4	2	1			15		
05	S-15	negro natural			3	4	10	12	12	12	12	5	2		72		
05	S-15	negro natural					20	30	40	20	20	10			140		
06	S-15	negro natural					10	10	10	10	10	10			60		
06	S-15	negro natural			5		10	10	10	10	10	10			65		
06	S-15	negro natural			10		15	20	25	20	10	10			110		
06	S-15	negro natural			5	10									15		

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

En la Tabla 18-4 se indica las fechas en las que se toman los pedidos del modelo S-15 y las cantidades del total de pares de dicha orden.

**Tabla 18-4:** Fechas de órdenes de pedido

<b>ORDEN</b>	<b>FECHA PEDIDO</b>	<b>CANTIDAD (pares)</b>
1	6-01-2016	520
2	8-01-2016	191
3	11-01-2016	430
4	12-01-2016	176
5	14-01-2016	245
6	15-01-2016	250

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

## 2.- Calcular los tiempos de cada orden

Los tiempos necesarios para cumplir con la producción de las ordenes se toman de la simulación, en el que se generan los 6 escenarios diferentes respecto a los arriivos al sistema para cada pedido, obteniendose los resultados para el caso actual, caso práctico y mejor caso, los mismos que se detallan en las Tablas 19-4, 20-4, 21-4 respectivamente. Los tiempos que expresa el simulador es en minutos, para efectos de este estudio se obtiene además en horas y días.

### Caso Actual

**Tabla 19-4:** Tiempos caso actual

<b>ORDEN</b>	<b>MIN</b>	<b>HORAS</b>	<b>DÍAS</b>
1	1040,75	17,3	2,17
2	383,27	6,4	0,80
3	858,25	14,3	1,79
4	361,36	6,0	0,75
5	486,09	8,1	1,01
6	498,52	8,3	1,04
		<b>TOTAL</b>	<b>7,56</b>

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

## Caso Práctico

Tabla 20-4: Tiempo caso práctico

ORDEN	MIN	HORAS	DÍAS
1	2025,38	33,8	4,2
2	743,45	12,4	1,5
3	1672,07	27,9	3,5
4	693,02	11,6	1,4
5	949,28	15,8	2,0
6	971,03	16,2	2,0
		<b>TOTAL</b>	14,7

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

## Mejor Caso

Tabla 21-4: Tiempo mejor caso

ORDEN	MIN	HORAS	DÍAS
1	988	16,5	2,06
2	362,90	6,0	0,76
3	817	13,6	1,70
4	334,40	5,6	0,70
5	465,50	7,8	0,97
6	475	7,9	0,99
		<b>TOTAL</b>	7,17

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### 3.- Determinar los parámetros de producción

Los parámetros de producción son: inventario en proceso (WIP), Tiempo de ciclo (CT) y tasa de producción (TH), capacidad de la línea por hora y la eficiencia del sistema.

Por ejemplo para la **orden 1**: el WIP corresponde a los arribos al sistema que es el valor de la orden solicitada por el cliente, el CT es el tiempo necesario calculado por el simulador para cumplir la orden, el TH es la tasa de producción que equivale a la división del WIP entre el CT como indica la *Ley de Little*, la capacidad es el valor del TH multiplicado por 60 min para obtener la capacidad por hora y la eficiencia que es valor porcentual de la división entre la capacidad del caso actual y el mejor caso.

Para el resto de órdenes se utilizan los mismos cálculos y análisis, así como también para los demás casos expresados en la Tabla 22-4, 23-4 y 24-4.

**Tabla 22-4:** Parámetros de producción caso actual

<b>ORDEN</b>	<b>WIP</b>	<b>CT</b>	<b>TH</b>	<b>Capacidad(pares/hora)</b>	<b>Eficiencia%</b>
1	520	1040,75	0,5	30	95
2	191	383,27	0,5	29	94
3	430	858,25	0,5	30	95
4	176	361,36	0,49	29	92
5	245	486,09	0,5	30	95
6	250	498,52	0,5	30	95

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

En la Tabla 23-4 se expresan los parámetros de producción para el caso práctico, donde el CT y el TH el simulador lo calcula con las ecuaciones (12) y (13).

**Tabla 23-4:** Parámetros de producción caso práctico

<b>ORDEN</b>	<b>WIP</b>	<b>CT</b>	<b>TH</b>	<b>Capacidad (pares/hora)</b>	<b>Eficiencia (%)</b>
<b>1</b>	520	<b>2025,38</b>	<b>0,26</b>	<b>15</b>	<b>48</b>
<b>2</b>	191	<b>743,45</b>	<b>0,26</b>	<b>15</b>	<b>48</b>
<b>3</b>	430	<b>1672,07</b>	<b>0,26</b>	<b>15</b>	<b>48</b>
<b>4</b>	176	<b>693,02</b>	<b>0,25</b>	<b>15</b>	<b>48</b>
<b>5</b>	245	<b>949,28</b>	<b>0,26</b>	<b>15</b>	<b>48</b>
<b>6</b>	250	<b>971,03</b>	<b>0,26</b>	<b>15</b>	<b>48</b>

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

En la Tabla 24-4 se expresan los parámetros de producción para el mejor caso posible, donde el CT y el TH el simulador lo calcula con las ecuaciones (6) y (8).

**Tabla 24-4:** Parámetros de producción mejor caso

<b>ORDEN</b>	<b>WIP</b>	<b>CT</b>	<b>TH</b>	<b>Capacidad (pares/hora)</b>	<b>Eficiencia (%)</b>
<b>1</b>	520	988	0,53	31	100
<b>2</b>	191	362,90	0,53	31	100
<b>3</b>	430	817	0,53	31	100
<b>4</b>	176	334,40	0,53	31	100
<b>5</b>	245	465,50	0,53	31	100
<b>6</b>	250	475	0,53	31	100

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

#### 4.- Capacidad de los procesos

Para una jornada normal de 8 horas, el simulador determina la capacidad de cada proceso en función de los tiempos ingresados al sistema, dividiendo 1 sobre el tiempo estándar para así obtener la capacidad de un par por minuto, luego en la Tabla 25-4 se indica además en la segunda columna la capacidad por hora multiplicando el valor anterior por 60 y en la tercera columna la capacidad por turno correspondiente a la jornada de 8 horas. Estos valores sirven para saber en qué tiempo se debe enviar una orden entre cada proceso y así evitar desperdicios por acumulación de inventario en proceso.

**Tabla 25-4:** Capacidades por proceso

Proceso	Par/min	Capacidad(par/hora)	Capacidad (par/turno)
Troquelado	0,77	46	370
Aparado	0,53	31	254
Ojalillado	4,17	250	2000
Conformado	0,79	47	379
Montaje	0,78	46	374
Terminados	1,01	60	485
Pulido	0,85	51	408

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

#### 5.- Calculo de operarios necesarios

Para determinar el número adecuado de operarios de acuerdo a la necesidad de la orden de producción, se sigue el siguiente procedimiento:

1.- Se calcula el tiempo necesario para cada proceso con la siguiente ecuación:

$$\text{Tiempo necesario para el proceso} = [(Cantidad de la orden (pares) / Capacidad del proceso (pares/min))] / 60 (min)$$

2.- Se divide el tiempo necesario para el proceso entre el tiempo de la jornada laboral, que para este caso es 8 horas

$$\text{Operarios necesarios en cada proceso} = (\text{Tiempo necesario para el proceso}) / (\text{tiempo de la jornada de trabajo})$$

3.- Luego se suman los operarios necesarios para cada proceso para obtener el total requerido.

$$\text{Operarios para cada orden} = \sum(\text{Operarios de cada proceso})$$

Para mayor detalle se realiza un ejemplo con el proceso de troquelado para la orden 1 de 520 pares, para los demás se realiza el mismo cálculo.



Tiempo para troquelado = [(520 pares/0,77 pares/min)/60 min]horas

Tiempo para troquelado= 11,3 horas

Operarios para el proceso= 11,3 horas/ 8 horas

Operarios para el proceso= 1,4

En la Tabla 26-4 se muestra la cantidad de operarios necesarios para cada orden de producción del caso de estudio

**Tabla 26-4:** Número de operarios necesarios

N° Orden	1	2	3	4	5	6
<b>Cantidad pedido</b>	<b>520</b>	<b>191</b>	<b>430</b>	<b>176</b>	<b>245</b>	<b>250</b>
<b>Troquelado</b>	1,4	0,52	1,16	0,48	0,66	0,68
<b>Aparado</b>	2	0,75	1,69	0,69	0,96	0,98
<b>Ojalillado</b>	0,25	0,10	0,21	0,09	0,12	0,12
<b>Conformado</b>	1,4	0,50	1,13	0,46	0,65	0,66
<b>Montaje</b>	1,4	0,51	1,15	0,47	0,65	0,67
<b>Terminados</b>	1,07	0,39	0,89	0,36	0,51	0,52
<b>Pulido</b>	1,3	0,47	1,05	0,43	0,60	0,61
<b>TOTAL</b>	<b>8,82</b>	<b>3,24</b>	<b>7,29</b>	<b>2,98</b>	<b>4,15</b>	<b>4,24</b>

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

## 6.- Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt indica la secuencia de operaciones en función del tiempo necesario para cada proceso, y el orden en el inicio de cada una de ellas, en la Tabla27-4 se muestra la secuencia para el caso actual en el que se obtiene u tiempo toral de 17,3 horas para cumplir la producción.

### Caso Actual

**Tabla 27-4:** Diagrama de Gantt actual

HORAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Troquelado</b>	11,3																	
<b>Aparado</b>	16,4																	
<b>Ojalillado</b>	2,1																	
<b>Conformado</b>	11,0																	
<b>Montaje</b>	11,1																	
<b>Terminados</b>	8,6																	
<b>Pulido</b>	10,2																	

Realizado por: (Santiago Aldás, 2016)

En la Tabla 28-4 se indica la secuencia de producción para el mejor caso posible en el que se determina el tiempo de producción correspondiente a 16,4 horas, este tiempo se reduce respecto a la Tabla 27-4 debido a que al tener inventario en proceso mínimo de 32 pares, se pueden iniciar actividades al mismo tiempo como son por ejemplo las de montaje y conformado.

### Mejor Caso (Propuesto)

**Tabla 28-4:** Diagrama de Gantt propuesto

HORAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Troquelado	11,3	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Aparado	16,4	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Ojalillado	2,1		█		█		█		█		█		█		█		█		█
Conformado	11,0	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Montaje	11,1	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
Terminados	8,6		█		█		█		█		█		█		█		█		█
Pulido	10,2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Realizado por: (Santiago Aldás, 2016)

### Análisis de los diagramas de Gantt

A continuación se muestra en la Tabla 29-4 el tiempo mejorado al programar la producción, que corresponde a 66 minutos, en la columna *inicia actual* se registra el tiempo actual en el que comienza a trabajar en la actividad durante el proceso, en la columna *inicia propuesto* se registra el tiempo de inicio de la actividad mejorado, finalmente se resta estos tiempos para obtener el tiempo total que se mejora al aplicar este diagrama.

**Tabla 29-4:** Análisis diagrama de Gantt

PROCESO	INICIA ACTUAL (min)	INICIA PROPUESTO (min)	TIEMPO MEJORADO (min)
Troquelado	0	0	0
Aparado	0	0	0
Ojalillado	0	0	0
Conformado	12	12	0
Montaje	78	12	66
Terminados	144	78	66
Pulido	0	0	0

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

Tiempo mejorado en el proceso de la orden de producción en estudio es de 66 min a través de una adecuada programación de la producción, controlando inventario en proceso.

## 7.- Tiempos de entrega de pedidos

En función de los tiempos calculados para cada orden, se determina el tiempo en el cual se elabora el pedido y por consiguiente se plantea la fecha de entrega del mismo.

Para este caso como ejemplo solamente se determina en la orden 1 de 520 pares, como se muestra en la Tabla 30-4.

**Tabla 30-4:** Tiempos de entrega de pedidos

<b>ORDEN</b>	<b>FECHA PEDIDO</b>	<b>CANTIDAD (pares)</b>	<b>TIEMPO DE CICLO HORAS</b>	<b>TIEMPO DE ENTREGA</b>
1	6-01-2016	520	17,3	2,17
2	8-01-2016	191	6,4	0,80
3	11-01-2016	430	14,3	1,79
4	12-01-2016	176	6,0	0,75
5	14-01-2016	245	8,1	1,01
6	15-01-2016	250	8,3	1,04

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

## 8.- Ordenes de producción

Las órdenes de producción se generan en función de la cantidad necesaria a producir, el tiempo necesario para la fabricación y los plazos de entrega a los clientes.

A continuación se presenta el diseño de una hoja que contiene los parámetros necesarios de una orden de producción considerando las restricciones del sistema y los parámetros de producción.

Es importante recalcar la secuencia de las operaciones cuando comenzar y terminar cada proceso así como también los recursos necesarios en cuanto a tiempo y mano de obra.

Como ejemplo se ha elaborado una orden para un pedido de 520 pares del Modelo S15 de calzado de seguridad.

En la Tabla 31-4 se muestra un esquema de una orden de producción, considerando todos los parámetros estudiados.

**Tabla 31-4:** Ejemplo orden de producción

<b>ORDEN DE PRODUCCIÓN</b>		<b>N° 1</b>
<b>Cliente</b>	Bodega	<b>Modelo:</b> S-015
<b>Fecha de recepción</b>	06/01/2016	<b>Responsable:</b> N.N.
<b>Fecha de entrega</b>	08/01/2016	<b>Color:</b> Negro
<b>Tiempo total de producción</b>	17,3 horas	<b>Tipo de planta:</b> Buffalo normal
<b>Mano de obra requerida</b>	9	<b>Lotes :</b> 10 de 50 pares + 1 de 20 pares

<b>TALLAS</b>												<b>TO</b>
34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	<b>TAL</b>
			10	70	80	100	50	30	10			350
				20	30	80	20	10	10			170
											<b>TOTAL</b>	520

**Secuencia de las operaciones:**

<b>HORAS</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Troquelado</b>	11,3																	
<b>Aparado</b>	16,4																	
<b>Ojalillado</b>	2,1																	
<b>Conformado</b>	11,0																	
<b>Montaje</b>	11,1																	
<b>Terminados</b>	8,6																	
<b>Pulido</b>	10,2																	

<b>Tiempos de los procesos</b>		<b>Parámetros de producción</b>
<b>Troquelado</b>	11,3 horas	WIP: 520 pares  CT: 988 min  TH 0,53 pares/min  Capacidad 32 pares/hora
<b>Aparado</b>	16,4 horas	
<b>Ojalillado</b>	2,1 horas	
<b>Conformado</b>	11,0 horas	
<b>Montaje</b>	11,1 horas	
<b>Terminados</b>	8,6 horas	
<b>Pulido</b>	10,2 horas	
<b>Entregado por:</b>		<b>Recibido por:</b>
<b>Firma:</b>		<b>Firma:</b>

Realizado por: Santiago Aldás , 2016

El ejemplo de la hoja de registro contiene un encabezado indicando el número de orden y datos básicos del cliente, número de operarios, cantidad de los lotes, fecha y tiempos de recepción y entrega.

Además contiene la secuencia de operaciones para que los operarios sepan cuando comenzar su actividad , presenta necesariamente los tiempos estándar de los procesos con la finalidad de saber cuándo terminar una actividad y finalmente los parámetros calculados como WIP, CT Y TH así como la capacidad de la línea de producción .

Esta orden puede variar en función de las características de la planta y de los criterios del jefe o encargado de los procesos de producción.

#### **4.9 Evaluación de la productividad**

Al ser la productividad un indicador relativo que mide la capacidad de un factor productivo, o varios, para crear determinados bienes, por lo que al incrementarla se logran mejores resultados, considerando los recursos empleados para generarlos (Miranda & Toirac, 2010, p.248) , es importante analizar este factor considerando los parámetros de producción estudiados en el presente capítulo comparándolos con el caso actual y el caso propuesto.

En la presente investigación se calcula la productividad comparando la cantidad de pares producidos en las órdenes de producción y el tiempo necesario para obtener dicha orden.

##### ***4.9.1 Productividad actual para modelo S-15***

#### **Productividad en función del tiempo de entrega de pedidos- caso actual**

En la Tabla 32-4 se obtiene la productividad para la muestra del caso de estudio de seis ordenes de producción dividiendo los pares de cada una para el tiempo necesario para producirlos, los tiempos para el estudio se obtiene de la Tabla 21-4 para el caso actual.

Luego se promedia las seis productividades obtenidas y se tiene una productividad actual de 30 pares cada hora.

**Tabla 32-4:** Productividad actual en función del tiempo

N° Orden	1	2	3	4	5	6
Pares	520	191	430	176	245	250
Tiempo	17,3	6,4	14,3	6	8,1	8,3
<b>Productividad</b>	<b>30,1</b>	<b>29,8</b>	<b>30,1</b>	<b>29,3</b>	<b>30,2</b>	<b>30,1</b>
<b>Productividad Promedio</b>	<b>30</b>	<b>pares/hora</b>				

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

### Productividad en función de la cantidad de operarios necesarios- caso actual.

Como la productividad es un indicador que relaciona producción con recursos necesarios para obtenerlos, en el presente estudio se evalúa también en función de los operarios necesarios para obtener cada orden.

En la Tabla 33-4 se determina la productividad para los seis órdenes del caso de estudio actual y los operarios necesarios.

La cantidad de operarios necesarios se obtiene por observación directa en función de la cantidad de personas ubicadas en cada puesto de trabajo durante el estudio de tiempos, donde se verifica la presencia de 14 operarios.

La productividad promedio entre las ordenes estudiadas es de 22 pares producidos por cada operario.

**Tabla 33-4:** Productividad actual en función de los operarios disponibles

N° orden	1	2	3	4	5	6
Pares	520	191	430	176	245	250
Operarios	14	14	14	14	14	14
Productividad	37,1	13,6	30,7	12,,6	17,5	17,9
<b>Productividad promedio</b>	<b>22</b> <b>pares/hora</b>					

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

#### 4.9.2 Productividad propuesta para modelo S – 15

##### Productividad en función del tiempo de entrega de pedidos- caso propuesto

En la Tabla 34-4 se observa la productividad en función del tiempo propuesto, dicho tiempo se obtiene para cada orden ,obtenido del simulador cuando se produce con una tasa máxima de producción utilizando la capacidad máxima de la línea.

El promedio de la productividad para el caso propuesto es de 32 pares cada hora.

Cabe indicar que si se reducen los tiempos de desperdicios y se eleva el cuello de botella se puede obtener una mayor productividad.

**Tabla 34-4: Productividad propuesta en función del tiempo**

N° Orden	1	2	3	4	5	6
Pares	520	191	430	176	245	250
pares	16,5	6	13,6	5,6	7,8	7,9
<b>Productividad</b>	<b>31,5</b>	<b>31,8</b>	<b>31,6</b>	<b>31,4</b>	<b>31,4</b>	<b>31,6</b>
<b>Productividad Promedio</b>	<b>32</b>	<b>pares/hora</b>				

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

##### Productividad en función de la cantidad de operarios necesarios - caso propuesto

En la Tabla 35-4 se indica la productividad calculada para cada orden de producción en función de los operarios necesarios para elaborar cada una de ellas.

El cálculo de los operarios se detalla en la Tabla 28-4. La productividad promedio obtenida es de 53 pares por operario.

Para alcanzar a operar con la cantidad de trabajadores calculados, es necesario eliminar los desperdicios de tiempo de cada uno de ellos y evitar asignar operarios a otras órdenes sin que se haya terminado la que se esté ejecutando de acuerdo a la planificación.

**Tabla 35-4:** Productividad propuesta en función de operarios

<b>N° Orden</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Pares	520	191	430	176	245	250
Operarios	9	4	8	3	5	5
<b>Productividad</b>	<b>57,8</b>	<b>47,8</b>	<b>53,8</b>	<b>58,7</b>	<b>49,0</b>	<b>50,0</b>
<b>Productividad Promedio</b>	<b>53</b>	<b>pares/operario</b>				

Realizado por: Santiago Aldás, 2016

#### 4.10 Análisis de los resultados obtenidos en la investigación

En la presente investigación se analizó el proceso productivo de calzado de seguridad, realizando el estudio de tiempos con el producto más demandado correspondiendo al modelo S15. Para el estudio de tiempos se utilizó la metodología del sistema Westinghouse donde se calcula el tiempo básico considerando la valoración del esfuerzo, habilidad, consistencia y condiciones de cada uno, además se calculó los suplementos de tiempo variables y constantes considerando si el operario es hombre o mujer, para finalmente obtener el tiempo estándar de cada uno de los procesos. Con esos tiempos se estudiaron siete procesos cuyas capacidades son Troquelado 0,77 pares/min, Aparado 0,53 pares/min, Ojalillado 4,17 pares/min, Conformado 0,79 pares/min, Pulido 0,85 pares/min, Montaje 0,78 pares/min y Terminado 1,01 pares/min, del cual el cuello de botella está en el proceso de Aparado.

Los tiempos obtenidos se ingresan en el desarrollo de un modelo de simulación elaborado en el software Promodel del cual se obtuvo que en una jornada de trabajo de 8 horas (480 min), la tasa de producción o throughput es  $TH = 0,50$  pares/min, permitiendo producir 30 pares al día que corresponde a 238 pares diarios para el caso actual. Con este software se obtuvo además la tasa del cuello de botella ( $R_b$ ) que corresponde a 0,5 pares / min para el caso actual.



Se evaluaron los parámetros de la producción propuesta en la teoría de restricciones por Eliyahu Goldratt en función de tres casos posibles enunciados en la Física de Planta de los autores Hopp y Spearman que son : el mejor caso posible, peor caso y caso práctico.

Para el mejor caso se utiliza la capacidad total de la línea de producción, esto se logra elevando el Throughput al valor del cuello de botella, controlando el inventario en proceso. Este valor en el mejor caso posible corresponde a 0,53 pares/ min obteniéndose una producción de 246 pares diarios elevándolo del caso actual en 10 pares.

Se analizaron tres causas por las cuales se generan tiempos improductivos y a la vez desperdicios, estas causas con sus porcentajes de desperdicio son, operarios improductivos 18,2%, estaciones de trabajo subutilizadas 15,6% y acumulación de inventario en proceso 2,1%.

Las Zonas en las que existe mayor cantidad de acumulación de inventario son entre Ojalillado y Conformado y entre Conformado y Montaje.

Las restricciones de capacidad de acuerdo a la teoría de restricciones son el inventario en proceso WIP, el tiempo de ciclo CT y la tasa de producción TH, estos parámetros se analizaron para mejorarlos a través de una propuesta de programación de la producción que establece la Ley de Little para el mejor caso posible permitiendo reducir los tiempos del ciclo de trabajo de 478,83 min a 450,3 min; se elevó el Throughput de 0,50 pares/min a 0,53 pares/min, manteniendo un inventario en proceso constante. De acuerdo al análisis de la dinámica de la producción se concluye que cada hora deben arribar al sistema 32 pares y mantenerse constante durante todo el proceso para poder elevar la restricción a la capacidad máxima de la línea.

Existe un caso práctico que se analizó, estos valores se calculan para obtener una producción mínima diaria y un tiempo máximo en la que se puede entregar un pedido, esto indica que para cumplir la cantidad de una jornada de trabajo en el caso actual, se requiere 925,81 min con una  $TH = 0,26$  y una capacidad de la línea de 15 pares diarios, es decir un pedido que actualmente se puede realizar en 8 horas, en el caso práctico se lo realizara en 15,6horas , estipulando este tiempo como el máximo en el que un pedido se puede entregarlos estudios indican que en el caso práctico se consideran tiempos en los que pueden llegar pedidos de última hora y los operarios se dedican a terminar varios pedidos dejando inconclusos la orden actual.

Se generó una secuencia adecuada de operaciones eliminando los tiempos de desperdicio y se originó una hoja de orden de producción considerando todos los parámetros en estudio.

## CONCLUSIONES

- Los parámetros para la programación de la producción en la empresa son Tasa de producción o throughput cuyo valor para el caso actual es de 0,50 pares/ min , el inventario mínimo en proceso o WIP que corresponde a 32 pares , en los que se produce 30 pares al día y 238 pares en una jornada de 8 horas. Otros parámetros son la cantidad de operarios necesarios y la capacidad de cada una de los proceso en la línea de producción.
- Las restricciones de capacidad del sistema productivo son aquellas que generan desperdicio de tiempo en la producción tales como operarios improductivos, las mismas que afectan en el tiempo global en un 18,2 %, estaciones de trabajo inutilizadas o subutilizadas cuya afección en el tiempo es del 15,6% y la acumulación de inventario en proceso que afecta en un 2,1% al tiempo total.
- Se programó un modelo de simulación utilizando el software Promodel considerando las restricciones de capacidad y los parámetros de producción donde se obtuvo los resultados para los cuatro casos posibles enunciado en la Física de Planta, mejor caso, peor caso, caso práctico, y caso actual. Se simuló para una jornada de 8 horas de trabajo obteniéndose para el mejor caso posible y propuesto a la vez una tasa de producción de 0,53 pares / min, reduciendo el tiempo de ciclo de 478,83 min a 450 min y elevado la producción diaria de 438 a 251 pares diarios.
- Se evaluó la productividad con la propuesta en función de los operarios asignados y el tiempo de operación, obteniéndose para el caso actual una productividad de 53 pares / operario, mientras que en el caso actual se tiene 22 pares / operario. Así también la productividad en función del tiempo es en el caso actual 30 pares/hora y en el propuesto 32 pares/hora.
- Finalmente se concluye de acuerdo a los resultados obtenidos, que al programar adecuadamente la producción, recudiendo desperdicios de tiempo y controlando el inventario en proceso, se puede mejorar la productividad de la planta.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda tomar los tiempos de producción de otros modelos para poder programar la producción en función de más de una línea.
- Se recomienda aplicar la programación propuesta en la práctica, no solamente en el simulador sino también en la realidad, para poder verificar los resultados teóricos que arroja el sistema.
- Se recomienda generar un plan de mejora en función de las restricciones de capacidad obtenidos para lograr reducirlas o eliminarlas.
- Para lograr cumplir la meta que se establece en el programa de producción es fundamental generar un plan de mejorar de métodos de trabajo para reducir los tiempos que generan retrasos en la entrega de órdenes de producción
- El formato de la orden de producción puede ser modificarlo y ajustado a las necesidades de empresas de similares características, en función de los procesos que se utilicen en cada una.

## BIBLIOGRAFÍA

**ABISAMBRA, A., & MANTILLA, L.** (2008). Aplicación de la teoría de restricciones (TOC) a los procesos de producción de la planta de fundición IMUSA. *Soluciones de Posgrado EIA*, 1(2), 121-133.

**BERNAL LOAIZA, M., COCK SARMIENTO, G., & RESTREPO CORREA, J. H.** (2015). Productividad en una celda de manufactura flexible simulada en promodel utilizando path networks type crane. *Revista Tecnura*, 19(44), 133-144.

**BIBING.** (02 de 03 de 2016). *Análisis de los sistemas de control de la producción*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30143/fichero/CAPITULO2.pdf>

**BLANCO, L., & FAJARDO, I.** (2006). *Simulación con Promodel* (Segunda ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

**CALZADO BUFFALO INDUSTRIAL.** (2015). [www.buffaloindustrial.com.ec](http://www.buffaloindustrial.com.ec).

**CHAPMAN, S.** (2006). *Planificación y control de la producción*. Mexico: Pearson.

**CHASE, R. B., & F.ROBERT, J.** (2014). *Administración de Operaciones, Producción y cadena de suministro* (13 ed.). Mexico D.F.: Interamericana Editores S.A. de C.V.

**CUZCO, A.** (2013). *Propuesta de un sistema de planeación y control de la producción en la empresa de calzado "MACH"*. Tesis de Ing. Industrial, Universidad de Cuenca, Cuenca-Ecuador .

**CUZCO, O.** (2015). *Distribución de instalaciones en el área de calzado de seguridad para la empresa de calzado Marcia Bufalo Industrial*. Tesis de Ing. Industrial, Universidad Técnica de Ambato, Ambato- Ecuador.

**EL UNIVERSO.** (11 de Julio de 2015). *Innovación y diseño son aún un desafío para el zapato ecuatoriano*. Recuperado el 10 de 10 de 2015, de <http://www.eluniverso.com/noticias/2015/07/19/nota/5024746/innovacion-diseno-son-aun-desafio-zapato-local>

- GARCIA, E.** (2006). *Simulación y análisis de sistemas con promodel* (1 ed.). Mexico: Pearson.
- GOLDRATT, E., & COX, J.** (2004). *La Meta, un proceso de mejora continua* (tercera ed.). Mexico D.F.: Ediciones Castillo.
- HERNÁNDEZ, M., & MUÑOZ, M.** (2004). *Diseño de una metodología para la planificación y programación de la producción de café tostado y molido en la planta de colcafé Bogotá*. Tesis de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá- Colombia.
- HERRERA, M.** (2011). Programación de la Producción, Una perspectiva de productividad y competitividad. *VirtualPro*(111), 2.
- HOPP, W., & SPEARMAN, M.** (2000). *Factory Physics* (Segunda ed.). Mexico: Mc Graw Hill.
- HUNT, J.** (2016). *Sistema de control de inventario Push vs. Pull*. Obtenido de <http://pyme.lavoztx.com/sistema-de-control-de-inventario-push-vs-pull-5193.html>
- JIMENEZ, J.** (2009). *Aplicación de promodel en Problemas de Producción y Logística para su implementación en el laboratorio de simulación de la Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga*. Tesis de Ingeniería, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga - Colombia.
- KANAWATY, G.** (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: Organización Internacional del trabajo.
- MIPRO.** (02 de 07 de 2015). *Ministerio de Industrias y Productividad*. Recuperado el 11 de 10 de 2015, de <http://www.industrias.gob.ec/bp131-ficce-2015-oportunidad-para-conocer-a-la-industria-del-calzado-ecuatoriano-con-calidad/>
- MIRANDA, J., & TOIRAC, L.** (2010). Indicadores de productividad para la Industria. *Ciencia y Sociedad*, XXXV(2), 235-290.

**MORALES, A., ROJAS, J., HERNANDEZ, L., & MORALES, A.** (2013). Modelación de la cadena de suministro evaluada con el paradigma de manufactura esbelta utilizando simulación. *Revista Científica*, 17(3), 133-142.

**MORALES, J.** (2015). *Propuesta para implementar un sistema de programación de la producción bajo teoría de restricciones en una empresa de artes gráficas*. Tesis de Especialista en Logística, Universidad de Antioquía, Medellín- Colombia.

**ORTIZ, V., & JUNIOR, A.** (2014). Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado – en Colombia. *Ingeniería Industrial*, 35(2), 114-130.

**PLANIFICACIÓN, S. d.** (2012). *Cambio de la Matriz Productiva*. Quito- Ecuador.

**PROMODEL.** (2015). *ProModel.Vizualizar.Analizar.Optimizar*. Obtenido de [www.promodel.com.mx](http://www.promodel.com.mx)

**QUIROZ, L.** (05 de 10 de 2015). Sector de cuero y calzado ecuatoriano quiere ser más competitivo. *Ministerio de Industrias y Productividad*.

**REYES, J.** (2011). *Estudio de prefactibilidad para la producción de calzado de seguridad en Plasticaucho Industrial S.A.del Ecuador y su comercialización en Chile*. Tesis de maestría, Universidad de Santiago de Chile, Santiago- Chile.

**REYES, J., ALDÁS, D., MORALES, L., & GARCÍA, M.** (2016). Evaluación de capacidad para montaje en la industria manufacturera de calzado. *Ingeniería Industrial*, 37(1), 14-23.

**REYES, J., ÁLVAREZ, K., & VÁSQUEZ, R.** (Marzo de 2016). Dynamic Buffer Management for Raw Material Supply in the Footwear Industry. *Journal of Industrial and Intelligent Information*, 4(1), 1-8.

**SALAZAR LÓPEZ, B.** (2012). *Ingenieriaindustrialonline*. Recuperado el 05 de 02 de 2016, de <http://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/suplementos-del-estudio-de-tiempos/>

**SITES.** (2015). *Plan Maestro*. Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de <https://sites.google.com/site/planmaestroitcg/5-7-programacion-de-la-produccion>

## **Anexo A: Encuesta**

Encuesta dirigida a los trabajadores de la empresa Calzado Marcia Búfalo industrial

Objetivo: Determinar el nivel de conocimiento de los operarios a cerca de los parámetros de producción dentro de la empresa.

Instrucciones: Marque con una X la respuesta que Ud. considere correcta.

Cuestionario:

**1.- ¿Tienen definidas las áreas de trabajo para cada uno de los operarios?**

Siempre

Casi siempre

A veces

Nunca

**2.- ¿Conoce Ud los tiempos estándares de producción en su área de trabajo?**

SI

NO

**3.- ¿Con qué frecuencia evidencia en su área trabajos en proceso acumulado?**

Siempre

Casi siempre

A veces

Nunca

**4.- ¿Conoce Ud. la tasa de producción de la empresa diaria en pares/ día?**

SI

NO

**5.- ¿Se programa la producción antes de iniciar un lote de producción?**

Siempre

Casi siempre

A veces

Nunca

**6.- ¿Ha evidencia retraso en la entrega de los pedidos?**

Siempre

Casi siempre

A veces

Nunca

**7.- ¿Con qué frecuencia es necesario trabajar horas extras para cumplir los pedidos a tiempo?**

Siempre

Casi siempre

A veces

Nunca

**8.- ¿En qué zonas de la planta existe mayor retraso en la producción?**

Troquelado

Aparado

Montaje

Terminados

9.- ¿Qué modelo de calzado es el más producido?

---

***¡GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!***



## **Anexo B: Entrevista**

Dirigida al Jefe de Producción de la empresa

- 1.- ¿Cómo califica la productividad e su empresa respecto a la competencia?
- 2.- ¿Cuál es el producto más vendido?
- 3.- ¿Poseen una programación de la producción para cada pedido?
- 4.- ¿Conoce los parámetros de producción como tiempos de ciclo, tasa de producción?
- 5.- ¿Existen inventarios en proceso acumulado y en qué zonas?
- 6.- ¿Existen demoras en las entregas de los pedidos?
- 7.- ¿Cuál es el cuello de botella del proceso y que se ha hecho para reducirlo?
- 8.- ¿Se trabaja con inventario de seguridad?

## Anexo C: Estudio de tiempos

Estudio de tiempos: Ciclo breve																
Actividad: Troquelado de cueros		Área: Troquelado										Estudio núm: 01				
Operación: Cortar cueros												Hoja núm: 01 de: 01				
												Término:				
Producto: Cortes												Operario:				
Material: Cueros		Núm: 1 par										Fecha: 12 -12-2015				
												Comprobado: Jefe de produccion				
Calidad: Estándar		Condiciones de trabajo: Normales														
El núm.	Descripción del elemento	Tiempo observado										Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
A	Transportar los cueros a la actividad de troquelado de cueros	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	3,29	0,33	102,0	0,34
B	Colocar los cueros en la troqueladora de cueros	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,30	0,03	113,0	0,03
C	Cortar cueros (capelladas, talones y lenguetas)	0,27	0,32	0,29	0,29	0,29	0,28	0,28	0,31	0,30	0,29	0,29	2,91	0,29	105,0	0,31
D	Colocar los cortes en la mesa de trabajo	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,73	0,07	102,0	0,07
E	Acomodar los cortes en lotes	0,18	0,18	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,18	0,17	0,16	0,16	1,60	0,16	107,0	0,17
														Suma:	0,92	
Min. Básicos del ciclo																
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.																

Suplementos:	hombre	%
Por necesidades personales		5
Por fatiga		4
Trabajar de pie		2
Ruido		2
<b>Total</b>		<b>13</b>

Tiempo básico	0,92	min
Tiempo manual	0,61	min
Tiempo de máquina	0,31	min
Suplementos	0,13	%
Tiempo estándar de la actividad	0,66	min
Tiempo estándar de transporte	0,38	min
Tiempo estándar total	1,04	min/par

Estudio de tiempos: Ciclo breve															
Actividad: Troquelado de forros		Sección: Troquelado										Estudio núm: 02			
Operación: Cortar forros												Hoja núm: 01 de: 01			
Producto: Forros cortados												Operario:			
Material:		Num:50										Fecha núm: 01			
												Observado por: Aldas Santiago			
												Fecha: 12-12-2015			
												Comprobado:			
Calidad: Estándar		Condiciones de trabajo: Normales													
El núm.	Descripción del elemento	Tiempo observado										Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
A	Transportar los forros a la actividad de troquelado de forros	0,31	0,32	0,32	0,31	0,32	0,31	0,32	0,32	0,31	0,32	3,15	0,31	102,0	0,32
B	Colocar los forros en la Troqueladora expandible	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,30	0,03	113,0	0,03
C	Cortar de forros (Evas, recuñas, plantillas de terminado, contrafuertes, napas de collarín, forro de talón, forro de capellada, refuerzo de	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	3,09	0,31	105,0	0,32
D	Colocar los complementos en la mesa de trabajo	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	0,94	0,09	102,0	0,10
E	Acomodar los complementos en lotes	0,34	0,34	0,35	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	3,45	0,35	108,0	0,37
														Suma:	1,15
														Min. Básicos del ciclo	

Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.

Suplementos: hombre		%
Por necesidades personales		5
Por fatiga		4
Trabajar de pie		2
Ruido		2
<b>Total</b>		<b>13</b>
Tiempo básico	1,15	min
Tiempo manual	0,83	min
Tiempo de máquina	0,32	min
Suplementos	0,13	%
Tiempo estándar de la actividad	0,93	min
Tiempo estándar de transporte	0,36	min
Tiempo estándar total	1,30	min

Estudio de tiempos: Ciclo breve															
Actividad: Destallado				Área: Troquelado				Estudio núm: 01							
Operación: Destallar cortes				Hoja núm: 01 de: 01						Término:					
Producto: Cortes Destallados				Operario:						Fecha: 12-12-2015					
Material: Cortes y complementos				Núm: 1 par						Observado por: Aldas Santiago					
Calidad: Estándar				Condiciones de trabajo: Normales						Comprobado: Jefe de produccion					
Descripción del elemento	Tiempo observado										Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
A	Transportar los cortes a la actividad de destallado	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,15	0,02	107,0	0,02
B	Transportar los complementos a la actividad de destallado	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,10	0,01	108,0	0,02
C	Destallado de cortes	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	1,12	0,16	110,0	0,18
D	Armar en pares los cortes destallados y los complementos	0,042	0,045	0,043	0,043	0,043	0,042	0,045	0,045	0,047	0,042	0,31	0,04	110,0	0,05
E	Colocar los pares en lotes	0,013	0,013	0,013	0,012	0,013	0,015	0,015	0,013	0,013	0,012	0,09	0,01	100,0	0,01
													Suma:	0,28	
													Min. Básicos del ciclo		

Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.

Suplementos: mujer		%
Por necesidades personales		7
Por fatiga		4
Trabajar de pie		4
Ruido		2
<b>Total</b>		<b>17</b>
Tiempo básico	0,28	min
Tiempo manual	0,6	min
Tiempo de máquina	0,18	min
Suplementos	0,17	%
Tiempo estándar de la actividad	0,30	min
Tiempo estándar de transporte	0,03	min
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>0,32</b>	<b>min/par</b>

Estudio de tiempos: Ciclo breve																
Actividad: Preparado				Área: Troquelado				Estudio núm: 04								
Operación: Inspeccionar y clasificar cortes y forros				Hoja núm: 01 de: 01								Término:				
Producto: Cortes y complementos				Operario:								Ficha núm: 01				
Material: Cortes, complementos y pinturas				Núm: 1 par								Observado por: Aldas Santiago				
Calidad: Estándar				Condiciones de trabajo: Normales								Fecha: 12 -12-2015				
				Comprobado: Jefe de produccion												
	Descripción del elemento	Tiempo observado										Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
A	Transportar los cortes destallados y complementos a la actividad de preparado	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,17	0,02	102,0	0,02
B	Inspeccionar los cortes y complementos	0,21	0,21	0,21	0,19	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	2,09	0,21	113,0	0,24
C	Clasificar en pares los cortes y complementos	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,44	0,04	105,0	0,05
D	Pintar una línea de color en el canto de la capellada y el talón	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,21	0,02	102,0	0,02
														Suma:	0,32	
Min. Básicos del ciclo																
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.																

Suplementos: mujer	%
Por necesidades personales	7
Por fatiga	4
Trabajar de pie	4
Monotonía mental	4
Ruido	2
<b>Total</b>	<b>21</b>
Tiempo básico	0,32 min
Tiempo manual	0,32 min
Tiempo de máquina	0 min
Suplementos	0,21 %
Tiempo estándar de la actividad	0,37 min
Tiempo estándar de transporte	0,02 min
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>0,39 min</b>

Estudio de tiempos: Ciclo breve															
Actividad: Pega blanca, cortes y cc Área: Troquelado											Estudio núm: 05				
Operación: Colocar pega blanca en cortes y complementos											Hoja núm: 01 de: 01				
											Término:				
Producto: Cortes y complementos											Operario:				
Material: Cortes preparados y complementos Núm:1 par											Fecha: 12 -12-2015				
											Comprobado: Jefe de produccion				
Calidad: Estándar											Condiciones de trabajo: Normales				
El núm.	Descripción del elemento	Tiempo observado										Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
A	Transportar los complementos y cortes preparados a la actividad de pega blanca cortes y complementos	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	2,11	0,21	107,0	0,23
B	Colocar pega blanca en los cortes	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,92	0,09	108,0	0,10
C	Unir manualmente los cortes y los complementos	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,78	0,08	110,0	0,09
D	Colocar los pares en la banda transportadora	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,13	0,01	100,0	0,01
													Suma:		0,42
Min. Básicos del ciclo															
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.															

Suplementos: Trabajador: mujer	%
Por necesidades personales	7
Por fatiga	4
Trabajar de pie	4
Ruido	2
Monotonía mental	4
Tension visual	2
<b>Total</b>	<b>23</b>
Tiempo básico	0,42 min
Tiempo manual	0,33 min
Tiempo de máquina	0 min
Suplementos	0,23 %
Tiempo estándar de la actividad	0,24 min
Tiempo estándar de transporte	0,28 min
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>0,52 min</b>

Estudio de tiempos: Ciclo breve																
Actividad: Aparado		Área: Aparado										Estudio núm: 06				
Operación: Aparar los cortes y complementos												Hoja núm: 01 de: 01				
Producto: Cortes y complementos												Término:				
Material: Cortes destallados, complementos preparados		Núm: 1 par										Operario:				
Calidad: Estándar		Condiciones de trabajo: Normales										Fecha: 12-12-2015				
												Comprobado: Jefe de producción				
El núm.	Descripción del elemento	Tiempo observado										Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
A	Recoger los cortes destallados y los complementos preparadas de la banda transportadora	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,15	0,01	105,0	0,02	
B	Armaz los cuellos	0,47	0,48	0,42	0,42	0,40	0,40	0,42	0,48	0,38	0,38	4,25	0,43	112,0	0,48	
C	Sisar el talón izquierdo y derecho	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	2,78	0,28	107,0	0,30	
D	Coser la eva y el contrafuerte al talón	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	1,80	0,18	108,0	0,19	
E	Coser los laterales	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	1,80	0,18	110,0	0,20	
F	Pegar capellada con forro y lengüeta	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	1,79	0,18	100,0	0,18	
G	Coser la etiqueta	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,87	0,09	103,0	0,09	
H	Cerrado	0,12	0,12	0,13	0,10	0,12	0,12	0,13	0,13	0,12	0,13	1,22	0,12	95,0	0,12	
I	Colocar las capelladas en la banda transportadora	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,13	0,01	95,0	0,01	
														Suma:	1,58	
														Min. Básicos del ciclo		
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.																

Suplementos: Trabajador: mujer		%
Por necesidades personales		7
Por fatiga		4
Trabajar de pie		4
Ruido		2
Monotonía mental		4
Tension visual		2
<b>Total</b>		<b>23</b>
Tiempo básico	1,58	min
Tiempo manual	0,91	min
Tiempo de máquina	0,67	min
Suplementos	0,21	min
Tiempo estándar de la actividad	1,94	min
Tiempo estándar de transporte	0,00	min
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>1,94</b>	<b>min</b>

Estudio de tiempos: Ciclo breve					
Actividad: Ojalillado    Área: Aparado		Estudio núm: 07			
		Hoja núm: 01    de: 01			
		Término:			
Producto: Cortes y complementos		Operario:			
Material: Cortes destallados, complementos preparados		Ficha núm: 01			
Núm:50		Observado por: Aldas Santiago			
		Fecha: 12 -12-2015			
Condiciones de trabajo: Normales		Comprobado: Jefe de produccion			
Calidad: Estándar					
El núm.	Descripción del elemento	Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Recoger las capelladas de la banda transportadora	0,31	0,03	105,0	0,03
B	Ojalillado de las capelladas	0,95	0,10	110,0	0,10
C	Colocarlas las capelladas ojalilladas en la mesa de trabajo	0,38	0,04	102,0	0,04
D	Acomodar las capelladas ojalilladas en lotes	1,15	0,12	108,0	0,12
				Suma:	0,30
				Min. Básicos del ciclo	
Nota: V. = Valoración.    T.O. = Tiempo observado.    T.B = Tiempo básico.					

Suplementos: mujer	%
Por necesidades personales	7
Por fatiga	4
Trabajar de pie	4
Ruido	2
Monotonía mental	4
Tension visual	2
<b>Total</b>	<b>23</b>

Tiempo básico	0,30	min
Tiempo manual	0,20	min
Tiempo de máquina	0,10	min
Suplementos	0,05	MIN
Tiempo estándar de la actividad	0,35	min
Tiempo estándar de transporte	0,00	min
Tiempo estándar total	0,35	min



Estudio de tiempos: Ciclo breve					
Actividad: Conformado	Área: Conformado	Estudio núm: 08			
		Hoja núm: 01 de: 01			
		Término:			
Producto: Capelladas		Operario:			
Material: Capelladas de ojalillado y cemento de contacto	Núm: 1 par	Ficha núm: 01			
Condiciones de trabajo: Normales		Observado por: Aldas Santiago			
Calidad: Estándar		Fecha: 12 -12-2015			
		Comprobado: Jefe de produccion			
El núm.	Descripción del elemento	Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Transportar las capelladas de ojalillado al área de conformado	0,94	0,09	110,0	0,10
B	Colocar las capelladas de ojalillado en la conformadora de talón	0,18	0,02	105,0	0,02
C	Colocar pegamento en el contrafuerte y el talón	4,14	0,41	102,0	0,42
D	Conformar el talón en frío	2,46	0,25	106,0	0,26
E	Conformar el talón en caliente	2,12	0,21	110,0	0,23
F	Colocar las capelladas de conformado en la mesa de trabajo	0,15	0,01	102,0	0,01
G	Acomodar las capelladas de conformado en lotes	0,89	0,09	108,0	0,10
				Suma:	1,15
					Min. Básicos del ciclo
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.					

Suplementos: hombre	%
Por necesidades personales	5
Por fatiga	2
Trabajar de pie	4
Ruido	2
Monotonía mental	4
Tension visual	2
<b>Total</b>	<b>19</b>

Tiempo básico	1,15	min
Tiempo manual	0,64	min
Tiempo de máquina	0,51	min
Suplementos	0,12	min
Tiempo estándar de la actividad	0,65	min
Tiempo estándar de transporte	0,62	min
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>1,27</b>	<b>min</b>

Estudio de tiempos: Ciclo breve							
Actividad: Pulido		Área: Conformado		Estudio núm: 09			
				Hoja núm: 01 de: 01			
				Término:			
Producto: Plantas pulidas				Operario:			
Material: Plantas sin pulir		Núm: 1 par		Fecha: 12 -12-2015			
Observado por: Aldas Santiago				Fecha: 12 -12-2015			
Condiciones de trabajo: Normales				Comprobado: Jefe de produccion			
Calidad: Estándar							
El núm.	Descripción del elemento			Total T.O.	Promedi o T.O.	V.	T.B.
	<b>10 CICLOS</b>						
A	Transportar las plantas a la actividad de pulido plantas			4,78	0,48	103,0	0,49
B	Colocar las plantas en la pulidora			0,16	0,02	112,0	0,02
C	Pulido de la planta			3,89	0,39	105,0	0,41
D	Sopletear la planta pulida			0,44	0,04	106,0	0,05
E	Colocar las plantas pulidas en la mesa de trabajo			0,12	0,01	110,0	0,01
F	Acomodar las plantas pulidas en lotes			0,54	0,05	108,0	0,06
						Suma:	1,04
						Min. Básicos del ciclo	
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.							

Suplementos: hombre	%
Por necesidades personales	5
Por fatiga	2
Trabajar de pie	4
Ruido	4
Monotonía mental	4
Tension visual	4
<b>Total</b>	<b>23</b>

Tiempo básico	1,04	min
Tiempo manual	0,58	min
Tiempo de máquina	0,46	min
Suplementos	0,13	min
Tiempo estándar de la actividad	0,56	min
Tiempo estándar de transporte	0,61	min
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>1,17</b>	<b>min</b>

Estudio de tiempos: Ciclo breve								
Actividad: Preparado de plantas			Estudio núm: 10					
			Hoja núm: 01 de: 01					
			Término:					
Producto: Plantas preparadas			Operario:					
Material: Plantas pulidas, alogenante, PU Núm: 1 par			Ficha núm: 01					
			Observado por: Aldas Santiago					
			Fecha: 12 -12-2015					
Condiciones de trabajo: Normales			Comprobado: Jefe de produccion					
Calidad: Estándar								
El núm.	Descripción del elemento				Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Transportar las plantas pulidas a la actividad de preparado de plantas				0,65	0,03	103,0	0,03
B	Colocar las plantas pulidas en la mesa de trabajo				0,33	0,02	112,0	0,02
C	Untar alogenante, preimer y pega blanca en la planta				2,24	0,11	105,0	0,12
D	Colocar las plantas preparadas en la mesa de trabajo				0,31	0,02	106,0	0,02
E	Acomodar las plantas preparadas en lotes				1,05	0,05	110,0	0,06
							Suma:	0,24
								Min. Básicos del ciclo
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.								

Suplementos: hombre	%
Por necesidades personale	5
Por fatiga	2
Trabajar de pie	4
Ruido	4
Monotonía mental	4
Tension visual	4
<b>Total</b>	<b>23</b>

Tiempo basico	0,24	min
Tiempo manual	0,24	min
Tiempo de maquina	0,00	min
Suplementos	0,06	min
Tiempo estandar de la activi	0,26	min
Tiempo estandar de transpor	0,04	min
Tiempo estandar total	0,30	min

Estudio de tiempos: Ciclo breve					
Actividad: Pegado de recuñas y plantillas		Área:		Estudio núm: 11	
				Hoja núm: 01 de: 01	
				Término:	
Producto: Plantillas preparadas				Operario:	
Material: Recuñas, plantillas y cemento de contacto		Núm: 1 par		Ficha núm: 01	
				Observado por: Aldas Santiago	
				Fecha: 12 -12-2015	
Condiciones de trabajo: Normales				Comprobado: Jefe de produccion	
Calidad: Estándar					
El núm.	Descripción del elemento	Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Transportar las capelladas de conformado a la actividad de pegado de recuñas y plantillas	1,34	0,09	107,0	0,10
B	Colocar las capelladas de conformado en la mesa de trabajo	0,24	0,02	112,0	0,02
C	Inspeccionar las capelladas de conformado	1,08	0,07	105,0	0,08
D	Untar cemento de contacto en la recuña y plantilla	0,68	0,05	106,0	0,05
E	Pegar las recuñas y plantillas	0,35	0,02	98,0	0,02
F	Colocar la plantilla preparada en la mesa de trabajo	0,27	0,02	109,0	0,02
G	Acomodar las plantillas preparadas y las capelladas en lotes	0,81	0,05	108,0	0,06
				Suma:	0,34
					Min. Básicos del ciclo
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.					

Suplementos: hombre	%
Por necesidades personal	5
Por fatiga	4
Trabajar de pie	4
Ruido	4
Monotonía mental	4
Tension visual	4
<b>Total</b>	<b>25</b>

Tiempo básico	0,34	min
Tiempo manual	0,34	min
Tiempo de máquina	0,00	min
Suplementos	0,08	MIN
Tiempo estándar de la activ	0,30	min
Tiempo estándar de transp	0,12	min
Tiempo estándar total	0,42	min

Estudio de tiempos: Ciclo breve					
Actividad: Emplantillado		Área:		Estudio núm: 12	
				Hoja núm: 01 de: 01	
				Término:	
Producto: Plantillas preparadas				Operario:	
Material: Recuñas, plantillas y cemento de contacto Núm 1 par				Ficha núm: 01	
				Observado por: Aldas Santiago	
				Fecha: 12 -12-2015	
Condiciones de trabajo: Normales				Comprobado: Jefe de produccion	
Calidad: Estándar					
El núm.	Descripción del elemento	Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Transportar las capelladas y las plantillas preparadas a la actividad de emplantillado	1,50	0,15	107,0	0,16
B	Colocar las plantillas preparadas y las capelladas en la mesa de trabajo	0,23	0,02	112,0	0,03
C	Seleccionar una plantilla preparada, una capellada y una horma	0,33	0,03	112,0	0,04
D	Grapar la horma con la plantilla	0,92	0,09	102,0	0,09
E	Colocar la capellada de emplantillado en la mesa de trabajo	0,24	0,02	98,0	0,02
F	Acomodar las capelladas de emplantillado en lotes	1,33	0,13	109,0	0,14
				Suma:	0,49
					Min. Básicos del ciclo
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.					

Suplementos: hombre	%
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
Trabajar de pie	4
Ruido	4
Monotonía mental	4
Tension visual	4
<b>Total</b>	<b>25</b>

Tiempo básico	0,49	min
Tiempo manual	0,10	min
Tiempo de máquina	0,39	min
Suplementos	0,02	MIN
Tiempo estándar de la actividad	0,31	min
Tiempo estándar de transporte	0,20	min
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>0,51</b>	<b>min</b>

Estudio de tiempos: Ciclo breve							
Actividad: Armado de puntas		Área: Montaje		Estudio núm: 13			
				Hoja núm: 01 de 01			
				Término:			
				Operario:			
Producto: Capelladas				Ficha núm: 01			
Material: Capelladas de emplantillado, horma de emplantillado, plantas preparadas Núm:50				Observado por: Aldas Santiago			
				Fecha: 12 -12-2015			
Condiciones de trabajo: Normales				Comprobado: Jefe de produccion			
Calidad: Estándar							
El núm.	Descripción del elemento			Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Transporte de las plantas preparadas a la actividad de armado de puntas			0,32	0,02	103,0	0,02
B	Colocar las capelladas, plantas preparadas y la horma de emplantillado en la mesa de trabajo			0,46	0,03	110,0	0,03
C	Seleccionar una punta de acero			0,44	0,03	112,0	0,03
D	Armar la punta del calzado de seguridad (unir la horma, las piezas armadas y la punta de acero)			2,67	0,18	102,0	0,18
E	Untar cemento de contacto en la punta			0,33	0,02	98,0	0,02
F	Colocarlo en un molde			0,42	0,03	109,0	0,03
G	Colocar la capellada en la parte superior de la banda transportadora y las plantas preparadas en la parte inferior de la banda transportadora			0,44	0,03	108,0	0,03
						Suma:	0,35
							Min. Básicos del ciclo
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.							

Suplementos: hombre	%
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
Trabajar de pie	4
Monotonía mental	4
Tension visual	4
<b>Total</b>	<b>21</b>

Tiempo básico	0,35	min
Tiempo manual	0,15	min
Tiempo de máquina	0,20	min
Suplementos	0,07	min
Tiempo estándar de la actividad	0,40	min
Tiempo estándar de transporte	0,03	min
<b>Tiempo estándar total</b>	<b>0,43</b>	<b>min</b>

Estudio de tiempos: Ciclo breve										
Actividad: Armado de lados		Área: Aparado		Estudio núm: 14						
				Hoja núm: 01 de: 01						
				Término:						
Producto: Capelladas				Operario:						
Material: Capelladas de armado de puntas, cemento de contacto		Núm:50		Fecha núm: 01						
				Observado por: Aldas Santiago						
				Fecha: 12 -12-2015						
Condiciones de trabajo: Normales				Comprobado: Jefe de producción						
Calidad: Estándar										
El núm.	Descripción del elemento						Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Recoger la capellada de la parte superior de la banda transportadora						1,50	0,10	107,0	0,11
B	Untar cemento de contacto en el contorno de la capellada						1,50	0,10	110,0	0,11
C	Colocar la capellada armado en la armadora de lados						1,00	0,07	112,0	0,07
D	Coser los lados de la capellada						1,07	0,07	102,0	0,07
E	Redondear el talón de la capellada con el martillo pequeño						2,96	0,20	98,0	0,19
F	Retirar las grapas de la horma						1,45	0,10	109,0	0,11
G	Colocar la capellada en la parte superior de la banda transportadora						1,83	0,12	108,0	0,13
								Suma:	0,79	
									Min. Básicos del ciclo	

Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.

Tiempo básico	0,79	min
Tiempo manual	0,53	min
Tiempo de máquina	0,26	min
Suplementos	0,13	min
Tiempo estándar de la actividad	0,93	min
Tiempo estándar de transporte	0,00	min
Tiempo estándar total	0,93	min

Suplementos: hombre		%
Por necesidades personales		5
Por fatiga		4
Trabajar de pie		4
Ruido		4
Monotonía mental		4
Tension visual		4
<b>Total</b>		<b>25</b>

Estudio de tiempos: Ciclo breve							
Actividad: Rayado		Área: Aparado		Estudio núm: 15			
				Hoja núm: 01 de: 01			
				Término:			
Producto: Capelladas de Armado de lados				Operario:			
Material: Capelladas de armado de lados		Núm: 1 par		Fecha núm: 01			
				Observado por: Aldas Santiago			
				Fecha: 12 -12-2015			
Condiciones de trabajo: Normales				Comprobado:			
				Jefe de producción			
Calidad: Estándar							
El núm.	Descripción del elemento			Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Recoger la capellada de la parte superior de la banda transportadora			0,33	0,02	107,0	0,02
B	Revisar todo la capellada en busca de zonas donde necesita ser cardado			2,00	0,10	110,0	0,11
C	Rayar toda las zonas que van a cardadas			3,45	0,17	112,0	0,19
D	Colocar la capellada en la parte superior de la banda transportadora			0,32	0,02	102,0	0,02
						Suma:	0,34
							Min. Básicos del ciclo
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.							

Suplementos:hombre	%
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
Trabajar de pie	4
Ruido	4
Monotonía mental	4
Tension visual	4
<b>Total</b>	<b>25</b>

Tiempo básico	0,34	min
Tiempo manual	0,34	min
Tiempo de máquina	0,00	min
Suplementos	0,084	min
Tiempo estándar de la actividad	0,42	min
Tiempo estándar de transporte	0,00	min
Tiempo estándar total	0,42	min



Estudio de tiempos: Ciclo breve							
Actividad: Cardado		Área: Aparado		Estudio núm: 16			
				Hoja núm: 01 de: 01			
				Término:			
Producto: Capelladas				Operario:			
Material: Capelladas rayadas		Núm:50		Ficha núm: 01			
				Observado por: Aldas Santiago			
				Fecha: 12 -12-2015			
Condiciones de trabajo: Normales				Comprobado: Jefe de produccion			
Calidad: Estándar							
El núm.	Descripción del elemento			Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Recoger la capellada de la parte superior de la banda transportadora			0,23	0,02	110,0	0,02
B	Revisar todo la capellada en busca de zonas rayadas			0,96	0,06	100,0	0,06
C	Cardar todas las zonas rayadas en la capellada			3,33	0,22	100,0	0,22
D	Colocar la capellada en la parte superior de la banda transportadora			0,23	0,02	112,0	0,02
						Suma:	0,32
							Min. Básicos del ciclo
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.							

Suplementos:hombre	%
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
Trabajar de pie	4
Ruido	4
Monotonía mental	4
Tension visual	4
<b>Total</b>	<b>25</b>

Tiempo básico	0,32	min
Tiempo manual	0,32	min
Tiempo de máquina	0,00	min
Suplementos	0,08	min
Tiempo estándar de la actividad	0,40	min
Tiempo estándar de transporte	0,00	min
Tiempo estándar total	0,40	min

Estudio de tiempos: Ciclo breve								
Actividad: Pega blanca		Área: Aparado		Estudio núm: 17				
				Hoja núm: 01 de: 01				
				Término:				
Producto: Capelladas				Operario:				
Material: Capelladas cardado, Preimer, PU, reticulante		Núm:50		Ficha núm: 01				
				Observado por: Aldas Santiago				
				Fecha: 12 -12-2015				
Condiciones de trabajo: Normales		Comprobado:						
Calidad: Estándar		Jefe de produccion						
El núm.	Descripción del elemento				Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Recoger la capellada de la parte superior de la banda transportadora				0,28	0,02	98,0	0,02
B	Untar preimer en el contorno de la capellada				1,70	0,11	110,0	0,12
C	Untar PU con reticulante en el contorno de la capellada				3,05	0,20	108,0	0,22
D	Colocar la capellada en la parte superior de la banda transportadora				0,22	0,01	107,0	0,02
						Suma:	0,38	
							Min. Básicos del ciclo	
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.								

Suplementos:hombre		%
Por necesidades personales		5
Por fatiga		4
Trabajar de pie		4
Ruido		4
Monotonía mental		4
Tension visual		4
<b>Total</b>		<b>25</b>

Tiempo básico	0,38	min
Tiempo manual	0,38	min
Tiempo de máquina	0,00	min
Suplementos	0,09	min
Tiempo estándar de la actividad	0,47	min
Tiempo estándar de transporte	0,00	min
Tiempo estándar total	0,47	min

Estudio de tiempos: Ciclo breve							
Actividad: Reactivado de pega		Área: Aparado		Estudio núm: 18			
				Hoja núm: 01 de: 01			
				Término:			
				Operario:			
				Ficha núm: 01			
Producto: Capelladas				Observado por: Aldas Santiago			
Materiales: Capelladas preparadas		Núm:50		Fecha: 12 -12-2015			
Condiciones de trabajo: Normales				Comprobado: Jefe de			
Calidad: Estándar							
El núm.	Descripción del elemento			Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Recoger la capellada de la parte superior de la banda transportadora			0,26	0,02	98,0	0,02
B	Recoger la planta preparada de la parte inferior de la banda transportadora			0,26	0,02	109,0	0,02
C	Colocar la capelladas y la planta preparada en la reactivadora de pega			0,42	0,03	110,0	0,03
D	Reactivar la pega de la capellada y de la planta preparada			4,84	0,32	107,0	0,35
E	Recoger la capellada y las plantas reactivadas de la reactivadora de pega			0,18	0,01	110,0	0,01
F	Acomodar manualmente las plantas reactivadas con la capellada			2,80	0,19	115,0	0,21
G	Colocar en la prensadora la capellada junto a la planta reactivada			0,22	0,01	102,0	0,02
H	Prensar la capellada y la planta reactivada			1,50	0,10	100,0	0,10
I	Colocar la capellada en la parte superior de la banda transportadora			0,26	0,02	100,0	0,02
						Suma:	0,77
							Min. Básicos del ciclo
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.							

Suplementos:hombre	%
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
Trabajar de pie	4
Ruido	4
Monotonía mental	4
Tension visual	4
<b>Total</b>	<b>25</b>

Tiempo básico	0,77	min
Tiempo manual	0,33	min
Tiempo de máquina	0,45	min
Suplementos	0,082	min
Tiempo estándar de la actividad	0,85	min
Tiempo estándar de transporte	0,00	min
Tiempo estándar total	0,85	min

Estudio de tiempos: Ciclo breve							
Actividad: Enfriado		Área: Terminado		Estudio núm: 19			
				Hoja núm: 01 de: 01			
				Término:			
Producto: Capelladas				Operario:			
Material: Capelladas preparadas		Núm: 1 par		Fecha: 12 -12-2015			
Condiciones de trabajo: Normales				Comprobado: Jefe de produccion			
Calidad: Estándar							
El núm.	Descripción del elemento			Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Recoger la capellada de la parte superior de la banda transportadora			0,15	0,02	107,0	0,02
B	Colocar la capellada en la cámara de frío			0,30	0,03	110,0	0,03
C	Enfriar la capellada			5,22	0,52	112,0	0,58
D	Recoger la capellada de la cámara de frío			0,17	0,02	102,0	0,02
E	Colocar la capellada en la sacadora de hormas			0,22	0,02	98,0	0,02
F	Sacar la horma de la capellada			1,61	0,16	109,0	0,17
G	Recoger la capellada de la prensadora			0,20	0,02	108,0	0,02
H	Colocar la capelladas en la segundiadora			0,22	0,02	107,0	0,02
I	Cosar el contorno de la capellada			2,39	0,24	100,0	0,24
J	Recoger la capellada de la segundiadora			0,28	0,03	110,0	0,03
K	Acomodar en lotes la capellada			0,64	0,06	100,0	0,06
						Suma:	1,23
							Min. Básicos del ciclo
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.							

Suplementos:hombre	%
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
Trabajar de pie	4
Ruido	4
Monotonía mental	4
Tension visual	4
<b>Total</b>	<b>25</b>

Tiempo básico	1,23	min
Tiempo manual	0,23	min
Tiempo de máquina	1,00	min
Suplementos	0,06	min
Tiempo estándar de la actividad	1,28	min
Tiempo estándar de transporte	0,00	min
Tiempo estándar total	1,28	min

Estudio de tiempos: Ciclo breve						
Actividad: Terminado	Área: Terminado	Estudio núm: 20				
		Hoja núm: 01 de: 01				
		Término:				
Producto: Calzado de seguridad		Operario:				
Material: Capelladas, pasadores, esponja, abrillantador		Fecha núm: 01				
Núm: 50		Observado por: Aldas Santiago				
Condiciones de trabajo: Normales		Fecha: 12 -12-2015				
Calidad: Estándar		Comprobado:				
		Jefe de producción				
El núm.	Descripción del elemento	Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.	
A	Transportar la capellada a la actividad de terminado	0,42	0,03	103,0	0,03	
B	Colocar la capellada en la mesa de trabajo	0,24	0,02	109,0	0,02	
C	Inspeccionar la capellada en busca de fallas	3,18	0,21	113,0	0,24	
D	Recortar y quemar la sobra de hilos	2,70	0,18	105,0	0,19	
E	Limpieza del calzado de seguridad	3,16	0,21	107,0	0,23	
F	Colocar pasadores	0,91	0,06	110,0	0,07	
G	Acomodar en lotes el calzado de seguridad	0,40	0,03	100,0	0,03	
				Suma:	0,79	
					Min. Básicos del ciclo	

O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.

Suplementos:hombre		%
Por necesidades personales		5
Por fatiga		4
Trabajar de pie		4
Ruido		4
Monotonía mental		4
Tension visual		4
<b>Total</b>		<b>25</b>

Tiempo básico	0,79	min
Tiempo manual	0,79	min
Tiempo de máquina	0,00	min
Suplementos	0,20	min
Tiempo estándar de la activi	0,96	min
Tiempo estándar de transpor	0,03	min
Tiempo estándar total	0,99	min

Estudio de tiempos: Ciclo breve							
Actividad:Empaque		Área: Terminado		Estudio núm: 20			
				Hoja núm: 01 de: 01			
				Término:			
Producto: Calzado de seguridad				Operario:			
Material: Calzado de seguridad, fundas, cartones		Núm: 1 par		Ficha núm: 01			
				Observado por: Aldas Santiago			
				Fecha: 12 -12-2015			
Condiciones de trabajo: Normales				Comprobado: Jefe de produccion			
Calidad: Estándar							
El núm.	Descripción del elemento			Total T.O.	Promedio T.O.	V.	T.B.
A	Transportar el calzado de seguridad a la actividad de empaque			0,57	0,04	103,0	0,04
B	Seleccionar el calzado de seguridad en pares			0,24	0,02	109,0	0,02
C	Colocar el calzado de seguridad en una funda			1,60	0,11	113,0	0,12
D	Colocar el calzado de seguridad enfundado en un cartón			0,95	0,06	105,0	0,07
E	Transportar los cartones a la bodega de producto terminado			2,16	0,14	107,0	0,15
						Suma:	0,40
							Min. Básicos del ciclo
Nota: V. = Valoración. T.O. = Tiempo observado. T.B = Tiempo básico.							

Suplementos:hombre	%
Por necesidades personales	5
Por fatiga	4
Trabajar de pie	4
Ruido	4
Monotonía mental	4
Tension visual	4
<b>Total</b>	<b>25</b>

Tiempo básico	0,40	min
Tiempo manual	0,40	min
Tiempo de máquina	0,00	min
Suplementos	0,10	min
Tiempo estándar de la actividad	0,30	min
Tiempo estándar de transporte	0,19	min
Tiempo estándar total	0,50	min

