



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

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

**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

**REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES PARA LA MEJORA  
DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN  
DE LA EMPRESA CALZADO GUSMAR**

---

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

**ÁREA:** Industrial y manufactura

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, materiales y producción

**AUTOR:** José Paúl Játiva Amores

**TUTOR:** Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga, Mg

**Ambato – Ecuador**

marzo - 2023

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor de Trabajo de Titulación con el tema: REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CALZADO GUSMAR, desarrollado bajo la modalidad de Proyecto de Investigación por el señor José Paúl Játiva Amores, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, marzo 2023

---

Ing. Israel Ernesto Naranjo Chiriboga Mg.

TUTOR

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CALZADO GUSMAR, es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2023



José Paúl Játiva Amores

C.C. 0502244338

AUTOR

## **DERECHOS DE AUTOR**

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

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2023



José Paúl Játiva Amores

C.C. 0502244338

AUTOR

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor José Paúl Játiva Amores, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CALZADO GUSMAR, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidenta del Tribunal.

Ambato, marzo 2023

---

Ing. Pilar Urrutia, Mg  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. John Reyes, Mg.  
PROFESOR CALIFICADOR

---

Dr. Mauricio Carranza  
PROFESOR CALIFICADOR

## DEDICATORIA

*Este trabajo de investigación dedico especialmente a mis padres que, por su esfuerzo y dedicación, han permitido que me pueda forjar como una persona de bien, y a través de este gran logro demostrar mi gran amor hacia ellos.*

*A mis familiares que ya no se encuentran aquí para presenciar estos momentos de gran alegría, pero de alguna manera están conmigo, desde el cielo.*

*A mi gran apoyo incondicional, que es esa personita que ha estado conmigo en las buenas y las malas, brindándome su apoyo cuando es necesario.*

*A mi profesor tutor, ya que me ha impartido sus conocimientos y apoyado a lo largo del trabajo de investigación y de la carrera.*

*José Paúl Játiva Amores*

## AGRADECIMIENTO

*Agradezco primeramente a Dios por darme salud y guiarme a finalizar esta etapa de mi vida profesional.*

*A mi papá y mamá por ayudarme de manera incondicional, que con su sacrificio pude convertirme en la persona que ellos tanto anhelaban.*

*A mis abuelitos que desde el cielo me protegen, ya que ellos deseaban verme convertido en un hombre de bien, y con sus consejos, apoyo emocional saber que estuvieron allí hasta donde pudieron.*

*A mi tutor el Ing. Israel Naranjo, Mg, por guiarme en este proceso complejo y brindarme conocimientos que fueron aplicados en mi formación profesional.*

*A la empresa Calzado GUSMAR, por abrirme las puertas para el desarrollo del trabajo de titulación, brindándome la apertura e información necesaria para la culminación.*

*En especial agradecer a mi hermana, que con su discapacidad física me enseñó que mientras más barreras las encuentras, más fuerte es uno y logra cosas inalcanzables si uno se lo propone.*

*José Paúl Játiva Amores*

## ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
RESUMEN EJECUTIVO .....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO .....	2
1.1. Tema de investigación.....	2
1.2. Contextualización del problema.....	2
1.3. Antecedentes investigativos .....	4
1.3.1. Fundamentación teórica.....	6
1.4. Objetivos .....	18
1.4.1. Objetivo general.....	18
1.4.2. Objetivos específicos .....	18
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA .....	19
2.1. Materiales .....	19
2.2. Métodos .....	20
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	23



3.1. Entrevista.....	23
3.1.1. Datos generales de la empresa .....	24
3.1.2. Organización estructural .....	26
3.1.3. Productos ofertados.....	27
3.1.4. Productos con mayor demanda .....	30
3.1.5. Análisis ABC .....	31
3.1.6. Diagnóstico de las instalaciones .....	33
3.1.7. Distribución actual.....	36
3.1.8. Descripción de la maquinaria, equipos y herramientas .....	44
3.1.9. Diagrama de flujo de información del proceso de elaboración. ....	45
3.1.10. Diagrama de ensamble del proceso de fabricación.....	47
3.1.11. Cursograma analítico situación actual .....	50
3.1.12. Diagrama de recorrido de la planta de producción .....	53
3.1.13. Estudio de tiempos.....	56
3.1.14. Tiempo estándar y suplementos.....	59
3.1.15. Capacidad de la producción.....	60
3.1.16. Medición de la productividad .....	63
3.1.17. Cumplimiento de los principios de distribución de planta actual .....	64
3.1.18. Evaluación de la distribución actual .....	70
3.2. Desarrollo de propuesta de distribución de planta. ....	70
3.2.1. Análisis de los tipos de distribución .....	70
3.2.2. Métodos y técnicas de distribución por proceso. ....	71
3.2.3. Requerimiento del espacio aplicando el método Guerchet.....	72
3.2.4. Método SLP .....	76
3.2.5. Método carga distancia. ....	83
3.2.6. Distribución flexible en la línea de trabajo.....	87
3.2.7. Cursograma analítico propuesto .....	90

3.2.8. Uso del programa Flexsim 2019.....	92
3.2.9. Simulación del proceso mediante FlexSim 2019.....	93
3.2.10. Diseño del modelo .....	93
3.2.11. Construcción del modelo .....	96
3.2.12. Experimentación en Flexsim .....	103
3.2.13. Análisis de resultados .....	109
3.2.14. Cálculo de la productividad del modelo simulado propuesto.....	110
3.2.15. Análisis de selección del modelo, por indicadores en Flexsim 2019 .	110
3.2.16. Aspectos legales de seguridad y salud laboral.....	111
3.2.17. Cumplimiento de principios de distribución del modelo propuesto ...	114
3.2.18. Beneficios que aporta la propuesta de redistribución .....	115
3.2.19. Costo de implementación de la distribución de planta propuesta.....	115
3.2.20. Layout propuesto de redistribución de planta.....	115
<b>CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>117</b>
4.1. Conclusiones .....	117
4.2. Recomendaciones .....	119
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>120</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>123</b>
4.3. Anexo 1. Diagrama de ensamble modelo urbano.....	123
4.4. Anexo 2. Diagrama de ensamble modelo deportivo .....	125
4.5. Anexo 3. Valores (cálculo de suplemento) .....	127
4.6. Anexo 4. Entrevista al gerente .....	128
4.7. Anexo 5. Cursograma analítico de calzado urbano .....	129
4.8. Anexo 6. Diagrama recorrido del modelo urbano y deportivo.....	135
4.9. Anexo 7. Estudio de tiempos y descripción de las actividades. ....	137
4.10. Anexo 8. Suplementos y tiempo estándar por actividad.....	158
4.11. Anexo 9. Capacidad en UE de los procesos en la planta .....	165

4.12.Anexo 10. Rol de pagos de Operador #3 ..... 166

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Principios de la distribución de planta .....	6
<b>Tabla 2</b>	Distribuciones de líneas flexibles.....	10
<b>Tabla 3.</b>	Número de ciclos a cronometrar según General Electric.....	13
<b>Tabla 4.</b>	Simbología ASME para los diagramas de procedimiento. ....	14
<b>Tabla 5.</b>	Tabla de suplementos por descanso constante OIT .....	15
<b>Tabla 6.</b>	Tabla de suplementos por descanso variable OIT.....	15
<b>Tabla 7.</b>	Los ritmos de trabajo según la escala de valoración británica.....	16
<b>Tabla 8.</b>	Materiales utilizados .....	19
<b>Tabla 9</b>	Resumen del personal en la empresa .....	21
<b>Tabla 10</b>	Modelos de calzado confeccionado .....	27
<b>Tabla 11</b>	porcentaje de demanda.....	30
<b>Tabla 12</b>	Categorización de producto ABC .....	31
<b>Tabla 13</b>	Categorización de producto ABC .....	33
<b>Tabla 14.</b>	Superficies de cada área.....	36
<b>Tabla 15</b>	Descripción de la maquinaria.....	45
<b>Tabla 16.</b>	Secuencia de procesos por modelo .....	49
<b>Tabla 17</b>	Cursograma analítico modelo casual .....	50
<b>Tabla 18</b>	Resumen del cursograma analítico del proceso actual.....	53
<b>Tabla 19</b>	Actividades del proceso de cardado y rayado .....	58
<b>Tabla 20</b>	Estudio de tiempos del proceso de cardado y rayado .....	58
<b>Tabla 21</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso cardado y rayado.....	59
<b>Tabla 22.</b>	Resumen de tiempos estándar en la fabricación de calzado .....	60
<b>Tabla 23.</b>	Cálculo de la capacidad de la operación corte de cuero y forros .....	61
<b>Tabla 24.</b>	Capacidad actual de la planta de producción por proceso .....	62
<b>Tabla 25.</b>	Comparación demanda vs capacidad .....	62
<b>Tabla 26.</b>	Cumplimiento de los principios de distribución de planta actual .....	64
<b>Tabla 27.</b>	Aplicación del tipo de distribución en la empresa .....	71
<b>Tabla 28.</b>	Detalle del dimensionamiento de los recursos .....	72
<b>Tabla 29.</b>	Parámetros del método Guerchet .....	73
<b>Tabla 30.</b>	Cálculo de los parámetros método Guerchet .....	74

<b>Tabla 31.</b> Superficie total requerida método Guerchet .....	76
<b>Tabla 32.</b> Asignación de los procesos .....	77
<b>Tabla 33.</b> Criterios de cercanía.....	77
<b>Tabla 34.</b> Área propuesta por Guerchet .....	78
<b>Tabla 35.</b> Área representada por USE.....	80
<b>Tabla 36.</b> Líneas de producción de calzado .....	84
<b>Tabla 37.</b> Todos los productos separados por modelos.....	84
<b>Tabla 38.</b> Secuencia de las líneas de producción .....	85
<b>Tabla 39.</b> Distancias entre procesos .....	85
<b>Tabla 40.</b> Resumen de las distancias entre procesos actual, y propuestos .....	86
<b>Tabla 41.</b> Distancia mensual obtenida actual y propuestas.....	86
<b>Tabla 42.</b> Distribuciones flexibles.....	87
<b>Tabla 43.</b> Método de factores ponderados para alternativas de distribución flexible	88
<b>Tabla 44.</b> Cursograma analítico propuesto.....	90
<b>Tabla 45.</b> Ciclo del proyecto fase simulación .....	93
<b>Tabla 46.</b> Datos de la media y desviación estándar de los procesos actual del calzado casual.....	97
<b>Tabla 47.</b> Datos de la media y desviación estándar de los procesos actual del calzado urbano.....	97
<b>Tabla 48.</b> Datos de la media y desviación estándar del proceso actual del calzado deportivo .....	97
<b>Tabla 49.</b> Resumen de datos de la media y desviación estándar propuesta calzado casual.....	97
<b>Tabla 50.</b> Resumen de datos de la media y desviación estándar propuesta calzado urbano.....	98
<b>Tabla 51.</b> Resumen de datos de la media y desviación estándar propuesta calzado deportivo .....	98
<b>Tabla 52.</b> Resumen de distribuciones probabilísticas en los procesos actual del modelo casual.....	100
<b>Tabla 53.</b> Resumen de distribuciones probabilísticas en los procesos propuestos modelo casual.....	100
<b>Tabla 54.</b> Distancia total recorrida por el operador actual vs propuesto.....	104

<b>Tabla 55.</b> Costo del transporte mensual del modelo de simulación .....	106
<b>Tabla 56.</b> Rendimiento de los modelos de simulación.....	108
<b>Tabla 57.</b> Análisis y comparación de la capacidad actual y propuesta .....	109
<b>Tabla 58.</b> Análisis de selección del modelo, según indicadores obtenidos Flexsim	110
<b>Tabla 55.</b> Checklist de cumplimiento de los principios de distribución de planta..	114
<b>Tabla 60</b> Cursograma analítico calzado urbano .....	129
<b>Tabla 60</b> Actividades del proceso de corte de cuero y forros .....	137
<b>Tabla 61</b> Estudio de tiempos en corte de cuero y forros .....	138
<b>Tabla 62</b> Actividades del proceso de troquelado .....	139
<b>Tabla 63</b> Estudio de tiempos del proceso de troquelado.....	140
<b>Tabla 64</b> Actividades del proceso de destallado .....	141
<b>Tabla 65</b> Estudio de tiempos del proceso de destallado.....	142
<b>Tabla 66</b> Actividades que se realizan en el aparado de capellada.....	143
<b>Tabla 67</b> Estudio de tiempos del proceso de aparado de capellada .....	144
<b>Tabla 68</b> Actividades del proceso de aparado de medallón y laterales.....	144
<b>Tabla 69.</b> Estudio de tiempos del proceso de aparado de medallón y laterales .....	145
<b>Tabla 70</b> Actividades del proceso de empastado .....	146
<b>Tabla 71</b> Estudio de tiempos del proceso de empastado.....	147
<b>Tabla 72</b> Actividades del proceso para grapar la plantilla .....	148
<b>Tabla 73.</b> Estudio de tiempos del proceso para grapar la plantilla.....	148
<b>Tabla 74</b> Actividades del proceso de montaje.....	149
<b>Tabla 75</b> Estudio de tiempos del proceso de montaje .....	150
<b>Tabla 76</b> Actividades del proceso de cardado y rayado .....	150
<b>Tabla 77</b> Estudio de tiempos del proceso de cardado y rayado .....	151
<b>Tabla 78</b> Actividades del proceso de preparación de suelas .....	151
<b>Tabla 79</b> Estudio de tiempos del proceso de preparación de suelas.....	152
<b>Tabla 80</b> Actividades del proceso de pegado de suelas .....	153
<b>Tabla 81</b> Estudio de tiempos del proceso de pegado de suelas.....	153
<b>Tabla 82</b> Actividades del proceso de retirado horma.....	154
<b>Tabla 83</b> Estudio de tiempos del proceso para retirar la horma del zapato.....	155
<b>Tabla 84</b> Actividades del proceso de terminado y almacenado .....	156

<b>Tabla 85</b>	Estudio de tiempos del proceso de terminado y almacenado.....	157
<b>Tabla 86</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso corte de cuero y forros.....	158
<b>Tabla 87</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso troquelado .....	158
<b>Tabla 88</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso detallado .....	159
<b>Tabla 89</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso aparado de capellada.....	159
<b>Tabla 90</b>	Suplementos y t. estándar proceso aparado de medallón y laterales.....	160
<b>Tabla 91</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso empastado .....	160
<b>Tabla 92</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso grapar plantilla.....	161
<b>Tabla 93</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso montaje .....	161
<b>Tabla 94</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso cardado y rayado.....	162
<b>Tabla 95</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso preparación de suelas.....	162
<b>Tabla 96</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso pegado de suelas .....	163
<b>Tabla 97</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso retirar la horma .....	163
<b>Tabla 98</b>	Suplementos y tiempo estándar proceso terminado y almacenado.....	164
<b>Tabla 99.</b>	Capacidad de los procesos en la planta .....	165
<b>Tabla 100.</b>	Rol de pagos de un operador.....	167

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Tipos de distribuciones de planta. ....	7
<b>Figura 2.</b> Simbología y valores de relación del SLP.....	9
<b>Figura 3.</b> Ubicación planta de calzado GUSMAR.....	25
<b>Figura 4.</b> Estructura organizacional .....	27
<b>Figura 5.</b> Análisis ABC.....	32
<b>Figura 6.</b> Layout de la planta baja actual de las instalaciones .....	34
<b>Figura 7.</b> Layout de la planta alta actual de las instalaciones .....	35
<b>Figura 8.</b> Bodega y área de moldeado.....	37
<b>Figura 9.</b> Proceso de corte y troquelado.....	38
<b>Figura 10.</b> Proceso de destallado.....	38
<b>Figura 11.</b> Proceso de aparado .....	39
<b>Figura 12.</b> Proceso de empastado.....	40
<b>Figura 13.</b> Previo al montaje, preparación de hormas.....	40
<b>Figura 14.</b> Proceso de montaje (armado de puntas).....	41
<b>Figura 15.</b> Proceso de montaje (armado de talones).....	41
<b>Figura 16.</b> Proceso de cardado y rayado .....	42
<b>Figura 17.</b> Proceso de preparación de suelas .....	42
<b>Figura 18.</b> Proceso pegado de suelas .....	43
<b>Figura 19.</b> Proceso de terminado y almacenado .....	43
<b>Figura 20.</b> Productos en bodega terminado.....	44
<b>Figura 21.</b> Diagrama de flujo de información del proceso de elaboración de calzado GUSMAR .....	46
<b>Figura 22.</b> Diagrama de ensamble proceso Actual .....	47
<b>Figura 23.</b> Diagrama de recorrido actual planta baja .....	54
<b>Figura 24.</b> Diagrama de recorrido actual planta alta.....	55
<b>Figura 25.</b> área de corte y troquelado.....	64
<b>Figura 26.</b> Pasillos de la empresa.....	65
<b>Figura 27.</b> Flujo de materiales entre áreas sin secuencia .....	66
<b>Figura 28.</b> Espacio cúbico en las áreas de trabajo.....	67
<b>Figura 29.</b> Principio de satisfacción y seguridad en el área de trabajo .....	68



<b>Figura 30.</b> Principio de flexibilidad vista en el layout.....	69
<b>Figura 31.</b> Diagrama de relaciones .....	78
<b>Figura 32.</b> Diagrama de relación entre actividades.....	79
<b>Figura 33.</b> Diagrama relacional aplicando USE.....	80
<b>Figura 34.</b> Alternativa 1. ....	82
<b>Figura 35.</b> Alternativa 2. ....	83
<b>Figura 36.</b> Distribución flexible implementada en la alternativa 2.....	89
<b>Figura 37.</b> Configuración inicial en Flexsim .....	94
<b>Figura 38.</b> Importar el background en formato dwg a Flexsim .....	94
<b>Figura 39.</b> Modelo de simulación con objetos .....	95
<b>Figura 40.</b> Modelado de la maquinaria en la planta.....	96
<b>Figura 41.</b> Generación de números aleatorios en el proceso de corte modelo casual .....	99
<b>Figura 42.</b> Ingreso de datos para la simulación.....	99
<b>Figura 43.</b> Ingreso de datos de tiempo de proceso en corte en el modelado.....	100
<b>Figura 44.</b> Conexiones entre localizaciones para el modelado .....	101
<b>Figura 45.</b> Configuración del tiempo de la simulación.....	102
<b>Figura 46.</b> Simulación de la empresa situación actual .....	102
<b>Figura 47.</b> Simulación de la empresa alternativa propuesta.....	103
<b>Figura 48.</b> Distancia total recorrida por el operador en cada proceso modelo actual .....	103
<b>Figura 49.</b> Distancia total recorrida por el operador en cada proceso modelo actual .....	104
<b>Figura 50.</b> Capacidad de producción semanal modelado actual .....	107
<b>Figura 51.</b> Capacidad de producción semanal modelado mejorado.....	108
<b>Figura 52.</b> Layout propuesto de redistribución de planta en la empresa GUSMAR. .....	116
<b>Figura 53.</b> Diagrama de recorrido actual modelo urbano. ....	135
<b>Figura 54.</b> Diagrama de recorrido actual modelo deportivo. ....	136

## RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación tiene como finalidad la presentación de una propuesta de redistribución física de las instalaciones dentro de la empresa de calzado GUSMAR, esta propuesta permite mejorar la productividad de la planta, eliminando distancias innecesarias y optimizando el espacio disponible.

Para el desarrollo del proyecto se consideraron tres etapas fundamentales, en la primera se realizó el levantamiento de información de las condiciones actuales del proceso productivo, en la segunda etapa se utilizó herramientas y metodologías de distribución de instalaciones, y por último se simuló el modelo de la distribución actual y distribución propuesta por medio del software Flexsim, para posteriormente comparar y seleccionar la alternativa que aumente la productividad.

Para generar las alternativas de redistribución se empleó el método de planeación sistemática de la distribución (SLP), posteriormente dos alternativas se plantearon y evaluaron por medio del análisis carga-distancia, en donde se determinó que la alternativa 2 es óptima, ya que reduce la distancia recorrida del material en un 26.75% equivalente a 91.014,80 metros. Y con la finalidad de reducir los tiempos de mayor duración en los procesos de apurado y montaje (cuello de botella) en donde se realizó una distribución flexible en esas estaciones de trabajo.

La propuesta de distribución se validó mediante el análisis de los indicadores que se obtuvieron en la simulación del software Flexsim, de toda la línea de fabricación de calzado, en donde se demostró que esta propuesta genera un incremento en la productividad de 0.06%, es decir de 0.63 a 0.67 pares/hora de trabajo, o el aumento de 625 pares de zapatos a 667, sin generar un costo adicional al redistribuir las instalaciones de la planta de producción de calzado GUSMAR.

**Palabras clave:** Redistribución de planta, producción, productividad, Flexsim.

## ABSTRACT

The purpose of this research is to present a proposal for the physical redistribution of the facilities within the footwear company GUSMAR, this proposal allows to improve the productivity of the plant, removing useless distances and optimizing the available space.

For the development of the project, three fundamental stages were considered: in the first stage, information was gathered on the current conditions of the production process; in the second stage, tools and methodologies for the distribution of facilities were used; and finally, the model of the current distribution and the proposed distribution were simulated using FlexSim software, in order to compare and select the alternative that would increase productivity.

To generate the redistribution alternatives, the systematic distribution planning (SLP) method was used, then two alternatives were proposed and evaluated by means of the load-distance analysis, where it was determined that alternative 2 is optimal, since it reduces the distance traveled by the material by 26.75%, equivalent to 91,014.80 meters. And with the objective of reducing the longest duration times in the processes of trimming and assembly (bottleneck) where a flexible distribution in those workstations was carried out

The distribution proposal was validated by analyzing the indicators obtained in the FlexSim software simulation of the entire footwear manufacturing line, where it was shown that this proposal generates an increase in productivity of 0.06%, or the same from 0.63 to 0.67 pairs/hour of work, or the increase from 625 pairs of shoes to 667, without generating an additional cost by redistributing the facilities of the GUSMAR footwear production plant.

**Keywords:** Plant redistribution, production, productivity, Flexsim

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación parte de la necesidad de realizar una redistribución de instalaciones que permitan mejorar la producción y productividad en la línea de fabricación de calzado de la empresa GUSMAR, mediante una propuesta de reordenamiento de sus áreas que permita optimizar la operatividad de sus actividades, servicios auxiliares, maquinaria y demás recursos.

En este estudio se usan herramientas, metodologías, y programas software que permitan encontrar una solución a dicha problemática, en donde se analizan la situación actual de la empresa, para posteriormente usar técnicas de manufactura y proponer opciones que permitan reducir el espacio utilizado o minimizar las distancias recorridas de los trabajadores, permitiendo ahorra tiempo.

En el primer capítulo, se describe el marco teórico y los antecedentes investigativos que permita obtener criterios sólidos de acuerdo con el tema planteado, que sustenten el desarrollo del proyecto según los objetivos propuestos.

En el segundo capítulo, se detalla la metodología y materiales usados en el proyecto, que faciliten el análisis y recopilación de los datos de la situación actual de la empresa.

En el tercer capítulo, se desarrolla la propuesta de distribución de instalaciones, aplicando técnicas y herramientas anteriormente definidas en el capítulo 1 y 2. Con el propósito encontrar una distribución que se adapta a las condiciones de la empresa, contemplando los objetivos planteados.

En el capítulo cuatro, se finaliza con el cumplimiento de objetivos plasmados en conclusiones y recomendaciones a tomar mientras se realiza esta investigación.

## **CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Tema de investigación**

REDISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE CALZADO GUSMAR.

### **1.2. Contextualización del problema**

A nivel mundial las actividades industriales de manufactura se adaptan a las condiciones impuestas por un mercado exigente y a su vez selectivo, por lo que se busca una mejor eficiencia en todos los procesos productivos que son principios fundamentales para la subsistencia de la empresa, no dependiendo sólo de la reducción y optimización de los costos, sino también de renovación y flexibilidad de cada uno de los procesos, por esto la distribución de cada una de las diferentes áreas del proceso productivo en una planta de producción son cada vez más necesarias[1].

Las pequeñas, medianas y grandes industrias deben ocuparse por generar un desarrollo continuo y paralelo a las exigencias del medio que las rodea, varias de estas industrias se dedica a la producción de calzado, que es un sector económico muy antiguo que ha evolucionado tanto en su mano de obra, y reorganización productiva, que además de generar ingresos para los productores, también es uno de los mayores sectores que crean fuentes de empleo a nivel mundial, por esto se debe aprovechar las fortalezas que presenta esta industria de calzado con su especialización flexible con una adaptación a la competitividad internacional proponiendo nueva tecnología y herramientas para la realización de esta actividad[2].

El Ecuador es un país en vía de desarrollo, con un gran potencial en la industria manufacturera, en especial en la industria del calzado, esta actividad en la actualidad genera alrededor de 100.000 empleos en el sector productivo, con aproximadamente 3000 micro productores registrados en la cámara de calzado de la provincia de Tungurahua, siendo la provincia que aporta casi el 50 por ciento de la producción nacional [3]. Todas las empresas que se dedican a la producción del calzado dentro de la provincia han tenido un considerable desarrollo y demanda de sus productos por lo

tanto es necesario mejorar la dinámica de cada uno de sus procesos de producción, ordenar sus áreas de trabajo y optimizar el espacio destinados para estas actividades permitiendo llegar sus productos a los compradores directos.

Según la cámara nacional del calzado en Ecuador, este sector industrial está compuesto por 5.800 empresas que producen alrededor de 31 millones de pares de zapatos anuales, por lo cual es una necesidad mejorar los estándares de calidad que permita el fortalecimiento del sector con el objetivo de trabajar en la mejora de la competitividad de este sector y entregar un producto de acuerdo con el interés del cliente[4], [5].

Dentro de los datos estadísticos presentados por la cámara de industrias de Tungurahua en el año 2018, destaca que en esta provincia el 44% de la producción de calzado son abastecidas por microempresas familiares ubicadas en sus diferentes cantones, tomando como referencia al cantón Cevallos como uno de los más productivos en donde se elaboraron 4.8 millones de pares de zapatos solo en año mencionado anteriormente[6]. Por ende, la demanda del producto ha tenido un crecimiento notable en los últimos años y estas microempresas familiares necesitan abastecer esta nueva demanda, realizando cambios en el proceso de producción de una manera estandarizada y no de una manera artesanal, para mejorar sus productos ofertados a los clientes [7], [8].

La provincia de Tungurahua, siendo reconocido por su amplia gama de producción de calzado en diferentes modelos tanto para damas, caballeros y niños, ha logrado ocupar un lugar dentro de un mercado de éxito, junto a las empresas que lo conforman, donde la producción de calzado ha tenido un desarrollo considerable, la cámara nacional de calzado (CALTU), planificó acciones estratégicas en cuanto a la capacitación del sector productivo, en temas como certificación INEN, mejora continua, readecuación de áreas de trabajo en las que interviene la distribución de instalaciones que cumplan con los requisitos del consumidor en la venta del calzado a nuevas plazas a casas comerciales más grandes del país [9], [10].

Una empresa representante del sector del calzado es GUSMAR ubicada en la provincia de Tungurahua, cantón Cevallos, en la Av. González Suarez y 13 de mayo, que nace como una pequeña empresa artesanal dedicada a la producción y comercialización de calzado de cuero de uso general orientada de manera especial al público adulto, damas

y caballeros satisfaciendo las necesidades de clientes locales, a través de la confianza y calidad, ampliando su distribución a las grandes ciudades.

Calzado GUSMAR es una de las empresas manufactureras más representativas del centro de país, que realiza sus actividades de manera artesanal, y cuenta con una planta actual de producción distribuida en un galpón que fue adaptado de acuerdo a la ejecución de sus procesos sin ningún tipo de estudio de diseño de instalaciones, y al crecer la demanda, se encuentra con varias problemáticas que ocasionan el incumplimiento en las entregas a los clientes, entre estas problemáticas se deriva una inadecuada distribución de la maquinaria, que genera la desorganización en el área de producción, provocando congestión y confusión al realizar las actividades de producción de calzado, causando cuellos de botella y pérdidas de tiempo. Otra problemática es el limitado espacio en los puestos de trabajo, provocando que las herramientas de trabajo se encuentren fuera de lugar, además de la acumulación y desperdicios de materia prima en el puesto de trabajo. Como resultado debido a que no se tomó en cuenta conocimientos técnicos en espacios físicos, métodos de trabajo, procesos, recorrido de material y seguridad laboral, enfocándose la empresa en distribuir sus puestos de trabajo en función de sus necesidades, generaron un ambiente laboral con altos índices de riesgos tanto mecánicos, físicos, ergonómicos y obteniendo como consecuencia un mal desenvolvimiento del personal, tiempos improductivos, y una deficiente utilización de recursos económicos, tecnológicos y humanos. En cuanto a la ubicación de la empresa imposibilita ampliar las instalaciones según las ordenanzas municipales, por esto la mejor opción es proponer un rediseño de las instalaciones para su funcionamiento.

### **1.3. Antecedentes investigativos**

Luego de la revisión de la información pertinente, se presenta los siguientes antecedentes investigativos:

La mayoría de las empresas realizan su distribución de planta sin tomar en consideración factores técnicos, principalmente no evalúan la tasa de crecimiento de producción a largo plazo, lo que conlleva a carecer de espacio suficiente dentro de la instalación y es por ello que se ven en la necesidad de realizar un estudio adecuado para una redistribución de planta o analizar una nueva ubicación[11].

En la localización de Planta, Méndez propone determinar la distribución óptima de la planta por lo que representa un problema que ha sido ampliamente estudiado y para el cual se ha generado diversas metodologías a lo largo de varios años. Encontrar una solución a este problema es importante para cualquier empresa, dado el impacto que tiene en la etapa de planeación y ejecución de las operaciones y dadas las consecuencias directas que tiene sobre su efectividad y eficiencia, puesto que condiciona las relaciones existentes entre los diversos factores y procesos de planta [12].

La identificación de los procesos por medio de diagramas específicos en cada tarea resulta una parte esencial para la construcción de un modelo simulado. Por otra parte, gracias a la implementación de una distribución nueva es posible reducir los costos de transporte y tiempo de producción estándar" [13].

El estudio de un rediseño permite la mejora de la distribución física de las instalaciones involucradas con los procesos desarrollados en la actualidad, tal que otorgue mayor capacidad operativa al negocio, con la necesaria flexibilidad y simplicidad que la empresa requiere por ser una empresa en crecimiento [14].

Con visión de Chérrez en su estudio desarrollado de rediseño del calzado industrial S13 utilizando el patronaje Strobel en la empresa Buffalo Industrial, manifiesta que al cumplir con el objetivo de rediseñar los procesos de fabricación del calzado de seguridad S13 por medio la implementación del método Strobel, donde se propone el proceso de fabricación del calzado mediante patronaje Strobel con una notable reducción del tiempo, como parte del rediseño del modelo de la investigación determina la disminución en el tiempo de producción en un 17,53%, lo cual indica que incrementa considerablemente la productividad y eleva la rentabilidad de la empresa [15].

En la propuesta de rediseño planteada por Guerra, se considera que para determinar una distribución óptima, se inicia con una recopilación de referentes teóricos relacionado a las distribuciones de planta, sus beneficios y las características esenciales que deberán obtener para que su personal trabaje a niveles óptimos , del mismo modo se analizan los tipos de distribución de planta, sus ventajas y desventajas, así como los factores que intervienen en la distribución se terminó esta recopilación con una



descripción clara del método Systematic Layout Planning (SLP) como método a usarse para el rediseño[16].

### 1.3.1. Fundamentación teórica

#### Distribución de instalaciones

Una distribución de planta o también llamada distribución de instalaciones es la disposición de sus recursos y espacios físicos dentro de la organización que permite cumplir sus objetivos en función de su volumen y variedad de productos que ofertan.

Esta nueva ubicación u ordenación de los espacios físicos, comprende movimientos, recursos materiales, maquinaria, almacenamiento, transportes de operarios, entre otros de acuerdo con sus actividades dentro de la planta. Esta distribución se aplica para reubicación de plantas en otro lugar, o reordenar dichas plantas en su mismo sitio de trabajo[17].

#### Principios de la distribución en planta

Estos son los 6 principios de distribución de planta [17], como se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 Principios de la distribución de planta

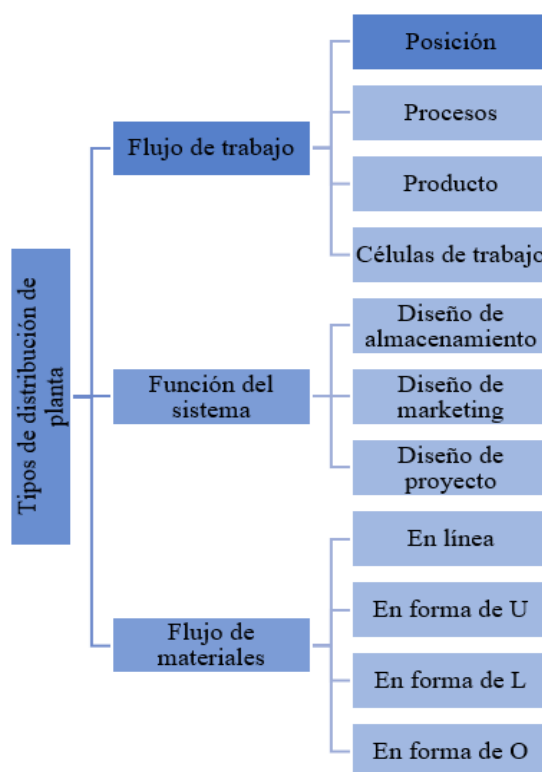
N.º	Principio	Descripción
1	<b>Integración en conjunto</b>	Esta distribución permite una integración entre hombres, materiales, maquinaria, instalaciones, actividades principales y auxiliares, convirtiendo la planta en un conjunto único[18]
2	<b>Circulación o recorrido</b>	Se ordena cada una de las áreas de tal modo que sigan una secuencia, teniendo en cuenta el flujo de materiales.
3	<b>Mínima distancia recorrida</b>	Es mejor cuando el flujo del material entre cada operación es mínimo, buscando eficiencia y reducción de movimientos en las actividades[18].

**Tabla 1.** Principios de la distribución de planta (continuación)

N.º	Principio	Descripción
4	<b>Espacio cúbico</b>	Es la ordenación del espacio físico tanto horizontal como vertical, utilizando de manera efectiva dicho espacio disponible.
5	<b>Flexibilidad</b>	Esta distribución busca ser efectiva siendo ajustada y reorganizada, con un menor costo o inconvenientes al ser aplicada[18].
6	<b>Satisfacción y seguridad</b>	Se busca seguridad para operarios, administración y clientes de tal manera que el trabajo sea satisfactorio, evitando riesgos o accidentes en el personal.

### Tipos de distribución de planta

Los diferentes tipos de distribución de planta se clasifican dependiendo las necesidades dentro de la línea de producción y su función [19], tal como se muestra en la Figura 1.



**Figura 1.** Tipos de distribuciones de planta.

## **Planeación Sistemática de la Distribución (SLP)**

Systematic Layout Planning (SLP), es una metodología que permite optimizar una planta, y a su vez minimizar costos mediante ajustes en la configuración o disposición de las áreas en las plantas, tomando en cuenta ciertos criterios o fases que permiten la identificación, valoración y visualización de cada elemento dentro de la organización y las relaciones que existen entre cada uno de ellos.

### **Fases de Desarrollo del modelo SLP**

El objetivo de aplicar este método es ubicar las áreas con mayores relaciones lógicas y de frecuencia cercanas entre sí por medio de su desarrollo que consta de 6 fases:

#### **Fase I:** Diagrama de relaciones






Este diagrama de relaciones permite que cada una de las operaciones dentro de la planta se relacionen mediante valores de cercanía con la aplicación en un gráfico.

#### **Fase II:** Establecer las necesidades de espacio físico

Para cumplir con las necesidades del espacio físico en la ordenación o reordenación de las áreas se estima dichos espacios de acuerdo con las actividades y sus recursos con el fin de obtener una óptima distribución general de la planta.

#### **Fase III:** Elaboración de un diagrama de relaciones entre actividades

Para la elaboración del diagrama se toma en cuenta su relación mediante valores impuestos por este método de planeación (SLP) y se los categoriza en este orden, primero buscamos las relaciones absolutamente necesarias (A) y su representación es con 4 líneas paralelas, segundo se usa las relaciones que son especialmente importantes (E) y su representación con 3 líneas paralelas y seguimos con este método de manera repetitiva hasta obtener la relación no deseable (X) con su representación respectiva, tal como se muestra en la Figura 2.

Relación	Valores más cercanos	Líneas en el diagrama	Color
Absolutamente necesario	A		Rojo
Especialmente importante	E		Amarrillo
Importante	I		Verde
Ordinario	O		Azul
Sin importancia	U	-	-
No deseable	X		Café

**Figura 2.** Simbología y valores de relación del SLP

#### **Fase IV:** Relación de espacio de acuerdo con la distribución

Utilizando un software de diseño CAD se realiza una distribución similar a escala del espacio físico real de los procesos u áreas, tomando en cuenta que se debe realizar modificaciones de acuerdo con las restricciones tanto por el edificio, administración o netamente del proceso productivo.

#### **Fase V:** Evaluación de una distribución alterna.

Este método recomienda generar mínimo 2 alternativas para determinar cuál de ellas es óptima a implementar ya que usa criterios cualitativos para el diseño o rediseño de plantas que permiten obtener un mejor beneficio respecto a la distribución actual.

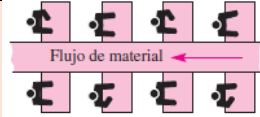
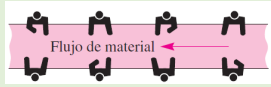
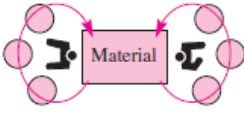

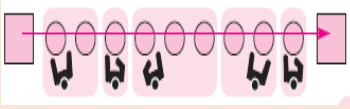

#### **Fase VI:** Selección de la alternativa a realizar.

Como último paso se procede a escoger e implementar la alternativa óptima que permite la mejora respecto a la distribución anterior en la planta [20].

#### **Distribución de línea flexible**

En la mayoría de los casos cuando el balanceo de la línea de fabricación de un producto da por resultado que los tiempos sean asimétricos en los puestos o estaciones de trabajo. Se aplican distribuciones flexibles para resolver este problema, como se muestra en la Tabla 2 [21] .

**Tabla 2** Distribuciones de líneas flexibles

Tipo de distribución Flexible	
Incorrecta	Correcta
	
<p>Los trabajadores están encerrados. No hay posibilidad que compartir o intercambiar elementos o herramientas de trabajo entre ellos.</p>	<p>Los trabajadores pueden compartir o intercambiar elementos o herramientas de trabajo, existe la posibilidad de añadir o disminuir operarios, los trabajadores que sean capacitados se pueden usar para balancear distintos ritmos en la producción.</p>
	
<p>Los trabajadores se encuentran limitados por estar ubicados de espaldas, no hay la posibilidad de añadir un operario para incrementar la producción.</p>	<p>Los trabajadores tienen mejor control del proceso reduciendo tiempo en las actividades, se puede añadir un operario permitiendo el incremento de la producción, se puede compartir actividades[21].</p>
	
<p>Complejo balanceo en línea recta</p>	<p>Los trabajadores tienen mejor acceso al proceso, se pueden disminuir los operarios para ahorrar recursos[21].</p>

### Método carga distancia

Este método permite un análisis de carga-distancia que compara o evalúa alternativas de distribución tomando en cuenta un recorrido mínimo de material. Con el objetivo de encontrar una disposición física que optimice tiempo y distancia [22].

### Balanceo de líneas

Esta herramienta permite obtener una línea de fabricación equilibrada, en cuanto a tiempos de trabajo en las estaciones o procesos según el movimiento de recursos o actividades que se llevan a cabo en la producción tomando en cuenta la cantidad y continuidad [23].

## Método de Guerchet

El método permite obtener el requerimiento y disponibilidad de los espacios necesarios dentro de una planta de producción, y se determina por la sumatoria de tres tipos de superficies parciales para encontrar la superficie física total requerida (ST) a través de la ecuación 1 [22].

$$S_t = (S_s + S_g + S_e) \quad (1)$$

Los tres tipos de superficies parciales del método de Guerchet son:

**Superficie estática ( $S_s$ ):** determina el área o espacio ocupado por maquinaria, equipos, muebles y se calcula mediante la ecuación 2.

$$S_s = L \times A \text{ (largo x ancho)} \quad (2)$$

**Superficie gravitacional ( $S_g$ ):** determina el área que usa tanto los materiales y el obrero alrededor del puesto de trabajo, donde N representa el número de lados efectivos en la que la maquinaria o inmueble debe ser usado. Esta superficie se calcula mediante la siguiente ecuación 3

$$S_g = S_s \times N \quad (3)$$

**Superficie evolutiva ( $S_e$ ):** determina un área de reserva que es necesaria para el flujo de material, equipos, personal, o elementos móviles y se calcula con la ecuación 4.

$$S_e = K (S_s + S_g) \quad (4)$$

En la cual la constante K se define como coeficiente de evolución, se puede sacar para cada estación de trabajo o todo en conjunto, y esta representa la media ponderada de la relación entre las alturas de elementos móviles y las alturas de elementos estáticos como se indica en la ecuación 5 [22].

$$K = \frac{h_{EM}}{2 \times h_{EE}} \quad (5)$$

$$h_{EM} = \frac{\sum_{i=1}^m A_i \times n \times h}{\sum_{i=1}^m A_i \times n} \quad (6)$$

$$h_{EE} = \frac{\sum_{i=1}^S SS_i \times n \times h}{\sum_{i=1}^S SS_i \times n} \quad (7)$$

**Donde:**

**$h_{EM}$ :** altura promedio ponderada de los elementos móviles.

**$h_{EE}$ :** altura promedio ponderada de los elementos estáticos.

**$A_i$ :** área fija de cada elemento móvil.

**$SS_i$ :** área fija de cada elemento estático.

**$n$ :** cantidad de elementos móviles o estáticos.

**$h$ :** altura de los elementos móviles o estáticos.

**Productividad**

Se define como productividad a la relación del volumen o cantidad de productos terminados entre la cantidad de recursos o insumos que se utilizaron para la fabricación de estos. Y se usa para valorar o medir el grado en que se obtiene un producto o insumo definido, esto se puede estimar por día o por jornada de trabajo semanal.

La productividad se relaciona directamente con la eficiencia y el tiempo, por lo tanto, en menor tiempo invertido se obtiene una mejoría en el resultado [24].

**Estudio de tiempos**

Esta es una técnica que determina con exactitud el tiempo de los procesos, o actividades determinadas, por un número de observaciones definidas por normas o el tiempo de ciclo o el tiempo observado. Este estudio de tiempos se realiza de manera cronometrada, y llevando apuntes en un formulario o tablero de observaciones [25].

### Número de observaciones

El número de observaciones por cronómetro depende de las actividades del operador o del proceso, para esto se obtiene un tiempo promedio que proviene de una observación preliminar, para lo cual se usa el criterio de General Electric el cual permite obtener un aproximado de número de observaciones utilizando el ciclo en minutos, mientras más observaciones más exacto es el tiempo estimado. Tabla 3, [25]

**Tabla 3.** Número de ciclos a cronometrar según General Electric

<b>Tiempo de ciclo (min)</b>	<b>Número de observaciones</b>
<b>0.10</b>	<b>200</b>
<b>0.25</b>	<b>100</b>
<b>0.50</b>	<b>60</b>
<b>0.75</b>	<b>40</b>
<b>1.00</b>	<b>30</b>
<b>2.00</b>	<b>20</b>
<b>2-5</b>	<b>15</b>
<b>5-10</b>	<b>10</b>
<b>10-20</b>	<b>8</b>





### Diagrama de proceso de operaciones

Estas son herramientas de esquemas gráficos que permiten describir cada paso cuando se realiza una actividad, también establecen de manera cronológica toda la información estandarizada y detallada de la línea de producción tal como distancia recorrida, cantidad y tiempo usado en las actividades que realizan los operadores [26].

Este diagrama de procedimientos utiliza simbología que representan una acción dentro del proceso productivo, y a su vez se conectan por medio de líneas que permiten tener una secuencia organizada, buscando facilitar analizar los procesos de mejor manera, permitiendo encontrar las fallas de modo sencillo [26].



**Tabla 4.** Simbología ASME para los diagramas de procedimiento.

<b>Símbolo</b>	<b>Acción</b>	<b>Detalle</b>
	Operación	Inicia un proceso, procedimiento u operación.
	Inspección	Permite realizar una revisión de calidad del producto a ser verificado.
	Desplazamiento o Transporte	Indica el desplazamiento del material, operarios y recursos de un sitio a otro.
	Demora	Son esperas transitorias que se generan en los procesos, o pausas de actividades.
	Almacenamiento transitorio	Indica el almacenamiento de productos, materiales o recursos que son usados dentro del proceso productivo.

### **Cursograma**

El cursograma es una herramienta que se representa de manera gráfica y permite simbolizar rutinas o procedimientos administrativos. Indicando de manera secuencial las actividades o acciones que realiza el operador o material hasta obtener el producto final, por medio de esta herramienta se puede detectar errores, esperas, traslados, o inspecciones de tareas a fin de lograr una interpretación completa de la línea de ensamble [27].

### **Diagrama analítico**

Este diagrama o cursograma analítico, representa la trayectoria o secuencia de un producto incluyendo los tiempos requeridos en sus actividades, traslado de personal o material por medio de simbología tal como: operación, inspección, transporte, espera y almacenamiento, siguiendo el curso del ensamble del producto [28].

### **Suplementos (S)**

Estos suplementos que dispone la OIT, se asigna dentro de un estudio de tiempos, estos valores impuestos dependen del ritmo y tipo de trabajo, para lo cual el investigador

evalúa las condiciones y se agrega de manera cualitativa un porcentaje al tiempo normal para luego encontrar el tiempo estándar, estos suplementos se definen en tres tipos: suplementos por retrasos personales, retrasos por fatiga u cansancio, y retrasos especiales debido a demoras del trabajador provocadas por cualquier circunstancia las cuales se resumen en la Tabla 5, [29].

**Tabla 5.** Tabla de suplementos por descanso constante OIT

Sistema de suplementos por descanso		
Suplementos Constantes	H	M
Suplemento por necesidades personales	5	7
Suplemento por fatiga	4	4

**Tabla 6.** Tabla de suplementos por descanso variable OIT

Suplementos Variables					
	H	M		H	M
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>	2	4	<b>F. Concentración intensa</b>		
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>			Trabajos de cierta precisión	0	0
Ligeramente incomoda	0	1	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
Incomoda (inclinado)	2	3	Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	<b>G. Ruido</b>		
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular</b>			Continuo	0	0
Peso levantado					
2.5	0	1	Intermitente y fuerte	2	2
5	1	2	Intermitente y muy fuerte	5	5
7.5	2	3	Estridente y fuerte		
10	3	4	<b>H. Tensión mental</b>		
12.5	4	6	Proceso bastante complejo	1	1
15	5	8	Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
17.5	7	10	Muy complejo	8	8
20	9	13	<b>I. Monotonía</b>		
22.5	1	16	Trabajo algo monótono	0	0
	1				
25	1	20	Trabajo bastante monótono	1	1
	3				
30	1	-	Trabajo muy monótono	4	4
	7				
33.5	2	-	<b>J. Tedio</b>		
	2				
<b>D. Mala iluminación</b>			Trabajo algo aburrido	0	0
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Trabajo bastante aburrido	2	1
Bastante por debajo	2	2	Trabajo muy aburrido	5	2
Absolutamente insuficiente	5	5			

### Escalas de valoración del ritmo de trabajo

Se asigna el factor de desempeño dependiendo como un operador realiza su trabajo, representando una comparación entre el ritmo real de trabajo y el ritmo normal o tipo.

Para un operador calificado, que desarrolla sus actividades correctamente dentro de labor se le determina un valor de 100%, sin embargo, es frecuente contratar nuevo personal que es poco capacitado y estos no logran la productividad planificada en un tiempo definido, y a estos se designa el resto de los valores según su desempeño [29]

**Tabla 7.** Los ritmos de trabajo según la escala de valoración británica.

0-100	Descripción del desempeño	Velocidad de marcha (km/h)
0	Actividad nula	
50	Es un obrero muy lento, realiza movimientos torpes e inseguros, el operador parece estar medio dormido.	3.2
75	Constante, resuelto y sin prisa, como un operador no pagado a destajo, pero es vigilado y dirigido	4.8
100 (Ritmo tipo)	Obrero calificado promedio; es activo y capaz, pagado a destajo.	6.4
125	Muy rápido; el operador realiza las actividades <b>con mucha seguridad, coordinación y destreza</b> , está en gran porcentaje arriba de un operador calificado promedio	8.0
150	Extremadamente rápido; esfuerzo y concentración intensos, probabilidad de durar periodos largos casi nula. Actuación que es alcanzada por muy pocos trabajadores.	9.6

### Tiempo estándar

Este tiempo es un valor estándar por minuto, o también el tiempo en que un trabajador necesita para realizar una tarea definida y se encuentra con la sumatoria del tiempo normal añadiendo una permisibilidad que son por necesidades personales o descansos, descompostura de maquinaria, o simplemente por fatiga del operario [28], aplicando la ecuación 8.

$$T_m = \frac{\sum X_i}{n} \quad (8)$$

$$T_n = T_m(F_d) \quad (9)$$

$$T_s = T_n(1+S) \quad (10)$$

### Considerando que:

**T<sub>m</sub>**: Es el tiempo promedio de los tiempos por actividad

**Xi:** lectura del tiempo i en la actividad

**n:** Número de observaciones o lecturas de la acción

**Tn:** Es el tiempo normal

**Fd:** valorización del desempeño en el trabajo (%)

**Ts:** Valor del tiempo estándar

**S:** valoración de suplementos (%)

### **Capacidad de producción**

Corresponde al número de unidades, productos o lotes que puede fabricar la empresa en un periodo de tiempo determinado y se calcula por medio de la ecuación.

$$C_p = \frac{1}{T_s} \quad (1)$$

**Donde:**

**Cp:** Capacidad de producción

**Ts:** Tiempo estándar

**Capacidad productiva**, esto nos indica el volumen o productos producidas en un determinado de tiempo, esta capacidad se limita de acuerdo con variantes tales como: cuello de botella, actividad en proceso, máquinas, recursos, operarios.

### **Software de simulación de procesos industriales**

Un software de simulación de procesos industriales permite predecir el comportamiento de un sistema. Y se utiliza para evaluar diseños nuevos, diagnosticar problemas de un diseño existente y poder probar estos sistemas en condiciones reales. Estos programas contienen modelados dinámicos, visualización en entornos 3D, con el cual se puede comprender, analizar y realizar mejoras a cualquier tipo de sistema de producción de manufactura o de servicios, además ayuda a realizar predicciones precisas basadas en los datos históricos probando en cada simulación [30].

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar una redistribución de instalaciones para la mejora de la productividad en la planta de producción de la empresa de calzado GUSMAR.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

-Analizar la situación actual de las instalaciones en la planta de producción de la empresa de calzado GUSMAR mediante el levantamiento de información del proceso productivo.

-Desarrollar una propuesta de distribución de instalaciones que mejore la productividad y el manejo de materiales en la empresa de calzado GUSMAR.







-Validar la redistribución de instalaciones mediante el modelado del layout actual y propuesto en un software de simulación de procesos industriales.

## CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

### 2.1. Materiales

Los materiales que se utilizaron para el desarrollo de este trabajo investigativo se detallan a continuación en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Materiales utilizados

<b>MATERIAL</b>	<b>FIGURA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Cuaderno de apuntes</b>		Se usó como fuente de información del módulo de planificación de manufactura
<b>Computador</b>		Permitió la elaboración de documentos digitales usando sus aplicaciones y a su vez como búsqueda de información.
<b>Celular</b>		Usado para obtener capturas, fotográficas y cortometrajes, tomas de tiempo con su cronómetro incorporado, entre otras.
<b>Paquete de Microsoft</b>		Herramienta utilizada para la realización de informes, diagramas de flujo, hojas de cálculo y presentación del trabajo.
<b>AutoCAD</b>		Usado para el desarrollo de planos, layout de la situación actual y propuesta.
<b>FlexSim</b>		Software utilizado como método de evaluación de las alternativas de distribución de instalaciones.

## **2.2. Métodos**

### **Modalidad de investigación**

En el desarrollo del estudio se emplearon diversos tipos de investigación que se detallan a continuación.

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

Por medio de la modalidad se investiga en diversas fuentes confiables como libros, trabajos de pregrado, revistas, artículos científicos, normativas vigentes, para encontrar una fundamentación clara referente al tema de distribución de planta, que fortalece y amplía los conocimientos en cuanto a teoría, métodos y técnicas, que son empleados dentro del desarrollo del tema planteado.

#### **Investigación de campo**

Utilizar una investigación de campo fue necesaria para la recopilación de información directamente en las instalaciones de la empresa, y a través del uso de técnicas de investigación se recolecta, registra, y analiza los datos, comprendiendo cuáles fueron los problemas y situación actual encontrados en la empresa y posteriormente proponiendo una mejora.

#### **Investigación aplicada**

Con los conocimientos adquiridos dentro de la carrera universitaria permiten solventar problemas encontrados dentro de la empresa de calzado GUSMAR, lo que permite aplicar criterios teóricos y prácticos con sus distintas metodologías aprendidas específicamente en la materia de planificación de manufactura para realizar un rediseño de instalaciones, minimizando los retrasos en la producción, optimizando el espacio disponible e incrementando el nivel de seguridad en la empresa según los objetivos planteados en este trabajo de investigación.

#### **Población y muestra**

La población por considerar dentro del estudio en la empresa de calzado GUSMAR se detalla en la Tabla a continuación.

**Tabla 9** Resumen del personal en la empresa

SELECCIÓN	PERSONAL
Gerente	1
Ventas	2
Administrativo	3
Producción	22
Total	28

Al ser una pequeña empresa no es necesario una muestra ya que la población es menor a 100 personas.

### **Recolección de información**

Para la recolección de la información se realiza en horario laboral de lunes a viernes de 8:am a 18:00 pm, en donde se utiliza documentación que permiten la recolección de datos mediante observación, usando técnicas y herramientas para el análisis del proceso productivo y en las instalaciones.

**Observación directa.** Mediante la visualización directa del observador se levanta la información en tiempo real y relevante del proceso productivo, usando fichas de observación.

**Entrevista.** Aplicando esta técnica se identifica cada uno de los aspectos claves que intervienen en el desarrollo del trabajo de investigación, esta técnica se realiza a cada uno de los integrantes en el proceso operativo.

### **Procesamiento y análisis de datos**

Los datos obtenidos se consiguieron mediante ciertas técnicas de procesamiento de datos, que son los siguientes enlistados:

**Diagrama organizacional.** Esta técnica consiste en la elaboración de un mapa en donde se representa gráficamente la estructura de la empresa.

**Diagrama ABC.** Es una herramienta que permite seleccionar productos en base a las importancias monetarias que otorga las ventas de la empresa.



**Cursograma sinóptico.** Consiste en elaborar un algoritmo secuencial de las actividades de un proceso, usando simbología ASME.

**Cursograma analítico.** Es el diagrama que nos permite representar la trayectoria de un producto o procedimiento señalando el tipo de operación mediante el símbolo que corresponda, colocándose datos de importancia como operaciones, transportes, espera, almacenaje, distancia y tiempo.

**Diagrama de recorrido.** Este diagrama se lo realiza en base al cursograma analítico y esta muestra el flujo de materiales dentro de la instalación para obtener el producto final.

**Matrices de resultado:** Es una herramienta que permite la presentación de datos de manera resumida, ordenada y mostrando los puntos clave de la presente investigación.

## **CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1. Entrevista**

La entrevista fue dirigida al dueño propietario don Gustavo Martínez de la empresa de calzado GUSMAR, ya que es la persona que tiene conocimiento acerca de cada uno de los procesos de producción y esta fue realizada con el propósito de obtener información necesaria para la elaboración de este proyecto, Anexo 4.

#### **Desarrollo de la entrevista**

1. ¿Las instalaciones se encuentran distribuidas de tal modo que los operadores puedan realizar su trabajo en forma segura?

Si, hasta el momento el diseño en que se encuentran ubicadas las máquinas se ha mantenido de tal manera que no creen accidentes dentro de la empresa y se han dado algunos recursos para que los trabajadores realicen su trabajo de forma segura.

2. ¿En los últimos años, se han registrado accidentes laborales de algún o algunos trabajadores en la realización de sus actividades?

No, pero dentro del área de corte se han producido pequeños cortes en las manos que son producidos producto en la realización de la misma actividad, pero no han sido accidentes de gravedad.

3. ¿Piensa que actualmente dentro de la empresa de calzado GUSMAR existe una distribución de planta que sea adecuada para la producción?

No, porque se podría mejorar la distribución de tal manera que se incremente la producción y buscar la manera de implementar más maquinaria.

4. ¿El área de cada uno de los puestos de trabajo cuenta con el espacio suficiente para realizar sus actividades?

No, a veces se necesita utilizar las estanterías dentro de las áreas para colocar los zapatos y no hay un espacio para estos y se aglomeran en el mismo sitio.

5. ¿El espacio entre las áreas de trabajo permiten transitar a los trabajadores sin problema dentro de la planta?

No, existen ciertas horas dentro de la jornada donde a veces los operarios se llenan de materiales u ocupan las herramientas y dejan las cosas en los pasillos donde se transitan las personas.

6. ¿Se han acomodado máquinas u herramientas dentro de la planta de tal modo que hayan mejorado la rapidez del trabajo?

Si, ya que a veces ha notado que cambiar ciertas máquinas de lado ha mejorado o disminuido el tiempo en que se elabora el calzado.

7. ¿Existe extintores, señalizaciones, y un equipo de primeros auxilios que se encuentren ubicados de manera estratégica dentro de la planta?

Sí, ya que uno de mis hijos trabaja como jefe de producción y él les ayuda con la señalización y demás equipos de primeros auxilios ya que es su competencia por su profesión.

8. Las herramientas, equipos, materiales, maquinaria, ¿cuentan con un espacio propio para la realización de las actividades sin que afecte en la línea producción?

No, pero en lo posible se ha tratado de que tengan un lugar, pero con los desperdicios o el uso de la materia prima, o por el uso de herramientas para la realización del trabajo a veces los trabajadores no dejan organizado sus espacios de trabajo.

### **3.1.1. Datos generales de la empresa**

#### **Descripción de calzado GUSMAR**

Calzado GUSMAR es una pequeña empresa ecuatoriana, que se especializa en la fabricación de calzado casual, urbano, y formal para hombre, buscando cumplir las expectativas y necesidades de los clientes.

## Información general

Gerente de la empresa: Sr. Gustavo Martínez

Nombre de la empresa: Calzado GUSMAR

Ciudad: Cevallos- Tungurahua

Celular: 0997909153

Correo: calzado\_gusmar@gmail.com

## Ubicación

La empresa se encuentra en la provincia de Tungurahua, dentro del cantón Cevallos, entre la Av. González Suárez y 13 de mayo y, ubicada a 50 metros del parque de la madre.



Figura 3. Ubicación planta de calzado GUSMAR

## Visión

En los próximos 5 años mantendremos la comercialización de nuestro calzado en todo el país con proyección a la exportación, mejorando la calidad mediante la innovación de procesos en las áreas de diseño, producción y ventas que nos permitirán satisfacer las necesidades de nuestros clientes, talento humano y sociedad.

## **Misión**

Somos una empresa artesanal dedicada a la producción y comercialización de calzado de cuero, de uso general. Responsable, ética, y efectiva; orientada a brindar un servicio de calidad que satisfaga y sobrepase las expectativas de nuestros clientes. Aportando positivamente a una mejor sociedad, generando empleo dentro de un buen ambiente de trabajo; cumpliendo con las obligaciones legales, obteniendo un justo margen de utilidad.

## **Valores Institucionales**

**Honestidad:** la empresa busca que su organización se maneje con rectitud y sinceridad, actuando con honestidad para el desarrollo como empresa y país.

**Respeto:** siendo considerados, tratando a nuestros trabajadores con empatía y destacando sus cualidades para la realización de sus actividades en el día a día.

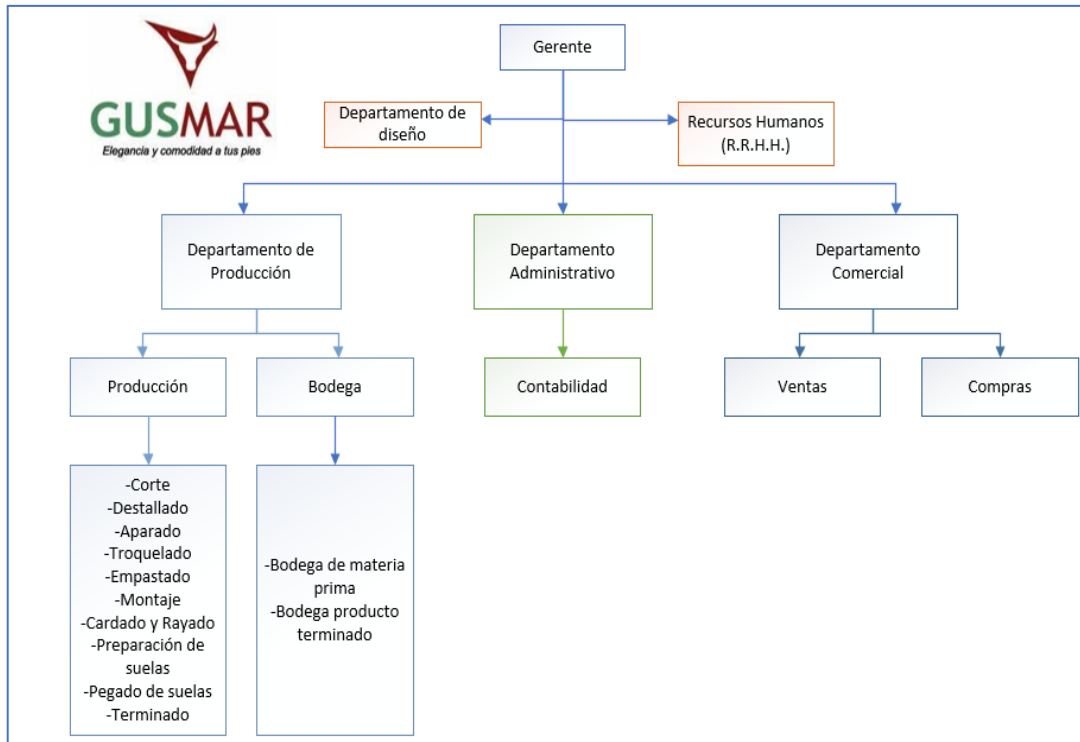
**Responsabilidad:** cumpliendo con nuestras obligaciones, y ser cuidadosos para cada toma en las decisiones en la búsqueda de logros y metas propuestas a pequeño, mediano y largo plazo.

**Tolerancia:** respetando las opiniones, y deberes, obligaciones como empresa, para comprender situaciones con el fin de lograr una estabilidad en el trabajo.

**Medio Ambiente:** siendo empáticos con el medio ambiente, incluyendo normas y políticas dentro de la organización para ser amigables con el entorno. Comprometidos en el desarrollo como sociedad para futuras generaciones.

### **3.1.2. Organización estructural**

Se muestra el organigrama estructural de GUSMAR en la Figura 4, se describe a continuación las funciones de sus respectivos departamentos:




**Figura 4.** Estructura organizacional

### 3.1.3. Productos ofertados

La empresa de calzado GUSMAR tiene una variedad de productos que tienen una codificación según el modelo de fabricación y el tipo ya sea casual, botín, urbano o formal, los cuales se muestran en la Tabla 10.





**Tabla 10** Modelos de calzado confeccionado

Código	Modelo	Detalle	Imagen
G-160	casual	Calzado masculino Serie 34-42 Suela: caucho termoplástico Color: whisky darius o negro napa con emblema	

**Tabla 10.** Modelos de calzado confeccionado (continuación)

<b>Código</b>	<b>Modelo</b>	<b>Detalle</b>	<b>Imagen</b>
G-159	casual	Calzado masculino Serie 34-42 Suela: caucho termoplástico Color: negro napa	
		Calzado masculino Serie 34-42 Suela: crupón boleado Color: café ensueño	
G-336	casual	Calzado masculino Serie 34-42 Suela: crupón natural Color: negro emblema	
G-327	casual	Calzado masculino Serie: 34-42 Suela: caucho termoplástico Color: café discobery	
G-192	deportivo	Calzado masculino Serie 34-42 Suela: caucho termoplástico Color: azul – whisky	
G-774	urbano	Calzado masculino Serie 34-42 Suela: caucho termoplástico Color: café nobuck	

**Tabla 10.** Modelos de calzado confeccionado (continuación)

<b>Código</b>	<b>Modelo</b>	<b>Detalle</b>	<b>Imagen</b>
G-768	deportivo	Calzado masculino Serie 34-42 Suela: caucho termoplástico Color: negro- vino napa	
G-340	casual	Calzado masculino Serie 34-42 Suela: crupón cercado Color: negro atanado	
G-325	casual	Calzado masculino Serie 34-40 Suela: caucho termoplástico Color: café darius	
G-331	casual	Calzado masculino Serie 32-40 Suela: caucho termoplástico Color: miel caricia	
G-767	urbano	Calzado masculino Serie 34-42 Suela: caucho termoplástico Color: negro relax,	
G-769	urbano	Calzado masculino Serie 34-42 Suela: caucho termoplástico Color: negro con crepe relax, placa.	



### 3.1.4. Productos con mayor demanda

La empresa al contar con una amplia variedad de productos en calzado de cuero se necesita clasificar por medio de un análisis del método ABC, que determina el calzado de mayor importancia según sus ventas, ajustando el enfoque requerido en el tema de investigación, aplicando esta metodología como una técnica de gestión.

Para lo cual se detalla a continuación en la Tabla 11, por venta de cada uno de los productos ofertados correspondiente al primer trimestre del año 2022, que contiene la cantidad vendida y el valor unitario de cada par de zapatos según el código, aplicándose las ecuaciones (5) y (6) pertinentes.

$$\text{Valorización Monetaria (\$)} = \text{Ventas} * \text{Precio Unitario} \quad (5)$$

$$\text{Porcentaje de demanda} = \left( \frac{\text{demanda}}{\text{demanda total}} \right) * 100 \quad (6)$$

**Tabla 11** porcentaje de demanda

Nº	Código	Modelo	Ventas 1 trim. [Pares]	Precio unitario [\$/par]	Valorización [\$]	% Demanda
1	G-160	casual	2030	55	\$111,650.00	27.07
2	G-159	casual	1735	50	\$86,750.00	23.13
3	G-336	casual	1606	46	\$73,876.00	21.41
4	G-774	urbano	624	50	\$31,200.00	8.32
5	G-767	urbano	420	34	\$14,280.00	5.60
6	G-769	urbano	203	32	\$6,496.00	2.71
7	G-327	casual	195	32	\$6,240.00	2.60
8	G-192	deportivo	187	26	\$4,862.00	2.49
9	G-768	deportivo	173	26	\$4,498.00	2.31
10	G-340	casual	122	29	\$3,538.00	1.63
11	G-325	casual	104	27	\$2,808.00	1.39
12	G-331	casual	101	28	\$2,828.00	1.35
	<b>Total</b>		7500	<b>Total</b>	\$349,026.00	\$100.00

Con el fin de realizar una estratificación se encuentra tanto el porcentaje de valoración y el acumulado de este porcentaje de valoración de cada uno de los productos ofertados, aplicando la ecuación (7), para lo cual se ordena de manera descendente el porcentaje de valoración.

$$\% \text{Valoración Acumulado} = \% \text{Valoración Acumulado}_{i-1} + \% \text{Valoración}_i \quad (7)$$

### 3.1.5. Análisis ABC

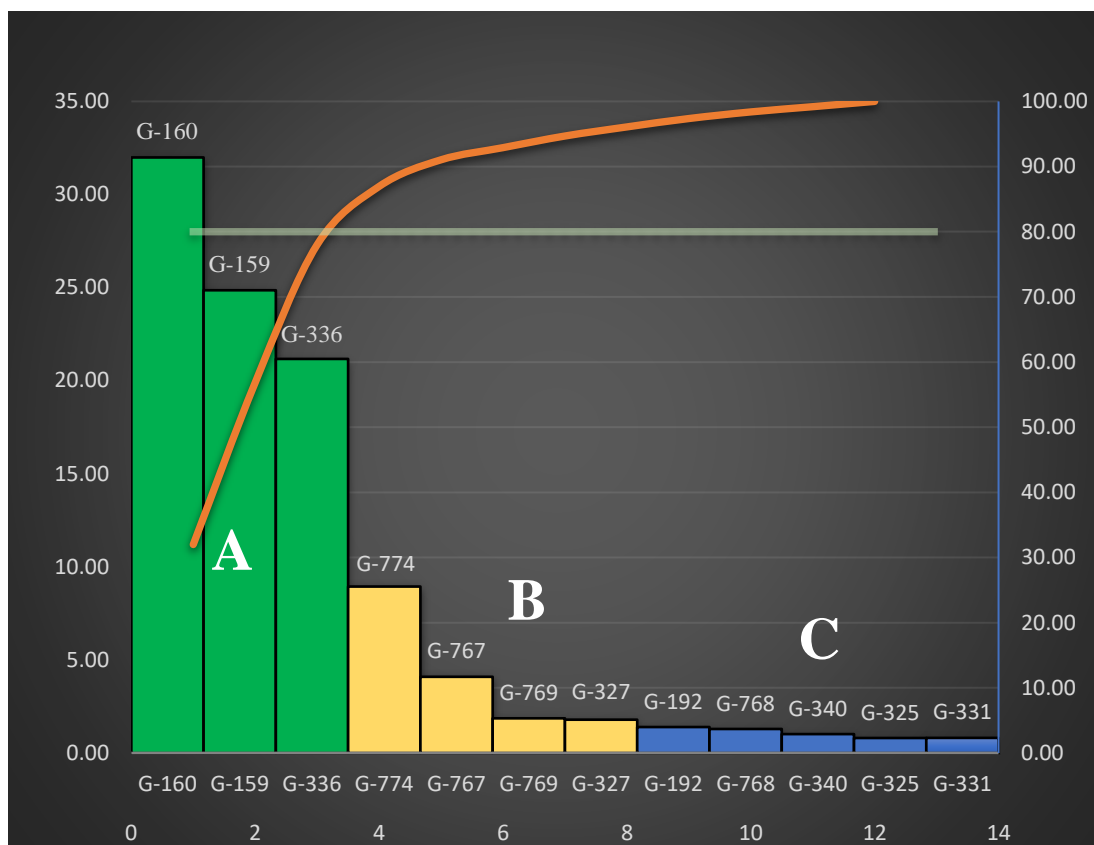
Para poder agrupar el calzado vendido según las categorías del método ABC, se tomó en cuenta los rangos según la zona A, B, o C, de tal manera que los valores en la categoría A tienen un rango de (0-80) %, categoría B (81-95) % y la categoría C de (96-100), aplicándose en la Tabla 12.

**Tabla 12** Categorización de producto ABC

N°	Código	Modelo	Ventas 1 trim. [Pares]	Precio unitario [\$/par]	Valorización [\$]	% Part.	% Part. acum.	Estratificación
1	G-160	casual	2030	55	\$111,650.00	31.99	31.99	A
2	G-159	casual	1735	50	\$86,750.00	24.85	56.84	A
3	G-336	casual	1606	46	\$73,876.00	21.17	78.01	A
4	G-774	urbano	624	50	\$31,200.00	8.94	86.95	B
5	G-767	urbano	420	34	\$14,280.00	4.09	91.04	B
6	G-769	urbano	203	32	\$6,496.00	1.86	92.90	B
7	G-327	casual	195	32	\$6,240.00	1.79	94.69	B
8	G-192	deportivo	187	26	\$4,862.00	1.39	96.08	C
9	G-768	deportivo	173	26	\$4,498.00	1.29	97.37	C
10	G-340	casual	122	29	\$3,538.00	1.01	98.39	C
11	G-325	casual	104	27	\$2,808.00	0.80	99.19	C
12	G-331	casual	101	28	\$2,828.00	0.81	100.00	C
	<b>Total</b>	-	7500	<b>Total</b>	\$349,026.00	\$100.00	-	-

### Gráfica ABC

Mediante la estratificación o un análisis ABC se puede visualizar e interpretar de mejor manera el resultado obtenido, lo cual se muestra en la Figura 5.



**Figura 5.** Análisis ABC

**Interpretación:**

Con base al análisis ABC realizado, se identifica que el 80% de las ganancias en la empresa de calzado GUSMAR se denota por la venta de 3 productos todos modelos casuales encontrados dentro de la categoría A, los cuales son los modelos G-160, G-159, Y G-336, en primer lugar se encuentra el zapato con el código G-160 con un porcentaje de valoración de 31.99% y ventas de \$111.650, seguido del modelo G-159 con un porcentaje de valoración de 24.85% y ventas de \$86.750, y el tercer modelo G-336 con un porcentaje de valoración de 21.17% y ventas de \$73,876, sumando el 78,01% de participación a partir de las ventas del primer trimestre del año 2022, mientras tanto el otro 21.99% se encuentran los modelos pertenecientes a zapatos urbanos, y deportivos con sus respectivos códigos.

**Tabla 13** Categorización de producto ABC

Categoría		N° de artículos	Porcentaje de artículos	Porcentaje acumulado	Porcentaje de demanda	% Demanda acumulada
0-80%	A	3	25%	25%	71.61%	71.61%
81%-95%	B	4	33.33%	58.33%	19.23%	90.84%
96%-100%	C	5	41.67%	100%	9.16%	100%
TOTAL		12	100%	TOTAL	100%	-

### **Interpretación:**

En categoría A se obtienen 3 artículos que representan el 25% de todos los productos dentro de la empresa y con ventas del 71.61% de toda la demanda del primer trimestre del año 2022, la categoría B cuenta con 4 artículos que representan el 33.33% de los productos y obtienen el 19.23% de la demanda, la zona o categoría C cubre el 41.67% restante de los productos ofertados en la empresa, y representan el 9.16% de la demanda.

### **3.1.6. Diagnóstico de las instalaciones**

Calzado GUSMAR en la actualidad tiene un galpón de dos pisos, distribuidas en planta alta y baja de la siguiente manera:

En la planta baja se distribuyen las siguientes áreas: bodega de materia prima, bodega de producto terminado, bodega de herramientas, baños, áreas de (corte, troquelado, destallado, aparado, empastado, montaje, cardado y rayado, proceso de preparación de suelas, pegado de suelas, terminado y empaquetado). Como se muestra en el croquis de la Figura 6 y el plano del mismo que se encuentra en el anexo 2.

En la planta alto o primer piso se sitúa otra estación de trabajo como es la de aparado, y las áreas de administración, baño, sala de diseño y reuniones, como se muestra en el croquis de la Figura 7 y su plano en el anexo 3. Para continuar con el proceso de producción una vez que pasan por las estaciones de trabajo de corte, destallado y troquelado las piezas deben ser subidas al primer piso para realizar el proceso de aparado, una vez terminadas se tiene que bajar estos cortes semi armados al área de empastado continuando con los demás procesos hasta obtener el producto final.

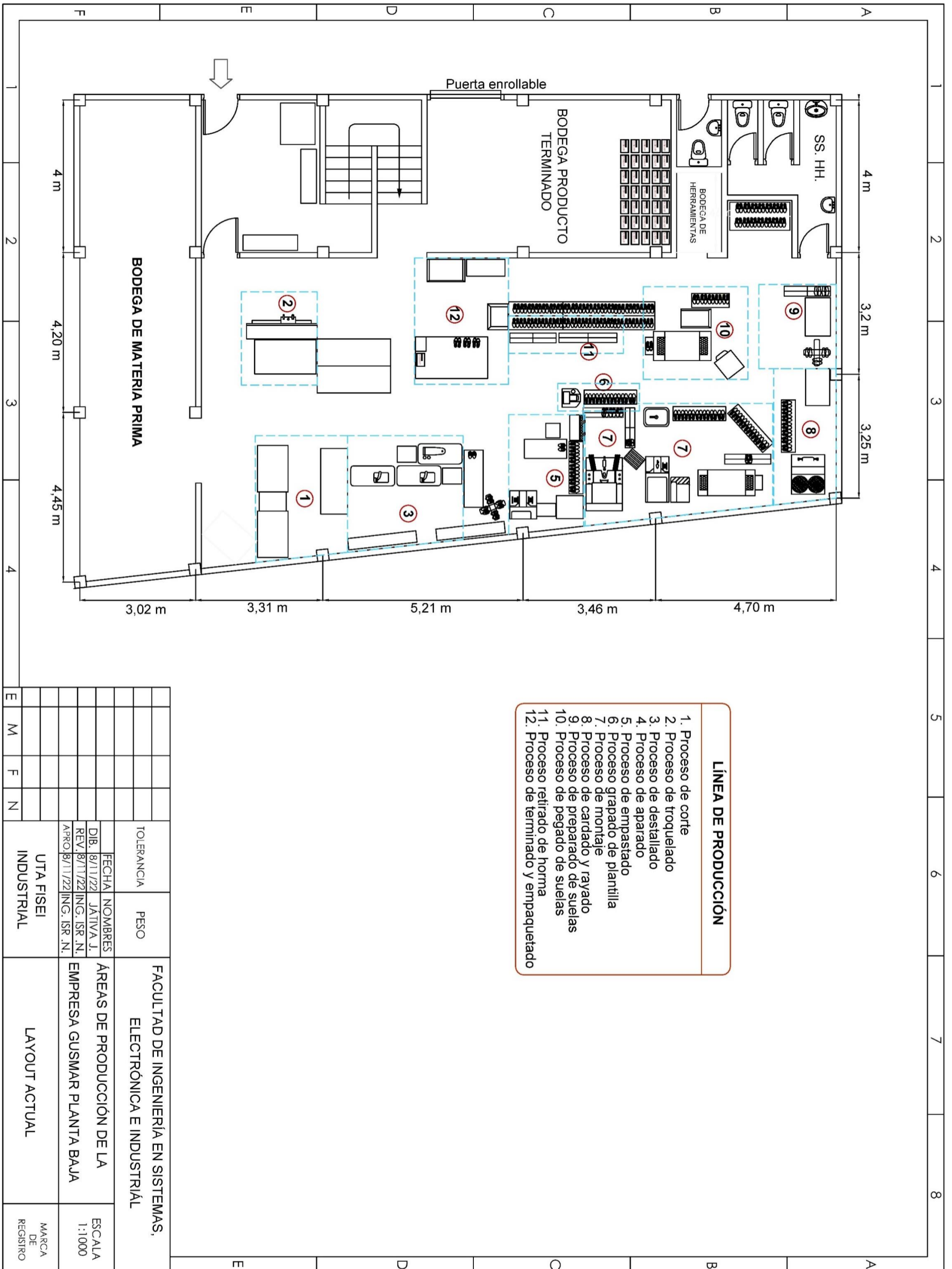


Figura 6. Layout de la planta baja actual de las instalaciones



En la Tabla 15 siguiente se encuentran las áreas que componen las instalaciones con cada una de las superficies que ocupan en la empresa de calzado GUSMAR, dando un total de 143.60 m<sup>2</sup>, de la cual el área total de producción es de 119.39m<sup>2</sup>, usando tan solo 77.50 m<sup>2</sup> para los procesos, el restante se utiliza para zonas de traslado, área de reuniones y diseño, administración y baño.

**Tabla 14.** Superficies de cada área

N°	Área u Proceso	Largo	Ancho	Superficie m <sup>2</sup>
1	Bodega de materia prima	12.65	3.02	38.20
2	Bodega de herramientas	2.1	1.17	2.46
3	Bodega producto terminado	4	6.36	25.44
<b>Procesos</b>				
1	Corte de cuero y forros	3.06	2.4	7.34
2	Troquelado	2.45	1.97	4.83
3	Destallado	2.72	3.01	8.19
4	Aparado	2.99	3.02	9.03
5	Empastado	2.92	1.99	5.81
6	Grapado de plantilla	0.72	2.13	1.53
7	Montaje	2.67	4.92	13.14
8	Cardado y rayado	3.4	1.63	5.54
9	Preparación de suelas	2.21	2.01	4.44
10	Pegado de suelas	2.43	2.72	6.61
11	Retirado de horma	0.98	2.99	2.93
12	Terminado y empaquetado	3.31	2.45	8.11
	<b>Total</b>	<b>48.61</b>	<b>41.79</b>	<b>143.60</b>

### 3.1.7. Distribución actual

La pequeña empresa para la fabricación de calzado ha ordenado las áreas de trabajo según la adaptabilidad y demanda en cuanto a su planta actual, pero no cuenta con un ordenamiento adecuado de su espacio que permita una optimización en sus procesos y reducción de costos y tiempo. Obteniéndose las siguientes áreas y procesos en la planta de trabajo:

1. Bodega de materia prima
2. Bodega de herramientas
3. Bodega producto terminado

4. Proceso de corte
5. Proceso de troquelado
6. Proceso de destallado
7. Proceso de aparado
8. Proceso de empastado
9. Proceso de grapado de plantilla
10. Proceso de montaje
11. Proceso de cardado y rayado
12. Proceso de preparación de suelas
13. Proceso de pegado de suelas
14. Proceso de retirado de hormas
15. Proceso de terminado y empaquetado

### **Bodega de materia prima**

La empresa de calzado GUSMAR cuenta con una bodega de materia prima donde se guardan todos los materiales que se utilizan en el proceso de fabricación del calzado como el cuero, plantillas, forros, hilos, pegas, pasadores, ojales, en sí todos los materiales que forman parte del zapato. También se realiza el corte y medición de la materia prima como bandas que son posteriormente entregadas a cada una de sus áreas según la demanda de sus clientes tal como se muestra en la Figura 8.



**Figura 8.** Bodega y área de moldeado



## Proceso de corte y proceso de troquelado

En el primer proceso se realiza el corte de las piezas (corte del cuero y forros) de manera artesanal usando moldes, mientras que en el proceso de troquelado se corta las plantillas y el material termo adherible por medio del troquel que también utiliza moldes que son hechos en acero, usándose de acuerdo con la talla o modelo de zapato a producirse, Figura 9.



**Figura 9.** Proceso de corte y troquelado

## Proceso de destallado

Mediante una máquina de destallado se rebaja el espesor del cuero que facilita la unión entre piezas, adicionalmente se pinta los bordes de cada una de las piezas originadas por el corte, para finalmente quemar estos bordes los cuales han desprendido sobrantes en el proceso de destallado, usando un mechero Figura 10.



**Figura 10.** Proceso de destallado

## Proceso de aparado

Una vez obtenidas las piezas desde el proceso de destallado se las unen los cortes mediante pega los laterales, capelladas, talones, con el medallón, una vez hecho este proceso se procede mediante una costura se unen cada una de las piezas que componen el zapato, resumiendo el proceso primero se doblan las piezas, se pegan y finalmente se cosen mediante máquinas de costura ya sea necesario costura recta o zigzag, el trabajo se la ilustra en la Figura 11.



Figura 11. Proceso de aparado

## Proceso de empastado

Al llegar a este proceso, se busca dos cosas armar la puntera y armar el contrafuerte, para armar la puntera se acomoda el forro en el corte traído desde el aparado para luego colocar un material termo adherible en el interior de la punta, y se coloca en la máquina puntera, posteriormente con el mismo material termo adherible se arma el contrafuerte, mediante una máquina llamada conformadora se coloca el material dentro del contrafuerte alineándolo y seguido de esto se ingresa a la máquina de conformado, esta permite la reactivación del contrafuerte por medio del calor y luego de unos segundos con la misma máquina se enfría el contrafuerte permitiendo unirse de mejor manera este material, para luego tener un corte ya parecido al zapato, se procede a colocar látex y pegamento en los filos del corte de zapato, Figura 12.



**Figura 12.** Proceso de empastado

### **Proceso de montaje**

**Preparación de hormas:** en esta etapa previa al proceso de montaje, se coloca una plantilla en la base de las hormas y se grapan, para luego colocar pega encima de estas plantillas, con el fin de tener hormas listas para el montaje, Figura 13.



**Figura 13.** Previo al montaje, preparación de hormas.

**Armado de puntas:** se trata de darle la forma a la punta del corte del zapato, con el uso de la máquina armadora de punta, para lo cual primero se vaporiza este corte en el horno vaporizador con el fin de tener una flexibilidad en el corte, y luego se une este corte a la horma para luego armar la punta en la máquina, y al fin poder martillar la punta buscando que se adhiera de mejor manera.



**Figura 14.** Proceso de montaje (armado de puntas)

**Armado de laterales y de talones:** primero se vaporiza mediante el horno el talón, una vez caliente se cierran los laterales manualmente para este proceso se martilla el talón, para luego pegar y planchar el talón mediante la planchadora o también llamada armadora de talones, posteriormente se desarruga el cuero del zapato mediante la máquina desarrugadora del zapato y se coloca en el horno Shiller (horno de envejecido), Figura 15.



**Figura 15.** Proceso de montaje (armado de talones)

### **Proceso de cardado y rayado**

Se retira el cuero en exceso que se encuentra en la base del corte armado por medio de la máquina de cardado, una vez realizado esto se traza se hace una raya por el contorno del corte de zapato por medio de una mina que marca el límite para el espacio en donde se colocará por último la suela, esta operación se observa en la Figura 16.



**Figura 16.** Proceso de cardado y rayado

### **Proceso de preparación de suelas**

Una vez cardado y separadas las rebabas del zapato, se tiene ya preparada la suela para lo cual en este proceso se aplica soluciones a la suela, el primero es un limpiador que remueve polvo, grasas, y se deja reposar un tiempo definido, luego se aplica una capa de halogenante que es un activador de pega para el caucho, y se deja reposar. Por último, se agrega una capa de “primer” que es una pega líquida y se guarda en las estanterías dejándolo reposar por otro tiempo, aproximadamente 15 minutos en total, Figura 17.



**Figura 17.** Proceso de preparación de suelas

### **Proceso pegado de suelas**

Acá se une la suela al corte armado del zapato mediante una máquina de prensado, para esto primero se activa la suela por medio de un horno activador, se procede a colocar la suela en la horma de forma manual, luego se prensa dentro de la máquina el

corte y la suela dejando unido el corte con la suela ya formando un zapato, seguidamente de esto se deja pasar el corte armado por el horno Shiller (horno de envejecido) que cristaliza la pega por medio de frío, dejando compacto el zapato ya armado, Figura 18.



**Figura 18.** Proceso pegado de suelas

### **Proceso de terminado y almacenado**

Previo a este proceso primero se retira la horma del zapato, para luego realizar este último procedimiento para culminar con la línea de producción, en la cual consiste en darle un toque final, acá se retira los restos de pegas y rayones del calzado por medio de un motortool (pulidora manual), para posteriormente emplantillar (colocar plantillas en el zapato), quemar los hilos salientes, poner cordones, cartón y etiquetas al zapato, posteriormente limpiarlo con gel lavador XN CL-2029, Figura 19.



**Figura 19.** Proceso de terminado y almacenado

## **Bodega de producto terminado**

Aquí se apilan en cajas dentro del almacén los zapatos que salen del proceso de producción, los cuales han sido empacados y están listos para la entrega de forma satisfactoria al cliente. Los cuales se guardan por islas por entrega al mismo usuario o por tallas si es para la venta directa del producto, Figura 20.



**Figura 20.** Productos en bodega terminado

### **3.1.8. Descripción de la maquinaria, equipos y herramientas**

**Maquinaria:** En la fabricación de calzado, es importante el uso de maquinaria facilita obtener un producto dentro del trabajo del operario, a su vez mejora la calidad del producto y acelera el proceso de obtención del mismo, dentro del área de producción se puede observar en la Tabla a continuación la maquinaria usada en cada proceso.

**Equipos:** Adicionalmente de la maquinaria que se usa en la fabricación del calzado también se toma en consideración objetos que son usados en cada uno de los procesos como son: mesas, estanterías, y demás equipos, ya que estos también usan espacios físicos que son distribuidos alrededor de cada proceso según su uso.

**Herramientas:** con el fin de obtener un producto final se utilizan varias herramientas en cada uno de los procesos tales como: brochas, tijeras, guantes, martillos, pinzas (de mano), estiletes. Facilitando realizar las operaciones manuales dentro del proceso productivo.

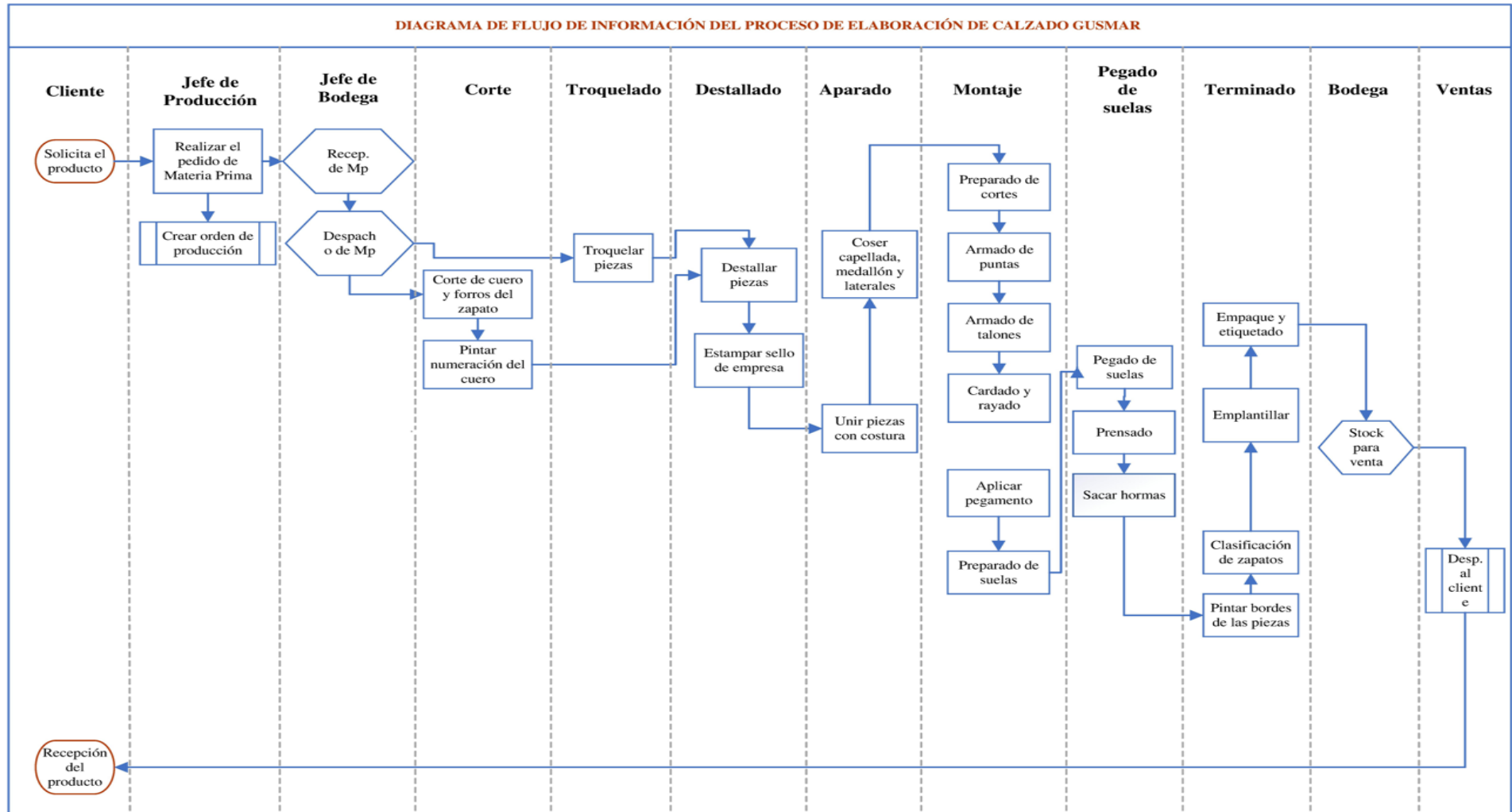
**Tabla 15** Descripción de la maquinaria

<b>Operación</b>		<b>Maquinaria</b>	<b>cantidad</b>	<b>Marca</b>
<b>Corte</b>		-	-	-
<b>Troquelado</b>		Troqueladora	1	RC
<b>Destallado</b>		Maq. de Destallado	2	FAV
<b>Aparado</b>		Máquina de costura posta	1	IMOVAC
		Máquina de costura recta	2	SINGER
<b>Empastado</b>		Máquina de conformado	1	-
		Máquina de dispersión de látex	1	-
		Máquina puntera	1	-
<b>Montaje</b>	Armado de punta	Vaporizador de puntas	1	MECSUL
		Armadora de puntas	1	POPPI L.
	Armado de talones y laterales	Horno reactivador	1	INTECMECA
		Horno de envejecido	1	MECSUL
		Máquina de desarrugado de cuero	1	MECSUL
<b>Cardado y Rayado</b>		Máquina de cardado	1	INTECMECA
<b>Preparación de suelas</b>		-	-	-
<b>Pegado de suelas</b>		Prensadora de suela	1	ELETTROTECNICA
		Horno reactivador		INTECMECA
		Horno de envejecido		MECSUL
<b>Terminado y empaquetado</b>		Máquina de sopleteo	1	-
		Quemadora de hilos	1	MECSUL

### 3.1.9. Diagrama de flujo de información del proceso de elaboración.



Figura 21. Diagrama de flujo de información del proceso de elaboración de calzado GUSMAR



### 3.1.10. Diagrama de ensamble del proceso de fabricación

A través de un cursograma sinóptico del proceso de fabricación en la empresa, se muestran las operaciones, inspecciones, esperas de todos los productos contemplados en modelos: casual, urbano y deportivo tomando de esta manera ya que su fabricación similar, los demás modelos se encuentran en el Anexo 1.

#### Diagrama de ensamble para el modelo casual

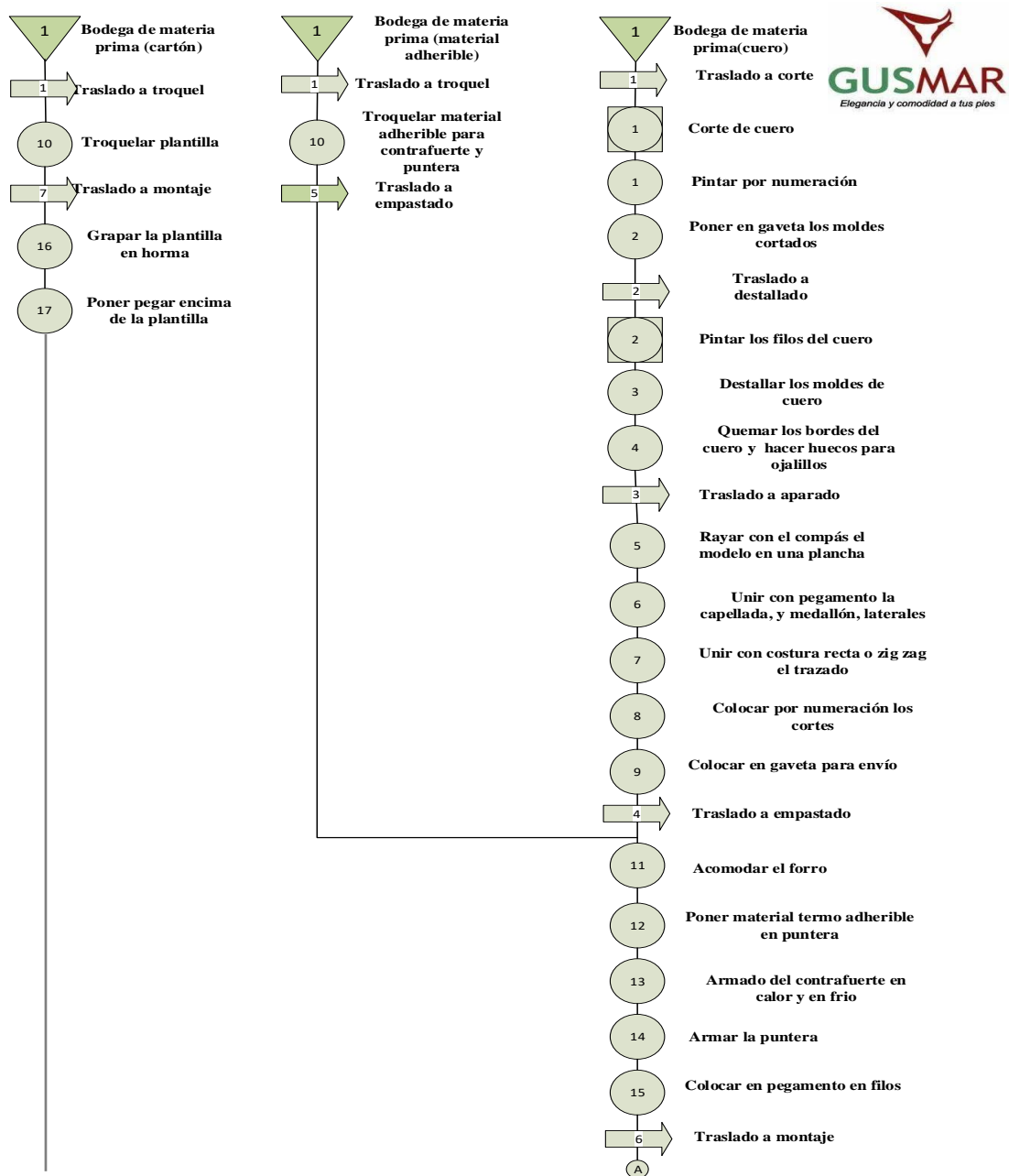
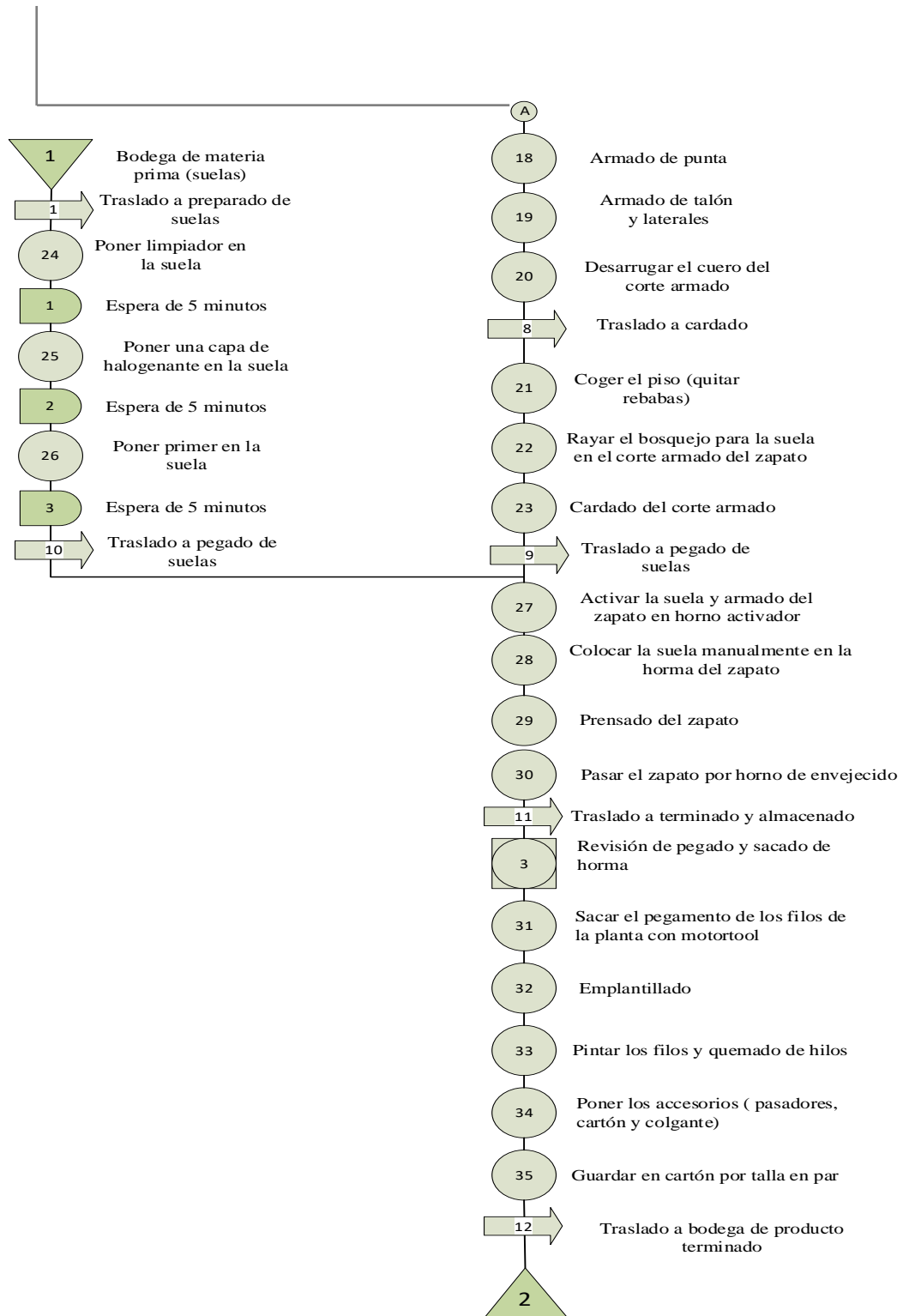


Figura 22. Diagrama de ensamble proceso Actual



**Figura 22** Diagrama de ensamble proceso Actual (continuación)

En la Figura 22, se muestra el cursograma sinóptico de ensamble del proceso productivo para la fabricación del zapato casual, en donde se resume lo siguiente: existe 35 operaciones, 3 operaciones combinadas (operación e inspección), 12 transportes, al almacenamiento no se le designa un tiempo determinado, ya que la materia prima puede

almacenarse por tiempo variado. Los diagramas del zapato urbano y deportivo se encuentran en los anexos.

### Secuencia de procesos por modelo de calzado

A continuación, en la Tabla 16, se muestran un checklist de la secuencia del proceso que siguen los diferentes modelos de calzado dentro de la empresa de calzado GUSMAR.

**Tabla 16.** Secuencia de procesos por modelo

N°	Procesos	Modelo de calzado		
		Casual	urbano	Deportivo
1	Corte de cuero y forros	x	x	x
2	Troquelado	x	x	x
3	Destallado	x	x	x
4	Aparado	x	x	-
5	Empastado	x	x	x
6	Grapado de hormas	x	x	x
7	Montaje	x	x	x
8	Cardado y Rayado	x	-	x
9	Preparación de suelas	x	x	x
10	Pegado de suelas	x	x	x
11	Retirado de hormas	x	x	x
12	Terminado y almacenado	x	x	x
Demanda (pares) trimestral		5893	1247	360
Demanda mensual		1964	416	120


**Análisis:** El modelo casual, cumple con cada uno de los 12 procesos con una demanda de 5893 pares de zapatos trimestral, el modelo urbano cumple con 11 de los 12 procesos menos de cardado y rayado ya que no se necesita pulir las rebabas de la planta del zapato y cuenta con una demanda de 1247 zapatos de ventas trimestral, al igual que el modelo deportivo que cuenta con 11 de los 12 procesos ya que el aparado la empresa envía a realizarlo en otro lugar y este tiene una demanda baja de 360 pares de zapatos en el primer trimestre del año 2022.

### 3.1.11. Cursograma analítico situación actual

#### Cursograma analítico modelo casual

En la Tabla 17, se muestra el cursograma analítico del proceso actual del modelo casual, en donde se encuentran cada una de las operaciones, que intervienen en la fabricación de un par de zapatos a modo de ejemplo, para los demás modelos, Anexo 5.

Tabla 17 Cursograma analítico modelo casual







		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN "CALZADO GUSMAR"								
Cursograma analítico				Operario/Material/Equipo						
Diagrama	1 de 2		Resumen							
Proceso	Producción de calzado método actual		Actividad	Actual		Propuesto				
				Cant	Tiempo	Cant	Tiempo			
Método	Actual		Operación	●	21	44.2				
Producto	Modelo casual		Combinada	◻	2	3.1				
Elaborado	José Játiva		Inspección	■	0	0.0				
Aprobado	Ing. Israel Naranjo		Transporte	➔	15	3.2				
Fecha	23/11/2022		Espera	◐	3	6.0				
			Almacén	▼	4	0				
<b>Observación:</b> El tamaño de lote bajo estudio es 1 par de zapatos			Distancia (m)		138.80					
			Tiempo (min)		56.42					
			Simbología		●	◻	■	➔	◐	▼
Descripción	Cantidad [par]	Distancia [m]	Tiempo [min]							
Bodega de materia prima (cuero)	1		0.00							
Traslado hacia corte	1	6.00	0.10							
Inspección de bandas y corte de cuero y forros	1		1.87							
Pintar la numeración de los cortes y poner en gaveta	1		0.21							
Traslado hacia destallado	1	2.50	0.07							
Pintar los filos del cuero y destallarlos	1		1.49							
Quemar bordes de cuero y guardar en fundas según orden de producción	1		0.148							



Colocar halogenante en las suelas	1		0.51	●					
Esperar secado	1		2.00						●
Colocar primer en las suelas	1		0.44	●					
Esperar secado	1		2.00						●
Traslado a pegado de suela	1	1.53	0.03					→	
Reactivar el corte y la suela y poner en la horma	1		1.15	●					
Prensar el zapato y colocar en el horno Shiller	1		5.05	●					
Traslado a retirar la horma	1	2.04	0.05					→	
Retirar la horma del zapato	1		1.33	●					
Traslado a terminado	1	2.90	0.06					→	
Retirar pegas y emplantillar	1		0.85	●					
Quemar hilos, pintar las fallas	1		1.28	●					
Colocar accesorios y empaquetar	1		2.87	●					
Traslado a bodega de terminado	1	8.15	0.20					→	
Almacenamiento en bodega	1		0.00						▼
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>138.80</b>	<b>56.42</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

La línea principal de fabricación está formada por 45 actividades de las cuales son 21 operaciones, 2 operaciones combinadas, 15 transportes, 3 demoras y 4 almacenamientos, dando como resultado un tiempo de producción de 56.42 minutos con una distancia recorrida de 138.80 metros, el tiempo destinado para el transporte de materiales es de 3.2 minutos que representa 5.67% del tiempo total de producción.

**Tabla 18** Resumen del cursograma analítico del proceso actual

RESUMEN			
Actividad		Actual	
		Cant	Tiempo
Operación		21	44.2
Combinada		2	3.1
Inspección		0	0.0
Transporte		15	3.2
Espera		3	6.0
Almacén		4	0

**Interpretación:** para la fabricación de un par de zapatos modelo casual, se realizan 21 operaciones, que tardan un tiempo de 44.2 minutos de un tiempo total de 56, 42 min, también se realizan 2 operaciones con inspección en los procesos con un tiempo de 3.1 min, se puede notar que a su vez se realizan 15 traslados entre sus operaciones que toman un tiempo de 3.2 min, contando con 3 esperas en la línea de producción con un tiempo de 6 minutos, y el almacenamiento que no cuenta con un tiempo específico, ya que puede durar la materia prima periodos variados de espera según el modelo.

### 3.1.12. Diagrama de recorrido de la planta de producción

En la Figura 23, se observa el diagrama de recorrido del modelo casual ya que tiene el material por cada uno de los puestos de trabajo, desde el inicio de su fabricación hasta ser un producto terminado, omitiéndose las áreas de administración, sala de reuniones, entre otros que no agregan valor al producto. Cabe mencionar que se realizó de acuerdo con el cursograma analítico presentado anteriormente, ya que se detalla cada uno de sus transportes, esperas, almacén, operaciones. Los modelos urbano y deportivo se encuentran en el Anexo 6.



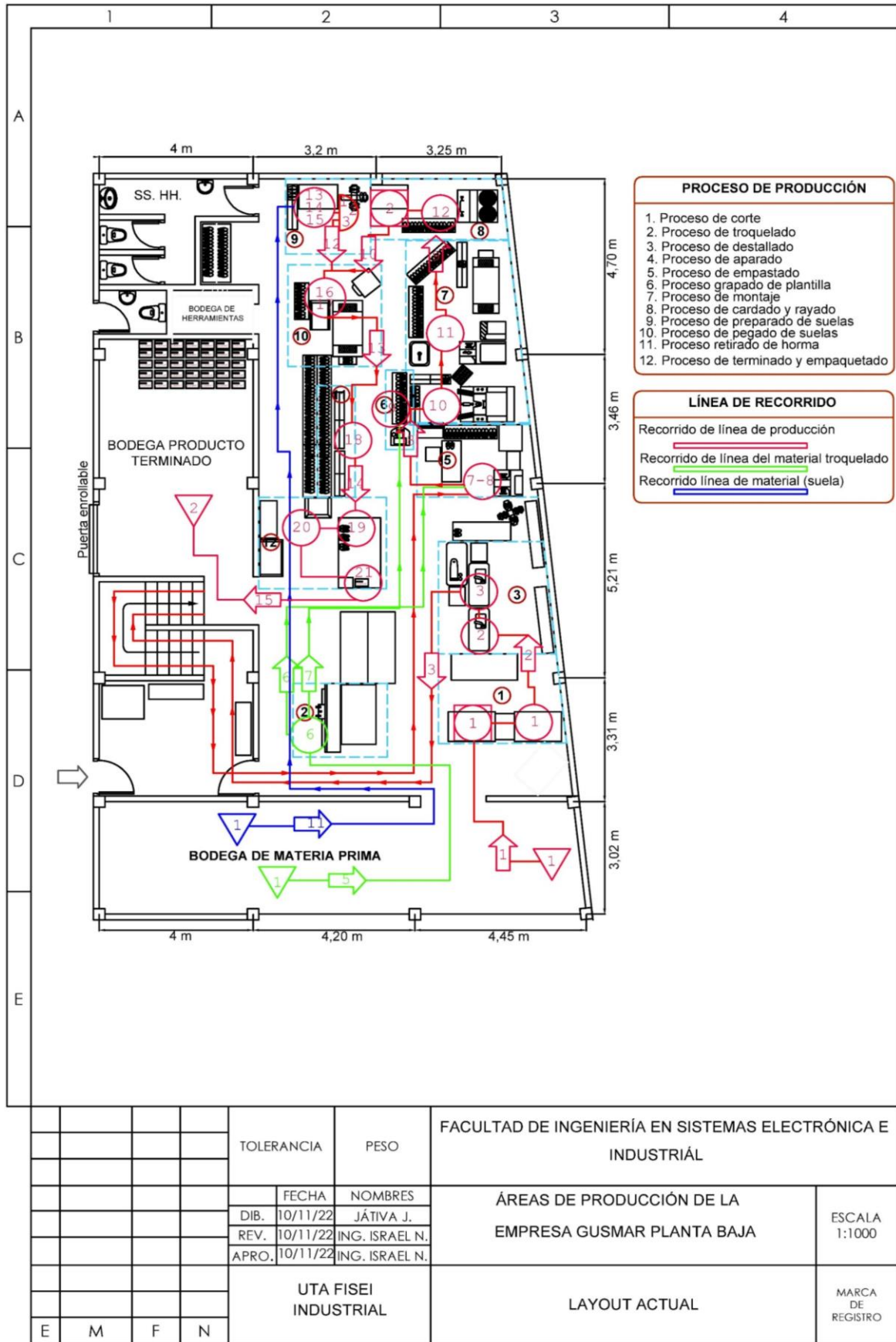


Figura 23. Diagrama de recorrido actual planta baja

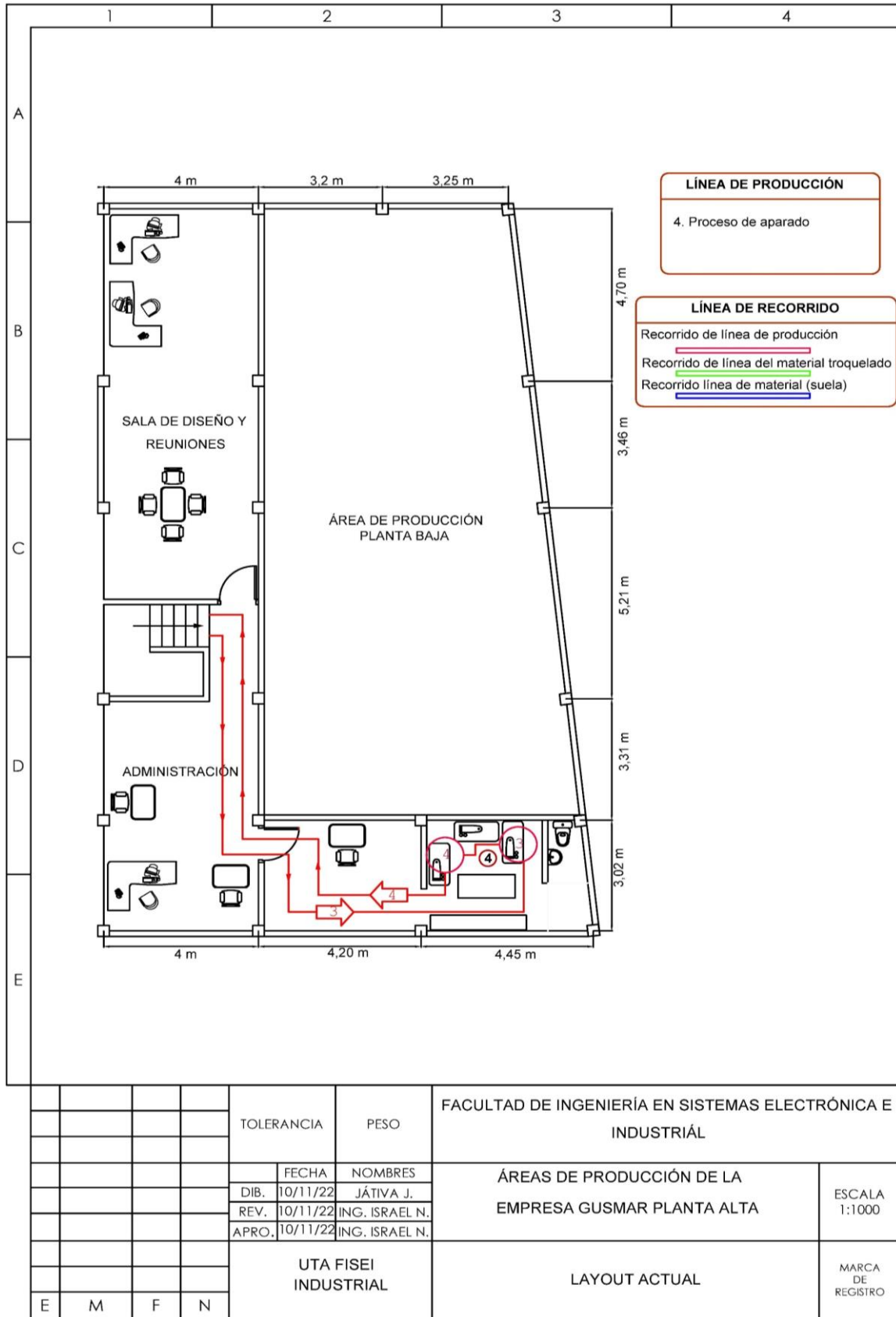


Figura 24. Diagrama de recorrido actual planta alta

### **3.1.13. Estudio de tiempos**

Con el propósito de estandarizar el tiempo productivo dentro de la empresa de calzado GUSMAR, se realiza un estudio de tiempos, desglosando cada proceso por actividades hasta obtener la fabricación de un par de zapatos del calzado más vendido de cada modelo visto anteriormente, tomando todos los procesos por cuales pasa el producto hasta terminarlo los cuales son:

- 1.Corte de cuero y forros
- 2.Troquelado
- 3.Destallado
- 4.Aparado de capellada
- 5.Aparado de medallón y laterales
- 6.Empastado
- 7.Grapar la plantilla
- 8.Montaje
- 9.Cardado y rayado
- 10.Preparación de suelas
- 11.Pegado de suelas
- 12.Retirar la horma del zapato
- 13.Terminado y almacenado

#### **Selección del operador**

Dependiendo el proceso, el número de operarios varía de 1 a 3 por las actividades que se realicen, por lo cual los procesos que tengan 1 operador se selecciona al mismo operador, para que realice dicha actividad en la toma de tiempos, mientras que para los procesos que poseen más de un trabajador se escoge al operario que cuente con mayor experiencia y destreza en su labor.

### **Observaciones necesarias**

Para obtener el número de observaciones necesarias que se deben realizar, se utilizó la Tabla de General Electric, presentada en el capítulo 1, en donde la Tabla 2 muestra cada una de las observaciones necesarias para el estudio de tiempos en base al tiempo que se demore cada proceso.


### **Cálculo del desempeño**

Al contar con operarios que se especializan en cada una de sus áreas o puestos de trabajo, la empresa no cuenta con nuevo personal en la parte productiva, por lo tanto, para asignar la valoración por el ritmo de trabajo será de 100, en la cual este valor se estableció en la Tabla dentro de la zona de Anexos, como escala de la ponderación de ritmo de trabajo.


### **Cálculo del tiempo estándar**

Para el cálculo del tiempo estándar dentro de cada uno de los procesos, fue necesario descomponer en actividades que realizan los operarios y a partir de allí tomar cada uno de tus tiempos. En la Tabla a continuación se muestra los tiempos que fueron tomados en las actividades para el proceso cardado y rayado del modelo casual, en donde se obtiene un tiempo de ciclo de 2.18 min, en base a la Tabla de General Electric, para este tiempo de 2,00 a 5,00 minutos, serán 15 el número de observaciones a registrarse.

**Tabla 19** Actividades del proceso de cardado y rayado

	<b>Descripción de las actividades</b>
<b>Operación</b>	Cardado y rayado
<b>Maquinaria</b>	Máquina cardadora
<b>herramienta</b>	Mina para rayado
<b>material</b>	Corte armado del montaje
<b>Producto obtenido</b>	Cardado del armado del zapato
<b>Actividades</b>	<b>Descripción</b>
1	Coger piso (quitar rebabas o amontonado de cuero, pega)
2	Marcar con la mina y rayar suela
3	Cardado del corte armado de la suela
4	Inspección del corte armado
<p><b>Nota:</b> Para un tiempo de ciclo de 2,00– 5,00 el número de observaciones es de 15 según la Tabla de General. Electric.</p>	

**Tabla 20** Estudio de tiempos del proceso de cardado y rayado

	<b>Estudio de tiempos</b>																		
<b>Actividad</b>	Cardado y rayado																		
<b>Unidad de tiempo</b>	minutos																		
<b>Estudio de tiempos para 1 par de zapatos</b>																			
<b>Actividad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>T11</b>	<b>T12</b>	<b>T13</b>	<b>T14</b>	<b>T15</b>	<b>Σ</b>	<b>TM</b>	<b>FD</b>	<b>TN</b>
Coger piso (quitar rebabas o amontonado de cuero, pega)	0.22	0.22	0.22	0.23	0.22	0.23	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22	3.32	0.22	100%	0.22
Marcar con la mina y rayar suela	0.80	0.79	0.79	0.82	0.83	0.80	0.80	0.83	0.74	0.76	0.82	0.76	0.79	0.80	0.79	11.93	0.80	100%	0.80
Cardado del corte armado de la suela	1.13	1.15	1.12	1.14	1.13	1.14	1.14	1.13	1.15	1.14	1.15	1.12	1.12	1.14	1.13	17.04	1.14	100%	1.14
Inspección del corte armado	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.75	0.05	100%	0.05
<b>Tiempo En Maquina</b>																			1.36
<b>Tiempo Manual</b>																			0.85
<b>Tiempo Básico</b>																			2.20
<p><b>Nota:</b> TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo básico por actividad.(TN=FD*TM).</p>																			

### 3.1.14. Tiempo estándar y suplementos

Para encontrar el tiempo estándar de cada proceso y los suplementos, presentados por la actividad que realicen, se toma en cuenta según la Tabla 3 de anexos correspondiente a los valores de suplementos a tomar en cuenta para dar una asignación según es necesario, a continuación, se encuentran los valores tomados para el proceso de cardado y rayado del modelo casual a modo de ejemplo, los demás modelos, Anexo 3,7 y 8.

**Tabla 21** Suplementos y tiempo estándar proceso cardado y rayado

Suplementos			
Género del operario	Hombre	Operación:	Cardado y rayado
<b>Valoración</b>			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	5
	B	Por fatiga	4
<b>Valoración</b>			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	2
	B	Postura anormal	-
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	2
	F	Ruido	-
	G	Tensión mental	1
	H	Monotonía	-
	I	Tedio	-
<b>Porcentaje final por operación de suplementos</b>			<b>14%</b>
<b>Tiempos en minutos</b>	<b>manual</b>		0.85
	<b>máquina</b>		1.36
	<b>básico</b>		2.20
	<b>estándar</b>		<b>2.33</b>

Por medio de la ecuación (), perteneciente al capítulo 1 dentro de la fundamentación teórica, la cual determina el tiempo estándar para las actividades, en las que intervienen tanto la actividad manual y la actividad por el uso de máquinas. Encontrando de esta manera el tiempo estándar para el proceso de cardado y rayado.

$$T_s = \text{Tiempo manual} * (1 + \text{Suplementos}) + \text{tiempo en máquina}$$

$$T_s = 0,85 * (1 + 0,14) + 1,36$$

$$T_s = 2,33 \text{ min}$$

Y para el cálculo del tiempo estándar de las actividades que son solo manuales se utiliza la siguiente ecuación:

$$T_s = \text{Tiempo manual} * (1 + \text{suplementos})$$

### Tabla del resumen de tiempos estándar

A continuación, en la Tabla 22, se establecen los tiempos estándar para cada uno de los procesos en la obtención para la fabricación de calzado, encontrando así el tiempo que tenga más duración o el cuello de botella que en este caso es el proceso de montaje para todos los modelos establecidos. Anexo 7.

Tabla 22. Resumen de tiempos estándar en la fabricación de calzado

N°	Proceso	Tiempo estándar [min]		
		Modelo casual	Modelo urbano	Modelo deportivo
1	Corte de cuero y forros	2.48	2.57	2.79
2	P. troquelado	1.80	1.82	1.84
3	Destallado	1.85	1.86	1.77
4	Aparado de capellada	8.32	8.24	-
5	Aparado de medallón y laterales	5.43	5.49	-
6	Empastado	2.50	2.48	2.48
7	Grapar la plantilla	2.60	2.57	2.56
8	Montaje	8.65	8.64	8.23
9	Cardado y rayado	2.33	-	2.23
10	Preparación de suelas	6.26	6.26	6.30
11	Pegado de suelas	6.28	6.24	6.25
12	Retirar la horma del zapato	1.47	1.38	1.49
13	Terminado y almacenado	5.55	5.43	5.64

#### 3.1.15. Capacidad de la producción

Una vez realizado el estudio de tiempos en cada actividad se toma en cuenta para el cálculo de la capacidad total de la planta de producción por proceso. Aplicando el criterio de unidades equivalentes, ya que la empresa fabrica varios productos en diferentes cantidades, pero utilizan los mismos procesos. Para esto se determina un modelo estándar escogiendo entre casual, urbano y deportivo, considerando cual de estos presenta la más alta demanda o que pase por todos los procesos dentro de la empresa, revisados en el checklist realizado de la Tabla 16.

#### Cálculo de la capacidad por proceso usando unidades equivalentes

Para obtener el cálculo de la capacidad se considera como unidad equivalente el modelo casual ya que tiene la mayor demanda y pasa por todos los procesos[31].

Aplicando la ecuación (1), encontramos el cálculo de la producción

$$Cp = \frac{\#UE}{Ts} * \#Operarios * \text{Tiempo disponible} \quad (1)$$

### Cálculo de la capacidad de producción diaria.

Se calcula la capacidad de todos los procesos para todos los modelos, utilizando la metodología de unidades equivalentes, a modo de ejemplo se obtiene del proceso de corte de cuero y forros aplicando la ecuación 1, en la Tabla 23, el cálculo de los demás procesos se encuentra en el Anexo 9.

**Tabla 23.** Cálculo de la capacidad de la operación corte de cuero y forros

Corte de cuero y forros	TS	TSUE	#UE	#UE/TS	#Op.
Modelo casual	2.48	2.48	1.00	0.403	2
Modelo urbano	2.57	2.48	1.04		
Modelo deportivo	2.79	2.48	1.13		
Total	7.84		3.16		

Nota: TS = tiempo estándar, TSUE = tiempo estándar de la unidad equivalente, #UE = número de unidades equivalentes, #Op= número de operarios

### Producción diaria en el proceso de corte de cuero y forros

$$Cp = (\#UE/ Ts) * (\# \text{ de horas laborables}) * (\# \text{ de trabajadores}) \quad \text{ec. (1)}$$

$$Cp. \text{ diaria} = 0.403 \frac{UE}{\text{min}} * \left( 540 \frac{\text{min}}{\text{día}} \right) * (2 \text{ operarios})$$

$$Cp. \text{ diaria actual} = 435.24 \approx 435 \frac{UE}{\text{día}}$$

### Cálculo de la producción semanal en el proceso de corte

$$P. \text{ semanal} = Cp \text{ diaria} * 5 \text{ días laborables}$$

$$P. \text{ semanal} = 435 \frac{UE}{\text{día}} * 5 \frac{\text{día}}{\text{semana}} = 2175 \frac{UE}{\text{semana}}$$



## Resumen de la capacidad de producción en la planta de producción

En la Tabla 24, se realiza un resumen de la capacidad actual de la planta de producción en cada uno de los procesos que intervienen en la fabricación de calzado de todos los modelos, notando que en el proceso de montaje se encuentra el cuello de botella delimitando la producción a 125 pares de zapatos al día. Tabla 24.

**Tabla 24.** Capacidad actual de la planta de producción por proceso

Procesos	Capacidad diaria [ Pares/día]	Capacidad semanal [Pares/semana]
Corte de cuero y forros	435	2175
P. troquelado	300	1500
Destallado	584	2920
Aparado de capellada	130	650
Aparado de medallón y laterales	199	995
Empastado	300	1500
Grapar la plantilla	208	1040
Montaje	125	625
Cardado y rayado	232	1160
Preparación de suelas	173	865
Pegado de suelas	172	860
Retirar la horma del zapato	367	1835
Terminado y almacenado	292	1460

## Comparación Demanda vs Capacidad

La demanda total del primer trimestre del año 2022 fue la venta de 7500 pares de zapatos para lo cual se compara con la capacidad instalada actual. Tabla 25.

**Tabla 25.** Comparación demanda vs capacidad

Demanda 1er trimestre 2022 [ Pares/trimestre]	Días laborables al mes [ día]
7500	20

$$\text{Demanda [ día]} = \frac{7500 \frac{\text{pares}}{\text{trimestre}}}{3} = \frac{2500 \frac{\text{pares}}{\text{mes}}}{20 \text{ días}} = 125 \text{ pares de zapatos/día.}$$

Es decir, la capacidad y la demanda de la empresa es de 125 pares al día, de acuerdo a su capacidad instalada.

### **3.1.16. Medición de la productividad**

Para obtener el cálculo de productividad se tiene en consideración que esta es una medida de las salidas que son los resultados, dividida entre sus entradas que en este caso son los recursos usados, la empresa de calzado GUSMAR produce 125 pares de zapatos tomando el cuello de botella, y se mide su productividad de la siguiente manera:


$$\text{Productividad} = \frac{\text{salida}(\text{resultados})}{\text{entradas}(\text{recursos usados})}$$

$$\text{Productividad} = \frac{125 \text{ pares}}{22 \text{ operarios} * 9 \text{ horas de trabajo al día}} = \frac{125}{198} = 0.63$$

*Productividad actual de la planta = 0.63 pares por horas de trabajo*

### 3.1.17. Cumplimiento de los principios de distribución de planta actual

Tabla 26. Cumplimiento de los principios de distribución de planta actual

Principio de distribución	Descripción actual del proceso	Cumplimiento		Imagen descriptiva	Observación
		Si	No		
1.Integración por conjunto	La distribución de cada uno de los elementos se realizó de manera empírica, por lo que estos no tienen un lugar fijo que puedan ser colocados mientras una vez utilizados.		x	 <p style="text-align: center;"><b>Figura 25.</b> área de corte y troquelado</p>	La materia prima usada y herramientas no cuentan con lugares para ser guardados de manera correcta, ejemplo tomado del proceso de corte de cuero y forros.

**Tabla 26.** Cumplimiento de los principios de distribución de planta actual (continuación)

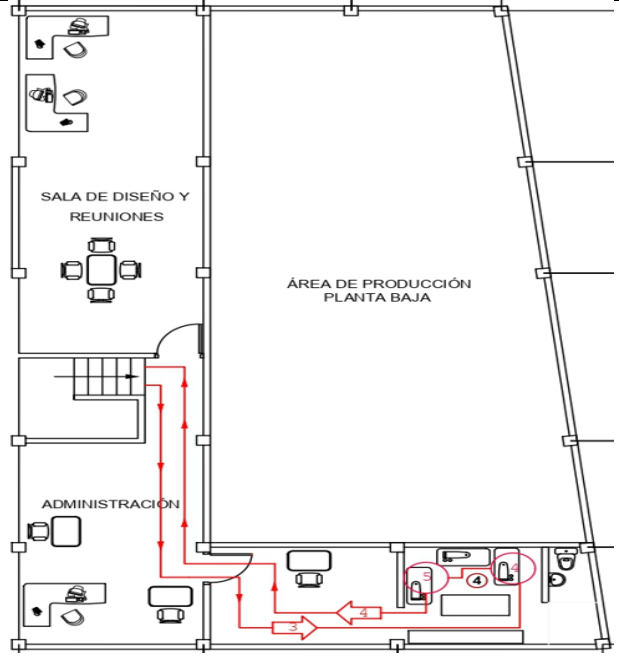
Principio de distribución	Descripción actual del proceso	Cumplimiento		Imagen descriptiva	Observación
		Si	No		
2. Mínima Distancia recorrida	Como uno de los procesos se encuentra en la planta alta, el principio de distancia mínima recorrida del material no se cumple.		x	 <p style="text-align: center;">Figura 26. Pasillos de la empresa</p>	En el diagrama de recorrido se puede apreciar que el proceso de aparado al encontrarse lejos de la línea de producción crea una distancia innecesaria dentro de la producción de calzado.

Tabla 26. Cumplimiento de los principios de distribución de planta actual (continuación)

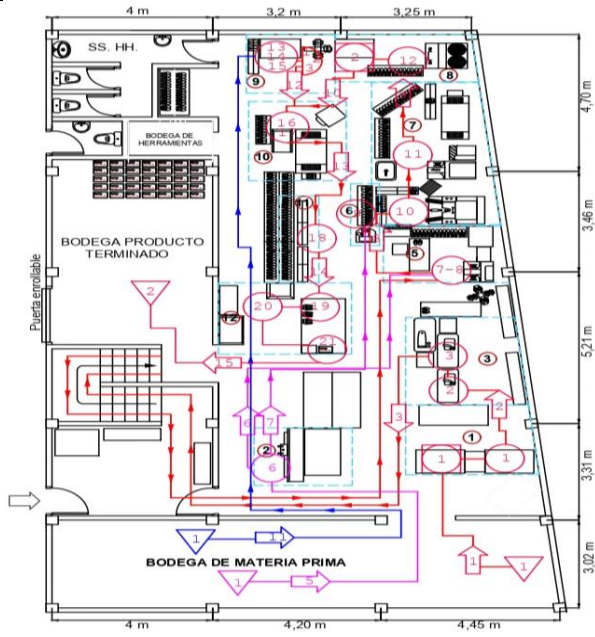

Principio de distribución	Descripción actual del proceso	Cumplimiento		Imagen descriptiva	Observación
		Si	No		
3.Circulación o flujo de materiales	Al realizar un diagnóstico de las instalaciones se puede observar que el material en casi todos sus procesos si cuentan con un flujo de materiales ordenado, menos en el área de aparado ya que se encuentra en la planta alta, afectando a la línea de producción en secuencia, Figura 22.		X		Al tener el área de aparado en la segunda planta, no permite una circulación continua de todo el proceso causando que no se optimice tanto la distancia como el tiempo, siendo otra razón por la cual el cuello de botella sea el siguiente proceso, que es el montaje.


Figura 27. Flujo de materiales entre áreas sin secuencia

**Tabla 26.** Cumplimiento de los principios de distribución de planta actual (continuación)

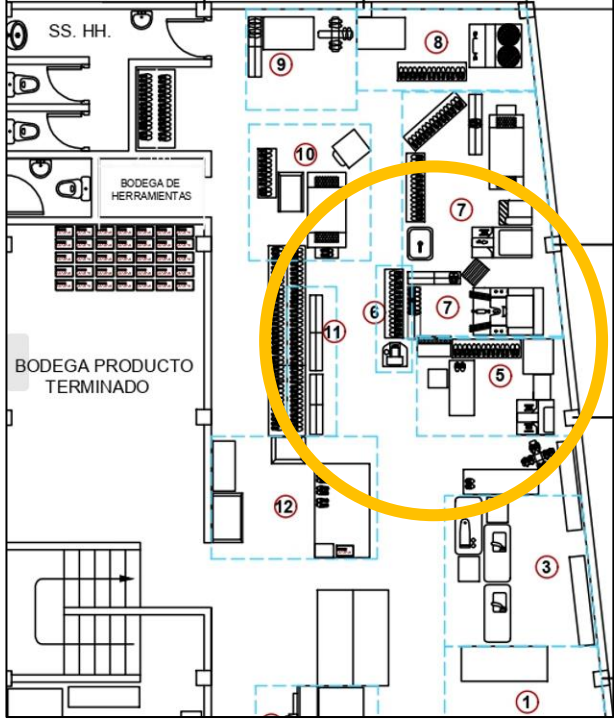
Principio de distribución	Descripción actual del proceso	Cumplimiento		Imagen descriptiva	Observación
		Si	No		
4.Espacio cúbico	En la Figura 27 se puede observar que tanto en el espacio horizontal como en el espacio vertical existe un adecuado uso de los recursos para realizar su utilización, tratando de usar su espacio cúbico disponible entre el personal, máquinas y material.	x			Las instalaciones de la planta cuentan con sistemas de transporte neumático a todas las áreas que la necesiten, y la disposición de la maquinaria se encuentra ubicada de manera ordenada.

**Figura 28.** Espacio cúbico en las áreas de trabajo

**Tabla 26.** Cumplimiento de los principios de distribución de planta actual (continuación)

Principio de distribución	Descripción actual del proceso	Cumplimiento		Imagen descriptiva	Observación
		Si	No		
<b>5.Satisfacción y seguridad</b>	Las áreas de trabajo, no cuenta con un ordenamiento eficiente de materia prima, herramientas y producto terminado, provocando un lugar de trabajo desordenado, exponiendo al trabajo a condiciones inseguras, y provocando riesgos a su salud.		x	 <p style="text-align: center;"><b>Figura 29.</b> Principio de satisfacción y seguridad en el área de trabajo</p>	El personal dentro del área de trabajo no mantiene una limpieza y orden generando una insatisfacción laboral, y por ende existe inseguridad en la fabricación de calzado.

**Tabla 26.** Cumplimiento de los principios de distribución de planta actual (continuación)

Principio de distribución	Descripción actual del proceso	Cumplimiento		Imagen descriptiva	Observación
		Si	No		
<b>6.Flexibilidad</b>	Las dimensiones actuales en las áreas de trabajo, de la planta no son distribuidas de manera efectiva, por ende, los otros principios de distribución no se cumplen, para lo cual se necesita un reajuste contemplando el diseño de la planta, materiales, recursos, herramientas, materia prima, entre otras.		X	 <p style="text-align: center;"><b>Figura 30.</b> Principio de flexibilidad vista en el layout</p>	Las áreas se encuentran juntas o una sobre otra, haciendo que se dificulte implementar nuevas máquinas de trabajo, ya que, en la línea de producción, existen estanterías llenas, pasillos ocupados por herramientas, materiales, las áreas de producción en desorden, entre otras.



### **3.1.18. Evaluación de la distribución actual**

Una vez realizado el diagnóstico previo de las instalaciones, las áreas, los materiales, procesos y actividades dentro de la línea de fabricación para el calzado de cuero en la planta de producción, se pueden encontrar problemas producidos por una deficiente utilización del espacio o mejor dicho, por una mala ubicación de las estaciones de trabajo, maquinaria, mesas y estanterías, ocasionando que no se cumplan con cuatro de los cinco principios de distribución, evitando que el recorrido del material sea el óptimo por cada uno de sus procesos, tal como se observa en el diagrama de recorrido que existe un proceso en la planta alta que crea una distancia innecesaria, aumentando el tiempo de producción, a su vez se pudo constatar que existen máquinas, estanterías, bloqueando el paso de libre circulación de los operarios hacia los demás procesos, de tal modo que las condiciones en que realizan su trabajo no sean las adecuadas, afectando directamente a su salud y seguridad laboral.

Otro aspecto importante es los materiales y herramientas que se usan dentro de los puestos de trabajo, no tienen un lugar de almacenamiento adecuado, produciendo acumulación de materia prima en las mesas de trabajo, creando malestar en la mano de obra, causando que no exista una integración en conjunto de todos los elementos, para que estos funcionen como una unidad.

### **3.2. Desarrollo de propuesta de distribución de planta.**

Al realizar una distribución de planta o de las instalaciones, se trata de obtener un orden lógico tanto de los equipos, y áreas de trabajo que intervienen en el proceso de producción de un bien, y al momento de implementar un equipo dentro de las instalaciones ya existe un cambio de la distribución actual, entendido esto, el objetivo final de la propuesta de distribución es encontrar aquella que sea óptima, apegándose a las necesidades actuales de la planta.

#### **3.2.1. Análisis de los tipos de distribución**

Para realizar esta distribución se realiza un análisis de los tipos de distribución mencionados en el fundamento teórico, y se aplica o no según el trabajo que se realiza, para lo cual se puede decir a breves rasgos que en la empresa de calzado GUSMAR,

la forma en cómo se realiza sus actividades se asemeja a una distribución por proceso, ya que la maquinaria es agrupada según la función que se realiza de tal manera que crea las áreas de trabajo de forma secuencial, pero no ordenada ya que dichas áreas no se encuentran realmente delimitadas, teniendo equipos que pertenecen a otras áreas de trabajo. En la Tabla siguiente se selecciona, según el tipo de distribución que aplica en la empresa y su justificación pertinente.

**Tabla 27.** Aplicación del tipo de distribución en la empresa

<b>Tipo de Distribución</b>	<b>Validez</b>	<b>Justificación</b>
Por Producto	No aplica	Esta distribución se refiere a que se disponen las máquinas o procesos siguiendo una línea de ensamble, en la cual cada proceso agrega un valor al producto según su fabricación, y su producción tiende a ser por lotes [18].
Por Proceso	<b>Aplica</b>	En esta distribución se agrupan los equipos con funciones similares según la secuencia de las operaciones, es decir pasa de un área hacia otra, acomodando las estaciones de trabajo de tal manera que tengan procesos semejantes, buscando minimizar el costo de manejo de materiales entre las operaciones[18].
Posición Fija	No aplica	Esta distribución se descarta ya que, en la elaboración de calzado, el producto fluye por las estaciones y no permanece en un solo lugar o localización fija [32].
Célula de manufactura	No aplica	Esta distribución se aplica de mejor manera cuando la empresa fabrica varios productos que comparten equipos, que se agrupan en células con máquinas y trabajadores, que realizan una serie de operaciones sobre estos productos, o familia de productos [32].

### **3.2.2. Métodos y técnicas de distribución por proceso.**

Ya que la línea de producción de la empresa de calzado GUSMAR, trabaja por lotes, se opta por aplicar la distribución orientada al proceso. Para cumplir con el objetivo de un rediseño de planta, se emplea el método de Guerchet, que estima las superficies óptimas dentro de cada área de la línea de producción. El primer método de distribución de instalaciones es el SLP (Systematic Layout Planing) la cual generará alternativas de distribución a ser evaluadas con el análisis carga distancia y posteriormente simular la mejor alternativa en el software FLEXSIM 2019.

### 3.2.3. Requerimiento del espacio aplicando el método Guerchet.

Para la obtención del cálculo requerido del espacio físico y a su vez necesario en cada puesto de trabajo dentro de la planta de producción se aplicó el método de Guerchet, del cual se obtiene una aproximación del área requerida dentro del área de producción, identificando el número total de la maquinaria, equipos, muebles, que se los denomina elementos estáticos, y los demás recursos usados en la fabricación del calzado tal como el número de operarios, y equipos de acarreo se los denomina elementos móviles.

En la Tabla 28, se encuentra en detalle, los equipos, maquinaria, total trabajadores que intervienen en la línea de producción.

**Tabla 28.** Detalle del dimensionamiento de los recursos

Proceso	Elementos	Cantidad	Dimensiones			Estático o móvil
			(L)	(A)	(h)	
Corte de cuero y forros	Mesa corte de cuero	1	1.20	0.82	0.93	E
	Mesa corte de forro	1	1.72	0.70	0.97	E
	Mesa de materiales y pintado	1	1.40	1.02	1.10	E
Troquelado	Máq. troqueladora	1	1.84	0.80	1.76	E
	Mesa del troquel	1	1.76	0.90	1.10	E
Destallado	Máq. de destallado	2	1.13	0.52	1.08	E
	estantería	2	1.78	0.33	1.15	E
Aparado	Maq. Recta de posta	2	1.06	0.49	1.08	E
	Maq. de costura zigzag (Singer)	1	1.13	0.58	1.09	E
	Mesa de pegado	1	1.21	0.63	0.97	E
	Estantería	1	1.56	0.33	1.15	E
Empastado	Maq. Conformado de punta	1	0.74	0.70	1.38	E
	Maq de látex	1	0.80	0.60	1.82	E
	Mesa de trabajo	1	1.50	0.70	0.80	E
	Estantería móvil para zapatos	1	1.09	0.25	0.92	M
Grapado de hormas	estantería móvil para zapatos	2	1.09	0.25	0.92	M
	Grapadora de hormas	1	0.48	0.48	0.70	E
Montaje	Horno vaporizador de punta	1	1.16	0.76	0.56	E
	Maq. Armadora de punta	1	0.64	0.86	1.82	E
	Estantería móvil para zapatos	1	1.09	0.25	0.92	M
	horno reactivador	1	1.16	0.76	0.56	E
	Maq. armadora de talones	1	0.64	0.86	1.82	E
	Maq. desarrugado de cuero	1	0.76	0.86	1.76	E
	horno Shiller	1	1.40	0.67	1.15	E
Cardado y rayado	Maq. cardado	1	1.05	0.90	2.13	E
	Mesa de trabajo	1	1.50	0.70	0.80	E
	estantería móvil de zapatos alta	1	0.94	0.45	1.65	M

**Tabla 28.** Detalle del dimensionamiento de los recursos (continuación)

Proceso	Elementos	Cantida	Dimensiones			Estático o móvil
			(L)	(A)	(h)	
Preparación de suelas	Cabina de pegado	1	1.00	0.65	1.18	E
	Estantería	1	0.70	0.70	1.80	M
	Estantería	1	1.09	0.25	0.92	M
Pegado de suelas	Maq. Prensadora	1	0.78	0.50	1.67	E
	Horno reactivador	1	1.16	0.76	0.56	E
	Horno Shiller	1	1.40	0.67	1.15	E
	Estantería móvil de zapatos alta	1	0.94	0.45	1.65	M
Retirado de hormas	Soporte de hormas	1	0.65	0.50	1.00	E
	Estantería de zapatos	1	1.51	0.25	0.80	E
	Estantería de hormas	1	2.83	0.71	2.00	E
Terminado y almacenado	Maq de sopleteado	1	0.80	0.60	1.82	E
	Mesa de trabajo	1	1.72	0.70	0.97	E
	Maq. Quemadora de hilos	1	0.25	0.30	0.52	E
<b>Nota:</b> los operarios son 22 en producción			Altura promedio 1.65m			M

Una vez encontrado todos los elementos necesarios en los puestos de trabajo, se define como un elemento móvil a los operarios y ya que tienen una diferencia de estatura entre ellos se utiliza, una estatura promedio de 1.65m y una superficie estática de 0.5 para luego evaluar la superficie total de los puestos de trabajo, contemplando los parámetros establecidos por el método como:

**Tabla 29.** Parámetros del método Guerchet

Abreviatura	Descripción	Ecuación
$S_t$	Superficie total	$S_t = S_s + S_g + S_e$
$S_s$	Superficie elementos estáticos.	$S_s = largo * ancho$
$S_g$	Superficie gravitacional	$S_g = S_s * n$
$S_e$	Superficie evolutiva	$S_{ev} = (S_s + S_g) * k$
$k$ $Hee$ $Hem$	Coeficiente de superficie evolutiva Altura promedio de elementos estáticos Altura promedio de elementos móviles.	$k = \frac{Hem}{2(Hee)}$

Con la cantidad, y dimensiones de los elementos primero se obtiene el valor del coeficiente de superficie evolutiva. Aplicando la ecuación (5):

$$\text{Coeficiente } k = \frac{Hem}{2(Hee)} = \frac{1.05}{2(1.22)} = 0.431 \quad (5)$$

Luego se toma en consideración que, para los elementos estáticos, o estanterías fijas, se calcula la superficie estática y la de evolución ya que no se trabaja constantemente con los materiales guardados en estas, y se procede a encontrar la superficie total, la cual se determina por la sumatoria de las superficies estática, gravitacional y evolutiva, de todos los puestos de trabajo.

**Tabla 30.** Cálculo de los parámetros método Guerchet

Área	Elementos	Cantidad	Dimensiones			Est. o móvil	n	SS	SG	SE	ST
			(L)	(A)	(h)						
Corte de cuero y forros	Mesa corte de cuero	1	1.20	0.82	0.93	E	1	0.98	0.98	0.85	2.82
	Mesa corte de forro	1	1.72	0.70	0.97	E	1	1.20	1.20	1.04	3.45
	Mesa de materiales y pintado	1	1.40	1.02	1.10	E	1	1.43	0.00	0.62	2.04
Troquelado	Máq. troqueladora	1	1.84	0.80	1.76	E	1	1.47	1.47	1.27	4.21
	Mesa del troquel	1	1.76	0.90	1.10	E	1	1.58	1.58	1.37	4.53
Destallado	Máq. de destallado	2	1.13	0.52	1.08	E	1	0.59	0.59	0.51	3.36
	Estantería	2	1.78	0.33	1.15	E	1	0.59	0.00	0.25	1.68
Aparado	Maq. Recta de posta	2	1.06	0.49	1.08	E	1	0.52	0.52	0.45	2.97
	Maq. de costura zigzag (Singer)	1	1.13	0.58	1.09	E	1	0.66	0.66	0.57	1.88
	Mesa de pegado	1	1.21	0.63	0.97	E	1	0.76	0.76	0.66	2.18
	Estantería	1	1.56	0.33	1.15	E	1	0.51	0.00	0.22	0.74
Empastado	Maq. Conformado de punta	1	0.74	0.70	1.38	E	1	0.52	0.52	0.45	1.48
	Maq de látex	1	0.80	0.60	1.82	E	1	0.48	0.48	0.41	1.37
	Mesa de trabajo	1	1.50	0.70	0.80	E	1	1.05	1.05	0.91	3.01
	Estantería móvil para zapatos	1	1.09	0.25	0.92	M	1	0.27	0.27	0.24	0.78

Tabla 30. Cálculo de los parámetros método Guerchet (continuación)

Área	Elementos	Cantidad	Dimensiones			Est. o	n	SS	SG	SE	ST
			(L)	(A)	(h)						
Grapado de hormas	Estantería móvil para zapatos	2	1.09	0.25	0.92	M	1	0.27	0.27	0.24	1.56
	Grapadora de hormas	1	0.48	0.48	0.70	E	1	0.23	0.23	0.20	0.66
Montaje	Horno vaporizador de punta	1	1.16	0.76	0.56	E	1	0.88	0.88	0.76	2.52
	Maq. Armadora de punta	1	0.64	0.86	1.82	E	1	0.55	0.55	0.47	1.58
	Estantería móvil para zapatos	2	1.09	0.25	0.92	M	1	0.27	0.27	0.24	1.56
	horno reactivador	1	1.16	0.76	0.56	E	1	0.88	0.88	0.76	2.52
	Maq. armadora de talones	1	0.64	0.86	1.82	E	1	0.55	0.55	0.47	1.58
	Maq. Desarrug.	1	0.76	0.86	1.76	E	1	0.65	0.65	0.56	1.87
	horno Shiller	1	1.40	0.67	1.15	E	1	0.94	0.94	0.81	2.69
	Cardado y rayado	Maq. cardado	1	1.05	0.90	2.13	E	1	0.95	0.95	0.82
	Mesa de trabajo	1	1.50	0.70	0.80	E	2	1.05	2.10	1.36	4.51
	Estantería móvil de zapatos alta	1	0.94	0.45	1.65	M	1	0.42	0.42	0.36	1.21
Preparación de suelas	Cabina de pegado	1	1.00	0.65	1.18	E	1	0.65	0.65	0.56	1.86
	Estantería	1	0.70	0.70	1.80	M	1	0.49	0.49	0.42	1.40
	Estantería	1	1.09	0.25	0.92	M	1	0.27	0.27	0.24	0.78
Pegado de suelas	Maq.Prensadora	1	0.78	0.50	1.67	E	1	0.39	0.39	0.34	1.12
	Horno reactivador	1	1.16	0.76	0.56	E	1	0.88	0.88	0.76	2.52
	Horno Shiller	1	1.40	0.67	1.15	E	1	0.94	0.94	0.81	2.69
	Estantería móvil de zapatos alta	1	0.94	0.45	1.65	M	1	0.42	0.42	0.36	1.21
Retirado de hormas	Soporte de hormas	1	0.65	0.50	1.00	E	1	0.33	0.33	0.28	0.93
	Estantería de zapatos	1	1.51	0.25	0.80	E	1	0.38	0.00	0.16	0.54
	Estantería de hormas	1	2.83	0.71	2.00	E	1	2.01	2.01	1.73	5.75
Terminado y almacenado	Maq de sopleteado	1	0.80	0.60	1.82	E	1	0.48	0.48	0.41	1.37
	Mesa de trabajo	1	1.72	0.70	0.97	E	2	1.20	2.41	1.56	5.17
	Maq.Quemadora de hilos	1	0.25	0.30	0.52	E	1	0.08	0.08	0.06	0.21
									<b>TOTAL</b>	24.55	87.03

El área destinada para la producción es de 119.39 m<sup>2</sup>, y en la Tabla 28 se observa que el área total propuesta que requieren los procesos es de 87.03 m<sup>2</sup>, con esta área encontrada se diseñará la nueva distribución de planta, ya que en la planta actual contaba con 77.50 m<sup>2</sup>, obteniendo un incremento del 9.53 m<sup>2</sup>, esto se debe a que algunos equipos dentro de los procesos actuales se encuentran encima del área de otros procesos creando molestia y tráfico.

**Tabla 31.** Superficie total requerida método Guerchet

N°	Procesos	Área actual (m <sup>2</sup> )	Área Propuesta (m <sup>2</sup> )
1	Corte de cuero y forros	7.34	8.31
2	Troquelado	4.83	8.75
3	Destallado	8.19	5.05
4	Aparado	9.03	7.77
5	Empastado	5.81	6.64
6	Grapado de hormas	1.53	2.22
7	Montaje	13.14	14.31
8	Cardado y Rayado	5.54	8.42
9	Preparación de suelas	4.44	4.04
10	Pegado de suelas	6.61	7.54
11	Retirado de hormas	2.93	7.22
12	Terminado y almacenado	8.11	6.76
<b>TOTAL</b>		77.50	87.03

### 3.2.4. Método SLP

Como se mencionó anteriormente el método de planeación sistemática de distribución o SLP, se utiliza para generar alternativas, tomando como base criterios o razones por las que ciertas áreas deberán mantenerse cercanas, según el grado de importancia.

#### Fase previa

En la Tabla 30, se designan las áreas y procesos que están relacionadas con la línea de producción, por lo tanto, se establece a cada uno un código.

**Tabla 32.** Asignación de los procesos

<b>Código</b>	<b>Procesos</b>
1	Bodega de materia Prima
2	Corte de cuero y forros
3	Troquelado
4	Destallado
5	Aparado
6	Empastado
7	Grapado de hormas
8	Montaje
9	Cardado y Rayado
10	Preparación de suelas
11	Pegado de suelas
12	Retirado de hormas
13	Terminado y almacenado
14	Bodega material terminado

En la Tabla 31, se realiza una lista con los criterios de cercanía para la fabricación de calzado.

**Tabla 33.** Criterios de cercanía

<b>Número</b>	<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>
1	Por flujo de material	El flujo de material se mantiene de manera constante entre las áreas de trabajo, reduciendo el tiempo producto de los transportes.
2	Por secuencia de proceso	Los procesos se deben ubicar de manera que la producción mantenga una secuencia reduciendo distancias.
3	Mejor control del proceso	Para mantener un control y verificación del producto que se envía entre los procesos.
4	Por seguridad	Para evitar peligros producto de la actividad en cada uno de los procesos, y mantener la seguridad en estos puestos de trabajo

#### **Fase 1.-** Diagrama de relaciones

A continuación, en la Figura 31, se muestra el diagrama de relaciones entre los procesos.



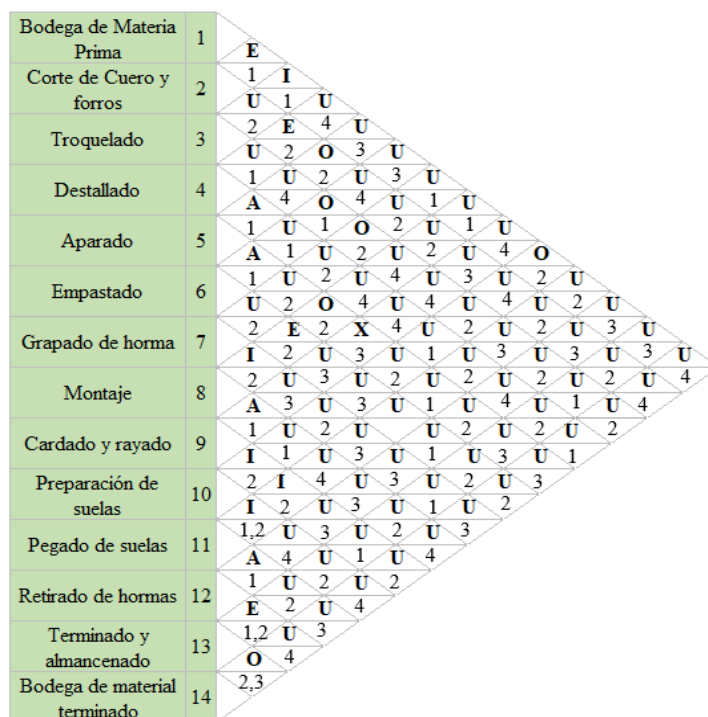


Figura 31. Diagrama de relaciones

## Fase 2. Requerimiento de espacio

El cálculo de cada uno de los espacios físicos para cada proceso se halló anteriormente por el método Guerchet y se añade las áreas de bodega de materia prima y de material terminado, como se detalla a continuación.

Tabla 34. Área propuesta por Guerchet

Nº	Procesos	Área Propuesta (m <sup>2</sup> )
1	Bodega de materia prima	38.20
2	Corte de cuero y forros	8.31
3	Troquelado	8.75
4	Destallado	5.05
5	Aparado	7.77
6	Empastado	6.64
7	Grapado de hormas	2.22
8	Montaje	14.31
9	Cardado y Rayado	8.42
10	Preparación de suelas	4.04
11	Pegado de suelas	7.54
12	Retirado de hormas	7.22
13	Terminado y almacenado	6.76
14	Bodega de material terminado	25.44
<b>Total</b>		<b>150.67</b>

### Fase 3. Diagrama de relaciones

a) Se realiza el diagrama de relación entre actividades, mostrando el grado de cercanía de las operaciones que tienen entre ellas, utilizando la simbología y valoración de relación en la Figura 2 del primer capítulo del marco teórico, en la cual el código A (absolutamente necesario) se representa con 4 líneas y color rojo, el código E (especialmente importante) tiene 3 líneas y color amarillo, para I (importante) que tiene 2 líneas se tomó como referencia el color verde, para O (cercanía común) posee un color azul con una sola línea, y por último para X (no deseable) con un color café y línea zigzag, la cual se muestra en la Figura 32. Tomándose como referencia para rediseñar los procesos en la planta de producción.

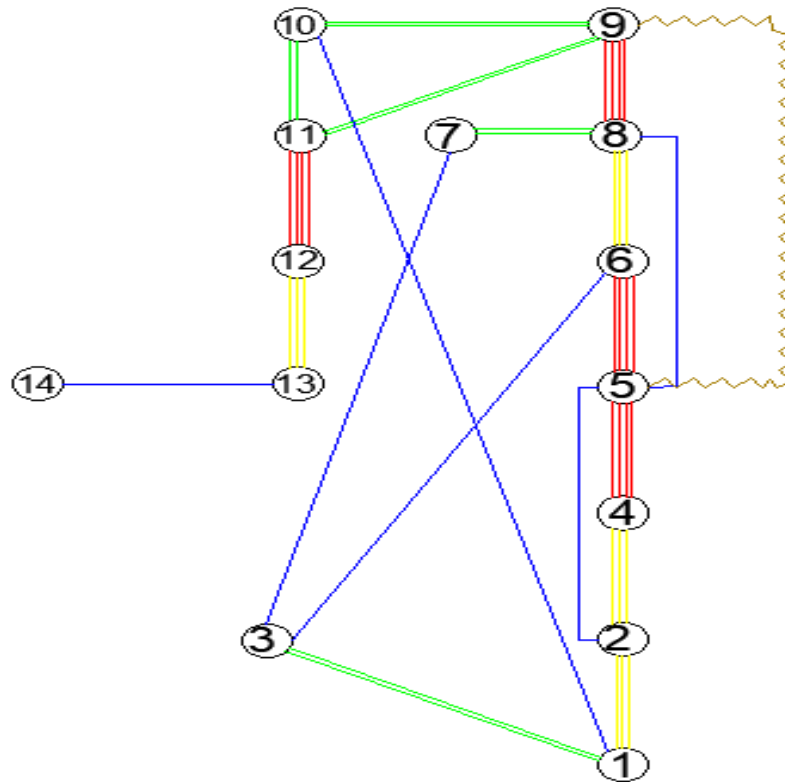


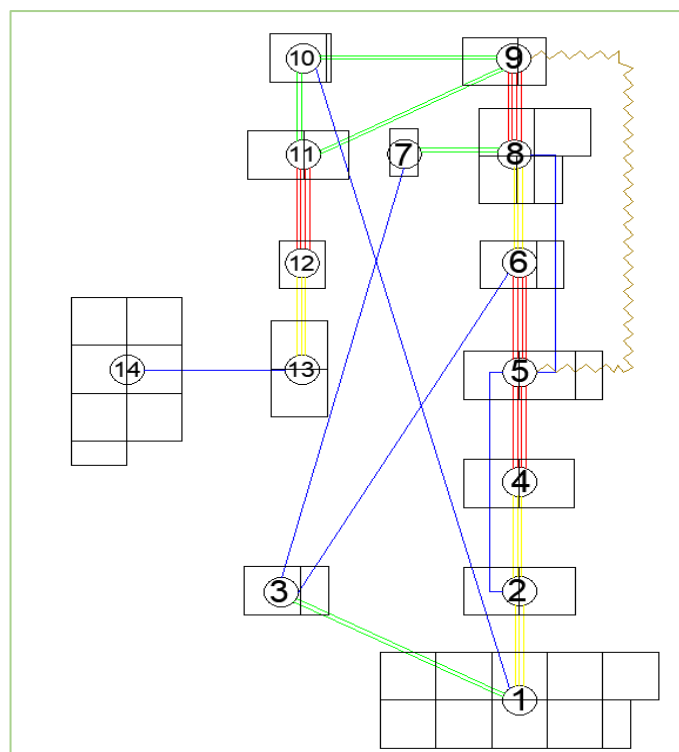
Figura 32. Diagrama de relación entre actividades

b) Para determinar el área de los procesos en unidad de superficie equivalente (USE) para cada actividad se designa  $4 \text{ m}^2$  ( $2\text{m} \times 2\text{m}$ ), que es un estándar para empresas donde las áreas son reducidas, dando como resultado USE con decimales, como se observa en la siguiente Tabla:

**Tabla 35.** Área representada por USE

N°	Área u Proceso	Superficie m <sup>2</sup>	USE
1	Bodega de materia prima	38.20	9.6
14	Bodega producto terminado	25.44	6.4
<b>Procesos</b>			
2	Corte de cuero y forros	7.34	1.8
3	Troquelado	4.83	1.2
4	Destallado	8.19	2.0
5	Aparado	9.03	2.3
6	Empastado	5.81	1.5
7	Grapado de plantilla	1.53	0.4
8	Montaje	13.14	3.3
9	Cardado y rayado	5.54	1.4
10	Preparación de suelas	4.44	1.1
11	Pegado de suelas	6.61	1.7
12	Retirado de horma	2.93	0.7
13	Terminado y empaquetado	8.11	2.0

c) Por medio del software AutoCAD se dimensionó las superficies de cada proceso utilizando las unidades de superficie equivalente en la Tabla 33, con la finalidad de presentar la disposición en el plano de la empresa.



**Figura 33.** Diagrama relacional aplicando USE

**Fase 4.** Consideraciones para la disposición del espacio físico del edificio.

- El dimensionamiento de las áreas actuales para cada proceso se puede modificar, tomándose en cuenta la superficie requerida propuesta.
- No se puede ampliar la planta de la empresa, remover paredes, ocupar las oficinas, zonas de administración, bodega de materia prima por petición de la gerencia.
- En cuanto a la bodega de producto terminado, es un área que se puede compartir con un proceso si es necesario, para mejorar la productividad.

**Fase 5.** Evaluación de las alternativas.

En las Figuras 33 y 34, se genera las distintas alternativas de mejora para el rediseño de las instalaciones en la planta de fabricación de calzado GUSMAR, teniendo en cuenta la secuencia y flujo de materiales, al colocar cada puesto de trabajo de manera lineal, cambiando de configuración las estaciones de trabajo y trasladando el proceso de aparado a la planta baja, las alternativas 1 y 2 se diferencian en la configuración del área de terminado y empaquetado, bajo las consideraciones antes mencionadas en la fase 3 y fase 4.

**Análisis:** al trasladar el área de aparado y cambiar las configuraciones de los puestos de trabajo en la planta de producción se puede observar un cambio notable que sirve para cada uno de los modelos dentro de la planta de esta manera la productividad puede ser aumentada al generar estas alternativas que se pueden observar en las Figuras 33 y 34 para esto se utiliza el método carga distancia que permite obtener una evaluación y análisis costo beneficio entre la una alternativa o la otra hallada.

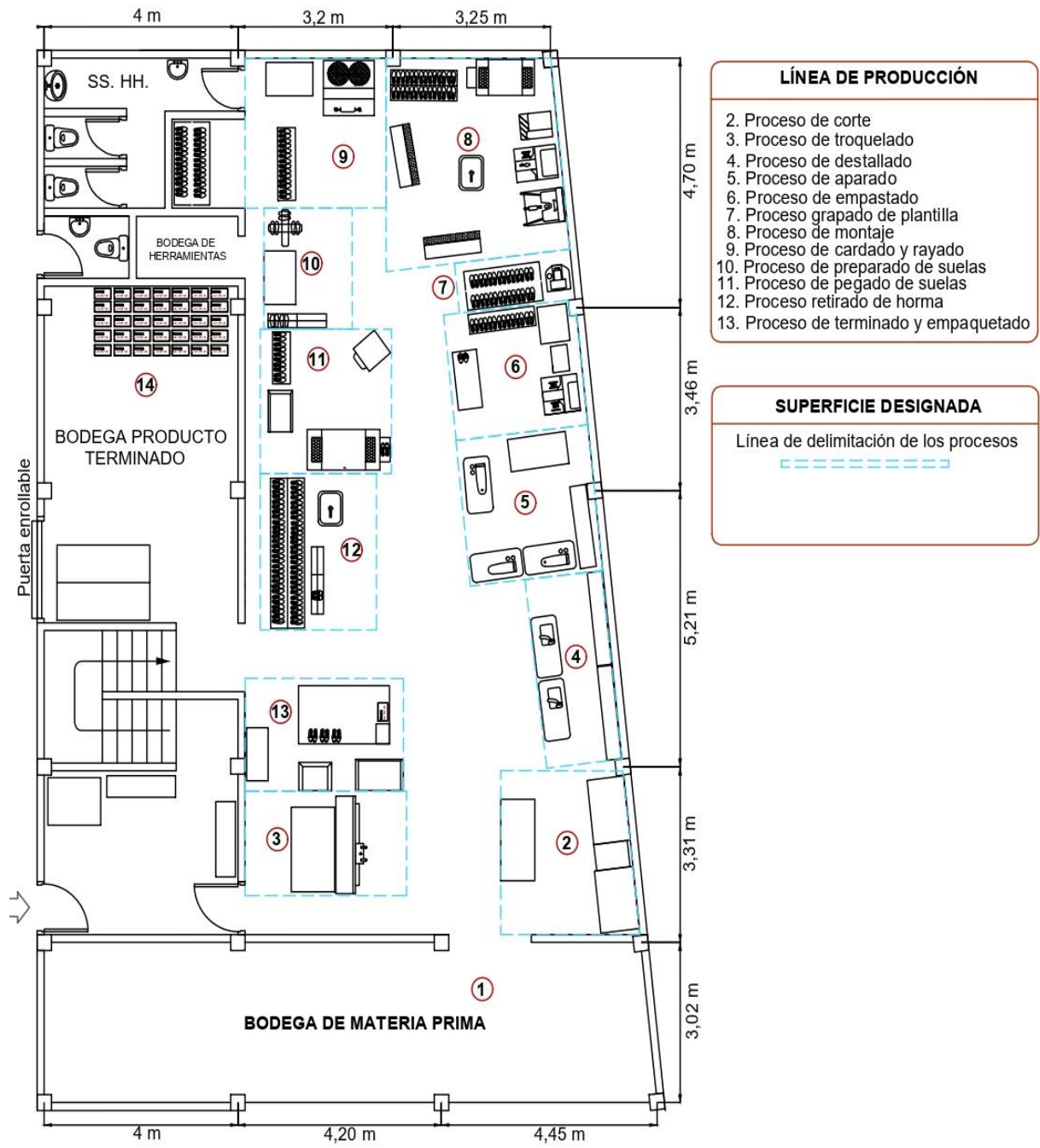


Figura 34. Alternativa 1.

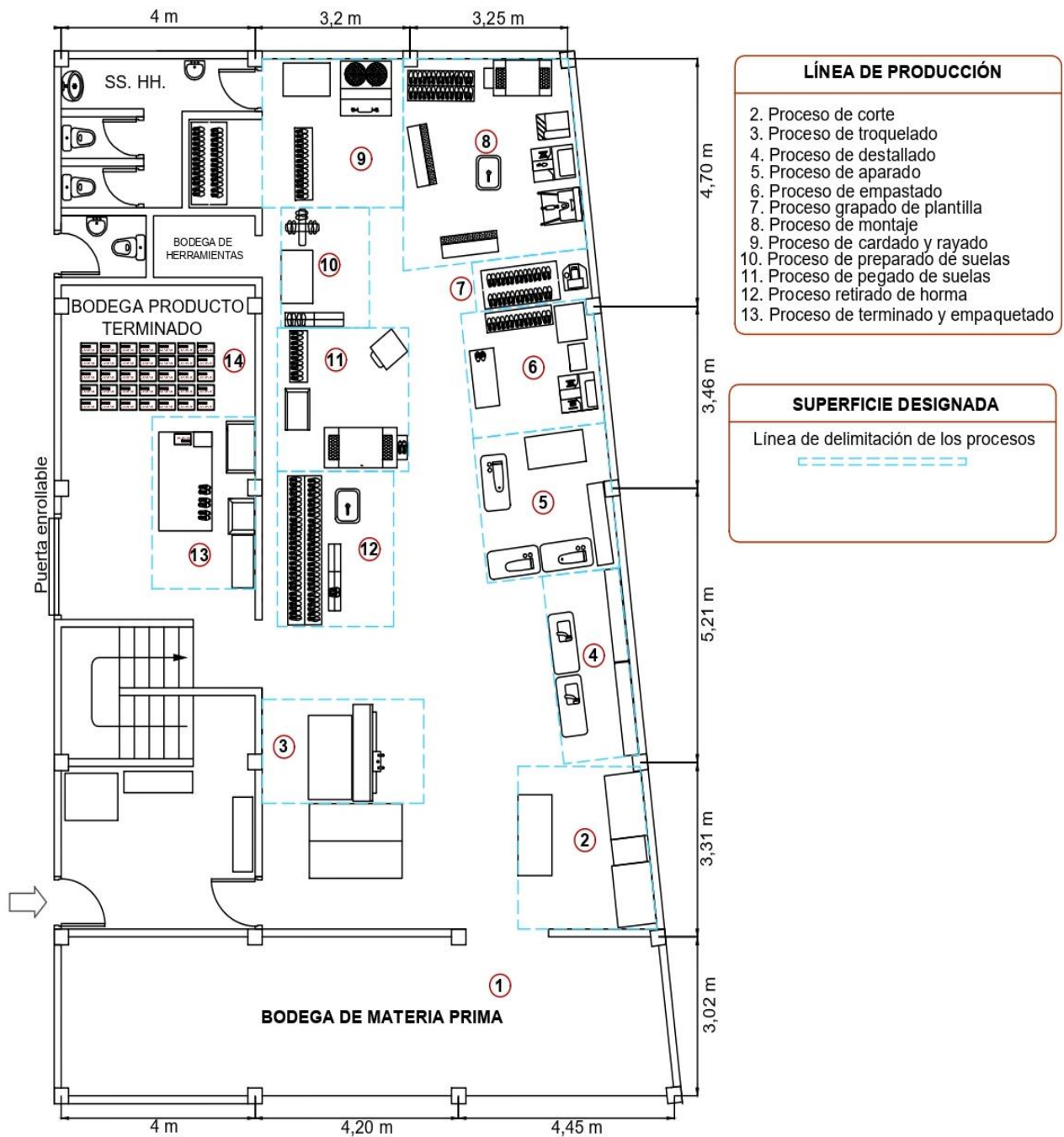


Figura 35. Alternativa 2.

### 3.2.5. Método carga distancia.

Para la evaluación de las 2 alternativas generadas se utiliza el método carga distancia, para lo cual fue necesario conocer el recorrido realizado por los trabajadores dentro del proceso productivo respecto al flujo que tienen todos los productos según el tipo de modelo.

Para obtener el recorrido del producto en el proceso de fabricación de calzado, se considera que está formada por 4 líneas de producción revisadas anteriormente en el diagrama de ensamble, Figura 21, la cual consta de una línea principal y otras 3 líneas de producción secundarias, resumidas en la Tabla 36:

**Tabla 36.** Líneas de producción de calzado

Tipo de Línea	Observación
L1	Línea principal de fabricación de calzado
L2	Línea de troquelado de plantillas.
L3	Línea de troquelado de material termo adherible.
L4	Línea de preparación de suelas

En la siguiente Tabla 37, se muestra todos los modelos que contiene todos los productos de la línea de fabricación a tomarse en cuenta para el método.

**Tabla 37.** Todos los productos separados por modelos

Modelos	Foto	Detalle
Casual		Ya que los 3 tipos de modelos son calzado masculino y utilizan las mismas líneas de producción que en este caso con las 4 líneas, realizando un recorrido completo por los procesos. Se toma en cuenta todos los productos.
Urbano		
Deportivo		

En la Tabla 38, se observa la secuencia que sigue el producto por cada una de las líneas de producción.

**Tabla 38.** Secuencia de las líneas de producción

Productos	Modelo	Secuencia de los procesos	
Todos los productos contenidos por el tipo de modelo	Casual	L1	1-2-4-5-6-8-9-11-12-13-14
		L2	1-3-6
		L3	3-7
		L4	1-10-11
	Urbano	L1	1-2-4-5-6-8-11-12-13-14
		L2	1-3-6
		L3	3-7
		L4	1-10-11
	Deportivo	L1	1-2-4-6-8-9-11-12-13-14
		L2	1-3-6
		L3	3-7
		L4	1-10-11

Para medir el recorrido entre los procesos se utiliza una distancia rectilínea, esta permite obtener una distancia entre dos puntos y a su vez realizar giros que forman 90°, tal cual realizan los operadores cuando se trasladan al momento de realizar sus actividades. En la Tabla 39, se resumen los movimientos realizados entre procesos para cada alternativa, la cual utiliza la misma asignación utilizada por el método SLP.

**Tabla 39.** Distancias entre procesos

Movimientos	Actual	Propuesta 1	Propuesta 2
1--2	6	4.38	4.38
2--4	2.5	3.4	3.4
4--5	28	6.3	6.3
5--6	32.5	5.8	5.8
6--8	4.5	7.6	7.6
8--9	3	4.17	4.17
9--11	3.62	4.02	4.02
11--12	2.04	4.98	4.98
12--13	2.9	4.07	6.18
13--14	8.15	6.84	1.91
1--3	6.06	7.51	9.12
3--6	8.5	11.5	9.75
3--7	8.7	13.55	11.73
1--10	20.8	18.24	18.24
10--11	1.53	2.52	2.52
8--11	6.33	6.9	6.9
4--6	4.94	7.8	7.8



En la Tabla 40, se observa en resumen los recorridos de los productos tanto en la planta actual y propuestas 1 y 2.

**Tabla 40.** Resumen de las distancias entre procesos actual, y propuestos

Modelos	Secuencia		Actual (m)	Propuesta 1 (m)	Propuesta 2 (m)
Casual	L1	1-2-4-5-6-8-9-11-12-13-14	93.21	51.56	48.74
	L2	1-3-6	14.56	19.01	18.87
	L3	3-7	8.7	13.55	11.73
	L4	1-10-11	22.33	20.76	20.76
	<b>Total (m)</b>		138.8	104.9	100.1
Urbano	L1	1-2-4-5-6-8-11-12-13-14	92.92	50.27	47.45
	L2	1-3-6	14.56	19.01	18.87
	L3	3-7	8.7	13.55	11.73
	L4	1-10-11	22.33	20.76	20.76
	<b>Total (m)</b>		138.5	103.6	98.8
Deportivo	L1	1-2-4-6-8-9-11-12-13-14	37.65	47.26	44.44
	L2	1-3-6	14.56	19.01	18.87
	L3	3-7	8.7	13.55	11.73
	L4	1-10-11	22.33	20.76	20.76
	<b>Total (m)</b>		83.24	100.58	95.8

Para evaluar y obtener la distancia recorrida que realiza un producto se suma cada una de las distancias parciales de cada línea y la cantidad promedio mensual vendida de cada producto, obtenida en Tabla 41.

**Tabla 41.** Distancia mensual obtenida actual y propuestas

Modelos	Ventas	Actual (m)	Propuesta 1 (m)	Propuesta 2 (m)
Casual	1964	272,603.20	206,023.60	196,596.40
Urbano	416	57,616.00	43,097.60	41,100.80
Deportivo	120	9,988.80	12,069.60	11,496.00
<b>TOTAL</b>		340,208.00	261,190.80	249,193.20
<b>AHORRO</b>		0.00	79,017.20	91,014.80
<b>Beneficio</b>		0.0	-23.23%	-26.75%
<b>Nota:</b> la cantidad de pares vendidos por mes se obtuvo del promedio de ventas en el trimestre del análisis ABC				

### Análisis Carga distancia:

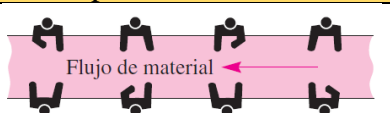
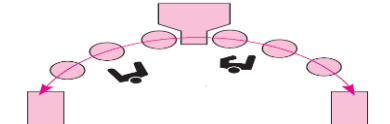
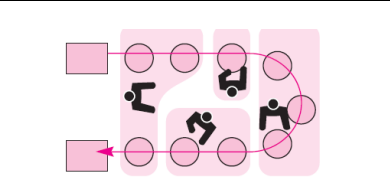
Las dos alternativas generadas son óptimas minimizando la distancia recorrida pero la alternativa 2 resulta ser la más adecuada ya que reduce un 26.75% que equivale a 91.014,80 metros por mes dentro de la planta de producción, mientras que la alternativa 1 se reduce en un 23.23% que son 79,017.20 metros por mes, en comparación con la situación actual, ya que el cuello de botella para los 3 tipos de modelos es decir para todos los productos es el proceso de montaje. Y tomando en cuenta el aparado siendo el segundo proceso con el mayor tiempo para los tipos de modelo casual, y urbano (a excepción del deportivo que se lo realiza afuera), se realiza una distribución flexible en estos procesos tomando en cuenta el modelo que pase por todos los procesos con el fin de aumentar la productividad de toda la planta, ya que la fabricación es similar en el calzado teniendo los mismos procesos en su línea de producción.

### 3.2.6. Distribución flexible en la línea de trabajo

Con el fin de mejorar la productividad, en los puntos de congestión del material que son causantes de la limitación de la capacidad en la línea de producción, se implementa una disposición flexible en los procesos que tienen mayor tiempo de procesamiento como son: proceso de montaje (cuello de botella), seguido del proceso aparado revisados anteriormente en el resumen de tiempos, Tabla 22.

A continuación, se muestran los tipos de distribución flexible, en la Tabla 42.

**Tabla 42. Distribuciones flexibles**

Código	Tipo de distribución	Descripción
A		Distribución 1
B		Distribución 2
C		Distribución en U

Con la ayuda del método de factores ponderados se selecciona el tipo de distribución flexible, dicho método consta de 4 factores que son tomados para optar por el tipo de distribución y un último factor impuesto tanto por la administración y el investigador de manera conjunta. Usando la ecuación a continuación se suma las puntuaciones de cada factor.

$$P_{j^2} = \sum_{i=1}^m W_i * F_{ij} \quad (9)$$

En la cual:

$S_j =$  Puntuación de las alternativas  $j$

$W_i =$  Ponderación de cada factor  $i$

$F_{ij} =$  Puntuación de las alternativas  $j$  \* por cada factor  $i$

### Consideraciones:

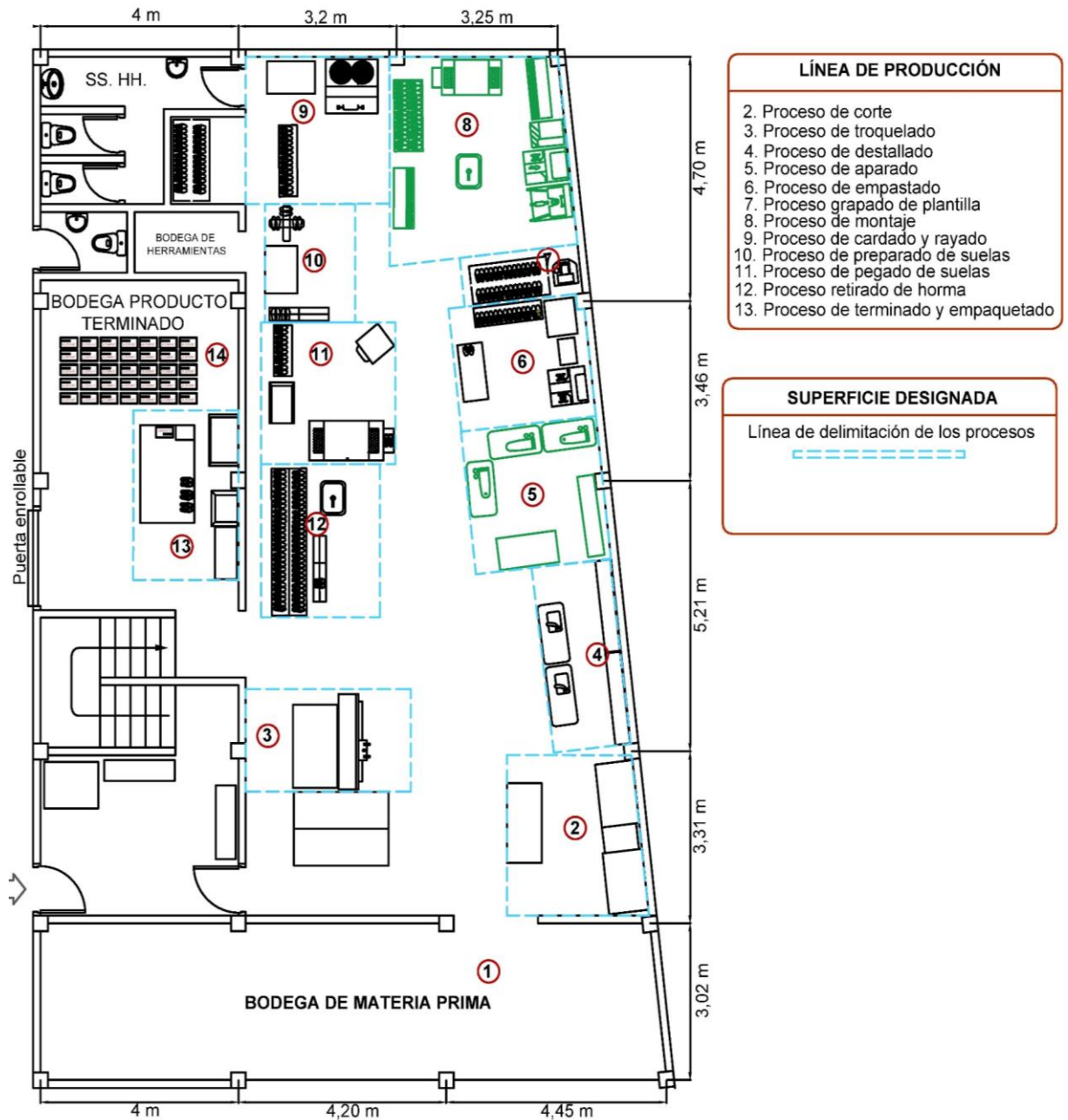
La ponderación de los factores  $W_i$  se asigna de manera equitativa a cada factor  $j$ , ya que estas tienen el mismo grado de importancia en el análisis.

En la Tabla 43, se realiza la valoración de cada alternativa por el factor en base al criterio del investigador y su referencia bibliográfica de las alternativas [1]. Para lo cual las puntuaciones corresponden a (1= deficiente, 5= excelente).

**Tabla 43.** Método de factores ponderados para alternativas de distribución flexible

Proceso	Factor	Peso ( $W_i$ )	Alternativas ( $F_{ij}$ )		
			A	B	C
Aparado	Añadir o restar operarios [1]	20%	5	5	5
	Producir a distintos ritmos [1]	20%	3	5	4
	Manejo de materiales [1]	20%	4	4	4
	Reducir de movimientos [1]	20%	4	5	3
	Costo, beneficio	20%	4	4	4
TOTAL		100%	4	4.6	4
Proceso	Factor	Peso ( $W_i$ )	Alternativas ( $F_{ij}$ )		
			A	B	C
Montaje	Añadir o restar operarios [1]	20	3	5	3
	Producir a distintos ritmos [1]	20	5	4	3
	Manejo de materiales [1]	20	2	5	4
	Reducir de movimientos [1]	20	3	5	3
	Costo, beneficio	20	3	3	4
TOTAL		100	3.2	4.4	3.4

**Análisis del resultado:** En la Tabla 41 respectivamente, se observa que, aplicando el método de factores ponderados, la distribución flexible escogida sería la alternativa B en los dos procesos, con una puntuación obtenida de 4.6 para el proceso de aparado y una puntuación de 4.4 para el proceso de montaje, implementada en la Figura 36.






















**Figura 36.** Distribución flexible implementada en la alternativa 2

### 3.2.7. Cursograma analítico propuesto

En la Tabla 42, una vez realizada la distribución flexible dentro de los dos procesos, se optimiza el tiempo, con un mejor manejo de materiales, permitiendo reducir movimientos en las actividades. Para lo cual en la actividad de armado de capellada y enumeración de cortes disminuye el tiempo a 7.05 minutos, y en el proceso de montaje, en la actividad de armado de talón y desarrugar el cuero del corte armado a se reduce 6.23 minutos en comparación con el cursograma actual en la Tabla 17.

Tabla 44. Cursograma analítico propuesto

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN</b> <b>"CALZADO GUSMAR"</b>									
CURSOGRAMA ANALÍTICO				Operario/Material/Equipo					
Diagrama	04	RESUMEN							
Proceso	Producción de calzado método propuesto	Actividad	Actual		Propuesto				
			Cant	Tiempo	Cant	Tiempo			
Método	Propuesto	Operación		21	44.2	21	42.95		
Producto	casual	Combinada		2	3.1	2	3.06		
Elaborado	José Játiva	Inspección		0	0.0	0	0.00		
Aprobado	Ing. Israel Naranjo	Transporte		15	3.2	15	1.33		
Fecha	15/12/2022	Espera		3	6.0	3	6.00		
		Almacén		4	0	4	0.00		
observación: El tamaño de lote bajo estudio es 1 par de zapatos		<b>DISTANCIA (m)</b>		138.80		100.10			
		<b>TIEMPO (min)</b>		56.42		53.34			
Descripción	Cantidad [par]	Distancia [m]	Tiempo [min]	Simbología					
									
Bodega de materia prima (cuero)	1		0.00						
Traslado hacia corte	1	4.38	0.06						
Inspección de bandas y corte de cuero y forros	1		1.87						
Pintar la numeración de los cortes y poner en gaveta	1		0.21						
Traslado hacia destallado	1	3.40	0.05						
Pintar los filos del cuero y destallarlos	1		1.49						
Quemar bordes de cuero y guardar en	1		0.148						

fundas según orden de producción										
Traslado hacia aparato	1	6.30	0.08							
Aparado de la capellada y enumerar cortes	1		7.05							
Aparado del medallón y laterales del corte.	1		5.01							
Traslado a empastado	1	5.80	0.07							
Bodega de materia prima (plantilla, material termoadherible)	1		0.00							
Traslado a troqueladora	1	9.12	0.15							
Troquelar termo adherible y plantillas	1		1.61							
Traslado a grapado de plantilla	1	11.73	0.15							
Traslado a empastado	1	9.75	0.14							
Armar el contrafuerte en la máquina	1		0.56							
Armar la puntera en la maquina y pegar los filis del corte armado	1		1.70							
Traslado a montaje	1	7.60	0.10							
Grapar plantilla en horma	1		2.35							
Armado de punta en máquina	1		1.59							
Armado de talón y desarrugar el cuero del corte armado	1		6.23							
Traslado a cardado	1	4.17	0.06							
Quitar las rebabas y marcar con mina la suela del armado	1		1.02							
Cardado e inspección del corte armado	1		1.19							
Traslado a pegado de suela	1	4.02	0.06							
Bodega de materia prima (suela)	1		0.00							
Traslado a preparado de suelas	1	18.24	0.21							

Colocar limpiador en las suelas	1		0.51	●						
Esperar secado	1		2.00							●
Colocar halogenante en las suelas	1		0.51	●						
Esperar secado	1		2.00							●
Colocar primer en las suelas	1		0.44	●						
Esperar secado	1		2.00							●
Traslado a pegado de suela	1	2.52	0.03							●
Reactivar el corte y la suela y poner en la horma	1		1.15	●						
Prensar el zapato y colocar en el horno Shiller	1		5.05	●						
Traslado a retirar la horma	1	4.98	0.06							●
Retirar la horma del zapato	1		1.33	●						
Traslado a terminado	1	6.18	0.09							●
Retirar pegas y emplantillar	1		0.85	●						
Quemar hilos, pintar las fallas	1		1.28	●						
Colocar accesorios y empaquetar	1		2.87	●						
Traslado a bodega de terminado	1	1.91	0.03							●
Almacenamiento en bodega	1		0.00							●
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>100.10</b>	<b>53.34</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	

### 3.2.8. Uso del programa Flexsim 2019

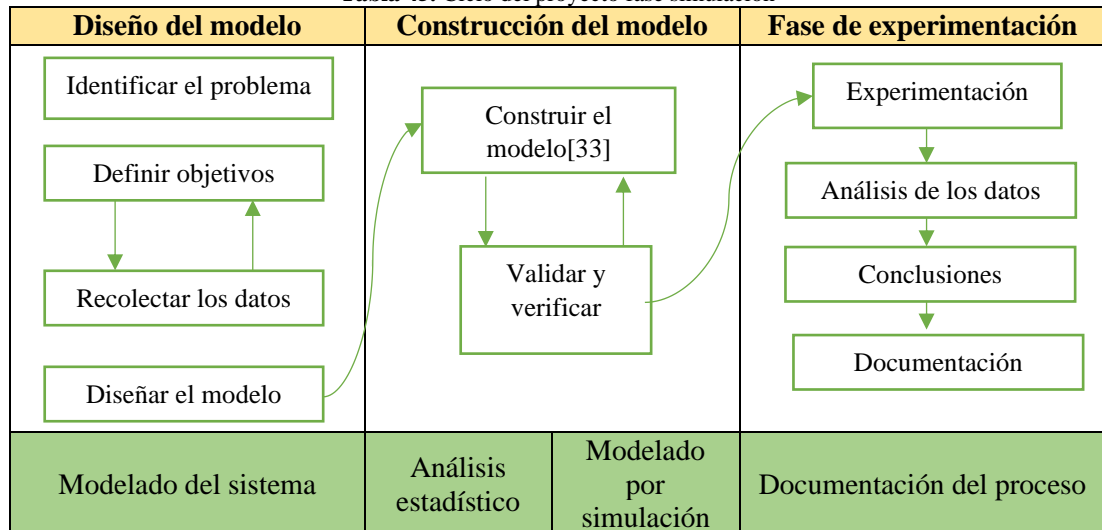
Ya que al contar con la licencia y con los recursos requeridos se utiliza el programa FlexSim 2019 ya que al ser una de las actualizaciones más recientes se emplea para la simulación del proceso de fabricación de zapatos de la empresa GUSMAR, ofreciendo mejoras significativas en la interfaz, velocidad, animación, herramientas de análisis y capacidad de integración, permitiendo modelar el sistema de manera más efectiva y eficiente [33].

### 3.2.9. Simulación del proceso mediante FlexSim 2019

Para poder realizar la simulación de la línea de producción es necesario seguir los siguientes pasos, Tabla 45.

Como primer paso se diseña el modelo, en donde el sistema se modela o simula con un estudio previo. El segundo paso se construye el modelo, en este paso se realiza un análisis estadístico y se procede al modelamiento usando la simulación. Para finalmente entrar a la fase de experimentación en la cual se realiza una documentación, y se analiza los datos que se obtuvieron, para ser implementados posteriormente [33].

Tabla 45. Ciclo del proyecto fase simulación



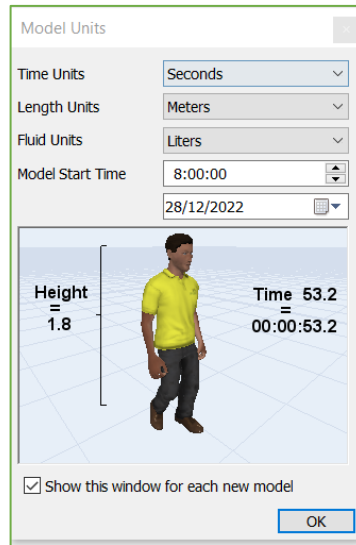
#### Fase de construcción del modelo de simulación.

### 3.2.10. Diseño del modelo

En esta fase primero se crea un boceto de la planta en situación actual real, usando un software de diseño CAD, que posteriormente se importa al programa de diseño Flexsim, detallado de la siguiente manera:

**Primer paso:** se abre el software Flexsim, y se realiza la configuración inicial de las unidades según sea necesario, tal como la Figura 37.

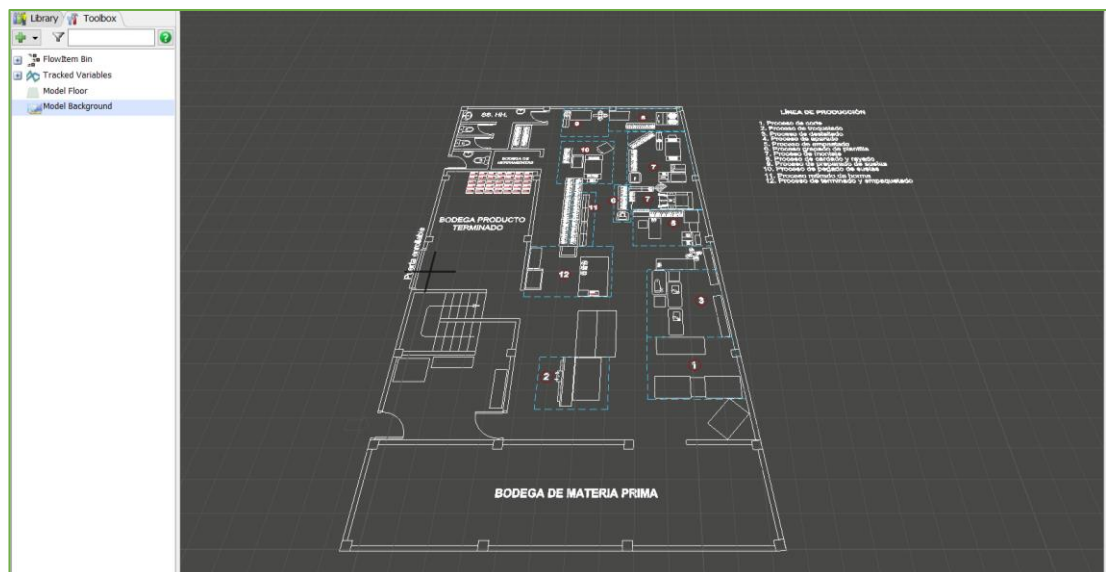




**Figura 37.** Configuración inicial en Flexsim

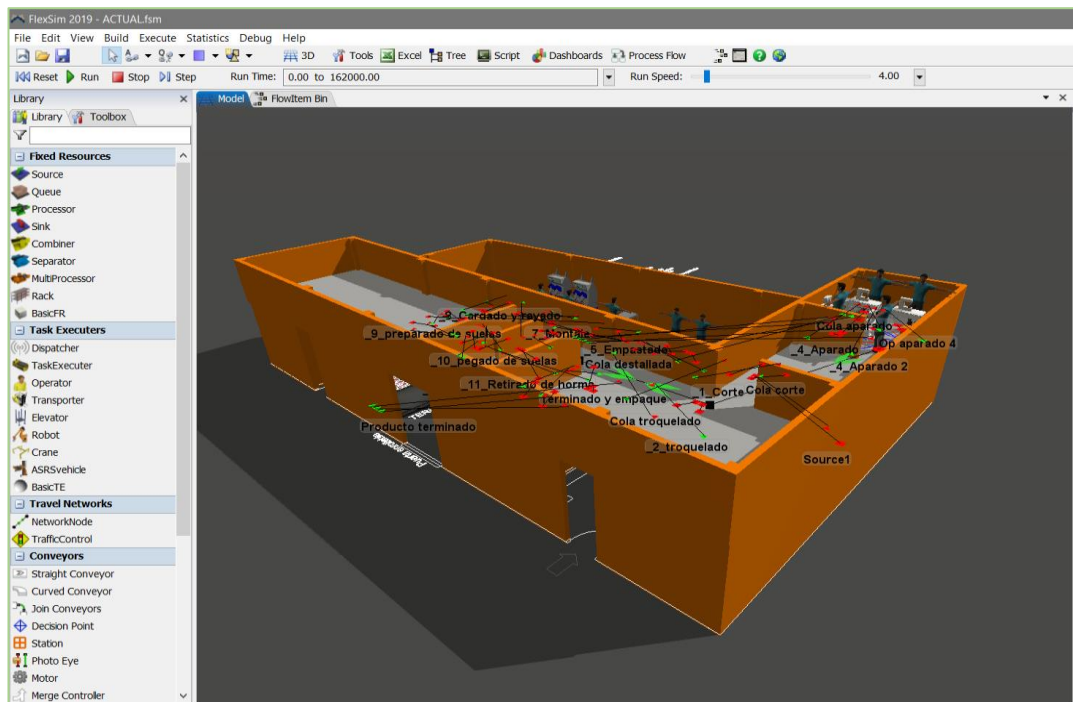
En la cual las unidades serán las siguientes, para el tiempo (segundos), longitud (metros), y la hora que empezará el modelo es a partir de las 8h00 am, con una altura de los operarios aproximada de 1.80m.

**Segundo paso:** se importa el Background o layout, en plano 2D de la empresa de calzado GUSMAR en el formato DWG, es importante para el layout realizarlo por capas para mostrar u ocultar objetos que sean o no necesarios en el modelado, tal como en la Figura 38.



**Figura 38.** Importar el background en formato dwg a Flexsim

**Tercer paso:** se añaden aspectos visuales de cómo es la empresa y se agrega objetos tales como: paredes, el techo, entre otros, obteniendo la simulación real de la planta de producción por medio de la importación de objetos en 3D a Flexsim. Para los detalles de los objetos se utilizó el software SketchUp, agregando los diseños y colores respectivos, para luego ser importados a Flexsim, mediante su librería visual, en las propiedades Shape. Appearance, 3D Shapes y seleccionando su diseño.



**Figura 39.** Modelo de simulación con objetos

**Cuarto paso:** se añade los elementos de la línea de producción, es decir la maquinaria usada de tal manera como se encuentra en cada uno de los procesos, obteniendo un bosquejo real de la empresa, utilizando source (entradas), queues (colas), processors (procesos), separators and sink como se observa en la Figura 40.



Figura 40. Modelado de la maquinaria en la planta.

### 3.2.11. Construcción del modelo

Para esta etapa se inserta los datos de la empresa, que son variables aleatorias, y se realiza la conexión entre las operaciones, designando el tiempo en que trabajan los operadores al día.

**Primer paso:** Con el estudio de tiempos previo realizado se obtiene la media y desviación estándar todos los procesos de todos los modelos para luego sumarlas, mediante las herramientas de Excel y realizar un análisis de datos. Tabla 46, 47 y 48 pertenecen a los procesos actuales y los procesos propuestos en la Tabla 49, 50 y 51.

**Tabla 46.** Datos de la media y desviación estándar de los procesos actual del calzado casual

N°	Proceso	[min]	[s]	Cp	cp	balance	CP instalada	Desv
		Tiempo Estándar	Tiempo Estándar	pares/hora	Pares/semana	Estaciones	pares / semana	
1	Corte de cuero y forros	2.48	148.63	24.22	1089.99	2.00	2179.98	1.39
2	P. troquelado	1.80	107.94	33.35	1500.86	1.00	1500.86	7.96
3	Destallado	1.85	110.85	32.48	1461.46	2.00	2922.92	1.27
4	Aparado de capellada	8.32	499.09	7.21	324.59	4.00	785.36	0.47
5	Aparado de medallón y laterales	5.43	326.01	11.04	496.92			
6	Empastado	2.50	150.29	23.95	1077.88	1.00	1077.88	1.85
7	Grapar la plantilla	2.60	155.74	23.12	1040.20	1.00	1040.20	8.20
8	Montaje	8.65	518.74	6.94	312.30	2.00	624.59	12.04
9	Cardado y rayado	2.32	139.25	25.85	1163.38	1.00	1163.38	2.63
10	Preparación de suelas	6.26	375.56	9.59	431.35	2.00	862.71	0.82
11	Pegado de suelas	6.28	376.56	9.56	430.22	2.00	860.43	1.32
12	Sacar la horma del zapato	1.47	88.04	40.89	1840.14	1.00	1840.14	0.12
13	Terminado y almacenado	5.55	332.86	10.82	486.69	3.00	1460.06	3.36

**Tabla 47.** Datos de la media y desviación estándar de los procesos actual del calzado urbano

N°	Proceso	[min]	[s]	Cp	cp	balance	CP instalada	Desv
		Tiempo Estándar	Tiempo Estándar	pares/hora	Pares/semana	Estaciones	pares / semana	
1	Corte de cuero y forros	2.57	154.44	23.31	1048.96	2.00	2097.92	2.57
2	P. troquelado	1.82	109.18	32.97	1483.76	1.00	1483.76	0.12
3	Destallado	1.86	111.40	32.32	1454.24	2.00	2908.48	1.82
4	Aparado de capellada	8.24	494.14	7.29	327.84	4.00	786.87	0.51
5	Aparado de medallón y laterales	5.49	329.37	10.93	491.84			
6	Empastado	2.48	148.75	24.20	1089.04	1.00	1089.04	1.76
7	Grapar la plantilla	2.57	154.29	23.33	1049.98	1.00	1049.98	0.11
8	Montaje	8.64	518.53	6.94	312.42	2.00	624.84	12.04
9	Cardado y rayado							
10	Preparación de suelas	6.26	375.56	9.59	431.35	2.00	862.71	0.82
11	Pegado de suelas	6.24	374.63	9.61	432.43	2.00	864.86	1.32
12	Sacar la horma del zapato	1.38	82.59	43.59	1961.56	1.00	1961.56	0.15
13	Terminado y almacenado	5.43	325.93	11.05	497.04	3.00	1491.13	3.27

**Tabla 48.** Datos de la media y desviación estándar del proceso actual del calzado deportivo

N°	Proceso	[min]	[s]	Cp	cp	balance	CP instalada	Desv
		Tiempo Estándar	Tiempo Estándar	pares/hora	Pares/semana	Estaciones	pares / semana	
1	Corte de cuero y forros	2.79	167.44	21.50	967.51	2.00	1935.01	8.88
2	P. troquelado	1.84	110.47	32.59	1466.42	1.00	1466.42	0.12
3	Destallado	1.77	106.18	33.90	1525.64	2.00	3051.28	5.83
4	Aparado de capellada							
5	Aparado de medallón y laterales							
6	Empastado	2.48	148.71	24.21	1089.36	1.00	1089.36	4.12
7	Grapar la plantilla	2.56	153.50	23.45	1055.34	1.00	1055.34	0.16
8	Montaje	8.23	493.75	7.29	328.10	2.00	656.20	1.94
9	Cardado y rayado	2.23	133.76	26.91	1211.14	1.00	1211.14	4.82
10	Preparación de suelas	6.30	378.03	9.52	428.53	2.00	857.06	0.82
11	Pegado de suelas	6.25	374.96	9.60	432.04	2.00	864.09	1.39
12	Sacar la horma del zapato	1.49	89.29	40.32	1814.40	1.00	1814.40	0.11
13	Terminado y almacenado	5.64	338.12	10.65	479.12	3.00	1437.37	3.16

**Tabla 49.** Resumen de datos de la media y desviación estándar propuesta calzado casual

N°	Proceso	[min]	[s]	Cp	cp	balance	CP instalada	Desv
		Tiempo Estándar	Tiempo Estándar	pares/hora	Pares/semana	Estaciones	pares / semana	
1	Corte de cuero y forros	2.48	148.63	24.22	1089.99	2.00	2179.98	1.39
2	P. troquelado	1.80	107.94	33.35	1500.86	1.00	1500.86	7.96
3	Destallado	1.85	110.85	32.48	1461.46	2.00	2922.92	1.27
4	Aparado de capellada	7.61	456.38	7.89	354.97	4.00	828.23	0.47
5	Aparado de medallón y laterales	5.43	326.01	11.04	496.92			
6	Empastado	2.50	150.29	23.95	1077.88	1.00	1077.88	1.85
7	Grapar la plantilla	2.60	155.74	23.12	1040.20	1.00	1040.20	8.20
8	Montaje	8.07	483.99	7.44	334.72	2.00	669.44	12.04
9	Cardado y rayado	2.32	139.25	25.85	1163.38	1.00	1163.38	2.63
10	Preparación de suelas	6.26	375.56	9.59	431.35	2.00	862.71	0.82
11	Pegado de suelas	6.28	376.56	9.56	430.22	2.00	860.43	1.32
12	Sacar la horma del zapato	1.47	88.04	40.89	1840.14	1.00	1840.14	0.12
13	Terminado y almacenado	5.55	332.86	10.82	486.69	3.00	1460.06	3.36

**Tabla 50.** Resumen de datos de la media y desviación estándar propuesta calzado urbano

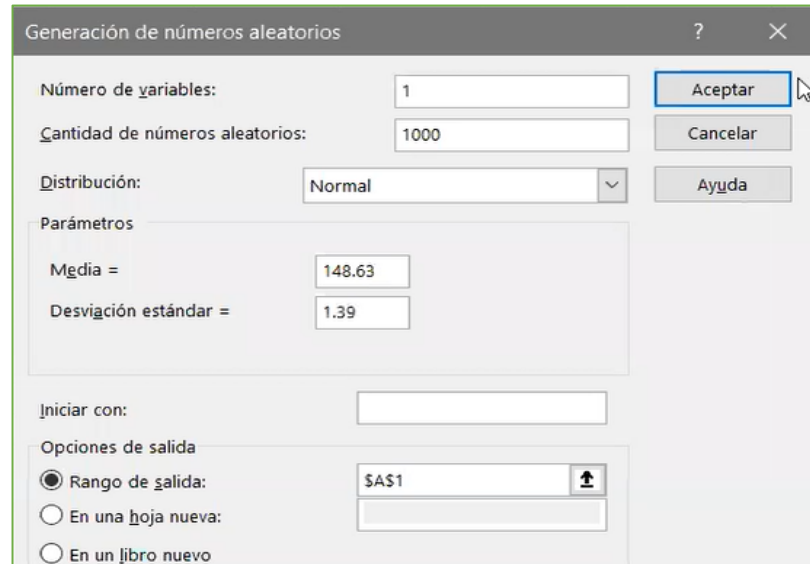
N°	Proceso	[min]	[s]	Cp	cp	balance	CP instalada	Desv
		Tiempo Estándar	Tiempo Estándar	pares/hora	Pares/semana	Estaciones	pares / semana	
1	Corte de cuero y forros	2.57	154.44	23.31	1048.96	2.00	2097.92	2.57
2	P. troquelado	1.82	109.18	32.97	1483.76	1.00	1483.76	0.12
3	Destallado	1.86	111.40	32.32	1454.24	2.00	2908.48	1.82
4	Aparado de capellada	7.85	471.10	7.64	343.87	4.00	809.52	0.52
5	Aparado de medallón y laterales	5.49	329.37	10.93	491.84			
6	Empastado	2.48	148.75	24.20	1089.04	1.00	1089.04	1.76
7	Grapar la plantilla	2.57	154.29	23.33	1049.98	1.00	1049.98	0.11
8	Montaje	8.04	482.34	7.46	335.86	2.00	671.73	2.26
9	Cardado y rayado							
10	Preparación de suelas	6.26	375.56	9.59	431.35	2.00	862.71	0.82
11	Pegado de suelas	6.24	374.63	9.61	432.43	2.00	864.86	1.32
12	Sacar la horma del zapato	1.38	82.59	43.59	1961.56	1.00	1961.56	0.15
13	Terminado y almacenado	5.43	325.93	11.05	497.04	3.00	1491.13	3.27

**Tabla 51.** Resumen de datos de la media y desviación estándar propuesta calzado deportivo

N°	Proceso	[min]	[s]	Cp	cp	balance	CP instalada	Desv
		Tiempo Estándar	Tiempo Estándar	pares/hora	Pares/semana	Estaciones	pares / semana	
1	Corte de cuero y forros	2.79	167.44	21.50	967.51	2.00	1935.01	8.88
2	P. troquelado	1.84	110.47	32.59	1466.42	1.00	1466.42	0.12
3	Destallado	1.77	106.18	33.90	1525.64	2.00	3051.28	5.83
4	Aparado de capellada							
5	Aparado de medallón y laterales							
6	Empastado	2.48	148.71	24.21	1089.36	1.00	1089.36	4.12
7	Grapar la plantilla	2.56	153.50	23.45	1055.34	1.00	1055.34	0.16
8	Montaje	8.10	486.27	7.40	333.15	2.00	666.29	2.26
9	Cardado y rayado	2.23	133.76	26.91	1211.14	1.00	1211.14	4.82
10	Preparación de suelas	6.30	378.03	9.52	428.53	2.00	857.06	0.82
11	Pegado de suelas	6.25	374.96	9.60	432.04	2.00	864.09	1.39
12	Sacar la horma del zapato	1.49	89.29	40.32	1814.40	1.00	1814.40	0.11
13	Terminado y almacenado	5.64	338.12	10.65	479.12	3.00	1437.37	3.16

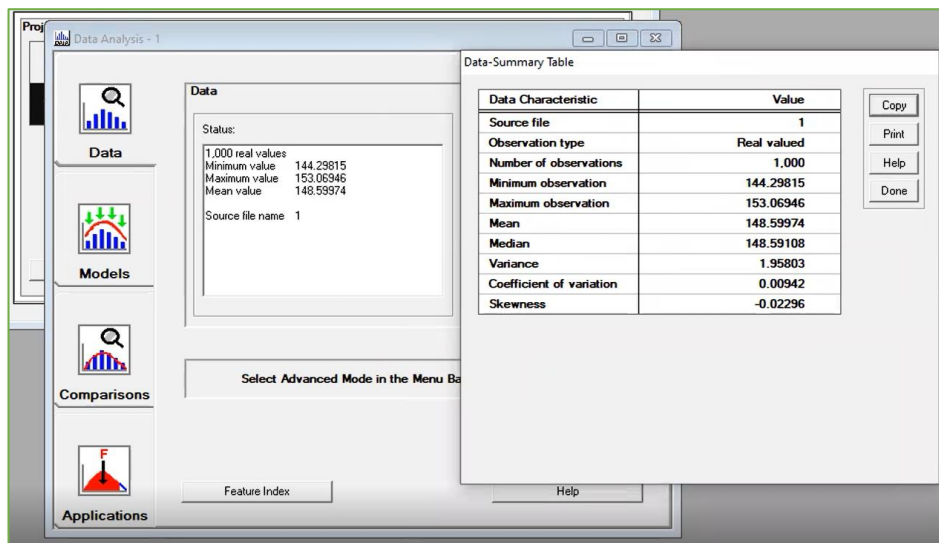
Como los modelos de distribución de flexsim necesitan los datos de la variable aleatoria, se generan en Excel números aleatorios en donde: el número de variables es

1, mientras que la cantidad de números aleatorios será de 1000, con un tipo de distribución normal para el análisis de los datos. Para el ejemplo se tomó el proceso actual de corte del modelo casual. Figura 41.



**Figura 41.** Generación de números aleatorios en el proceso de corte modelo casual

Luego los datos aleatorios de cada proceso se guardan en formato de texto (.txt) (delimitado por tabulación), para posteriormente abrirlos en Flexsim mediante la herramienta de ExpertFit, la cual encuentra la distribución que mejor se adapte a nuestros resultados, en la pestaña “Models”. Donde se obtienen los parámetros para ingresar en la simulación por cada proceso. Figura 42.



**Figura 42.** Ingreso de datos para la simulación

En la Tabla 52 y 53, se encuentran las distribuciones probabilísticas de todos los procesos en todos los modelos que mejor se ajustan y posteriormente se ingresan en Flexsim, como ejemplo se encuentra la distribución que se acopla al calzado casual

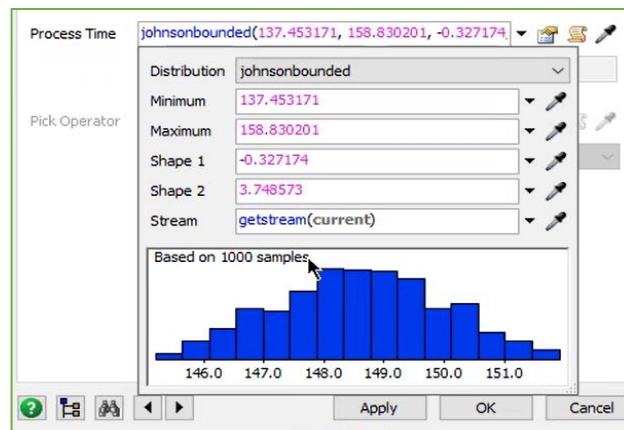
**Tabla 52.** Resumen de distribuciones probabilísticas en los procesos actual del modelo casual

ACTUAL		
N°	Proceso	DISTRIBUCION
1	Corte de cuero y forros	johnsonbounded( 137.453171, 158.830201, -0.327174, 3.748573, <stream>
2	P. troquelado	erlang( 9.472125, 0.621879, 158.000000, <stream>
3	Destallado	lognormal2( 0.535953, 110.312233, 0.011318, <stream>
4	Aparado de capellada	inversegaussian( 813.469613, 11.625015, 6883.143675, <stream>)
5	Aparado de medallón y laterales	
6	Empastado	lognormal2( 0.000000, 150.291516, 0.012167, <stream>
7	Grapar la plantilla	beta( 108.853533, 212.823255, 17.412824, 21.100277, <stream>
8	Montaje	beta( 395.719713, 620.246937, 45.511144, 47.963347, <stream>)
9	Cardado y rayado	inversegaussian( 28.116465, 110.991769, 210806.184775, <stream>)
10	Preparación de suelas	lognormal2( 313.661106, 61.901165, 0.012896, <stream>)
11	Pegado de suelas	lognormal2( 354.450400, 22.125653, 0.058549, <stream>)
12	Sacar la horma del zapato	lognormal2( 84.202861, 3.834261, 0.031790, <stream>
13	Terminado y almacenado	johnsonbounded( 317.347519, 346.105684, -0.388348, 1.953519, <stream>

**Tabla 53.** Resumen de distribuciones probabilísticas en los procesos propuestos modelo casual

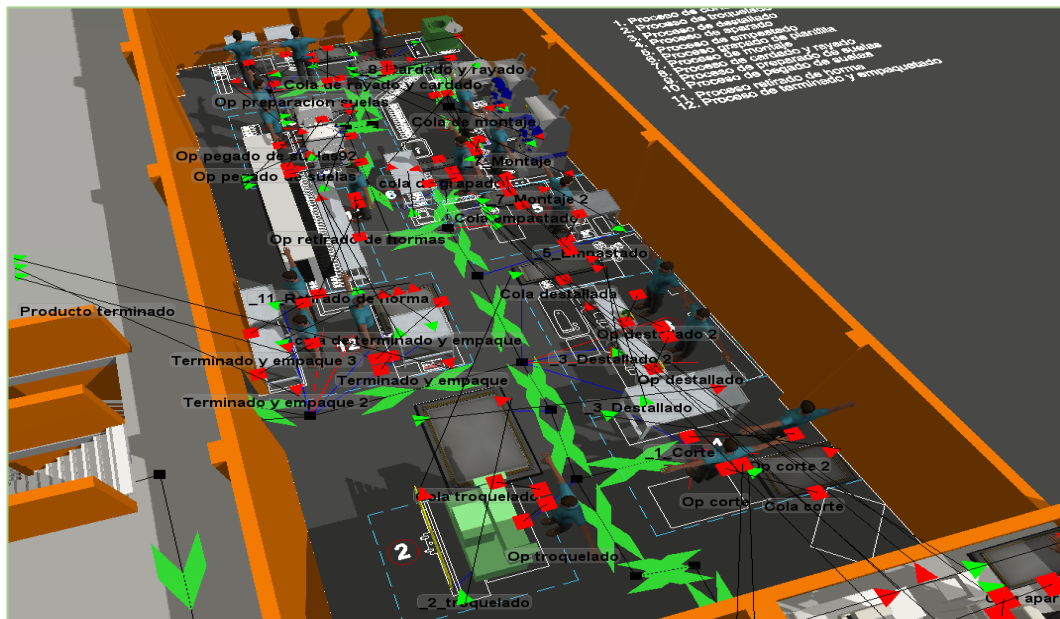
PROPUESTA		
N°	Proceso	DISTRIBUCION
1	Corte de cuero y forros	johnsonbounded( 137.453171, 158.830201, -0.327174, 3.748573, <stream>
2	P. troquelado	erlang( 9.472125, 0.621879, 158.000000, <stream>
3	Destallado	lognormal2( 0.535953, 110.312233, 0.011318, <stream>
4	Aparado de capellada	weibull( 780.859398, 1.707793, 3.574879, <stream>)
5	Aparado de medallón y laterales	
6	Empastado	lognormal2( 0.000000, 150.291516, 0.012167, <stream>
7	Grapar la plantilla	beta( 108.853533, 212.823255, 17.412824, 21.100277, <stream>
8	Montaje	beta(360.285507, 550.273120, 37.804600, 23.549636, <stream>)
9	Cardado y rayado	inversegaussian( 28.116465, 110.991769, 210806.184775, <stream>)
10	Preparación de suelas	lognormal2( 313.661106, 61.901165, 0.012896, <stream>)
11	Pegado de suelas	lognormal2( 354.450400, 22.125653, 0.058549, <stream>)
12	Sacar la horma del zapato	lognormal2( 84.202861, 3.834261, 0.031790, <stream>
13	Terminado y almacenado	johnsonbounded( 317.347519, 346.105684, -0.388348, 1.953519, <stream>

**Segundo paso:** se inserta los valores de las distribuciones obtenidas, en “Process Time” en todas las máquinas de cada proceso, por ejemplo, en corte de cuero y forros.



**Figura 43.** Ingreso de datos de tiempo de proceso en corte en el modelado

**Tercer paso:** posteriormente se realizan las conexiones utilizando pertinentes entre cada localización, para esto se usa la tecla A para unir los elementos estáticos (asignado tanto los puertos de entrada y también terminales de salida), y para unir los elementos móviles se usa la tecla S, utilizando “NetworkNodes” estableciendo las rutas que tienen los trabajadores, posteriormente se detalla el tiempo de la jornada de trabajo semanal de 45 horas y se transforma en segundos obteniendo un tiempo total de 162.000 segundos para la simulación del proceso.



**Figura 44.** Conexiones entre localizaciones para el modelado

**Cuarto paso:** se configura el tiempo para la simulación de las 45 horas/semana en segundos y se corre la simulación dando click en run time, tal como la Figura 45.



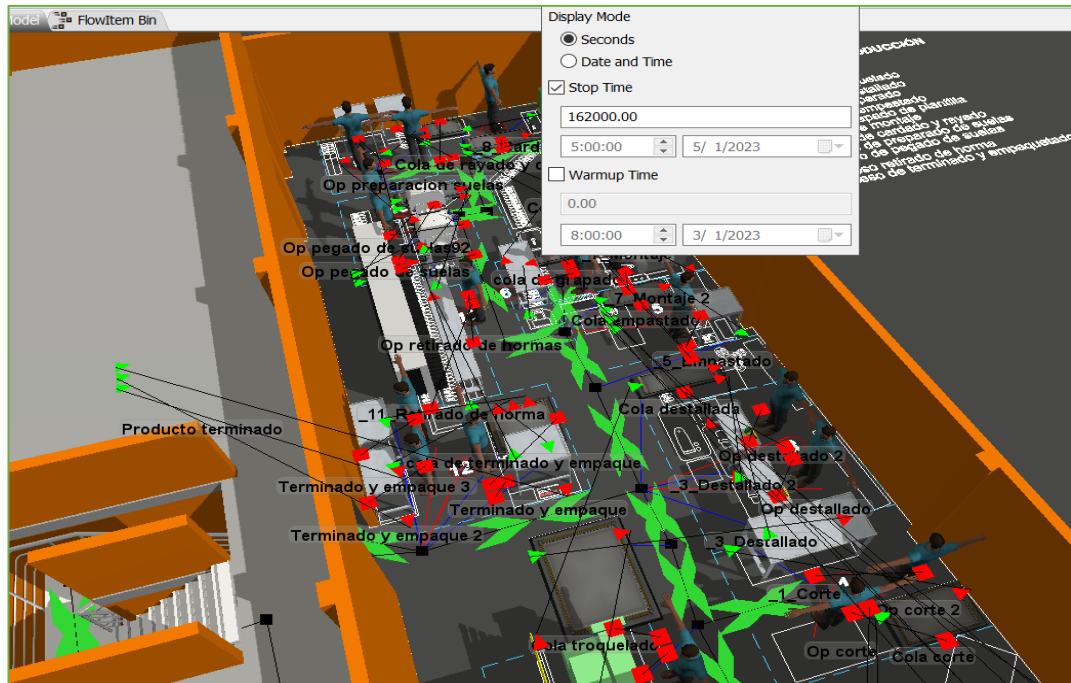


Figura 45. Configuración del tiempo de la simulación.

Obteniéndose la simulación del modelo actual y del modelo propuesto en el software Flexsim 2019. Como se muestra en las Figuras 46 y 47.

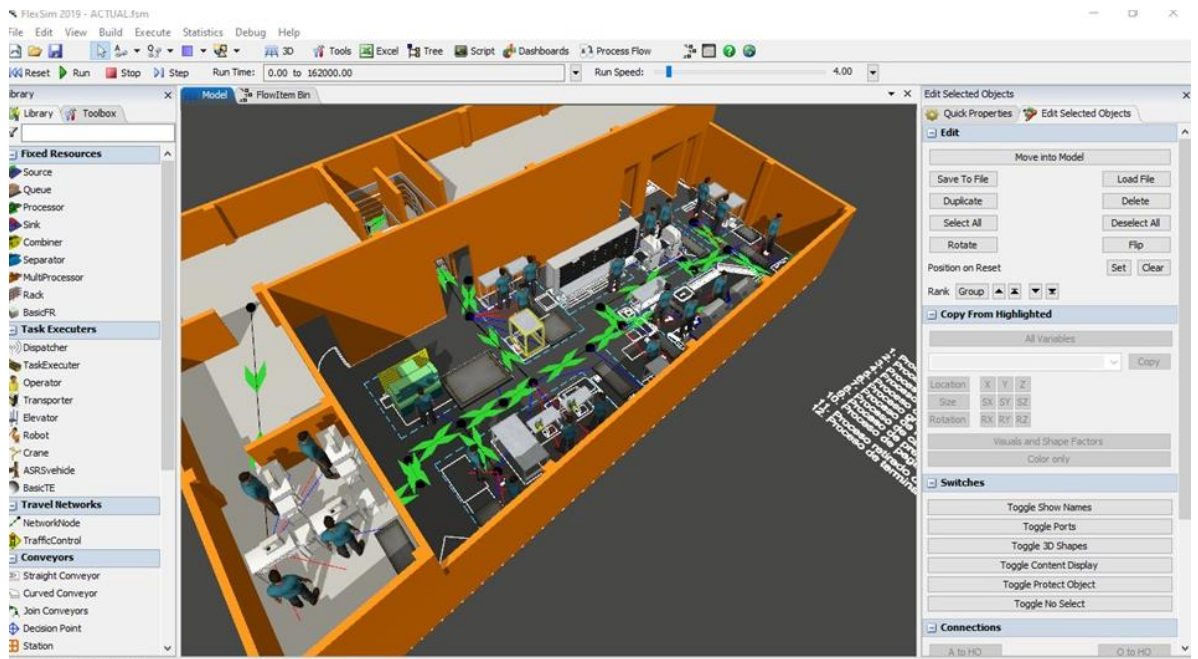


Figura 46. Simulación de la empresa situación actual

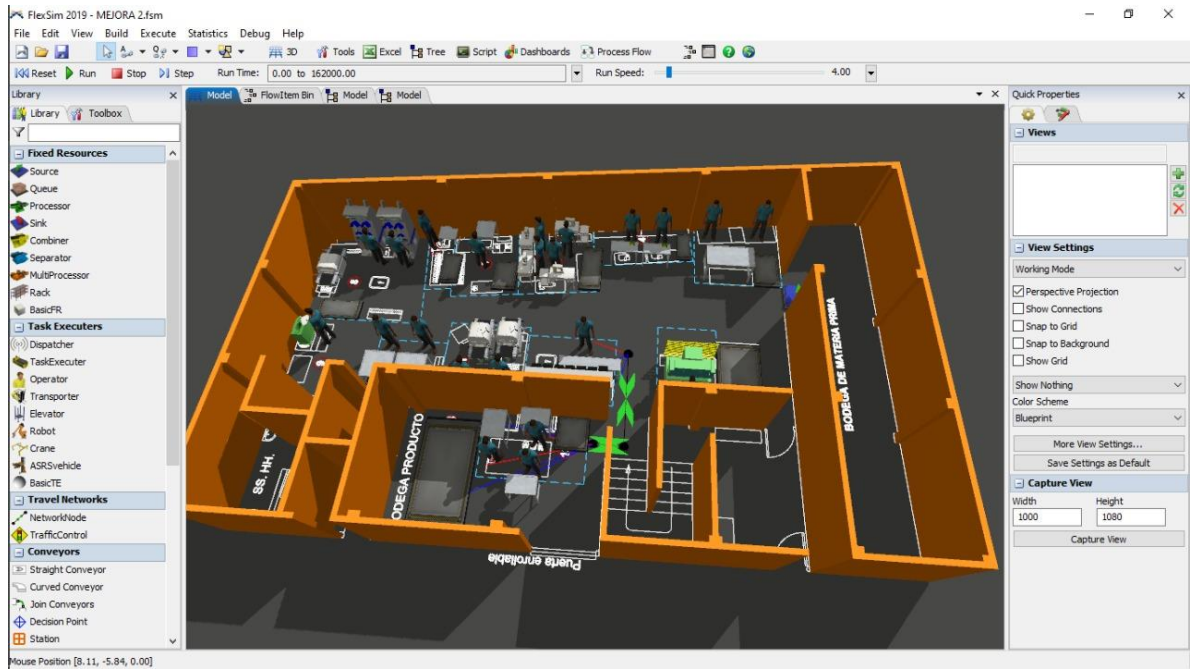


Figura 47. Simulación de la empresa alternativa propuesta

### 3.2.12. Experimentación en Flexsim

Para poder evaluar y validar el modelo actual y el modelo propuesto se simuló la producción de la planta de producción en una semana y se realiza una comparación entre la simulación actual y propuesta tal como en las Figuras 48 y 49.

Total Travel	
Object	Distance
Op corte	17113.31
Op corte 2	8495.79
Op troquelado	8643.00
Op destallado	22078.55
Op destallado 2	14228.65
Op aparado 1	6802.51
Op aparado 2	11594.52
Op aparado 3	9632.68
Op aparado 4	6471.33
Op empastado	10148.29
Op grapado de plantilla	17718.55
Op montaje 1	7683.02
Op montaje 2	5025.31
Op rayado y cardado	1896.96
Op preparacion suelas	5029.39
Op pegado de suelas	1878.70
Op pegado de suelas92	526.05
Op preparacion suelas90	1164.37
Op retirado de hormas	4818.31
Op terminado y empaque	5027.71
Op terminado y empaque 2	2450.40
Op terminado y empaque 3	3161.51

Figura 48. Distancia total recorrida por el operador en cada proceso modelo actual

Total Travel	
Object	Distance
Op corte	3617.82
Op corte 2	4334.36
Op troquelado	404.03
Op destallado	4253.54
Op destallado 2	940.01
Op aparado 1	185.40
Op aparado 2	973.08
Op aparado 3	425.44
Op aparado 62	680.28
Op empastado	1970.05
Op grapado de plantilla	6095.46
Op montaje 1	2993.42
Op montaje 2	2527.83
Op rayado y cardado	2499.54
Op preparacion suelas	1906.93
Op preparacion suelas64	711.07
Op pegado de suelas	3290.59
Op pegado de suelas66	1262.70
Op retirado de hormas	6296.76
Op terminado y empaque	5398.01
Op terminado y empaque 2	4077.48
Op terminado y empaque 3	4305.11

**Figura 49.** Distancia total recorrida por el operador en cada proceso modelo actual

En las Figuras 48 y 49 se encuentran los throughputs obtenidos de la simulación de la empresa tanto en la situación actual y propuesta, de la distancia total recorrida en metros por los trabajadores en una semana de trabajo. Comparadas en la Tabla 54.

**Tabla 54.** Distancia total recorrida por el operador actual vs propuesto

Distancia recorrida por los trabajadores en una semana			
Proceso	Operadores	Recorrido actual (m)	Recorrido propuesto (m)
Corte de cuero y forros	2.00	17113.31	3617.82
		8495.79	4334.36
P. troquelado	1.00	8643.00	404.03
Destallado	2.00	22078.55	4253.54
		14228.65	940.01
Aparado de capellada	4.00	6802.51	185.40
Aparado de medallón y laterales		11594.52	973.08
		9632.68	425.44
		6471.33	680.28
Empastado	1.00	10148.29	1970.05
Grapar la plantilla	1.00	17718.55	6095.46
Montaje	2.00	7683.02	2993.42
		5025.31	2527.83

**Tabla 54.** Distancia total recorrida por el operador actual vs propuesto (continuación)

Proceso	Operadores	Recorrido actual (m)	Recorrido propuesto (m)
Cardado y rayado	1.00	1896.96	2499.54
Preparación de suelas	2.00	5029.39	1906.93
		1164.37	711.07
Pegado de suelas	2.00	1878.70	3290.59
		526.05	1262.70
Retirado de horma	1.00	4818.31	6296.76
Terminado y almacenado	3.00	5027.71	5398.01
		2450.40	4077.48
		3161.51	4305.11
Total (m)		171.588,91	59.148,91

En la Tabla 54, se puede comparar la distancia recorrida por los trabajadores entre el modelo actual y la propuesta observándose una mejoría en el modelo propuesto, con una reducción del 65.53% que representa 112.440 metros en una semana de trabajo.

### Costo de transporte del modelo de simulación

Para encontrar el costo del transporte del modelo de la simulación se utiliza la siguiente ecuación 10.

$$C_T = (\sum_{i=0}^n TRO_i) * CO_i \quad \text{ec. (10)}$$

### Considerando que:

$C_T$  = Costo del transporte del modelo simulado [\\$]

$TRO_i$  = Tiempo de recorrido de un operador<sub>i</sub> [horas]

$CO_i$  = Costo por hora de un operador<sub>i</sub> [\$/hora].

### Cálculo del costo del operador por hora

En el Anexo 10, se toma como referencia el rol de pagos del operador #03, ya que todos los operadores de producción perciben el mismo sueldo, y por medio de la ecuación (11) lo cual se determina el costo del operador por hora en base a lo siguiente:

Salario mensual percibido del operador: 482.51\$/ mes

$$\text{Costo del operador por hora} = 9 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} = 180 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} \quad (11)$$

$$C_i = \frac{\text{Salario del trabajador}}{\text{horas de trabajo al mes}}$$

$$C_i = \frac{482.51 \text{ \$/ mes}}{180 \text{ horas/mes}} = 2.68 \text{ \$/h}$$

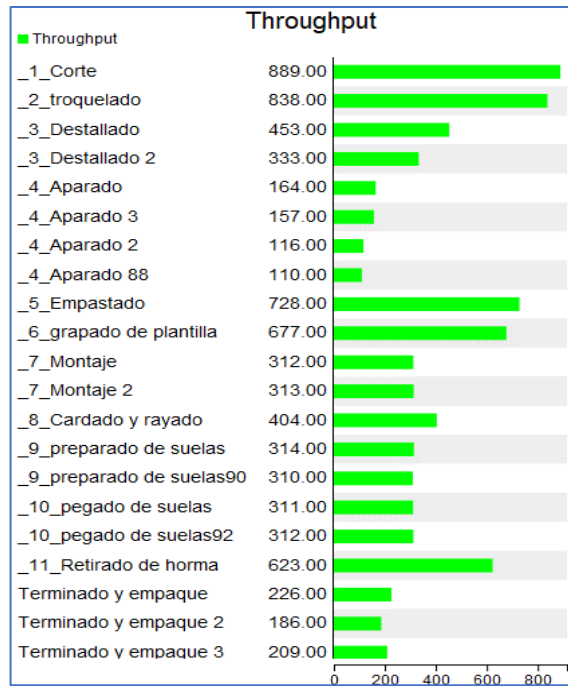
Para obtener el cálculo de transporte mensual del modelo de actual y propuesta de la simulación se aplica la ecuación (10), como se muestra en la Tabla 55.

**Tabla 55.** Costo del transporte mensual del modelo de simulación

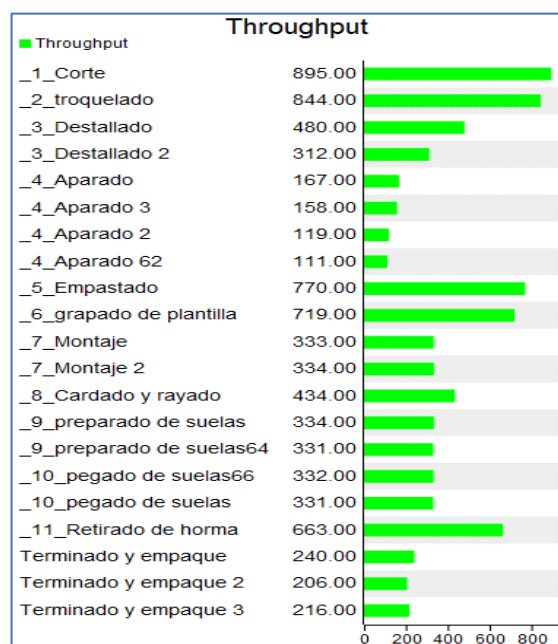
Tiempo de recorrido mensual de los trabajadores			
Proceso	Operadores	Tiempo recorrido actual (h)	Tiempo recorrido propuesto (h)
Corte de cuero y forros	2.00	19.01	4.02
		9.44	4.82
P. troquelado	1.00	9.60	0.45
Destallado	2.00	24.53	4.73
		15.81	1.04
Aparado de capellada	4.00	7.56	0.21
		12.88	1.08
Aparado de medallón y laterales	4.00	10.70	0.47
		7.19	0.76
Empastado	1.00	11.28	2.19
Grapar la plantilla	1.00	19.69	6.77
Montaje	2.00	8.54	3.33
		5.58	2.81
Cardado y rayado	1.00	2.11	2.78
Preparación de suelas	2.00	5.59	2.12
		1.29	0.79
Pegado de suelas	2.00	2.09	3.66
		0.58	1.40
Retirado de horma	1.00	5.35	7.00
Terminado y almacenado	3.00	5.59	6.00
		2.72	4.53
		3.51	4.78
Total		190.65 h	65.72 h
Costo(\$/hora)		\$2.68	\$2.68
Costo total		\$510.95	\$176.13

**Análisis:** El costo total del transporte de los operadores por mes en el modelo de simulación actual tiene un valor de \$510.95 mientras que en el modelo propuesto tiene un valor de \$176.13 lo cual representa un ahorro de \$334.82 es decir el 65.53%.

En las Figuras 50 y 51 se encuentran los throughputs obtenidos de la capacidad productiva de cada proceso semanal.



**Figura 50.** Capacidad de producción semanal modelado actual



**Figura 51.** Capacidad de producción semanal modelado mejorado

**Interpretación:** Al simular el modelo actual se obtiene una capacidad de producción en el proceso de montaje (cuello de botella) de 625 pares de zapatos/semanal, mientras que la capacidad de producción del modelo propuesto es de 667 pares de zapatos/semanal, con un incremento de 42 pares de zapatos semanal en la planta de producción.

**Rendimiento de los modelos de la simulación.**

**Tabla 56.** Rendimiento de los modelos de simulación

Proceso	Rendimiento actual (%)	Rendimiento propuesto (%)
Corte de cuero y forros	31.84	31.56
P. troquelado	55.21	53.03
Destallado	30.87	32.72
	22.68	21.22
Aparado de capellada	48.84	45.81
	34.91	33.28
Aparado de medallón y laterales	47.04	46.91
	33.97	30.79
Empastado	67.46	71.08
Grapar la plantilla	65.18	67.07
Montaje	97.54	98.51
	97.78	98.36
Cardado y rayado	34.34	37.39
Preparación de suelas	73.14	77.90
	72.36	77.04
Pegado de suelas	72.47	77.60
	72.67	77.71
Retirado de horma	33.73	36.45
Terminado y almacenado	46.00	49.79
	38.26	42.65
	42.92	46.00
Promedio	53.30%	54.90%

El rendimiento entre los modelos de la simulación también se ven afectados ya que, al redistribuir la planta, existe un mayor porcentaje de utilización de la maquinaria, en este caso en la planta de calzado GUSMAR incrementa de 53.30% a un 54.90%, ya que la capacidad de producción se aumentaría.

### 3.2.13. Análisis de resultados

**Parte teórica:** En la Tabla 57, se realiza la comparación entre la capacidad productiva instalada semanal de la situación actual y propuesta una vez realizada la distribución de planta flexible, para lo cual se obtiene una mejoría en el cuello de botella de la planta de producción en los 3 tipos de modelos.

**Tabla 57.** Análisis y comparación de la capacidad actual y propuesta

N°	Proceso	Casual	Propuesta	Urbano	Propuesta	Deportivo	Propuesta
		CP instalada	CP instalada	CP instalada	CP instalada	CP instalada	CP instalada
		pares / semana	pares / semana	pares / semana	pares / semana	pares / semana	pares / semana
1	Corte de cuero y forros	2180	2180	2098	2098	1935	1935
2	P. troquelado	1501	1501	1484	1484	1466	1466
3	Destallado	2923	2923	2908	2908	3051	3051
4,5	Aparado	785	828	787	810	-	-
6	Empastado	1078	1078	1089	1089	1089	1089
7	Grapar la plantilla	1040	1040	1050	1050	1055	1055
8	Montaje	625	669	625	672	656	666
9	Cardado y rayado	1163	1163	-	-	1211	1211
10	Preparación de suelas	863	863	863	863	857	857
11	Pegado de suelas	860	860	865	865	864	864
12	Sacar la horma del zapato	1840	1840	1962	1962	1814	1814
13	Terminado y almacenado	1460	1460	1491	1491	1437	1437

**Interpretación:** la capacidad de producción del cuello de botella mejoró en los tres tipos de modelos, es decir en el modelo casual mejoró de 625 a 669 pares de zapatos, el urbano de 625 a 672 y deportivo de 656 a 666 pares de zapatos, con lo cual la mejor alternativa para ser implementada es el modelo propuesto.



### 3.2.14. Cálculo de la productividad del modelo simulado propuesto

Al obtener la capacidad semanal de la simulación propuesta se tiene 667 pares de zapatos a la semana. Es decir 133.4 o 133 pares de zapatos de producción diaria.

#### Producción diaria propuesta de la planta de producción

$$P. \text{ diaria actual} = 133 \frac{\text{pares}}{\text{dia}}$$

$$\text{Productividad propuesta} = \frac{\text{salida}(\text{resultados})}{\text{entradas}(\text{recursos usados})}$$

$$\text{Productividad} = \frac{133 \text{ pares}}{22 \text{ operarios} * 9 \text{ horas de trabajo al día}} = \frac{133}{198} = 0.67$$

$$\text{Productividad propuesta en la planta} = 0.67 \text{ pares por horas de trabajo}$$

### 3.2.15. Análisis de selección del modelo, por indicadores en Flexsim 2019

Tabla 58. Análisis de selección del modelo, según indicadores obtenidos Flexsim

Modelo	Tiempo Recorrido mensual	Beneficio	Costo	Beneficio	Productividad	Beneficio
	h	%	\$/hora	%	Pares/h. trabajo	%
Simulado Actual	190.65	0%	\$510.95	0%	0.63	0%
Simulado Propuesto	65.72	+65.53%	\$176.13	+65.53%	0.67	+0.06%

En la Tabla 58, se realiza un resumen del análisis de los indicadores que se obtuvieron de la simulación, demostrando que la alternativa propuesta muestra un beneficio de 65.53% en el tiempo de recorrido mensual de los operadores entre los procesos, permitiendo reducir un costo de \$334.82 al mes, mientras que la productividad tiene un aumento de 0.06%, es decir incrementa de 0.63 a 0.67 pares/hora de trabajo.

### **3.2.16. Aspectos legales de seguridad y salud laboral**

Para el rediseño de la planta de producción se tomaron varios aspectos de la seguridad y salud laboral en el trabajo.

#### **Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo (Decreto 2393).**

**Art. 14.** Comité de seguridad e higiene en el trabajo.

l. (Reformado por el Art. 5 del Decreto 4217) En todo centro de trabajo en que laboren más de quince trabajadores deberá organizarse un Comité de Seguridad e Higiene del Trabajo integrado en forma paritaria por tres representantes de los trabajadores y tres representantes de los empleadores.

**Art. 22.** Superficie y cubicación en los locales y puestos de trabajo.

Los centros de trabajo tendrán tres metros de altura del piso al techo como mínimo. Dos metros cuadrados de superficie por cada trabajador. Seis metros cúbicos de volumen para cada trabajador.

**Art. 33.** Puertas y salidas.

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

**Art. 74.** Separación de las máquinas.

l. La separación de las máquinas será la suficiente para que los operarios desarrollen su trabajo holgadamente y sin riesgo, y estará en función:

a) De la amplitud de movimientos de los operarios y de los propios elementos de la máquina necesarios para la ejecución del trabajo.

b) De la forma y volumen del material de alimentación, de los productos elaborados y del material de desecho.

c) De las necesidades de mantenimiento. En cualquier caso, la distancia mínima entre las partes fijas o móviles más salientes de máquinas independientes nunca será inferior a 800 milímetros.

**Art. 159.** Extintores móviles.

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

Se colocarán extintores adecuados junto a equipos o aparatos con especial riesgo de incendio, como transformadores, calderos, motores eléctricos y cuadros de maniobra y control.

**Art. 161.** Salidas de emergencia.

Las salidas de emergencia tendrán un ancho mínimo de 1,20 metros, debiendo estar siempre libres de obstáculos y debidamente señalizados.

**Art. 176.** Ropa de trabajo.

1. Siempre que el trabajo implique por sus características un determinado riesgo de accidente o enfermedad profesional, o sea marcadamente sucio, deberá utilizarse ropa de trabajo adecuada que será suministrada por el empresario.

**Art. 179.** Protección auditiva.

1. Cuando el nivel de ruido en un puesto o área de trabajo sobrepase el límite máximo de presión sonora de 85 decibeles, será obligatorio el uso de elementos individuales de protección auditiva.

**Art. 180.** Protección de vías respiratorias.

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

## **Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (real decreto 486/97)**

### **Material y locales de primeros auxilios.**

3. Todo lugar de trabajo deberá disponer, como mínimo, de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables.

5. Los lugares de trabajo con más de 50 trabajadores deben disponer de un local destinado para primeros auxilios. También deberán tener lo mismo aquellos lugares de trabajo con más de 25 trabajadores para los que así lo determine la autoridad laboral, teniendo en cuenta la peligrosidad de la actividad desarrollada.

### **Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo (NTP 434: superficies de trabajo seguras)**

Vías exclusivamente peatonales: las dimensiones mínimas de estas vías destinadas a peatones son de 1,20 metros para pasillos.

## **Señalización de seguridad y salud en el trabajo (real decreto 485/97)**

### **Requisitos de utilización**

Las señales se instalan preferiblemente a una altura y con una posición apropiada con relación al ángulo visual, para esto se tiene en cuenta posibles obstáculos, tales como la proximidad inmediata del riesgo, objeto que deba señalizarse o, cuando se trate de un riesgo general, en el acceso a la zona de riesgo.

### **Tipos de señales**

-Señales de prohibición: Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, borde y banda rojos.

-Señales de obligación: de forma redonda con pictograma blanco en fondo azul.

-Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios: Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco en fondo rojo.

-Señales de salvamento o socorro: de forma rectangular u cuadrada. Pictograma blanco en fondo verde.

### Norma estándar para la aplicación de colores de control de riesgos (NECC 2)

Líneas para la demarcación de suelo.

-**Color amarillo:** límites de áreas de trabajo (5 a 12 cm de ancho)

-**Color verde:** límites de áreas de almacenamiento (5 a 12 cm de ancho)

-**Color blanco:** límites de áreas de circulación (5 a 12 cm de ancho)

-**Color amarillo o negro:** Franjas de cruce peatonal

### 3.2.17. Cumplimiento de principios de distribución del modelo propuesto

Para poder evaluar los principios de distribución de planta en el modelo propuesto se realiza un checklist mediante la Tabla 55. Para lo cual las puntuaciones corresponden a (1= deficiente, 5= excelente).

**Tabla 59.** Checklist de cumplimiento de los principios de distribución de planta

		Actual	Propuesta
Integración en conjunto	Óptimo manejo de recursos por parte de los operarios en las actividades operarios.	4	4
	Se logra una utilización efectiva de la maquinaria	3	5
	Las actividades auxiliares se realizan con facilidad (mantenimiento)	4	4
	Existe señalización de delimitación de los procesos	4	5
Mínima distancia recorrida	La distancia entre operaciones es mínima	3	5
	Hay reducción de los transportes de los operarios entre procesos	3	5
Flujo de materiales	Existe distribución de las operaciones de manera secuencial	2	5
	Existe circulación clara y adecuada de material entre los procesos	4	4
Espacio cúbico	Utilización del espacio de forma eficiente tanto horizontal, como vertical	4	4
Satisfacción y seguridad	Ubicación de los procesos que generen seguridad a los operarios	4	4
Flexibilidad	Adecuada orden o distribución de la planta reduciendo costos y tiempos.	2	5
<b>Total</b>		<b>37</b>	<b>50</b>

El puntaje obtenido del modelo propuesto es de 50 puntos, lo cual indica que cumple de mejor manera con los principios de distribución de planta en comparación con la situación actual que tuvo una puntuación de 37. En donde se realizó este criterio de calificación de manera subjetiva, en base a los indicadores calculados mediante el análisis carga distancia y el modelado de la simulación en Flexsim.

### **3.2.18. Beneficios que aporta la propuesta de redistribución**

Al realizar la redistribución de las instalaciones se obtiene lo siguiente:

- Una adecuada reordenación de maquinaria, equipos u recursos utilizados dentro de las actividades del puesto de trabajo.
- Eficiencia en la utilización de la mano de obra.
- Una reducción en la congestión o retraso en cuanto al tiempo de fabricación.
- Reduce la distancia recorrida tanto del material como el personal.
- Permite un flujo de materiales entre los procesos en todos los modelos.
- Uso efectivo del requerimiento de espacio en el centro de trabajo.
- Mejora la calidad y condiciones en el puesto de trabajo.
- Permite incrementar la producción dentro de la planta.
- Mantiene la seguridad y salud de los trabajadores al realizar sus actividades.

### **3.2.19. Costo de implementación de la distribución de planta propuesta**

Al obtenerse una propuesta de distribución de planta flexible, se realiza el movimiento, de maquinaria, objetos, y material, de tal manera que al ser redistribuidas cada una de las operaciones, por el personal de la empresa de calzado GUSMAR no genera un costo adicional al proyecto.

### **3.2.20. Layout propuesto de redistribución de planta**

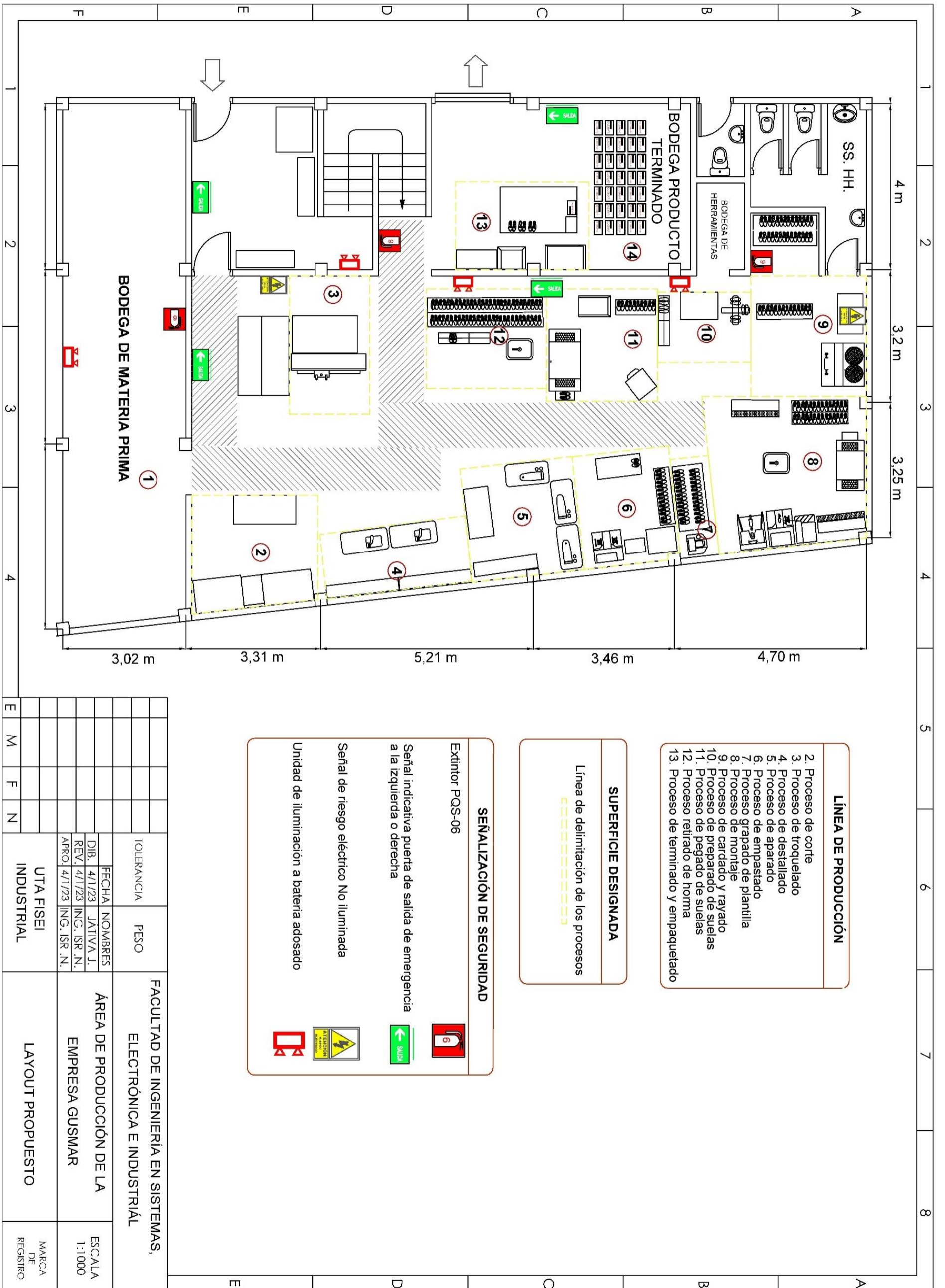


Figura 52. Layout propuesto de redistribución de planta en la empresa GUSMAR.

## **CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **4.1. Conclusiones**

-Tomando en cuenta la variedad de productos ofertados por la empresa, se realizó una clasificación ABC, determinando los productos con mayor demanda, en donde se obtuvo que, en el primer trimestre del año 2022 tres tipos de calzado fueron los más vendidos, todos modelos casuales para hombre. El primero es el calzado G-160 con un 31.99% de la demanda total, segundo producto es el calzado G-159 con un 24.85% y en tercer lugar el calzado G-336 con un 21.17% de la demanda total, mientras que en las demás categorías las ventas son de los restantes tipos de modelos entre casual, urbano y deportivo.

- En el proceso de fabricación de un par de zapatos, la empresa cuenta con 4 líneas de producción, una principal y 3 auxiliares, que consta de 13 procesos, en donde el modelo casual, cumple con cada uno de los 13 procesos con una demanda de 5893 pares de zapatos trimestral, el modelo urbano cumple con 12 de los 13 procesos menos de cardado y rayado ya que no se necesita pulir las rebabas de la planta del zapato y cuenta con una demanda de 1247 zapatos, y por último el modelo deportivo que atraviesa por 12 procesos ya que en el apartado la empresa envía a realizarlo en otro lugar al tener una demanda baja de 360 pares de zapatos en el primer trimestre del año 2022.

-Al determinar la capacidad actual de la planta de producción en cada uno de los procesos que intervienen en la fabricación de calzado de todos los modelos por medio de unidades equivalentes se denota que el proceso de montaje es el cuello de botella y delimita la producción diaria a 125 pares de zapatos, obteniendo una productividad total de 0.63 pares/hora de trabajo. Además, la empresa en el diagnóstico inicial no cumple con 5 de los 6 principios de distribución, causando que no exista una integración en conjunto de todos los elementos, para que estos funcionen como una unidad, y sin contar con aspectos de seguridad determinando que su distribución no es eficiente.



-Mediante el método de Guerchet, se obtuvo el requerimiento de espacio físico de las operaciones que es de 87.03 m<sup>2</sup> para los procesos, obteniendo un incremento del 9.53 m<sup>2</sup> respecto a la planta de producción actual, como el área total es de 119.39 m<sup>2</sup>, fue factible realizar una distribución de instalaciones, usando el método de Planeación Sistemática de la Distribución SLP generando dos alternativas, que permitieron obtener una menor distancia y flujo de material, y al evaluar las alternativas por el método de carga distancia se determinó que la alternativa 2 es la adecuada, permitiendo obtener una reducción de la distancia recorrida equivalente a 112.440 metros en una semana de trabajo, en relación a la situación actual.

-Con base en el análisis de los indicadores que se obtuvieron de la simulación, se demostró que la alternativa propuesta en comparación con el escenario actual, muestra un beneficio de 65.53% en el tiempo de recorrido mensual de los operadores entre los procesos, permitiendo reducir un costo de \$334.82 al mes, generando un incremento en la productividad de producción de 0.06%, es decir de 0.63 a 0.67 pares/hora de trabajo, por lo que es viable la implementación de la alternativa propuesta, sin generar un costo adicional al redistribuir las instalaciones de la planta de producción de calzado GUSMAR

## 4.2. Recomendaciones

- Para el levantamiento de información es necesario el uso de materiales, herramientas, técnicas y elementos de medición que permitan obtener los datos de la de la maquinaria, operarios, estudio de tiempos, y procesos.

-Es necesario señalar cada uno de los puestos de trabajo, para que los operarios puedan identificar el espacio asignado para las operaciones, para los pasillos, o flujo de material.

- Es necesario realizar un estudio de riesgos en la empresa de acuerdo con cada puesto de trabajo, para mantener la salud y seguridad de cada uno de trabajadores dentro del área de producción, dotando con equipos de protección según sea indispensable.

- Para mejorar la habilidad de los trabajadores, es necesario capacitarlos en el proceso según sus actividades para, estandarizar los procesos y obtener tiempos similares en los estudios.

-En el levantamiento de información se vio la necesidad de realizar un plan de emergencia y dar capacitación al personal por algún tipo de riesgos imprevistos dentro de la empresa, ya que la gerencia y los operarios desconocen sobre el tema.

- Esta investigación permite que se puedan realizar futuros estudios, investigaciones para aplicar lean Manufacturing, o herramientas de control de calidad según las nuevas necesidades dentro de la empresa.

-Es necesario tener personal auxiliar por ausencia los trabajadores de planta que por alguna razón no puedan laburar normalmente.

-En caso de un apagón se necesita tener una planta eléctrica en la planta de producción que abastezca la energía necesaria para la maquinaria.

-Se debe tener en cuenta el factor humano, si bien es cierto se puede aumentar la productividad al implementar este trabajo investigativo, pero necesario velar por la salud ocupacional de los trabajadores, por ende, se propone contratar nuevo personal en horarios rotativos que permitan un segundo turno en la planta que permita producir más de acuerdo con la demanda que se presente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

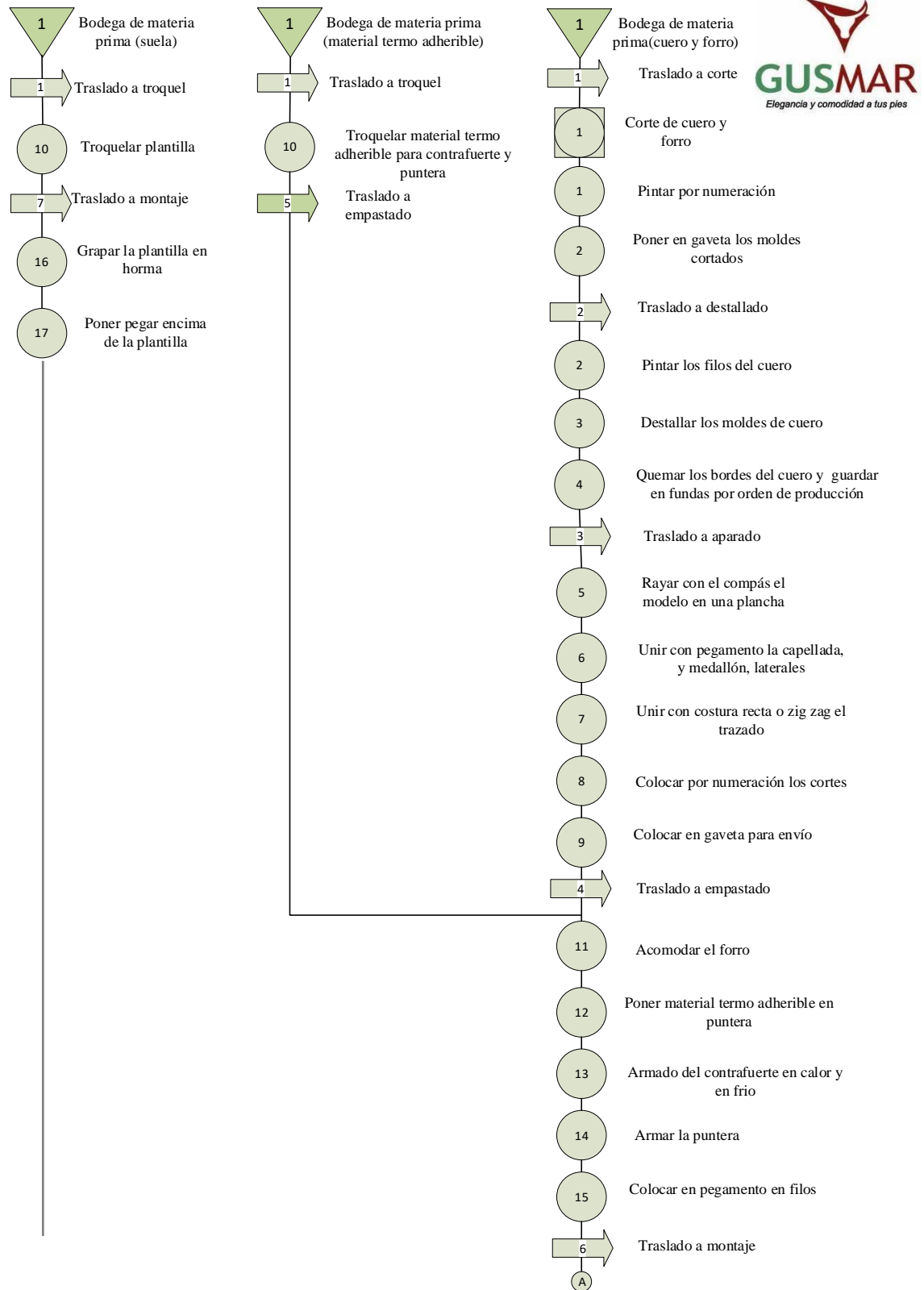
- [1] H. Paz-Orozco, J. Cañar-Truque, L. Adriana Plazas-Pemberthy, y H. Angulo-Sinisterra, «Propuesta para un diseño de distribución en planta en el área de separado para la empresa de alimentos cárnicos S.A.S, evaluada mediante una herramienta de simulación - Flexsim», *Publicaciones e Investigación*, vol. 12, n.º 2, pp. 83-93, jul. 2019, doi: 10.22490/25394088.2961.
- [2] S. R. Jiménez-Vargas, «Propuesta para la optimización del proceso productivo de calzado mediante la implementación de una línea de inyección de plantillas en la empresa Industria de Calzado Jovical S.A.», 2020.
- [3] Vargas Patricio, «La industria del calzado crece con la protección estatal - El Comercio», *Publicación revista elcomercio*, 2020. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/industria-del-calzado-crece-proteccion.html>
- [4] Sánchez Ana María, «Industria manufacturera calzado y afines», *Artículo fca.uta.edu.ec exportaciones de calzado*, vol. 02, pp. 02-04, jun. 2019,
- [5] Espinoza Patricia-Loor María, «Fortalecimiento de la industria del calzado de cuero en Guayaquil», *Revista observatorio de la economía latinoamericana, Ecuador*. 11 de julio de 2018. <https://www.eumed.net/coursecon/ecolat/ec/2017/industria-calzado-guayaquil.html>
- [6] Mayorga Sandro, «Tungurahua abarca el 44% de producción en calzado ecuatoriano – Cámara de Industrias de Tungurahua», *Artículo de la CIT.*, 7 de marzo de 2018. <https://camaradeindustriasdetungurahua.wordpress.com/2016/03/07/tungurahua-abarca-el-44-de-produccion-en-calzado-ecuatoriano/>
- [7] Moreta Modesto, «Comercio y calzado mueven a Tungurahua - El Comercio», *Revista elcomercio*, 2018. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/comercio-calzado-mueven-tungurahua.html>
- [8] Aguilar Gabriela, «Demanda de calzado nacional crece frente a producto importado - Comunidad todo comercio exterior, Ecuador», *Revista todo comercio exterior*, 23 de junio de 2020. <https://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/demanda-de-calzado-nacional-crece-frente-a-producto-importado#>
- [9] M. K. Benítez Gaibor *et al.*, «Análisis de la estructura de mercado de las sociedades de la cadena productiva de calzado en Ecuador», 2020. doi: 10.24275/ETYPUAM/NE/522020/BENITEZ.
- [10] Oviedo P, «Caltu se proyecta fortalecer al gremio - El Heraldito», *Revista elheraldo*, 29 de diciembre de 2021. <https://www.elheraldo.com.ec/%EF%BB%BFcaltu-se-proyecta-fortalecer-al-gremio/>
- [11] L. García, «Redistribución de planta en la empresa ZAYMA S.A.C», Tesis pregrado, Universidad Nacional de Callao, Lima, Perú, 2020.
- [12] E. Mendez, «Estudio de localización y distribución de planta para una maquiladora», Tesis Pregrado, Naufilas, 2019.

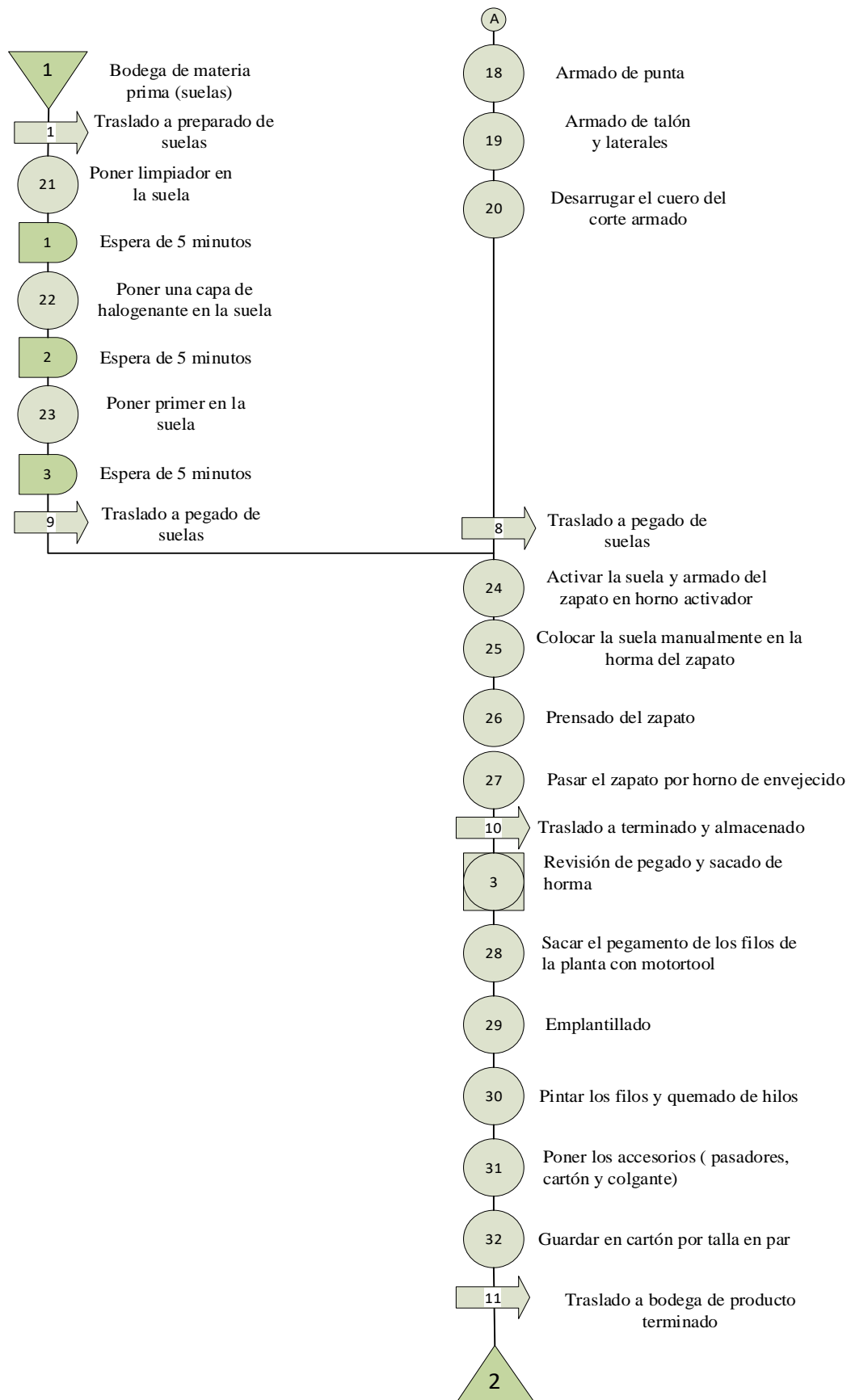
- [13] E. S. Lascano Martínez, «Distribución de planta en la empresa Carrocerías Pérez», Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2019.
- [14] Rau José, «Rediseño de distribución de planta de las instalaciones de una empresa que comercializa equipos de bombeo para agua de procesos y residuales», Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica, 2019.
- [15] M. B. Chérrez Cevallos, «Rediseño del calzado industrial S13 utilizando el patronaje Strobel en la empresa Buffalo Industrial.», 2021.
- [16] C. S. Guerra Miranda, «Propuesta de rediseño en el proceso de manufactura para la fabricación de cofres mortuorios en la empresa Maseb», 2022.
- [17] Salazar Bryan, «¿Qué es el diseño y distribución en planta?» Ingeniería Industrial Online», *Distribución de planta y optimización de espacio*, 29 de mayo de 2020. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disen-y-distribucion-en-planta/que-es-el-diseno-distribucion-en-planta/>
- [18] R. Muther, *Distribución en Planta*, 2da edición. España.
- [19] Salas Julio, «Tipos básicos de distribución de planta», *Artículo: formatos básicos de la distribución de planta*. [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v01\\_n2/tipos.htm](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v01_n2/tipos.htm)
- [20] J. A. López Ramos, «Redistribución física de la planta de Foamy EVA en la Empresa Plasticaucho Industrial S. A.», Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021.
- [21] B. Chase y R. Jacobs, *Administración de operaciones, producción y cadena de suministro*, 13a ed. Mexico D.F., 2014.
- [22] O. F. Calapiña Caguana, «Distribución de instalaciones en la Planta de Producción de la Empresa Tenería San José Cía. Ltda.», tesis de pregrado, 2020.
- [23] V. Torres, S. J. R. Cruz, S. M. L. Rodríguez, y J. D. O. Galaviz, «Balanceo de línea», *Artículo de semana académica*, vol. 1, n.º 1, pp. 01-02, dic. 2021,
- [24] L. H. Morris Molina y L. H. Morris Molina, «Entre Ingeniería, Tecnología y Productividad», *Entre Ciencia e Ingeniería*, vol. 14, n.º 28, pp. 7-9, dic. 2020, doi: 10.31908/19098367.1849.
- [25] M. J. Huila Quiñónez, «Estudio de tiempos y movimientos para mejorar el proceso de producción de perfiles de acero en la Empresa Ferrotorre S.A.», 2019.
- [26] A. B. Domínguez Echeverría, «Aplicación de la metodología SMED en los procesos de conformado de la Empresa ECUAMATRIZ Cía. Ltda.», tesis de pregrado, 2020.
- [27] M. Doiro Sancho, «Introducción estudio del trabajo», *Estudio del trabajo*, 2020. [http://mdoiro.webs.uvigo.es/principal\\_archivos/DPGSPL/TEMA4b.pdf](http://mdoiro.webs.uvigo.es/principal_archivos/DPGSPL/TEMA4b.pdf)
- [28] R. Sanchis Gisbert, «Diagramación de Procesos», may 2020. <https://riunet.upv.es/handle/10251/144115>
- [29] D. I. Ilvis Pilla, «Gestión por procesos en la microempresa de cerveza artesanal montalvina», Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020.

- [30] S. Camila, L. Ramos, A. Marcos, y G. Baca López, «Simulación del proceso de fabricación de calzado de una empresa para incrementar su productividad», tesis pregrado, Universidad Católica USAT, 2021.
- [31] Díaz Bertha y Noriega Teresa, *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*, Universidad de Lima. Lima, 2017.
- [32] J. P. García Sabater, «Distribución en Planta. Nota Técnica», Universidad Politécnica de València, oct. 2020.
- [33] García Eduardo, García Heriberto, y Cárdenas Leopoldo, *Simulación y análisis de sistemas con ProModel*, Primera, 2006., vol. Primero. México 2006, 2006.

## ANEXOS

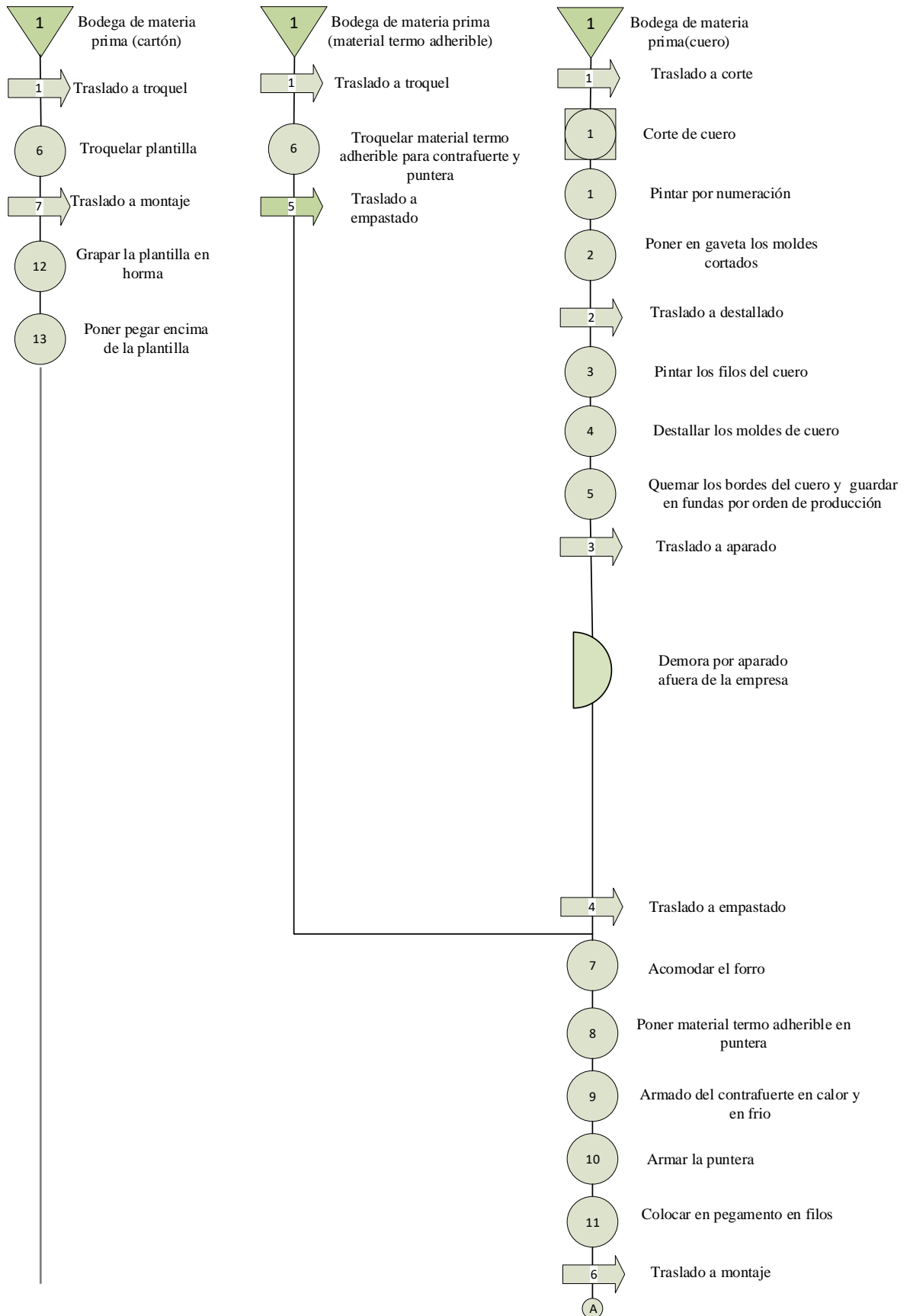
### 4.3. Anexo 1. Diagrama de ensamble modelo urbano



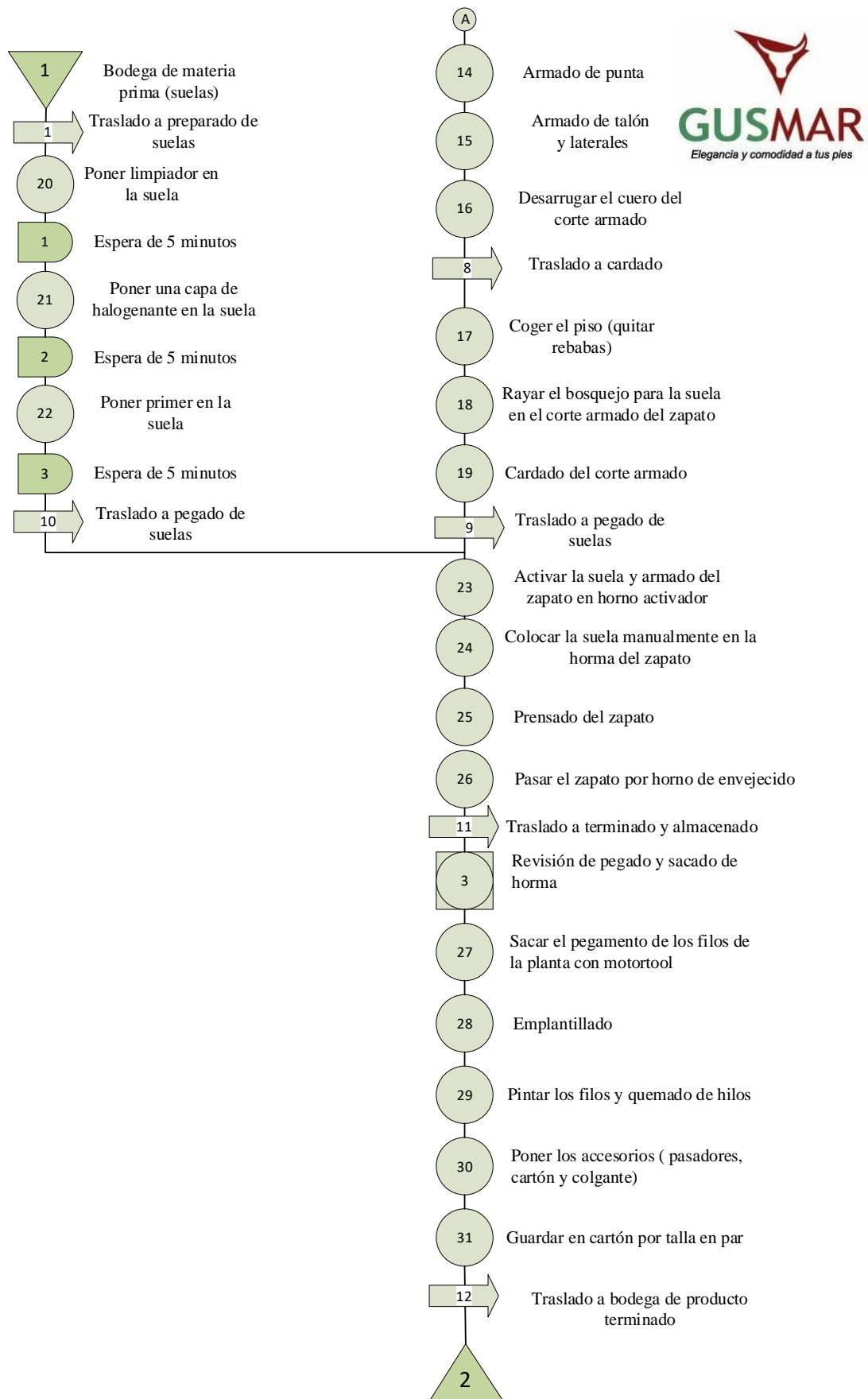


Anexo 1. Diagrama de ensamble modelo urbano (continuación)

#### 4.4. Anexo 2. Diagrama de ensamble modelo deportivo








#### 4.5. Anexo 3. Valores (cálculo de suplemento)

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

#### 4.6. Anexo 4. Entrevista al gerente

	<b>EMPRESA DE CALZADO GUSMAR</b> <b>ENCUESTA DE DISTRIBUCIÓN DE PLANTA</b>		<b>Código:</b>	001
			<b>Fecha de Elaboración:</b>	12/11/2022
			<b>Última Aprobación:</b>	12/11/2022
			<b>Edición:</b>	1
<b>Elaborado por:</b>		<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>	
José Paúl Játiva		Ing. Israel Naranjo	Ing. Israel Naranjo	
<b>Nombre:</b>				
<b>Puesto en la empresa</b>				
<p>Lea toda la pregunta y responda de acuerdo con la realidad actual que se aproxime dentro de la empresa</p>				
<p><b><u>Entrevista</u></b></p>				
<p>1. ¿Cree usted que el diseño de las instalaciones se encuentra establecido de tal modo que los operadores puedan realizar su trabajo en forma segura?</p> <p>-----</p> <p>-----</p>				
<p>2. ¿En los últimos años, se han registrado accidentes laborales de algún o algunos trabajadores en la realización de sus actividades?</p> <p>-----</p> <p>-----</p>				
<p>3. ¿Piensa que actualmente dentro de la empresa de calzado GUSMAR existe una distribución de planta que sea adecuada para la producción?</p> <p>-----</p> <p>-----</p> <p>-----</p>				
<p>4. ¿El área de cada uno de los puestos de trabajo cuenta con el espacio suficiente para realizar sus actividades?</p> <p>-----</p> <p>-----</p>				
<p>5. ¿Cree usted que entre las áreas de trabajo establecidas tienen el espacio suficiente para poder transitar sin problema dentro de la planta?</p> <p>-----</p> <p>-----</p>				
<p>6. ¿Piensa usted que si hubiera un acomodo diferente de las áreas de trabajo beneficiaría a la rapidez del trabajo?</p>				

7. ¿Existe extintores, señalizaciones, y un equipo de primeros auxilios que se encuentren ubicados de manera estratégica dentro de la planta?

8. Las herramientas, equipos, materiales, maquinaria, ¿se encuentran cuentan con un espacio propio para la realización de las actividades sin que afecte en la línea producción?

#### 4.7. Anexo 5. Cursograma analítico de calzado urbano




















Tabla 60 Cursograma analítico calzado urbano

Cursograma analítico		Operario/Material/Equipo							
Diagrama	02	Resumen							
Proceso	Producción de calzado método actual	Actividad	Actual		Propuesto				
Método	Actual		Cant	Tiempo	Cant	Tiempo			
Producto	Modelo urbano	Operación	●	20	42.9				
Elaborado	José Játiva	Combinada	□	1	1.9				
Aprobado	Ing. Israel Naranjo	Inspección	■	0	0.0				
Fecha	23/11/2022	Transporte	➔	14	2.6				
Observación: El tamaño de lote bajo estudio es 1 par de zapatos		Espera	◐	3	6.0				
		Almacén	▼	4	0				
		Distancia (m)		135.80					
		Tiempo (min)		53.49					
Descripción	Cantidad [par]	Distancia [m]	Tiempo [min]	Simbología					
Bodega de materia prima (cuero)	1		0.00	●	□	■	➔	◐	▼
Traslado hacia corte	1	6.00	0.10				➔		
Inspección de bandas y corte de cuero y forros	1		1.92		□				
Pintar la numeración de los cortes y poner en gaveta	1		0.26	●					





### Cursograma analítico de calzado deportivo

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN "CALZADO GUSMAR"								
Cursograma analítico			Operario/Material/Equipo							
Diagrama	03	Resumen								
Proceso	Producción de calzado método actual	Actividad	Actual		Propuesto					
			Cant	Tiempo	Cant	Tiempo				
Método	Actual	Operación		19	31.1					
Producto	Modelo deportivo	Combinada		2	3.2					
Elaborado	José Játiva	Inspección		0	0.0					
Aprobado	Ing. Israel Naranjo	Transporte		15	3.2					
Fecha	23/11/2022	Espera		3	6.0					
		Almacén		4	0					
Observación: El tamaño de lote bajo estudio es 1 par de zapatos		Distancia (m)		83.6						
		Tiempo (min)		43.47						
Descripción	Cantidad [par]	Distancia	Tiempo	Simbología						
		[m]	[min]							
Bodega de materia prima (cuero)	1		0.00							
Traslado hacia corte	1	6.00	0.10							
Inspección de bandas y corte de cuero y forros	1		2.14							
Pintar la numeración de los cortes y poner en gaveta	1		0.22							
Traslado hacia destallado	1	2.50	0.07							
Pintar los fillos del cuero y destallarlos	1		1.43							
Quemar bordes de cuero y guardar en fundas según orden de producción	1		0.148							
Traslado hacia aparado	-	-	-							
Aparado de la capellada y enumerar cortes	-	-	-							
Aparado del medallón y laterales del corte.	-	-	-							
Traslado a empastado	1	5.3	0.67							





Reactivar el corte y la suela y poner en la horma	1		1.15	○						
Prensar el zapato y colocar en el horno Shiller	1		5.05	○						
Traslado a retirar la horma	1	2.04	0.05							
Retirar la horma del zapato	1		1.33	○						
Traslado a terminado	1	2.90	0.06							
Retirar pegas y emplantillar	1		0.86	○						
Quemar hilos, pintar las fallas	1		1.30	○						
Colocar accesorios y empaquetar	1		2.91	○						
Traslado a bodega de terminado	1	8.15	0.20							
Almacenamiento en bodega	1		0.00							▼
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>83.60</b>	<b>43.47</b>	<b>19</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	

#### 4.8. Anexo 6. Diagrama recorrido del modelo urbano y deportivo

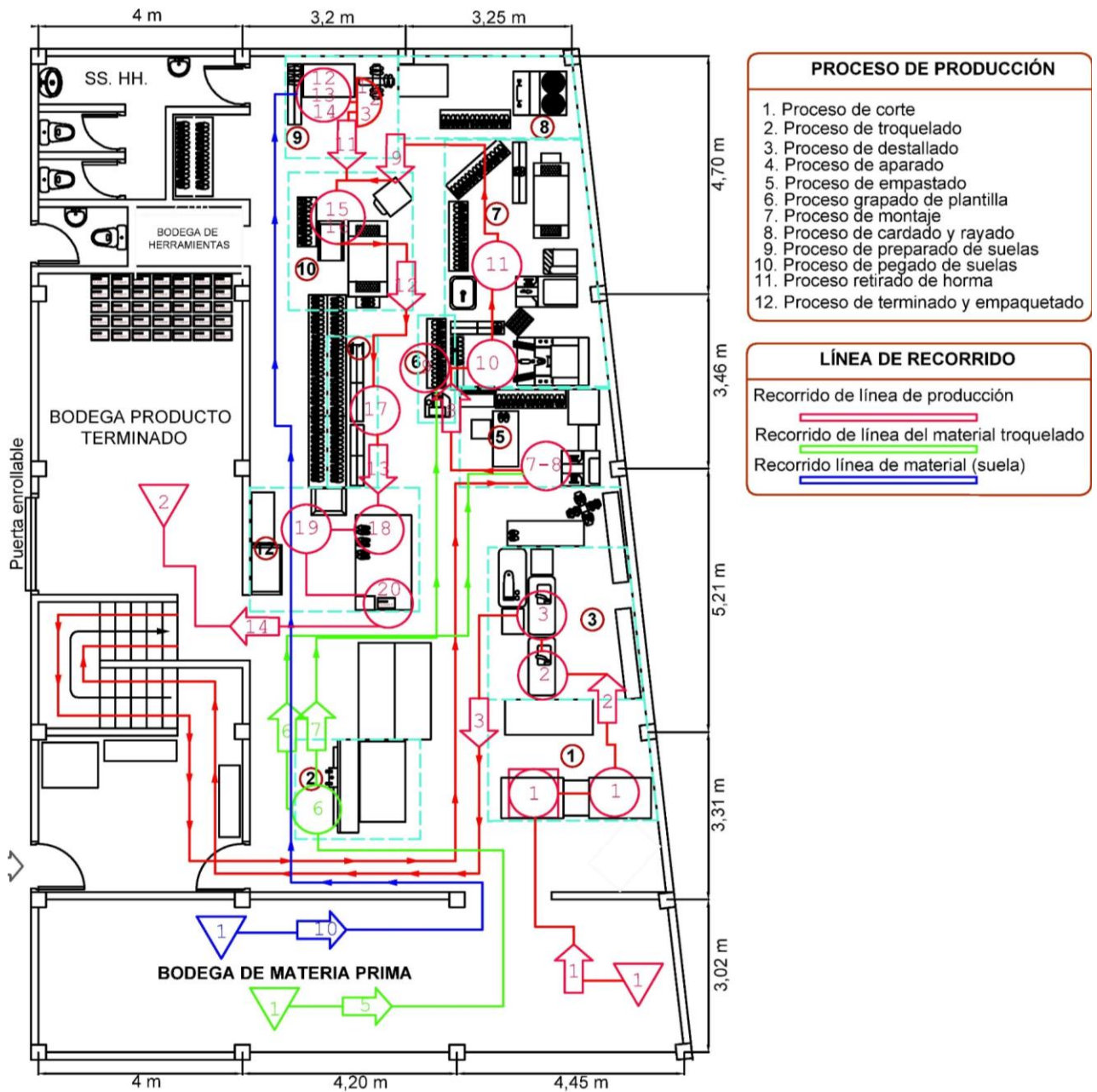


Figura 53. Diagrama de recorrido actual modelo urbano.

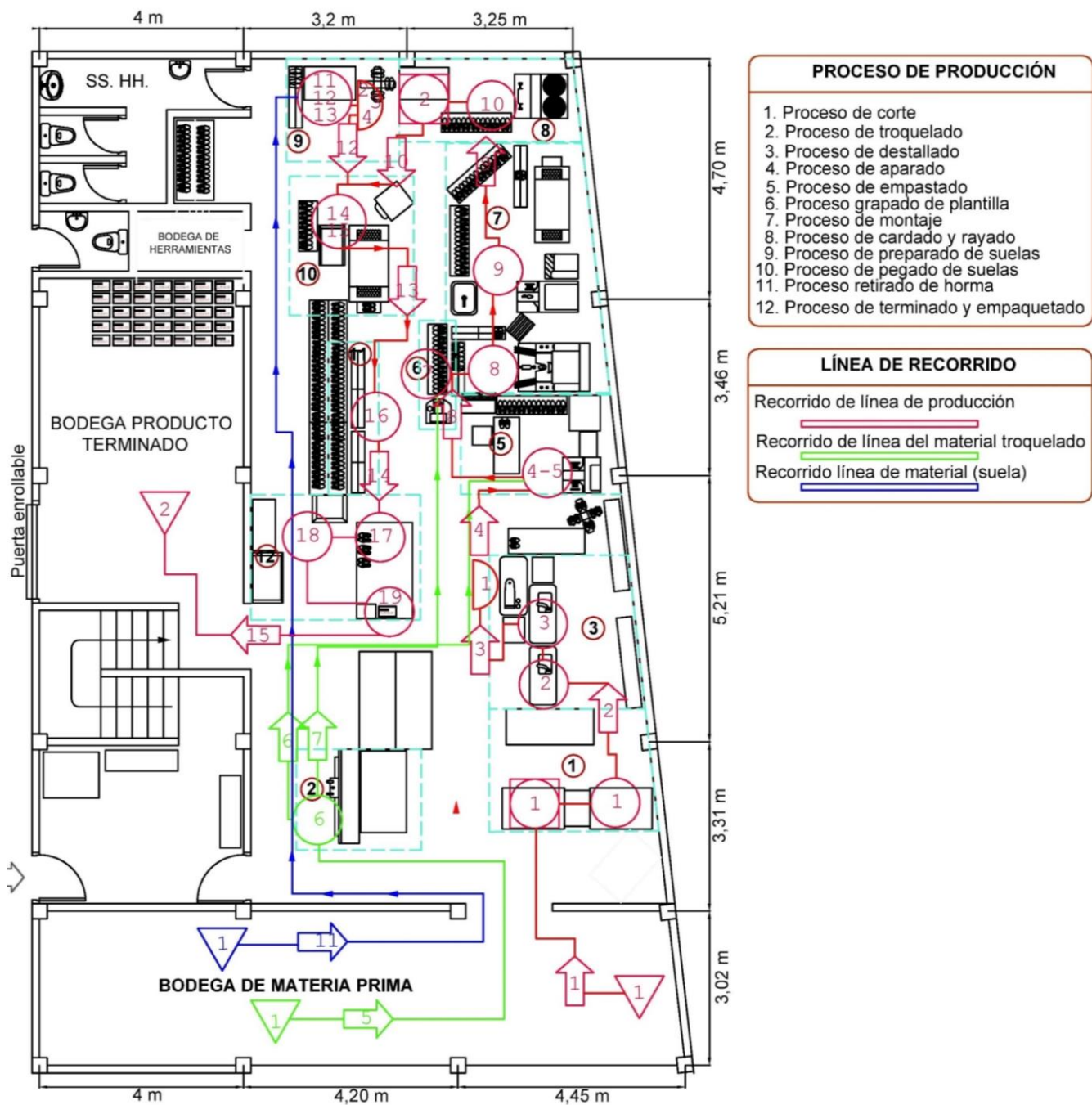


Figura 54. Diagrama de recorrido actual modelo deportivo.

#### 4.9. Anexo 7. Estudio de tiempos y descripción de las actividades.

##### Operación 1. Corte de cuero y forros

Tabla 61 Actividades del proceso de corte de cuero y forros



Descripción de las actividades	
<b>Operación</b>	Corte de cuero y forros
<b>Maquinaria</b>	-
<b>herramienta</b>	Mesa de corte, tijeras, moldes
<b>material</b>	Cuero y forro para calzado
<b>producto</b>	Cortes de cuero y forro
<b>Designación actividades</b>	<b>Descripción</b>
1	Revisar las bandas de cuero y el forro
2	Cortar el forro
3	Cortar el cuero
4	Pintar la numeración
5	Poner en gaveta
<b>Nota:</b> Para un tiempo de ciclo de 2,00– 5,00 el número de observaciones es de 15 según la Tabla de General. Electric.	

Tabla 62 Estudio de tiempos en corte de cuero y forros

Estudio de tiempos																			
Actividad		Corte de cuero y forros																	
Unidad de tiempo		minutos																	
Producto terminado		1 pares																	
Estudio de tiempos para 1 par de zapatos																			
Actividad	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	Σ	TM		TN
Revisar las bandas	0.030	0.032	0.028	0.033	0.032	0.028	0.030	0.035	0.033	0.032	0.028	0.035	0.032	0.033	0.032	0.47	0.03	100%	0.03
Cortar el forro	0.700	0.697	0.705	0.698	0.708	0.705	0.707	0.698	0.717	0.710	0.712	0.705	0.697	0.710	0.713	10.58	0.71	100%	0.71
Cortar el cuero	1.143	1.152	1.145	1.140	1.137	1.148	1.150	1.132	1.153	1.145	1.148	1.155	1.152	1.145	1.148	17.19	1.15	100%	1.15
Pintar la numeración	0.170	0.168	0.177	0.172	0.173	0.182	0.170	0.175	0.177	0.172	0.173	0.180	0.182	0.183	0.178	2.63	0.18	100%	0.18
Poner en gaveta	0.035	0.037	0.040	0.038	0.040	0.043	0.035	0.045	0.042	0.040	0.043	0.038	0.042	0.045	0.045	0.61	0.04	100%	0.04
Tiempos	<b>En Maquina</b>																		0.00
	<b>Manual</b>																		2.10
	<b>Básico</b>																		2.10
<b>Nota:</b> TP: tiempo promedio, V valoración, TB tiempo basico por actividad.(TN=FD*TM).																			

## Operación 2. Proceso de troquelado

Tabla 63 Actividades del proceso de troquelado



Descripción de las actividades	
<b>Operación</b>	Troquelar la plantilla, contrafuerte y puntera
<b>Maquinaria</b>	Troquel
<b>herramienta</b>	Troquel, molde de plantilla para troquel
<b>material</b>	plantilla, contrafuerte y puntera
<b>producto</b>	Cortes de plantilla, contrafuerte y puntera
Designación de actividades	Descripción
1	Colocar en troquel la plantilla, contrafuerte y puntera
2	Corte de plantilla
3	Corte de contrafuerte y puntera
4	Acomodar cortes
<p><b>Nota:</b> Para un tiempo de ciclo de 1;00-2,00 el número de observaciones es de 30 según la Tabla de General. Electric.</p>	

Tabla 64 Estudio de tiempos del proceso de troquelado

Estudio de tiempos																																		
Actividad		Troquelar la plantilla, contrafuerte y puntera																																
Unidad de tiempo		minutos																																
Estudio de tiempos para 1 par de zapatos																																		
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	Σ	TM	FD	TN
Colocar en troquel	0.28	0.24	0.23	0.24	0.31	0.28	0.23	0.20	0.19	0.28	0.26	0.29	0.26	0.33	0.31	0.26	0.23	0.24	0.21	0.26	0.28	0.28	0.29	0.26	0.24	0.23	0.24	0.25	0.26	0.28	7.69	0.26	100%	0.26
Corte de plantilla	0.15	0.15	0.14	0.16	0.20	0.14	0.15	0.12	0.14	0.15	0.16	0.14	0.16	0.15	0.18	0.11	0.10	0.13	0.15	0.18	0.11	0.10	0.09	0.20	0.15	0.16	0.18	0.19	0.14	0.15	4.41	0.15	100%	0.15
Corte de contrafuerte y puntera	0.41	0.40	0.38	0.36	0.40	0.40	0.41	0.44	0.45	0.48	0.46	0.48	0.36	0.41	0.44	0.45	0.49	0.41	0.40	0.45	0.48	0.44	0.44	0.49	0.44	0.40	0.41	0.46	0.48	12.95	0.43	100%	0.43	
Acomodar cortes	0.74	0.81	0.79	0.80	0.76	0.83	0.79	0.85	0.79	0.83	0.81	0.80	0.78	0.76	0.74	0.70	0.71	0.79	0.78	0.73	0.80	0.81	0.80	0.76	0.79	0.74	0.76	0.73	0.78	0.81	23.34	0.78	100%	0.78
Tiempo En Maquina																														0.58				
Tiempo Manual																														1.03				
Tiempo Básico																														1.61				
<p><b>Nota:</b> TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo basico por actividad.(TN=FD*TM).</p>																																		

### Operación 3. Proceso de destallado

Tabla 65 Actividades del proceso de destallado



Descripción de las actividades	
<b>Operación</b>	Destallar el cuero y quemar bordes
<b>Maquinaria</b>	Máquina de destallado,
<b>herramienta</b>	mechero
<b>material</b>	Cuero cortado
<b>producto</b>	Cortes desbastados de cuero
Designación actividades	Descripción
1	Pintar los filos del cuero
2	Desbastar en máquina de destallado de cuero
3	Quemar los bordes con mechero
4	Guardar en fundas según la orden de producción
<p><b>Nota:</b> Para un tiempo de ciclo de 1;00-2,00 el número de observaciones es de 30 según la Tabla de General. Electric.</p>	




Tabla 66 Estudio de tiempos del proceso de destallado

Estudio de tiempos																																		
Actividad		Destallado del cuero																																
Unidad de tiempo		minutos																																
		Estudio de tiempos para 1 par de zapatos																																
Actividad	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14	t15	t16	t17	t18	t19	t20	t21	t22	t23	t24	t25	t26	t27	t28	t29	t30	Σ	TM	FD	TN
Pintar los filos del cuero	0.805	0.810	0.815	0.803	0.810	0.812	0.805	0.808	0.810	0.815	0.820	0.810	0.807	0.812	0.810	0.800	0.805	0.820	0.810	0.812	0.808	0.820	0.815	0.812	0.820	0.808	0.805	0.815	0.820	0.817	24.34	0.81	100%	0.81
Debastar en maquina de destallado de cuero	0.680	0.677	0.677	0.670	0.677	0.670	0.668	0.650	0.660	0.687	0.693	0.663	0.667	0.682	0.683	0.673	0.680	0.682	0.683	0.687	0.665	0.678	0.675	0.682	0.680	0.683	0.665	0.683	0.678	0.675	20.27	0.68	100%	0.68
quemar los bordes con mechero	0.063	0.065	0.060	0.068	0.065	0.067	0.065	0.068	0.068	0.067	0.066	0.065	0.063	0.065	0.068	0.063	0.068	0.063	0.067	0.068	0.065	0.063	0.065	0.063	0.068	0.068	0.065	0.063	0.067	0.063	1.97	0.07	100%	0.07
Guardar en fundas según la orden de producción	0.085	0.092	0.087	0.094	0.096	0.090	0.095	0.099	0.084	0.092	0.092	0.094	0.092	0.087	0.100	0.092	0.094	0.084	0.094	0.086	0.090	0.092	0.093	0.092	0.087	0.098	0.088	0.092	0.097	0.091	2.75	0.09	100%	0.09
Tiempos	<b>En Maquina</b>																											0.68						
	<b>Manual</b>																											0.97						
	<b>Básico</b>																											1.64						


**Nota:** TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo basico por actividad.(TN=FD\*TM).

#### Operación 4. Aparado de capellada

**Tabla 67** Actividades que se realizan en el aparado de capellada


Descripción de las actividades	
<b>Operación</b>	Aparado de capellada
<b>Maquinaria</b>	2 máquinas de posta recta, máquina de coser en zig zag
<b>herramienta</b>	Tijeras, pegamento, Tabla para rayado de compás
<b>material</b>	Cortes destallados de cuero (capellada, talones)
<b>producto</b>	Cortes aparados de capellada
Designación actividades	Descripción
1	Rayar con el compás
2	Pegado de capellada con pegamento
3	Aparado de la capellada
4	Recorte de hilos sobrantes
5	2do aparado de recortes en máquina de posta recta
6	Pegado y secado de los cortes
7	Colocar numeración de los cortes
<p><b>Nota:</b> Para un tiempo de ciclo de 5,00– 10,00 el número de observaciones es de 10 según la Tabla de General. Electric.</p>	

**Tabla 68** Estudio de tiempos del proceso de aparado de capellada

<b>Estudio de tiempos</b>														
<b>Actividad</b>	Aparado de capellada													
<b>Unidad de tiempo</b>	minutos													
<b>Estudio de tiempos para 1 par de zapatos</b>														
<b>Actividad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>Σ</b>	<b>TM</b>	<b>FD</b>	<b>TN</b>
Rayar con el compás	0.30	0.26	0.25	0.26	0.34	0.30	0.25	0.23	0.21	0.30	2.70	0.27	100%	0.27
Pegado de capellada	1.85	1.85	1.84	1.86	1.90	1.84	1.80	1.81	1.84	1.85	18.44	1.84	100%	1.84
Aparado de la capellada	0.41	0.40	0.38	0.36	0.40	0.40	0.41	0.44	0.45	0.48	4.13	0.41	100%	0.41
Recorte de hilos sobrantes	0.44	0.51	0.49	0.50	0.46	0.53	0.49	0.55	0.49	0.53	4.98	0.50	100%	0.50
2do aparado del corte en máquina recta	1.43	1.39	1.38	1.39	1.46	1.43	1.38	1.35	1.34	1.43	13.95	1.40	100%	1.40
Pegado y secado de los cortes	2.63	2.63	2.61	2.64	2.68	2.61	2.58	2.59	2.61	2.63	26.19	2.62	100%	2.62
Colocar numeración de los cortes	0.61	0.69	0.66	0.68	0.64	0.70	0.66	0.73	0.66	0.70	6.73	0.67	100%	0.67
<b>Tiempo En Maquina</b>														<b>3.03</b>
<b>Tiempo Manual</b>														<b>4.68</b>
<b>Tiempo Básico</b>														<b>7.71</b>
<b>Nota:</b> TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo basico por actividad.(TN=FD*TM).														

**Operación 5.** Aparado de medallón y laterales


**Tabla 69** Actividades del proceso de aparado de medallón y laterales

<b>Descripción de las actividades</b>														
<b>Operación</b>	Aparado de medallón y laterales													
<b>Maquinaria</b>	1 máquinas de posta recta													
<b>herramienta</b>	Tijeras, pegamento, Tabla para rayado de compás, hilos													
<b>material</b>	Cortes destallados de cuero (medallón, laterales)													
<b>producto</b>	Cortes aparados de medallón, laterales, aparados de corte capellada.													
<b>Designación actividades</b>	<b>Descripción</b>													

1	Rayar con el compás
2	Ensamblar al compás los cortes con pegamento
3	Recorte de hilos sobrantes
4	Inspección visual
5	Aparar el medallón y laterales
6	Recorte de hilos sobrantes
7	Inspección visual

**Nota:** Para un tiempo de ciclo de 5,00– 10,00 el número de observaciones es de 10 según la Tabla de General. Electric.

**Tabla 70.** Estudio de tiempos del proceso de aparado de medallón y laterales

<b>Estudio de tiempos</b>														
<b>Actividad</b>		Aparado de medallón y laterales												
<b>Unidad de tiempo</b>		minutos												
<b>Estudio de tiempos para 1 par de zapatos</b>														
<b>Actividad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>Σ</b>	<b>TM</b>	<b>FD</b>	<b>TN</b>
Rayar con el compás	0.60	0.54	0.63	0.54	0.61	0.58	0.63	0.61	0.52	0.58	5.83	0.58	100%	0.58
Ensamblar al compás los cortes con pegamento	0.53	0.53	0.51	0.54	0.58	0.51	0.48	0.49	0.51	0.53	5.19	0.52	100%	0.52
Recorte de hilos sobrantes	0.54	0.53	0.50	0.49	0.53	0.53	0.54	0.56	0.58	0.60	5.38	0.54	100%	0.54
Inspeccion visual	0.47	0.51	0.52	0.50	0.48	0.53	0.49	0.52	0.57	0.53	5.11	0.51	100%	0.51
Aparar el medallón y laterales	1.79	1.78	1.75	1.74	1.78	1.78	1.79	1.81	1.83	1.85	17.88	1.79	100%	1.79
Recorte de hilos sobrantes	0.48	0.55	0.53	0.54	0.50	0.56	0.53	0.59	0.53	0.56	5.35	0.54	100%	0.54
Inspeccion visual	0.53	0.51	0.52	0.68	0.52	0.51	0.56	0.53	0.50	0.56	5.42	0.54	100%	0.54
<b>Tiempo En Maquina</b>														
<b>Tiempo Manual</b>														
<b>Tiempo Básico</b>														

**Nota:** TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo basico por actividad.(TN=FD\*TM).

## Operación 6. Proceso de empastado

**Tabla 71** Actividades del proceso de empastado



Descripción de las actividades	
<b>Operación</b>	Proceso de empastado
<b>Maquinaria</b>	Máquina puntera, máquina de látex, máquina de armado de contrafuerte
<b>herramienta</b>	Estanterías, mesa de estampado
<b>material</b>	Pasadores, cortes de aparado, pegamento.
<b>producto</b>	Cortes armados empastados
Designación actividades	Descripción
1	Acomodar el forro
2	Poner material termo adherible
3	Colocar el corte en la máquina para armar contrafuerte (calor)
4	Reactivación del contrafuerte (11s)
5	Colocar el corte en la máquina para armar contrafuerte (frio)
6	Enfrió del contrafuerte (11s)
7	Armar la puntera en máquina
8	Poner látex en el par de cortes
9	Agujerear corte par ojales
10	Colocar pasadores
11	Poner pega en filo de zapato
12	Colocar en estantería
<p><b>Nota:</b> Para un tiempo de ciclo de 2,00– 5,00 el número de observaciones es de 15 según la Tabla de General. Electric.</p>	


Tabla 72 Estudio de tiempos del proceso de empastado

Estudio de tiempos																			
Actividad										Proceso de estampado									
Unidad de tiempo										minutos									
Estudio de tiempos para 1 par de zapatos																			
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	Σ	TM	FD	TN
Acomodar el forro	0.065	0.063	0.062	0.065	0.065	0.063	0.063	0.065	0.060	0.063	0.062	0.065	0.065	0.063	0.063	0.95	0.06	100%	0.06
Poner material termoadherible	0.050	0.052	0.050	0.048	0.052	0.047	0.050	0.052	0.050	0.048	0.050	0.048	0.052	0.047	0.050	0.75	0.05	100%	0.05
Colocar el corte en la maq. para armar contrafuerte (calor)	0.037	0.035	0.035	0.038	0.033	0.037	0.035	0.043	0.038	0.037	0.035	0.038	0.033	0.037	0.035	0.55	0.04	100%	0.04
Reactivación del contrafuerte (11s)	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	2.75	0.18	100%	0.18
Colocar el corte en la maq. para armar contrafuerte (frio)	0.040	0.037	0.035	0.037	0.035	0.037	0.040	0.038	0.037	0.033	0.035	0.037	0.035	0.043	0.038	0.56	0.04	100%	0.04
Enfriamiento del contrafuerte (11s)	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	0.183	2.75	0.18	100%	0.18
Armar la puntera en maq	0.100	0.102	0.102	0.098	0.102	0.103	0.098	0.102	0.102	0.100	0.102	0.098	0.102	0.103	0.098	1.51	0.10	100%	0.10
Poner latex en el par de cortes	0.135	0.137	0.132	0.135	0.133	0.137	0.133	0.135	0.137	0.132	0.135	0.137	0.132	0.135	0.133	2.02	0.13	100%	0.13
Agujerear corte par ojajillos	0.733	0.735	0.720	0.725	0.723	0.733	0.735	0.730	0.727	0.733	0.720	0.725	0.723	0.733	0.727	10.92	0.73	100%	0.73
Colocar pasadores	0.533	0.532	0.537	0.528	0.532	0.535	0.533	0.530	0.525	0.527	0.537	0.528	0.532	0.535	0.533	7.98	0.53	100%	0.53
Poner pega en filo de zapato	0.165	0.162	0.183	0.175	0.177	0.178	0.163	0.175	0.162	0.170	0.162	0.183	0.175	0.173	0.165	2.57	0.17	100%	0.17
Colocar en estanteria	0.037	0.040	0.037	0.038	0.035	0.037	0.035	0.043	0.038	0.037	0.037	0.033	0.035	0.037	0.035	0.55	0.04	100%	0.04
Tiempo En Maquina																			0.60
Tiempo Manual																			1.65
Tiempo Básico																			2.26


**Nota:** TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo basico por actividad.(TN=FD\*TM).

## Operación 7. P. Grapar la plantilla

**Tabla 73** Actividades del proceso para grapar la plantilla

Descripción de las actividades		
<b>Operación</b>	Grapar la plantilla	
<b>Maquinaria</b>	Grapadora, máquina de hormas	
<b>herramienta</b>	-	
<b>material</b>	Hormas, grapas.	
<b>Producto obtenido</b>	Hormas grapadas	
<b>Designación actividades</b>	<b>Descripción</b>	
1	Colocar en Maquina	
2	Tomar plantilla	
3	Tomar horma	
4	Grapar	
5	Acomodar hormas grapadas	
<p><b>Nota:</b> Para un tiempo de ciclo de 2,00– 5,00 el número de observaciones es de 15 según la Tabla de General. Electric.</p>		

**Tabla 74.** Estudio de tiempos del proceso para grapar la plantilla


Estudio de tiempos																			
<b>Actividad</b>	Grapar la plantilla																		
<b>Unidad de tiempo</b>	minutos																		
<b>Estudio de tiempos para 1 par de zapatos</b>																			
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	Σ	TM	FD	TN
Colocar en Maquina de hormas	0.49	0.45	0.44	0.45	0.53	0.49	0.44	0.41	0.40	0.49	0.48	0.50	0.48	0.54	0.53	7.09	0.47	100%	0.47
Tomar plantilla	0.48	0.48	0.46	0.49	0.53	0.46	0.43	0.44	0.46	0.48	0.44	0.46	0.49	0.48	0.45	7.00	0.47	100%	0.47
Tomar horma	0.73	0.73	0.71	0.74	0.78	0.71	0.68	0.69	0.71	0.73	0.69	0.71	0.74	0.73	0.70	10.75	0.72	100%	0.72
Grapar	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	2.25	0.15	100%	0.15
Acomodar hormas grapadas	0.50	0.58	0.55	0.56	0.53	0.59	0.55	0.61	0.55	0.59	0.58	0.56	0.54	0.53	0.41	8.21	0.55	100%	0.55
Tiempo En Maquina																			0.62
Tiempo Manual																			1.73
<b>Tiempo Básico</b>																			<b>2.35</b>

**Nota:** TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo basico por actividad.(TN=FD\*TM).

Continuación **Tabla 74.** Estudio de tiempos del proceso para grapar la plantilla


**Operación 8.** Proceso de montaje

**Tabla 75** Actividades del proceso de montaje

Descripción de las actividades	
<b>Operación</b>	Montaje de cortes armados
<b>Maquinaria</b>	2 hornos reactivador, máquina de conformado de punta, máquina de desarrugado de cuero, máquina de planchado
<b>herramienta</b>	Martillo, estanterías, destornillador
<b>material</b>	Hormas listas grapadas.
<b>Producto obtenido</b>	Cortes armados con punta, talón y laterales
<b>Designación actividades</b>	<b>Descripción</b>
1	Poner pegamento en la plantilla
2	Vaporizar el corte en el horno reactivador
3	Armado de punta en la máquina
4	Vaporizar el talón
5	Cerrado manual de laterales y talón
6	Pegado y planchado del talón en máquina
7	Desarrugar el cuero
8	vaporizar y desarrugar el medallón en horno Shiller
9	(envejecido)
10	Inspección de armado y centrado del corte armado
<b>Nota:</b> Para un tiempo de ciclo de 5,00– 10,00 el número de observaciones es de 10 según la Tabla de General. Electric.	




**Tabla 76** Estudio de tiempos del proceso de montaje

Estudio de tiempos														
Actividad		Montaje de cortes armados												
Unidad de tiempo		minutos												
Estudio de tiempos para 1 par de zapatos														
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Σ	TM	FD	TN
Poner pegamento en la plantilla	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06	0.53	0.05	100%	0.05
Vaporizar el corte en el horno reactivador	0.73	0.74	0.74	0.75	0.74	0.74	0.74	0.75	0.74	0.74	7.40	0.74	100%	0.74
Armado de punta en la máquina	0.80	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.80	0.79	0.80	0.81	7.95	0.79	100%	0.79
Vaporizar el talón	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	18.33	1.83	100%	1.83
Cerrado manual de laterales y talón	1.67	1.68	1.67	1.68	1.68	1.67	1.68	1.68	1.67	1.68	16.74	1.67	100%	1.67
Pegado y planchado del talón en máquina	1.03	1.02	1.03	1.04	1.03	1.04	1.03	1.04	1.02	1.03	10.29	1.03	100%	1.03
Desarrugar el cuero	2.20	2.17	2.20	1.97	2.25	2.00	1.75	2.22	2.18	1.90	20.83	2.08	100%	2.08
vaporizar y desarrugar el medallón en horno Shiller (envejecedor)	0.17	0.16	0.16	0.17	0.16	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	1.64	0.16	100%	0.16
Inspección de armado y centrado del corte armado	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.29	0.03	100%	0.03
Tiempo En Maquina														6.64
Tiempo Manual														1.76
Tiempo Básico														8.40

**Nota:** TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo basico por actividad.(TN=FD\*TM).

**Operación 9.** Proceso de cardado y rayado

**Tabla 77** Actividades del proceso de cardado y rayado


Descripción de las actividades														
<b>Operación</b>	Cardado y rayado													
<b>Maquinaria</b>	Máquina cardadora													
<b>herramienta</b>	Mina para rayado													
<b>material</b>	Corte armado del montaje													
<b>Producto obtenido</b>	Cardado del armado del zapato													
<b>Designación actividades</b>	<b>Descripción</b>													

1	Coger piso (quitar rebabas o amontonado de cuero, pega)
2	Marcar con la mina y rayar suela
3	Cardado del corte armado de la suela
4	Inspección del corte armado

**Nota:** Para un tiempo de ciclo de 2,00– 5,00 el número de observaciones es de 15 según la Tabla de General. Electric.

Continuación **Tabla 77.** Estudio de tiempos del proceso de cardado y rayado


**Tabla 78** Estudio de tiempos del proceso de cardado y rayado

<b>Estudio de tiempos</b>																			
<b>Actividad</b>		Cardado y rayado																	
<b>Unidad de tiempo</b>		minutos																	
<b>Estudio de tiempos para 1 par de zapatos</b>																			
<b>Actividad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>T11</b>	<b>T12</b>	<b>T13</b>	<b>T14</b>	<b>T15</b>	<b>Σ</b>	<b>TM</b>	<b>FD</b>	<b>TN</b>
Coger piso (quitar rebabas o amontonado de cuero, pega)	0.22	0.22	0.22	0.23	0.22	0.23	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.23	0.22	3.32	0.22	100%	0.22
Marcar con la mina y rayar suela	0.80	0.79	0.79	0.82	0.83	0.80	0.80	0.83	0.74	0.76	0.82	0.76	0.79	0.80	0.79	11.93	0.80	100%	0.80
Cardado del corte armado de la suela	1.13	1.15	1.12	1.14	1.13	1.14	1.14	1.13	1.15	1.14	1.15	1.12	1.12	1.14	1.13	17.04	1.14	100%	1.14
Inspección del corte armado	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.75	0.05	100%	0.05
<b>Tiempo En Maquina</b>																			<b>1.36</b>
<b>Tiempo Manual</b>																			<b>0.85</b>
<b>Tiempo Básico</b>																			<b>2.20</b>

**Nota:** TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo basico por actividad.(TN=FD\*TM).

### Operación 10. Proceso de preparación de suelas

**Tabla 79** Actividades del proceso de preparación de suelas


<b>Descripción de las actividades</b>																	
<b>Operación</b>		Preparación de suelas															
<b>Maquinaria</b>		-															
<b>herramienta</b>		brocha															
<b>material</b>		Suelas, halogenante, pegamento, primer, mascarilla															
<b>Producto obtenido</b>		Suelas preparadas para pegado															
<b>Designación actividades</b>		<b>Descripción</b>															

1	Colocar limpiador en la suela
2	Esperar secado
3	Colocar halogenante en la suela
4	Esperar secado
5	Colocar primer en la suela
6	Esperar secado

**Nota:** Para un tiempo de ciclo de 5,00– 10,00 el número de observaciones es de 10 según la Tabla de General. Electric.


Continuación **Tabla 79.** Estudio de tiempos del proceso de preparación de suelas

**Tabla 80** Estudio de tiempos del proceso de preparación de suelas


<b>Estudio de tiempos</b>															
<b>Actividad</b>		Preparación de suelas													
<b>Unidad de tiempo</b>		minutos													
<b>Estudio de tiempos para 1 par de zapatos</b>															
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Σ	TM	FD	TN	
Colocar limpiador en la suela	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	5.09	0.51	100%	0.51	
Esperar secado	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	20.00	2.00	100%	2.00	
Colocar halogenante en la suela	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.51	0.51	0.51	0.51	5.09	0.51	100%	0.51	
Esperar secado	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	20.00	2.00	100%	2.00	
Colocar primer en la suela	0.42	0.43	0.43	0.43	0.42	0.42	0.43	0.43	0.43	0.42	4.25	0.43	100%	0.43	
Esperar secado	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	20.00	2.00	100%	2.00	
<b>Tiempo En Maquina</b>														0.00	
<b>Tiempo Manual</b>														5.44	
<b>Tiempo Básico</b>														5.44	
<b>Nota:</b> TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo basico por actividad.(TN=FD*TM).															

### Operación 11. Proceso de pegado de suelas

**Tabla 81** Actividades del proceso de pegado de suelas

<b>Descripción de las actividades</b>	
<b>Operación</b>	Pegado de suelas
<b>Maquinaria</b>	Horno reactivador, máquina de prensado, horno de envejecido
<b>herramienta</b>	-
<b>material</b>	Suelas, cortes de zapato
<b>Producto obtenido</b>	Zapato semi- terminado
<b>Designación actividades</b>	<b>Descripción</b>
1	Colocar en el horno reactivador el corte armado y la suela.
2	Colocar manualmente la suela en la horma.
3	Prensar la suela con la horma en la máquina de prensado.
4	Cristalizar la pega en horno de envejecido (Shiller).
<p><b>Nota:</b> Para un tiempo de ciclo de 5,00– 10,00 el número de observaciones es de 10 según la Tabla de General. Electric.</p>	

**Tabla 82** Estudio de tiempos del proceso de pegado de suelas

<b>Estudio de tiempos</b>														
<b>Actividad</b>	Pegado de suelas													
<b>Unidad de tiempo</b>	minutos													
<b>Estudio de tiempos para 1 par de zapatos</b>														
<b>Actividad</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>	<b>Σ</b>	<b>TM</b>	<b>FD</b>	<b>TN</b>
Colocar en el horno reactivador el corte armado y la suela	0.73	0.74	0.75	0.74	0.75	0.75	0.74	0.74	0.74	0.73	7.40	0.74	100%	0.74
Colocar manualmente la suela en la horma	0.40	0.42	0.41	0.40	0.40	0.42	0.41	0.41	0.41	0.42	4.09	0.41	100%	0.41
Prensar la suela con la horma en la máquina de prensado	0.58	0.60	0.58	0.60	0.60	0.60	0.60	0.58	0.60	0.59	5.93	0.59	100%	0.59
Cristalizar la pega en horno de envejecido (Shiller)	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46	44.60	4.46	100%	4.46
<b>Tiempo En Maquina</b>														<b>5.79</b>
<b>Tiempo Manual</b>														<b>0.41</b>
<b>Tiempo Básico</b>														<b>6.20</b>

**Nota:** TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo basico por actividad.(TN=FD\*TM).

**Continuación Tabla 82.** Estudio de tiempos del proceso de pegado de suelas

**Operación 12.** Proceso para retirar la horma

**Tabla 83** Actividades del proceso de retirado horma



Descripción de las actividades	
<b>Operación</b>	Retirar la horma del zapato
<b>Maquinaria</b>	Máquina para hormas
<b>herramienta</b>	-
<b>material</b>	Hormas
<b>Producto obtenido</b>	Hormas libres según talla
<b>Designación actividades</b>	<b>Descripción</b>
1	Colocar en la máquina
2	Hacer palanca y jalar
3	Retirar la horma del zapato
4	Acomodar en estanterías la horma
<p><b>Nota:</b> Para un tiempo de ciclo de 1,00– 2,00 el número de observaciones es de 30 según la Tabla de General. Electric.</p>	


Tabla 84 Estudio de tiempos del proceso para retirar la horma del zapato

Estudio de tiempos																																		
Actividad												Retirar la horma del zapato																						
Unidad de tiempo												minutos																						
Estudio de tiempos para 1 par de zapatos																																		
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	T22	T23	T24	T25	T26	T27	T28	T29	T30	Σ	TM	FD	TN
Colocar en la máquina	0.28	0.24	0.23	0.24	0.31	0.28	0.23	0.20	0.19	0.28	0.26	0.29	0.26	0.33	0.31	0.26	0.23	0.24	0.21	0.26	0.28	0.28	0.29	0.26	0.24	0.23	0.24	0.25	0.26	0.28	7.69	0.26	100%	0.26
Hacer palanca y jalar	0.15	0.15	0.14	0.16	0.20	0.14	0.15	0.12	0.14	0.15	0.16	0.14	0.16	0.15	0.18	0.11	0.10	0.13	0.15	0.18	0.11	0.10	0.09	0.20	0.15	0.16	0.18	0.19	0.14	0.15	4.41	0.15	100%	0.15
Retirar la horma del zapato	0.74	0.81	0.79	0.80	0.76	0.83	0.79	0.85	0.79	0.83	0.81	0.80	0.78	0.76	0.74	0.70	0.71	0.79	0.78	0.73	0.80	0.81	0.80	0.76	0.79	0.74	0.76	0.73	0.78	0.81	23.34	0.78	100%	0.78
Acomodar en estanterías la horma	0.11	0.10	0.13	0.15	0.18	0.11	0.10	0.09	0.20	0.15	0.16	0.18	0.19	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14	0.16	0.20	0.14	0.15	0.12	0.14	0.15	0.16	0.14	0.16	0.15	0.18	4.41	0.15	100%	0.15
Tiempo En Maquina																														0.26				
Tiempo Manual																														1.07				
Tiempo Básico																														1.33				


**Nota:** TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo basico por actividad.(TN=FD\*TM).

**Operación 13.** Proceso de terminado y almacenado

**Tabla 85** Actividades del proceso de terminado y almacenado

Descripción de las actividades		
<b>Operación</b>	Terminado y almacenado	
<b>Maquinaria</b>	Motortool, quemadora de hilos, soplete de pintura	
<b>herramienta</b>	Gel lavador CL-2029	
<b>material</b>	Pasadores, accesorios, cajas para empaquetado, pintura	
<b>Producto obtenido</b>	Zapato terminado	
<b>Designación actividades</b>	<b>Descripción</b>	
1	Sacar las pegas del zapato con motortool	
2	Emplantillado	
3	Pintar los filos para igualar el tono del zapato	
4	Quemar los hilos con la máquina	
5	limpiar rayados por la mina en el zapato	
6	Sopletear el zapato (pintar fallas)	
7	Colocar accesorios (pasador, cartón, colgante)	
8	Limpiar la suela con gel lavador CL-2029	
9	Empaquetar por serie (talla) en la caja	
<p><b>Nota:</b> Para un tiempo de ciclo de 5,00– 10,00 el número de observaciones es de 10 según la Tabla de General. Electric.</p>		

**Tabla 86** Estudio de tiempos del proceso de terminado y almacenado

Estudio de tiempos												
Actividad		Terminado y almacenado										
Unidad de tiempo		minutos										
Estudio de tiempos para 1 par de zapatos												
Actividad	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	Σ	TM
Sacar las pegas del zapato con motortool	0.584	0.593	0.585	0.587	0.590	0.595	0.587	0.587	0.593	0.588	5.89	0.59
Emplantillado	0.250	0.255	0.253	0.250	0.257	0.263	0.253	0.262	0.265	0.260	2.57	0.26
Pintar los filos para igualar el tono del zapato	0.617	0.620	0.630	0.623	0.627	0.632	0.637	0.618	0.633	0.623	6.26	0.63
Quemar los hilos con la máquina	0.655	0.662	0.667	0.648	0.668	0.653	0.660	0.667	0.652	0.650	6.58	0.66
limpiar rayados por la mina en el zapato	0.567	0.560	0.550	0.562	0.570	0.558	0.560	0.557	0.563	0.567	5.61	0.56
Sopletear el zapato (pintar fallas)	0.508	0.497	0.510	0.512	0.507	0.498	0.493	0.507	0.513	0.497	5.04	0.50
Colocar accesorios (pasador, carton, colgante)	1.167	1.183	1.185	1.177	1.180	1.183	1.178	1.177	1.180	1.185	11.80	1.18
Limpiar la suela con gel lavador CL-2029	0.367	0.360	0.367	0.362	0.350	0.367	0.350	0.358	0.350	0.355	3.59	0.36
Empaquetar por serie (talla) en la caja	0.250	0.267	0.255	0.270	0.263	0.270	0.262	0.268	0.255	0.267	2.63	0.26
<b>Tiempo En Maquina</b>												
<b>Tiempo Manual</b>												
<b>Tiempo Básico</b>												
<p><b>Nota:</b> TM: tiempo promedio, FD valoración, TN tiempo basico por actividad.(TN=FD*TM).</p>												



#### 4.10. Anexo 8. Suplementos y tiempo estándar por actividad

##### Operación 1. Corte de cuero y forros

Tabla 87 Suplementos y tiempo estándar proceso corte de cuero y forros

Suplementos			
Género del operario	Mujer	Operación:	Corte de cuero y forros
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	7
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	4
	B	Postura anormal	1
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	-
	F	Ruido	-
	G	Tensión mental	0
	H	Monotonía	1
	I	Tedio	1
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>18%</b>
Tiempos en minutos	manual		2.1
	máquina		-
	básico		2.1
	estándar		<b>2.48</b>

##### Operación 2. Troquelado de cuero, y material termo adherible

Tabla 88 Suplementos y tiempo estándar proceso troquelado

Suplementos			
Género del operario	Hombre	Operación:	Troquelado de cuero, y material termo adherible
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	5
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	2
	B	Postura anormal	0
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	-
	F	Ruido	2
	G	Tensión mental	4
	H	Monotonía	1
	I	Tedio	-
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>18%</b>
Tiempos en minutos	manual		1.03
	máquina		0.58
	básico		1.61
	estándar		<b>1.80</b>

### Operación 3. Destallado del cuero

Tabla 89 Suplementos y tiempo estándar proceso detallado

Suplementos			
Género del operario	Mujer	Operación:	Destallado del cuero
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	7
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	-
	B	Postura anormal	3
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	2
	F	Ruido	0
	G	Tensión mental	4
	H	Monotonía	1
	I	Tedio	-
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>21%</b>
Tiempos en minutos	manual		0.97
	máquina		0.68
	básico		1.64
	estándar		<b>1.85</b>

### Operación 4. Aparado de capellada

Tabla 90 Suplementos y tiempo estándar proceso aparado de capellada

Suplementos			
Género del operario	Hombre	Operación:	Aparado de capellada
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	5
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	-
	B	Postura anormal	-
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	-
	F	Ruido	-
	G	Tensión mental	4
	H	Monotonía	-
	I	Tedio	-
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>13%</b>
Tiempos en minutos	manual		4.68
	máquina		3.03
	básico		7.71
	estándar		<b>8.32</b>

## Operación 5. Aparado de medallón y laterales

Tabla 91 Suplementos y t. estándar proceso aparado de medallón y laterales

Suplementos			
Género del operario	Hombre	Operación:	Aparado de medallón y laterales
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	5
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	-
	B	Postura anormal	-
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	-
	F	Ruido	-
	G	Tensión mental	4
	H	Monotonía	-
	I	Tedio	-
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>13%</b>
Tiempos en minutos	manual		3.23
	máquina		1.79
	básico		5.01
	estándar		<b>5.43</b>

## Operación 6. Empastado

Tabla 92 Suplementos y tiempo estándar proceso empastado

Suplementos			
Género del operario	Hombre	Operación:	Empastado
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	5
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	2
	B	Postura anormal	2
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	-
	F	Ruido	-
	G	Tensión mental	1
	H	Monotonía	1
	I	Tedio	-
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>15%</b>
Tiempos en minutos	manual		1.65
	máquina		0.60
	básico		2.26
	estándar		<b>2.50</b>

## Operación 7. Grapar plantilla

Tabla 93 Suplementos y tiempo estándar proceso grapar plantilla

Suplementos			
Género del operario	Hombre	Operación:	Grapar plantilla
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	5
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	2
	B	Postura anormal	-
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	2
	F	Ruido	-
	G	Tensión mental	1
	H	Monotonía	-
	I	Tedio	-
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>14%</b>
Tiempos en minutos		manual	1.73
		máquina	0.62
		básico	2.35
		estándar	<b>2.60</b>

## Operación 8. Montaje

Tabla 94 Suplementos y tiempo estándar proceso montaje

Suplementos			
Género del operario	Hombre	Operación:	Montaje
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	5
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	2
	B	Postura anormal	-
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	2
	F	Ruido	-
	G	Tensión mental	1
	H	Monotonía	-
	I	Tedio	-
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>14%</b>
Tiempos en minutos		manual	1.76
		máquina	6.64
		básico	8.40
		estándar	<b>8.65</b>

## Operación 9. Cardado y rayado

Tabla 95 Suplementos y tiempo estándar proceso cardado y rayado

Suplementos			
Género del operario	Hombre	Operación:	Cardado y rayado
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	5
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	2
	B	Postura anormal	-
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	2
	F	Ruido	-
	G	Tensión mental	1
	H	Monotonía	-
	I	Tedio	-
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>14%</b>
Tiempos en minutos	manual		0.85
	máquina		1.36
	básico		2.20
	estándar		<b>2.32</b>

## Operación 10. Preparación de suelas

Tabla 96 Suplementos y tiempo estándar proceso preparación de suelas

Suplementos			
Género del operario	Hombre	Operación:	Preparación de suelas
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	5
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	2
	B	Postura anormal	-
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	2
	F	Ruido	-
	G	Tensión mental	1
	H	Monotonía	1
	I	Tedio	-
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>15</b>
Tiempos en minutos	manual		5.44
	máquina		0
	básico		5.44
	estándar		<b>6.26</b>

## Operación 11. Pegado de suelas

Tabla 97 Suplementos y tiempo estándar proceso pegado de suelas

Suplementos			
Género del operario	Hombre	Operación:	Pegado de suelas
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	5
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	2
	B	Postura anormal	-
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	2
	F	Ruido	-
	G	Tensión mental	4
	H	Monotonía	1
	I	Tedio	-
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>18</b>
Tiempos en minutos		manual	0.41
		máquina	5.79
		básico	6.20
		estándar	<b>6.28</b>

## Operación 12. Retirado de horma

Tabla 98 Suplementos y tiempo estándar proceso retirar la horma

Suplementos			
Género del operario	Hombre	Operación:	Retirar la horma
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	5
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	2
	B	Postura anormal	-
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	-
	F	Ruido	-
	G	Tensión mental	1
	H	Monotonía	1
	I	Tedio	-
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>13</b>
Tiempos en minutos		manual	1.07
		máquina	0.26
		básico	1.33
		estándar	<b>1.47</b>

### Operación 13. Terminado y almacenado

Tabla 99 Suplementos y tiempo estándar proceso terminado y almacenado

Suplementos			
Género del operario	Mujer	Operación:	Terminado y almacenado
Valoración			
Suplementos constantes	Descripción		Valor
	A	Por necesidades personales	7
	B	Por fatiga	4
Valoración			
Suplementos Variables	A	Trabajo de pie	4
	B	Postura anormal	-
	C	Energía muscular	-
	D	Iluminación	-
	E	Concentración intensa	-
	F	Ruido	-
	G	Tensión mental	1
	H	Monotonía	1
	I	Tedio	-
Porcentaje final por operación de suplementos			<b>17</b>
Tiempos en minutos		<b>manual</b>	3.24
		<b>máquina</b>	1.75
		<b>básico</b>	5.00
		<b>estándar</b>	<b>5.55</b>

Tabla resumen de tiempos estándar modelo urbano

N°	Proceso	[min]			%	[min]
		Tiempo Manual	Tiempo de Máquina	Tiempo Básico	Suplementos	Tiempo Estándar
1	Corte de cuero y forros	2.10	0.00	2.10	0.18	2.48
2	P. troquelado	1.03	0.58	1.61	0.18	1.80
3	Destallado	0.97	0.68	1.64	0.21	1.85
4	Aparado de capellada	4.68	3.03	7.71	0.13	8.32
5	Aparado de medallón y laterales	3.23	1.79	5.01	0.13	5.43
6	Empastado	1.65	0.60	2.26	0.15	2.50
7	Grapar la plantilla	1.73	0.62	2.35	0.14	2.60
8	Montaje	1.76	6.64	8.40	0.14	8.65
9	Cardado y rayado	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Preparación de suelas	5.44	0.00	5.44	0.15	6.26
11	Pegado de suelas	0.41	5.79	6.20	0.18	6.28
12	Sacar la horma del zapato	1.07	0.26	1.33	0.13	1.47
13	Terminado y almacenado	3.24	1.75	5.00	0.17	5.55

### Tabla resumen de tiempos estándar modelo deportivo

N°	Proceso	[min]			%	[min]
		Tiempo Manual	Tiempo de Máquina	Tiempo Basico	Suplementos	Tiempo Estándar
1	Corte de cuero y forros	2.36	0.00	2.36	0.18	2.79
2	P. troquelado	1.05	0.60	1.65	0.18	1.84
3	Destallado	0.97	0.60	1.57	0.21	1.77
4	Aparado de capellada	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	Aparado de medallón y laterales	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Empastado	1.63	0.61	2.23	0.15	2.48
7	Grapar la plantilla	1.70	0.62	2.32	0.14	2.56
8	Montaje	1.76	6.23	7.98	0.14	8.23
9	Cardado y rayado	0.85	1.27	2.11	0.14	2.23
10	Preparación de suelas	5.48	0.00	5.48	0.15	6.30
11	Pegado de suelas	0.39	5.79	6.18	0.18	6.25
12	Sacar la horma del zapato	1.09	0.26	1.35	0.13	1.49
13	Terminado y almacenado	3.32	1.75	5.07	0.17	5.64

### 4.11. Anexo 9. Capacidad en UE de los procesos en la planta

Tabla 100. Capacidad de los procesos en la planta

Proceso	Ts	TSUE	#UE		#Op
<b>Troquelado</b>				0.556	1
Casual	1.8	1.8	1.00		
Urbano	1.82	1.8	1.01		
Deportivo	1.84	1.8	1.02		
<b>Total</b>	<b>5.46</b>		<b>3.03</b>		
<b>Destallado</b>				0.541	2
Casual	1.85	1.85	1.00		
Urbano	1.86	1.85	1.01		
Deportivo	1.77	1.85	0.96		
<b>Total</b>	<b>5.48</b>		<b>2.96</b>		
<b>Aparado de capellada</b>				0.120	2
Casual	8.32	8.32	1.00		
Urbano	8.24	8.32	0.99		
Deportivo	0	8.32	0.00		
<b>Total</b>	<b>16.56</b>		<b>1.99</b>		
<b>Aparado de medallón y l.</b>				0.184	2
Casual	5.43	5.43	1.00		
Urbano	5.49	5.43	1.01		
Deportivo	0	5.43	0.00		
<b>Total</b>	<b>10.92</b>		<b>2.01</b>		
<b>Empastado</b>				0.400	1
Casual	2.5	2.5	1.00		
Urbano	2.48	2.5	0.99		
Deportivo	2.48	2.5	0.99		
<b>Total</b>	<b>7.46</b>		<b>2.98</b>		
<b>Grapar la plantilla</b>				0.385	1
Casual	2.6	2.6	1.00		
Urbano	2.57	2.6	0.99		



Deportivo	2.56	2.6	0.98		
<b>Total</b>	<b>7.73</b>		<b>2.97</b>		
<b>Montaje</b>	<b>Ts</b>	<b>TSUE</b>	<b>#UE</b>		
Casual	8.65	8.65	1.00	0.116	2
Urbano	8.64	8.65	1.00		
Deportivo	8.23	8.65	0.95		
<b>Total</b>	<b>25.52</b>		<b>2.95</b>		
<b>Cardado y rayado</b>	<b>Ts</b>	<b>TSUE</b>	<b>#UE</b>		
Casual	2.33	2.33	1.00	0.429	1
Urbano	0	2.33	0.00		
Deportivo	2.23	2.33	0.96		
<b>Total</b>	<b>4.56</b>		<b>1.96</b>		
<b>Preparación de suelas</b>	<b>Ts</b>	<b>TSUE</b>	<b>#UE</b>		
Casual	6.26	6.26	1.00	0.160	2
Urbano	6.26	6.26	1.00		
Deportivo	6.3	6.26	1.01		
<b>Total</b>	<b>18.82</b>		<b>3.01</b>		
<b>Pegado de suelas</b>	<b>Ts</b>	<b>TSUE</b>	<b>#UE</b>		
Casual	6.28	6.28	1.00	0.159	2
Urbano	6.24	6.28	0.99		
Deportivo	6.25	6.28	1.00		
<b>Total</b>	<b>18.77</b>		<b>2.99</b>		
<b>Retirar la horma del zapato</b>	<b>Ts</b>	<b>TSUE</b>	<b>#UE</b>		
Casual	1.47	1.47	1.00	0.680	1
Urbano	1.38	1.47	0.94		
Deportivo	1.49	1.47	1.01		
<b>Total</b>	<b>4.34</b>		<b>2.95</b>		
<b>Terminado y almacenado</b>	<b>Ts</b>	<b>TSUE</b>	<b>#UE</b>		
Casual	5.55	5.55	1.00	0.180	3
Urbano	5.43	5.55	0.98		
Deportivo	5.64	5.55	1.02		
<b>Total</b>	<b>16.62</b>		<b>2.99</b>		

Nota: TS = tiempo estándar, TSUE = tiempo estándar de la unidad equivalente, #UE = número de unidades equivalentes, #Op= número de operarios

Continuación Tabla 100. Capacidad de los procesos en la planta

#### 4.12. Anexo 10. Rol de pagos de Operador #3

