



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**

**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**“DISEÑO DE UN MODELO BASADO EN METODOLOGÍA LEAN  
MANUFACTURING PARA LA EMPRESA “CREACIONES GEMA”  
UBICADA EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI”**

**AUTOR: GUERRERO VILLARRUEL OSWALDO EFRAÍN**

**DIRECTOR: ING. YAKCLEEM MONTERO MSc.**

**Ibarra - Ecuador**

**2021**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**  
**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DEL CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004033328		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	GUERRERO VILLARRUEL OSWALDO EFRAÍN		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Imbabura-Ibarra		
<b>EMAIL:</b>	oeguerrov@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO</b>	06 2950 308	<b>TELÉFONO MÓVIL</b>	0960348471

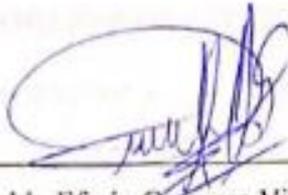
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>TÍTULO:</b>	“DISEÑO DE UN MODELO BASADO EN METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA LA EMPRESA “CREACIONES GEMA” UBICADA EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI”
<b>AUTOR (ES):</b>	Guerrero Villarruel Oswaldo Efraín
<b>FECHA:</b>	27 de Febrero del 2021
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO PARA EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero Industrial
<b>TUTOR / DIRECTOR:</b>	Ing. Yakcleem Montero MSc.

## 2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 15 días del mes de febrero del 2021

**AUTOR:**



Oswaldo Efraín Guerrero Villarruel

C.C: 100403332-8



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Ing. Yakcleem Montero MSc, director de la Tesis de Grado desarrollada por el señor estudiante: **GUERRERO VILLARRUEL OSWALDO EFRAÍN**.

**CERTIFICA**

Que el Proyecto de Trabajo de grado titulado: **“DISEÑO DE UN MODELO BASADO EN METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA LA EMPRESA “CREACIONES GEMA” UBICADA EN LA CIUDAD DE ATUNTAQUI”**, ha sido elaborado en su totalidad por el señor estudiante Guerrero Villarruel Oswaldo Efraín, bajo mi dirección, para la obtención del título de Ingeniero Industrial. Luego de ser revisado, considerando que se encuentra concluido y cumple con mis exigencias y requisitos académicos de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Ingeniería Industrial, autoriza su presentación y defensa para que pueda ser juzgado por el tribunal correspondiente.

Ibarra, 27 días del mes de febrero del 2021

---

**Ing. Yakcleem Montero, MSc.**  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DEDICATORIA**

*El presente proyecto de titulación va dedicado a mi familia, principalmente mi madre Sandra, a mi esposa Dana y a mi tía Lolita quienes me han brindado motivación y fuerza para poder continuar con mis ganas interminables de adquirir conocimientos.*

***Guerrero Villarruel Oswaldo Efraín***



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**AGRADECIMIENTO**

*Agradezco mucho a la Universidad Técnica del Norte, mi segundo hogar, a docentes por impartirme sus conocimientos, a mi madre por brindarme todo su amor y apoyo, mi hermano Sammyr, mis hermanas Evelly y Giliana, mi abuela Martha y mi tío abuelo César que ha sido un padre en mi camino al conocimiento; entre otras personas especiales para mí.*

*Al MSc. Yakleem Montero e Israel Herrera, docentes y tutores de este proyecto de investigación; su guía y apoyo constante han sido fundamentales para cumplir exitosamente mi trabajo de titulación.*

*Gracias a todos por cada aporte en mi crecimiento personal y profesional.*

***Guerrero Villarruel Oswaldo Efraín***

## ÍNDICE

<b>AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .....</b>	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>v</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE FÍGURAS .....</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS .....</b>	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>xv</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>1</b>
1.    GENERALIDADES .....	1
1.1.    Introducción.....	1
1.2.    Problema .....	2
1.3.    Objetivos .....	2
1.3.1.    Objetivo General.....	2
1.3.2.    Objetivos Específicos.....	2
1.4.    Justificación.....	3
1.5.    Alcance.....	3
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>4</b>
2.    MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.    Contexto .....	4
2.2.    Historia de la filosofía Lean Manufacturing .....	4
2.3.    Filosofía Lean Manufacturing .....	6
2.3.1.    Beneficios de Lean Manufacturing .....	6
2.3.2.    Principios de Lean Manufacturing.....	7
2.3.3.    La casa de Lean Manufacturing.....	8
2.3.4.    Despilfarro de Lean Manufacturing.....	8
2.3.4.1.    Sobreproducción .....	9
2.3.4.2.    Transporte.....	9
2.3.4.3.    Espera.....	9
2.3.4.4.    Inventario.....	9
2.3.4.5.    Sobre procesamiento .....	9
2.3.4.6.    Productos Defectuosos .....	9
2.3.4.7.    Movimientos Innecesarios.....	10
2.3.4.8.    Trabajo Manual.....	11
2.4.    Takt Time .....	11
2.5.    Lead Time .....	11
2.6.    Tiempo de ciclo .....	12
2.7.    Eficiencia.....	12
2.8.    Herramientas Lean Manufacturing.....	13
2.8.1.    Mapa de Valor Actual (Value Stream Mapping).....	13
2.8.1.1.    Tipos de VSM.....	13
2.8.1.2.    Mediciones importantes .....	13
2.8.1.3.    Símbolos utilizados en el VSM .....	13
2.8.2.    Las 5´s .....	14
2.8.3.    SMED (Single Minute Exchange of Die) .....	17

2.8.4.	Poka Yoke (Inspección en la fuente) .....	19
2.8.5.	TPM (Maquinaria y Equipos Confiables) .....	19
2.8.5.1.	Indicadores claves del TPM.....	21
2.8.6.	Justo a Tiempo .....	22
2.8.7.	Kanban .....	22
2.8.8.	Componentes de la Tarjeta Kanban .....	22
2.8.9.	Kaizen .....	23
2.9.	Manufactura celular .....	25
2.10.	Sistemas de Producción.....	26
2.10.1.	Clasificación de los Sistema de Producción.....	26
2.10.2.	Procesos Productivos.....	26
2.10.3.	Control de los Procesos Productivos.....	27
2.11.	Implementación de Lean Manufacturing .....	27
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>29</b>
3.	DIAGNÓSTICO SITUACIONAL .....	29
3.1.	Creaciones GEMA .....	29
3.2.	Localización .....	30
3.3.	Misión .....	30
3.4.	Visión .....	31
3.5.	Valores Institucionales .....	31
3.6.	Estructura Organizacional .....	31
3.7.	Identificación de Cargos y Funciones.....	32
3.8.	Mapa de Procesos .....	33
3.9.	Jornada Laboral .....	35
3.10.	Máquinas y Herramientas.....	35
3.11.	Distribución en planta .....	35
3.12.	Proveedores .....	39
3.13.	Cartera de Productos .....	39
3.14.	Selección de la línea a estudiar .....	40
3.15.	Análisis Causa-Efecto .....	41
3.16.	Descripción del Proceso productivo .....	47
3.17.	Medición del Trabajo .....	50
3.18.	Determinación del número de observaciones .....	51
3.19.	Holguras o suplementos .....	53
3.20.	Tiempo estándar.....	54
3.21.	Tiempos Lean Manufacturing .....	61
3.22.	Tiempo de ciclo .....	64
3.23.	Análisis de la gestión del mantenimiento.....	65
3.24.	Análisis del Mapa de Flujo de Valor Actual (VSM) .....	67
3.25.	Análisis de indicadores de proceso .....	69
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>71</b>
4.	PROPUESTA DEL MODELO BASADO EN LEAN MANUFACTURING....	71
4.1.	Definición de Herramientas de Lean Manufacturing .....	71
4.2.	Diseño del Modelo Lean Manufacturing .....	71
4.3.	Elaboración del Modelo Lean Manufacturing.....	73
4.4.	Inversión Para la Implementación del Modelo Lean Manufacturing .....	97
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>102</b>

<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>105</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>107</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Mudas según su tipo.....	10
<b>Tabla 2.</b> Simbología del VSM.....	14
<b>Tabla 3:</b> Definición de 5S .....	15
<b>Tabla 4:</b> Tarjeta Kanban.....	23
<b>Tabla 5.</b> Tarjeta de oportunidad .....	25
<b>Tabla 6.</b> Información general de Confecciones GEMA .....	29
<b>Tabla 7:</b> Localización "Creaciones GEMA" .....	30
<b>Tabla 8</b> Identificación de Cargo y descripción de funciones .....	32
<b>Tabla 9.</b> Maquinaria de la empresa “Confecciones GEMA” .....	35
<b>Tabla 10:</b> Descripción de Proveedores .....	39
<b>Tabla 11.</b> Cartera de productos.....	40
<b>Tabla 12.</b> Datos de ventas mensuales año 2019 .....	40
<b>Tabla 13.</b> Ponderaciones para las 6M.....	44
<b>Tabla 14.</b> Observaciones de la primera actividad del proceso Corte.....	51
<b>Tabla 15.</b> Tabla para cálculo de observaciones .....	53
<b>Tabla 16.</b> Factor de Valoración Westinghouse .....	54
<b>Tabla 17.</b> Diagrama de flujo del proceso Corte.....	56
<b>Tabla 18.</b> Diagrama de flujo del proceso Confección .....	57
<b>Tabla 19.</b> Diagrama de flujo del proceso etiquetado .....	58
<b>Tabla 20.</b> Diagrama de flujo del proceso pulido .....	59
<b>Tabla 21.</b> Diagrama de flujo del proceso empaquetado.....	60
<b>Tabla 22.</b> Resultado del estudio de tiempos para pantalones deportivos.....	61
<b>Tabla 23.</b> Tiempos muertos.....	62
<b>Tabla 24.</b> Demanda mensual creaciones GEMA.....	63
<b>Tabla 25.</b> Tiempos AV y NAV .....	64
<b>Tabla 26.</b> Tiempo de Ciclo por proceso.....	65
<b>Tabla 27.</b> Cálculo de MTTR, MTBF y disponibilidad .....	66
<b>Tabla 28.</b> Detalle de indicadores .....	69
<b>Tabla 29.</b> Escala de colores de evaluación de las 5’s .....	74
<b>Tabla 30.</b> Inventario de máquinas estado actual.....	78
<b>Tabla 31.</b> Programa de mantenimiento preventivo.....	79
<b>Tabla 32.</b> Dimensiones de primera planta.....	80

<b>Tabla 33.</b> Dimensiones de la segunda planta .....	80
<b>Tabla 34.</b> Tipo de relación .....	82
<b>Tabla 35.</b> Justificación de proximidad .....	83
<b>Tabla 36.</b> Cálculo de superficies .....	86
<b>Tabla 37.</b> Flujo de operaciones de pantalones deportivos actual .....	92
<b>Tabla 38.</b> Flujo de operaciones propuesto para pantalones deportivos .....	93
<b>Tabla 39.</b> Mejoras de tiempos Agregados de Valor y No Agregados de Valor .....	93
<b>Tabla 40.</b> Mejora de tiempos muertos .....	94
<b>Tabla 41.</b> Presupuesto requerido para la implementación del Modelo Propuesto .....	97
<b>Tabla 42.</b> Estructura actual de costos .....	98
<b>Tabla 43.</b> Estructura de costos propuesta.....	98
<b>Tabla 44.</b> Flujo de caja.....	99
<b>Tabla 45.</b> Valor Actual Neto (VAN) .....	100

## ÍNDICE DE FÍGURAS

<b>Figura 1.</b> Casa Lean Manufacturing .....	8
<b>Figura 2.</b> Forma para clasificar según (seiri) .....	15
<b>Figura 3.</b> Pasos para seiton.....	16
<b>Figura 4.</b> Proceso para el paso seison.....	16
<b>Figura 5.</b> Actividades para control visual (seiketsu) .....	17
<b>Figura 6.</b> Fases de la metodología SMED .....	18
<b>Figura 7.</b> Utilidades del sistema Poka Yoke .....	19
<b>Figura 8.</b> Mantenimiento Autónomo .....	20
<b>Figura 9.</b> Procedimiento para el evento Kaizen .....	24
<b>Figura 10.</b> Proceso de implementación para Manufactura Celular .....	26
<b>Figura 11.</b> Modelo de implementación de Lean Manufacturing.....	28
<b>Figura 12.</b> Valores Institucionales.....	31
<b>Figura 13.</b> Estructura Organizacional.....	32
<b>Figura 14.</b> Mapa de procesos .....	34
<b>Figura 15.</b> Distribución de la primera planta .....	36
<b>Figura 16.</b> Distribución de la segunda planta.....	38
<b>Figura 17.</b> Pareto para la selección de la línea de estudio .....	41
<b>Figura 18.</b> Diagrama Casusa-Efecto.....	43
<b>Figura 19.</b> Evaluación de Método .....	44
<b>Figura 20.</b> Ponderación de Materiales .....	45
<b>Figura 21.</b> Ponderación de la mano de obra.....	45
<b>Figura 22.</b> Evaluación de la muda Maquinaria .....	46
<b>Figura 23.</b> Evaluación de medición.....	46
<b>Figura 24.</b> Evaluación de Medio Ambiente .....	47
<b>Figura 25.</b> Ponderación general de las 6M .....	47
<b>Figura 26.</b> Proceso productivo de la empresa “Confecciones GEMA”.....	48
<b>Figura 27.</b> Value Stream Mapping Actual .....	68
<b>Figura 28.</b> Takt Time vs Tiempo de Ciclo.....	70
<b>Figura 29.</b> Hoja de ruta para la implantación de Lean para Creaciones “GEMA” .....	72
<b>Figura 30.</b> Resultados auditoría inicial 5S .....	73
<b>Figura 31.</b> Plan de implementación 5’s .....	76
<b>Figura 32.</b> Estado esperado de la implementación de las 5’s E.....	77

<b>Figura 33.</b> Diagrama de Espaguete para Pantalones Deportivos .....	81
<b>Figura 34.</b> Matriz de Relaciones .....	83
<b>Figura 35.</b> Diagrama relacional de actividades actual.....	84
<b>Figura 36.</b> Diagrama relacional de actividades actual.....	85
<b>Figura 37.</b> Diagrama relacional propuesto.....	87
<b>Figura 38.</b> Distribución de planta propuesto nivel 1 .....	89
<b>Figura 39.</b> Distribución en planta propuesta nivel 2 .....	90
<b>Figura 40.</b> VSM propuesto.....	96
<b>Figura 41.</b> Distribución en planta propuesta nivel 2 .....	164

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Diagrama OTIDA del proceso para pantalones deportivos .....	108
ANEXO 2. Diagrama de flujo del proceso diseño y ploteado .....	109
ANEXO 3. Diagrama de flujo del proceso corte .....	109
ANEXO 4. Diagrama de flujo del proceso confección .....	110
ANEXO 5. Diagrama de flujo del proceso Etiquetado.....	110
ANEXO 6. Diagrama de flujo del proceso Pulido .....	110
ANEXO 7. Diagrama de flujo del proceso Empaquetado .....	111
ANEXO 8. Muestreo de actividades de los procesos .....	112
ANEXO 9. Holguras de acuerdo a la OIT .....	114
ANEXO 10. Estudio de tiempos .....	116
ANEXO 11. Datos de las fallas último trimestre de año 2020 .....	120
ANEXO 12. Lista de verificación para la Auditoría 5'S.....	121
ANEXO 13. Guía de implementación 5's .....	123
ANEXO 14. Guía de implementación TPM .....	142
ANEXO 15. Guía de implementación Célula de Manufactura.....	151

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la empresa textil “Creaciones GEMA”, la cual se dedica a fabricar prendas de vestir, siendo la mayoría pantalones deportivos y de otro tipo para damas y caballeros. A través, de un análisis se identificó la problemática de esta fábrica siendo esta el retraso de entrega hacia el cliente final.

Este trabajo de titulación inicia con el detalle del problema, planteamiento de objetivos, justificación y el alcance abordado, dentro de la organización. Para la solución al problema se utilizó herramientas de la metodología *Lean Manufacturing*, para lo cual se elaboró una investigación bibliográfica de acuerdo al tema para establecer criterios y conceptos de diferentes autores e investigadores.

Posteriormente, se desarrolló un diagnóstico de la situación actual de la organización tomando en cuenta el estudio de tiempos, y midiendo los procesos mediante indicadores tales como: *Lead Time* igual a 4018.6 minutos, *Takt Time* igual a 1 minuto 36 segundos, *Tiempo de Ciclo* igual a 3 minutos 59 segundos, entre otros. De esta manera elaborando un Mapa de Valor Actual (VSM), donde se presentan los factores a mejorar dentro del sistema productivo de la empresa.

Finalmente, en el Capítulo IV, se diseñó las guías para la implementación de las metodologías: 5's, Mantenimiento Productivo Total (TPM) y Células de Manufactura, apoyados en sus respectivas actividades y planes de acción sustentan la presente propuesta de mejora.

**Palabras clave:** Manufactura esbelta, Productividad, Valor Agregado, Calidad.

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in the textile company "Creaciones GEMA", which is dedicated to manufacturing clothing, most of which are sports pants and other pants for men and women. Through an analysis, the problem of this factory was identified, this being the delay in delivery to the end customer.

This degree work begins with the detail of the problem, statement of objectives, justification and the scope addressed, within the organization. For the solution to the problem, tools of the Lean Manufacturing methodology were used, for which a bibliographic research was developed according to the topic to establish criteria and concepts of different authors and researchers.

Subsequently, a diagnosis of the current situation of the organization was developed taking into account the study of times, and measuring the processes through indicators such as: Lead Time, Takt Time, Cycle Time, among others. In this way, preparing a Current Value Map (VSM), where the factors to improve within the company's productive system are presented.

Finally, in Chapter IV, the application of the methodologies was considered: 5's, Total Productive Maintenance (TPM) and Manufacturing Cells, supported by their respective activities and action plans that support the present improvement proposal.

**Keywords:** Lean Manufacturing, Productivity, Added Value, Quality.

# CAPÍTULO I

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Introducción

En la actualidad las empresas u organizaciones necesitan ser más competitivas, siendo estas las que afrontan desafíos tales como: la implantación de nuevos métodos tanto tecnológicos y mejoramiento de sus procesos de manufactura; lo cual permite posicionarse dentro de un mercado competitivo.

Por ende, las empresas emprenden esfuerzos y actividades para incrementar su eficiencia y eficacia. Según, (Vargas Hernández, Muratalla Bautista, & Jiménez Castillo, 2016) “ser competitivo no sólo significa tener la capacidad de atraer el interés de accionistas, empleados y clientes, sino que también los consumidores demandan mejor calidad, precio y tiempo”. Por lo tanto, *Lean Manufacturing* es un método que permite eliminar las mudas o también conocidos como despilfarros, es decir todas las actividades que no aportan valor agregado al producto y por las cuales los clientes no están dispuestos a pagar (Ries, 2017).

El presente trabajo de grado propone la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing*, para la empresa textil “Creaciones GEMA”. Mediante este método se busca la reducción de los despilfarros tales como: Sobreproducción, Transporte, Tiempo de espera, Movimientos, Sobre procesamiento, Exceso de inventarios, Movimientos innecesarios. Además, herramientas como 5’s, a prueba de errores (POKA-YAKE), Mantenimiento productivo total (TPM), Identificación de tarjetas (KANBAN), entre otras (Vargas Hernández, Muratalla Bautista, & Jiménez Castillo, 2016).

En la actualidad, en la industria ecuatoriana la metodología *Lean Manufacturing* es muy poco utilizada. Las empresas se manejan alternativas de prácticas comunes, es decir siguen un proceso asociado de acuerdo con las experiencias de sus accionistas o gerentes. Lo que causa

una baja productividad y eficiencia, debido a la falta de aplicación de metodologías que promuevan acciones para alcanzar la mejora continua.

## **1.2. Problema**

La empresa de Creaciones “GEMA” fue creada en el año 2008, es una empresa que está dedicada a la fabricación de prendas de vestir para damas y niñas. Empezó como un emprendimiento en el mercado local y con el tiempo se fue expandiendo a diferentes mercados en la zona 1 del país. Al pasar el tiempo con las utilidades que se generaron se pudo mejorar y ampliar el tamaño de la fábrica.

Actualmente la empresa tiene pérdidas económicas ya que muchos de sus pedidos no son entregados a tiempo, en el proceso de producción existen muchos desperdicios: esperas, transportes innecesarios, defectos de las prendas de vestir y en general, la productividad no es la óptima.

La aplicación de la Metodología *Lean Manufacturing* permite reducir los desperdicios que se presentan en el proceso productivo, mejorar el flujo de los procesos y con ello mejorar las operaciones del proceso productivo de la empresa.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Elaborar un modelo basado en la filosofía *Lean Manufacturing* que permita la disminución de desperdicios y establezca una cultura de mejora continua; en las operaciones del proceso productivo de la empresa creaciones GEMA, ubicada en la ciudad de Atuntaqui

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar las referencias bibliográficas necesarias para el desarrollo de la metodología *Lean Manufacturing*.
- Diagnosticar la situación actual de la empresa “Creaciones GEMA” a través de la observación directa e interpretación de los factores del sistema productivo;

considerando la estructura organizacional, procesos, flujo de valor e indicadores relacionados a las metodologías de Lean Manufacturing.

- Diseñar un modelo interno basado en las técnicas de Lean Manufacturing que permita mejorar la gestión del sistema productivo de la empresa Creaciones “GEMA”.

#### **1.4. Justificación**

Según datos de la Política Industrial del Ecuador (2016 – 2025); una de las causantes del poco desarrollo del sector industrial es el bajo aprovechamiento de la capacidad instalada derivado de la escasa aplicación de metodologías para incremento de la productividad. Por esta razón, la aplicación de metodologías de optimización puede agregar un valor especial a la empresa, mejorando su productividad y rentabilidad a largo plazo, y se considera una oportunidad de mejora para CREACIONES “GEMA”. Por ello la presente propuesta está planteada en base a las necesidades y tendrá la finalidad de brindar un mecanismo que permita optimizar la gestión productiva de la empresa y una oportunidad de mejora para CREACIONES “GEMA”.

#### **1.5. Alcance**

La intención de la investigación es el diseño de un modelo para la mejora continua en las operaciones de la empresa “Creaciones GEMA”, se ejecutará a través de un campo de acción con el desarrollo de herramientas de la metodología Lean Manufacturing.

Las herramientas de Lean Manufacturing cuentan con etapas que serán necesarias seguir para dar cumplimiento al objetivo general de la investigación, iniciando por el análisis de la situación actual de la empresa y recopilando la información necesaria para poder realizar el estudio. Analizando en cada etapa las técnicas y herramientas necesarias para la identificación, medición y análisis de los procesos críticos en el área de producción. En un futuro la gerencia de la empresa Creaciones GEMA pueda hacer uso de este modelo propuesto para la toma de decisiones y con ello establecer la mejora continua de la empresa.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1.Contexto

“A nivel de subsectores, entre los que aportan con mayor valor agregado a las Industrias, Intermedias y Finales en el 2015 fueron las sustancias y productos químicos con un (18%), productos minerales no metalitos (16%), muebles y productos de manera (14%), mientras la industria textil con el (12%)”. (Política Industrial del Ecuador (2016-2025), 2016)

La industria textil en el Ecuador es la segunda que genera más plazas de empleo, con aproximadamente 200.000 puestos de trabajo a nivel nacional; esto representa el 21% de toda la industria manufacturera; también brinda un aporte del 6% al Producto Interno Bruto industrial.

#### 2.2. Historia de la filosofía Lean Manufacturing

La historia de *Lean Manufacturing* surge de la primera revolución industrial, a través de James Watt, quien es el creador del primer motor a vapor y distribuidor en 1776. Consecuentemente, Frederick W. Taylor, Henry Ford y Alfred P. Solan quienes hicieron posibles la línea de montaje móvil dando lugar a la estandarización del trabajo y proponiendo división de áreas para agrupar actividades específicas (Socconini, 2019).

El taylorismo no tiene ningún sentido en países e industrias avanzadas; sin embargo, el análisis y medición del trabajo, siguen siendo válidos y son imprescindibles dentro de la herramienta *Lean Manufacturing* (Mandariaga, 2020).

Se contrasta que en la actualidad muchas empresas utilizan el sistema de medición de acuerdo con Taylor, este método da resultados muy satisfactorios ya que permite la reducción de tiempos incensarios.

Los incrementos de productividad obtenidos con la línea de montaje móvil permitieron a Henry Ford ofrecer en 1914 una paga de \$5 al día y la reducción de la jornada laboral a ocho

horas de trabajo, mediante la disminución de la alta rotación de trabajadores y pudo introducir el tercer turno de trabajo. Mientras que, Sloan aportó innovaciones en los campos del *Marketing* y la gestión (Mandariaga, 2020).

De acuerdo con (Mandariaga, 2020), en 1950 nace en Japón, la empresa de automóviles con un nuevo modelo de producción llamado TPS (Sistema de Producción Toyota), siendo los protagonistas principales los miembros de la familia Toyoda y el ingeniero Taiichi Ohno. De tal manera que, *Sakichi Toyoda* un profesional en el mundo de los telares, quien invento un telar automático llamado modelo G dando lugar a una nueva herramienta conocida como: *El Jidoka*. Mientras *Kiichiro Toyoda* hijo de *Sakichi* encargado de la venta de la patente del Telar del modelo G y del estudio de viabilidad de la producción de automóviles para competir con General Motors y Ford. Donde por primera vez menciona el concepto de Just in Time, siendo el pilar fundamental del TPS.

En la segunda guerra mundial en 1950, la empresa Toyota empieza una crisis financiera, donde pacta con los bancos y sindicatos el despido de 1600 trabajadores, este hito marco como “el nuevo comienzo”, *Eiji* sobrino de *Sakichi* promovió y apoyo la búsqueda de una alternativa de métodos de producción en masa basado en ideas de *Sakichi* y *Kichiro* llamado “el Sistema de Producción Toyota” (Mandariaga, 2020).

*Taiichi Ohno*, al terminar sus estudios de ingeniería mecánica. En 1943 fue transferido a Motor Company y en 1948 nombrado responsable de la planta, dando lugar a varios estudios y publicaciones del modelo de producción, conceptualizando al TPS como: “la mejora de la eficiencia de la producción mediante la eliminación constante del despilfarro” (Mandariaga, 2020). Dando a lugar a expresiones, lean Manufacturing, manufactura esbelta y producción ajustada, siendo sinónimos.

El *Lean Manufacturing*, ha dado lugar a nuevas metodologías que persiguen la disminución del despilfarro en áreas y actividades de las organizaciones tales como: *Lean Logistic*, *Lean sales*, *Lean office*, entre otras.

### **2.3. Filosofía Lean Manufacturing**

La filosofía *Lean Manufacturing* hace referencia, en español; a una “Producción Esbelta” que tiene como finalidad conocer, detectar y reducir de una manera sistemática los desperdicios o aspectos que no dan ningún valor agregado al producto, según (Anaya Tejero, 2016), “La filosofía Lean Manufacturing requiere un control continuo y mejoras graduales de la productividad de los procesos, de la calidad de los productos fabricados, para conseguir la máxima satisfacción del cliente”.

*Lean Manufacturing* o Manufactura esbelta se define como “un enfoque que aborda sinérgicamente para mejorar el desempeño de las operaciones y comercial a través de la eliminación de desechos” (Nawanir, 2016). En resumen, Lean Manufacturing es elaborar cualquier producto sin desperdicios. De acuerdo con Russell y Taylor (2008), desperdicio significa cualquier cosa que no agregue valor al producto, ya sean equipos, materiales, piezas, espacio y tiempo.

#### **2.3.1. Beneficios de Lean Manufacturing**

De acuerdo con (Nawanir, 2016), a medida que el concepto se amplió en alcance y enfoque, se reconoció que la manufactura esbelta mejora admirablemente el desempeño de las empresas, mejorando las condiciones siguientes:

- Mejorando el rendimiento de operaciones y empresarial.
- A nivel de operaciones, presentó la evidencia empírica de las empresas de fabricación ajustada han eliminado el desperdicio.
- Los plazos de entrega se reducen drásticamente.
- Los inventarios sustancialmente son reducidos.

- La rotación de activos aumentó de manera efectiva y la calidad mejoró admirablemente.
- Sin grandes inversiones en plantas, máquinas y equipos se aumentó la productividad considerablemente.
- El tiempo medio de recuperación de la inversión es rápida.
- El desempeño de las operaciones mejora la rentabilidad en términos comerciales.

### **2.3.2. Principios de Lean Manufacturing**

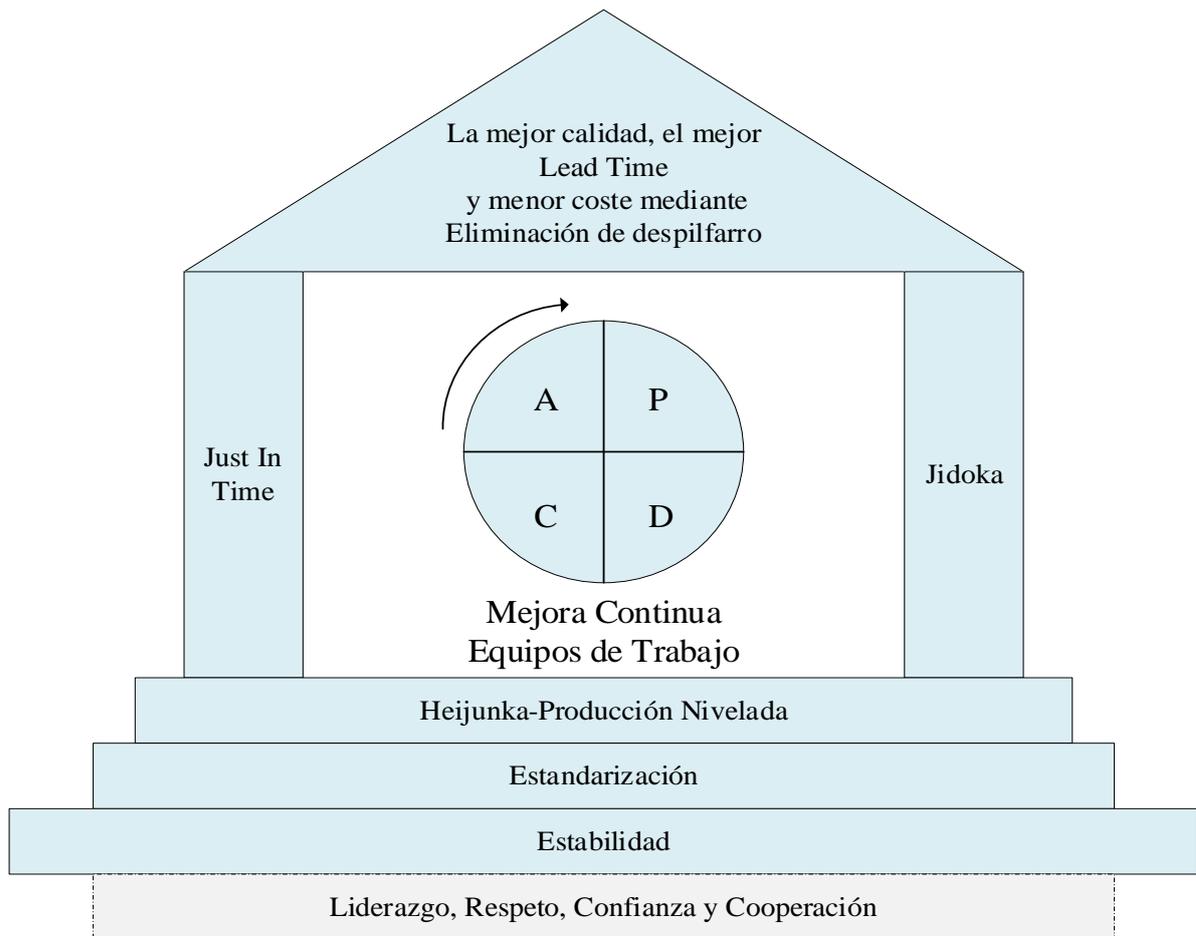
De acuerdo con (Hernández & Vizán, 2018), los principios más frecuentes en asociados al sistema y desde el punto de vista, son:

- Trabajar en la planta y comprobar las cosas in situ
- Formar líderes de equipos que asuman el sistema.
- Interiorizar la cultura de “parar la línea”.
- Crear una organización que aprenda mediante la reflexión constante y de mejora continua.
- Desarrollar personas involucradas que mantengan la filosofía dentro la empresa.
- Identificar y eliminar funciones innecesarias.
- Promover equipos y personas multidisciplinarias.
- Descentralizar la toma de decisiones.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener el compromiso total de la dirección con el modelo Lean.

Dichos principios se deben relacionar con medidas operacionales y técnicas, tales como: sistemas *Pull* que eviten la sobreproducción, estandarizar las tareas, eliminar inventarios a través de técnicas Just In Time (JIT), reducir ciclos de fabricación y diseño, conseguir la eliminación de defectos. Además, se debe nivelar la carga de trabajo para poder equilibrar las líneas de producción. Por otro lado, crear un flujo de procesos continuos permite la visualización de los problemas de manera eficaz.

### 2.3.3. La casa de Lean Manufacturing

Toyota desarrolló una analogía de acuerdo con la Figura 1, para instruir su modelo productivo a sus proveedores. De esta manera, presenta los objetivos en el techo de la casa, siendo pilares fundamentales el *Just in Time* y *Jidoka*. Por otro lado, la base es el desarrollo de la estabilidad, estandarización y *Heijunka*.



**Figura 1.** Casa Lean Manufacturing  
**Fuente:** (Mandariaga, 2020).  
**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

### 2.3.4. Despilfarro de Lean Manufacturing

Según, (Socconini Pérez , 2019), “La mejor traducción de la palabra japonesa muda debería ser exceso. Los siete tipos de desperdicio que afectan negativamente la productividad deben ser bien entendidos, detectados y eliminados o minimizados todos los días en empresas e

instituciones”. Los desperdicios o también conocidos como “Mudas” se pueden definir como actividades que no agregan un valor a un producto o servicio, pero si costo y trabajo.

#### **2.3.4.1. Sobreproducción**

La sobreproducción significa básicamente realizar productos sin ordenes de producción; productos que el cliente aún no requiere y esto nos va a producir un inventario, el cual posteriormente nos implica un costo para poder mantenerlo.

#### **2.3.4.2. Transporte**

Hace referencia a todo traslado innecesario de piezas, maquinas o trabajadores dentro de la empresa.

#### **2.3.4.3. Espera**

Este desperdicio se refiere al tiempo ocio que puede tener un trabajador mientras está esperando el trabajo de una máquina, o también, una máquina que está esperando del trabajador; esto nos consume un recurso muy importante como el tiempo y a su vez no genera ningún valor a nuestro producto.

#### **2.3.4.4. Inventario**

El inventario tanto en materiales, productos en procesos y productos terminados que exceden a lo demandando por el cliente, esto pondría desequilibrar la producción de una empresa.

#### **2.3.4.5. Sobre procesamiento**

Son todos los procesos que no agregan valor a nuestro producto final, siendo causante del retraso de pedidos, lo cual no garantiza la calidad.

#### **2.3.4.6. Productos Defectuosos**

Un producto defectuoso implica una pérdida de materiales, tiempo de maquinaria y tiempo de personas que realizaron este producto.

### 2.3.4.7. Movimientos Innecesarios

Es todo aquello que el trabajador realiza sin aportar en ningún momento a sus actividades encomendadas para la realización de los productos.

De acuerdo, a (Krajewski , 2017) define estos desperdicios de la siguiente manera:

**Tabla 1. Mudras según su tipo**

<b>Desperdicio</b>	<b>Definición</b>
Sobreproducción	Fabricar un artículo antes de que se necesite, haciendo difícil detectar los defectos y crear tiempos de entrega y de inventarios excesivos.
Transporte	El excesivo movimiento y manejo de material de un producto entre procesos puede ocasionar daño y deterioro de la calidad del producto, sin agregar un valor significativo para el cliente.
Espera	Se incurre tiempo desperdiciado cuando el producto no se mueve o se procesa. Corridas de producción largas, flujos de materiales débiles y procesos que no están fuertemente ligados uno con otro, pueden ocasionar que más de 90% del tiempo de entrega de un producto se pase en esperas.
Inventario	El inventario excesivo oculta los problemas en el piso de venta, consume espacio, aumenta los tiempos de entrega e inhibe la comunicación. El inventario de productos en procesos de producción es resultado directo de la sobre producción y espera.
Sobre Procesamiento	Utilizar equipos de alta precisión cuando máquinas más sencillas son suficientes. Esto lleva a la sobreutilización de bienes de capital costosos.
Productos Defectuoso	Los defectos de calidad dan como resultado más trabajo y desperdicio, agregan despilfarro de costos al sistema en la forma de capacidad perdida, esfuerzos de reprogramación, incremento en la inspección y pérdida de imagen ante el cliente.
Movimientos Innecesarios	El esfuerzo innecesario relacionado con la ergonomía de agacharse, estirarse, alcanzar, levantarse y caminar. Los trabajos con movimientos excesivos deben rediseñarse.

**Fuente:** (Krajewski, 2017)

**Elaborado por:** Oswaldo Guerrero

A estos siete despilfarros se añade el empleo de máquinas más grandes, más complejas y costosas de lo necesario, en carácter general *Lean Manufacturing* prioriza la saturación del trabajador antes que la saturación de máquinas y equipos (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013). Además, de acuerdo con (Mandariaga, 2020) hay un despilfarro más importante: el despilfarro del conocimiento.

En general, la mejora continua permite la disminución de mudas o llamados también despilfarros en empresas de cualquier ámbito de trabajo.

### 2.3.4.8.Trabajo Manual

Dentro del trabajo manual de un operario en cualquier proceso de la industrial, interviene movimientos clasificados en tres categorías (González Ortiz & Arciniegas Ortiz, 2016):

- Valor Añadido (VA): movimientos del operario que realmente modifica las propiedades de cualquier elemento o producto cumpliendo con los requerimientos.
- No Valor Añadido Necesario (NVAN): todos los movimientos del operario que no añaden valor para el cliente, es decir no modifica la forma del producto.
- No Valor Añadido Innecesario (NVAI): movimientos que pueden eliminarse fácilmente en el proceso.

### 2.4. Takt Time

El Takt time, es el que marca el ritmo del proceso. Es simplemente el resultado de nuestro tiempo neto disponible para la producción, dividido entre la demanda diaria del cliente (Krajewski , 2017).

Para su cálculo se considera la siguiente relación:

$$\textit{Takt Time (TT)} = \frac{\textit{Tiempo Total Disponible}}{\textit{Demanda Diaria}}$$

De acuerdo con la relación anterior, el TT es el tiempo medio entre el inicio de la producción de un elemento y el inicio de otro. Es decir, cada cuanto tiempo debemos producir un producto de acuerdo con la demanda.

### 2.5.Lead Time

El Tiempo de Espera de una Orden o también conocido como *Lead Time*, es el tiempo desde que transcurre desde el pedido de materia prima, hasta la entrega al cliente final.

Para el cálculo del Lead Time se debe considerar los siguiente (Mandariaga, 2020):

- Lead time pedido-entrega: es el tiempo que transcurre desde que se recibe el pedido de un producto hasta su entrega.

- Lead time pedido-envío: es el tiempo que discurre desde la recepción del pedido de un producto hasta su expedición.
- Lead time fabricación: es el tiempo que transcurre desde la llegada a la fábrica de la materia prima de un producto hasta que éste, sea terminado.

La suma total de estos *Lead Times* permite conocer, cuanto se demora la fabricación de un producto o lote.

## 2.6. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo (TC), es el requerimiento de tiempo de un operador para completar un trabajo asignado o para un equipo. En la cual se considera la siguiente analogía:

$$\text{Tiempo de Ciclo (TC)} = \frac{\text{Tiempo Total Disponible}}{\text{Número de Unidades Producidas}}$$

Esto representa el tiempo que transcurre desde que se inicia el trabajo de un producto, hasta que entra otro producto en un sistema productivo.

Por otro lado, (Krajewski , 2017) señala que “el tiempo de ciclo de una línea es el tiempo máximo permitido para trabajar en la elaboración de una unidad en cada estación”, además, si el Tiempo de Ciclo (TC) supera al Takt Time (TT), dicha estación será el cuello de botella que impedirá el alcance de la producción demandada.

## 2.7. Eficiencia

La eficiencia de un empresa o proceso industrial se mide mediante indicadores basados en el cociente de los resultados obtenidos entre los recursos empleados.

Se entiende como eficiencia a la realización de un producto en el mínimo tiempo y con la menor cantidad posible de materiales, de acuerdo a (Pérez Fernández de Velasco, 2015), “Una actividad es eficiente cuando optimiza el consumo de los recursos que necesita para su funcionamiento (tiempo de trabajo propio e incluido en terceros, materiales, maquinaria)”.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Outputs}}{\text{Inputs}}$$

## **2.8. Herramientas Lean Manufacturing.**

El Lean Manufacturing implica la aplicación de muchas técnicas, las cuales pueden implantarse de forma independiente o conjunta, atendiendo a las características principales de cada caso. La aplicación debe ser objeto de un diagnóstico previo (Hernández & Vizán, 2018).

Estas herramientas son utilizadas para mejorar la calidad del producto, ya que el principal objetivo de la metodología Lean es cero defectos; para esto se necesitan dichas herramientas y así poder alcanzar un nivel Seis Sigma.

### **2.8.1. Mapa de Valor Actual (Value Stream Mapping)**

Es una herramienta de *Lean Manufacturing* que permite visualizar cada uno de los procesos en toda la cadena de suministros, desde la recepción de las materias primas hasta la entrega de los bienes terminados al cliente. (Krajewski , 2017) define al Mapeo de flujo de valor como. “Una herramienta esbelta cualitativa para eliminar el desperdicio o muda que involucra el dibujo del estado actual, el dibujo del estado futuro y un plan de implementación”.

#### **2.8.1.1. Tipos de VSM**

Existe dos tipos de mapas de valor, señala (Socconini, 2019) el mapa de estado actual será un documento de referencia para determinar excesos en el proceso y documentar la situación actual de la cadena de valor. Por otro lado, un mapa de valor futuro presenta la mejor solución a corto plazo para la operación.

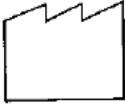
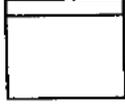
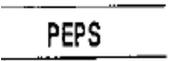
#### **2.8.1.2. Mediciones importantes**

En el mapa de valor se debe considerar el tiempo de ciclo individual y el total, consecuentemente se considera el Tiempo Takt (TT), siendo KPI's que muestran la capacidad del proceso y la velocidad de compra del cliente.

#### **2.8.1.3. Símbolos utilizados en el VSM**

Los símbolos más comunes con los cuales se elabora un VSM, son de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla 2. Simbología del VSM**

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
	Fuente externa: representa clientes y proveedores.
	Flecha de traslado de proveedor a planta o de planta a cliente.
	Transporte mediante camión
	Transporte por tren
	Transporte por avión
	Operación del proceso
	Casillero de datos que se coloca debajo de las operaciones.
	Flecha de empuje que se utiliza para conectar operaciones en las que el material se mueve mediante un sistema de empuje.
	Enlace de operaciones basado en la secuencia
	Relámpago <i>kaizen</i> . Sirve para dar a entender que en este punto de la cadena de valor se debe realizar un evento de mejora enfocado a a implementar la herramienta Lean.

*Fuente:* (Socconini, 2019)

*Elaborado por:* Oswaldo Guerrero

La simbología sirve para dar a entender al personal de la empresa u organización el manejo general que se mantiene de operación a operación.

### **2.8.2. Las 5's**

Es una metodología que consiste en cinco prácticas en el lugar de trabajo: clasificar (*Seiri*), ordenar (*Seiton*), limpiar (*Seiso*), estandarizar (*Seiketsu*) y disciplina (*Shitsuke*) que nos permite obtener un control visual y una producción esbelta dentro de una organización. Además, permite la mejora de las condiciones del puesto de trabajo (Nawanir, 2016).

Tabla 3: Definición de 5S

Término	Definición
<b>1. Clasificar</b>	Separar los artículos necesarios de los innecesarios (incluye herramientas, partes, materiales y documentación) y descartar los innecesarios.
<b>2. Ordenar</b>	Acomodar con cuidado lo que queda, con un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Organizar el área de trabajo para que sea sencillo encontrar lo que se requiere.
<b>3. Limpiar</b>	Limpiar y lavar el área de trabajo hasta que brille.
<b>4. Estandarizar</b>	Establecer programas y métodos para realizar limpieza y clasificación. Formalizar la limpieza que resulta al realizar con regularidad las tres primeras practicas S de manera que se mantenga una limpieza permanente y un estado de buena disposición.
<b>5. Disciplina</b>	Crear una disciplina para realizar las primeras cuatro practicas S, con las que todos entienden, obedecen y practican las reglas dentro de la planta. Implementar mecanismos para sustentar las ganancias con la participación de la gente y reconocerlas a través del sistema de medición del desempeño.

Fuente: (Krajewski , 2017)

Elaborado por: Oswaldo Guerrero

Esta metodología de las cinco S, según (Mandariaga, 2020) no es una cuestión de limpieza y estética. Depende del rigor y constancia del personal de la empresa.

### Clasificar (*seiri*)

En este primer paso consiste en separar los elementos del puesto en categorías: necesarios o innecesarios, como se muestra en la Figura 2.

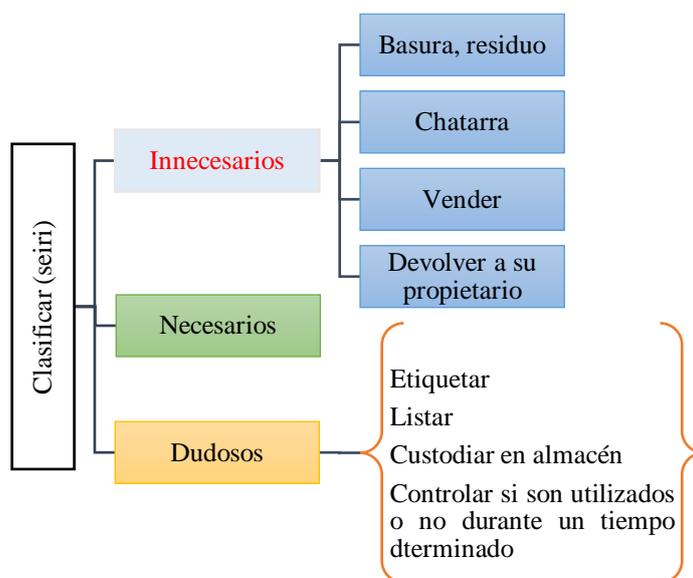


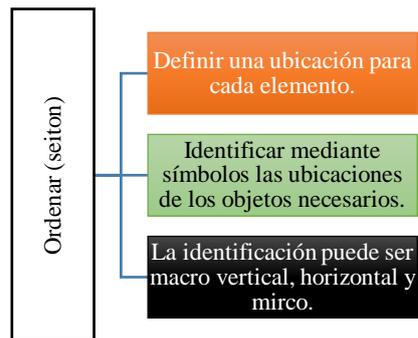
Figura 2. Forma para clasificar según (*seiri*)

Fuente: (Krajewski , 2017)

Elaborado por: Oswaldo Guerrero

## Ordenar (*seiton*)

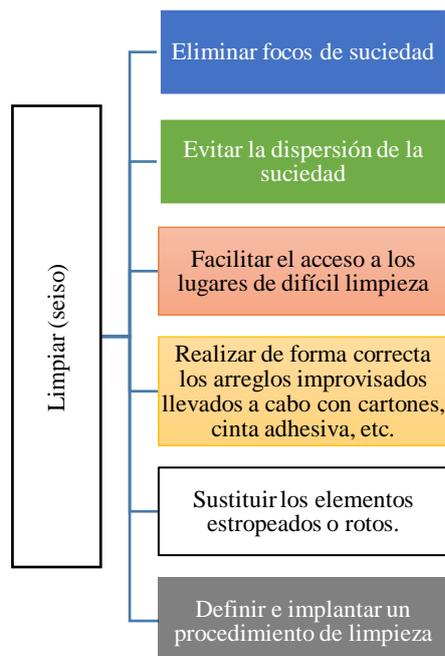
En este paso luego de eliminar los objetos innecesarios, se idéntica los objetos necesarios y se ordenará de tal forma que facilite el trabajo al operario, es recomendable seguir algunas recomendaciones tal como se muestra en la Figura 3.



**Figura 3.** Pasos para seiton  
**Fuente:** (Krajewski , 2017)  
**Elaborado por:** Oswaldo Guerrero

## Limpiar (*seison*)

Luego de ordenar los elementos, se lleva a cabo el tercer paso que es limpiar, en la Figura 4 se muestra la manera de realizar este proceso.

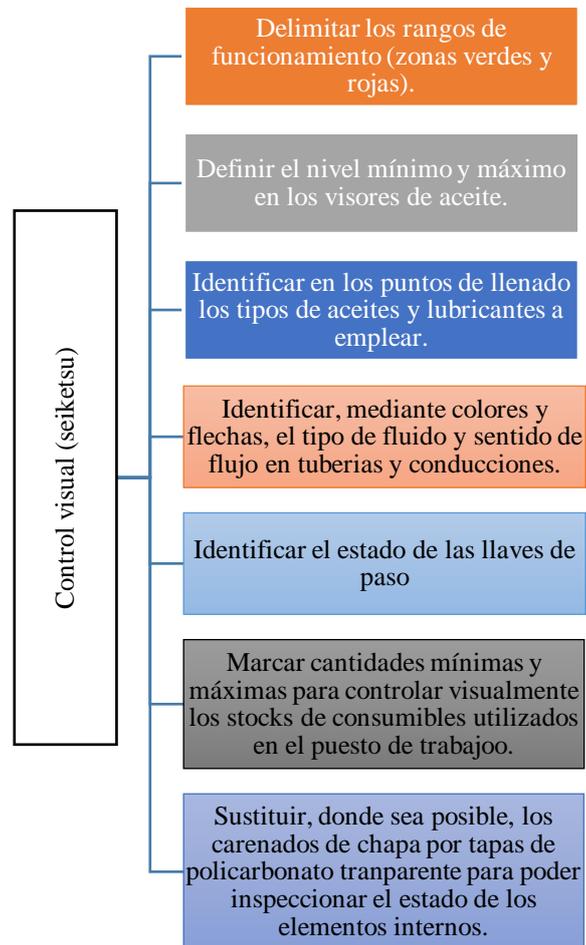


**Figura 4.** Proceso para el paso seison

*Fuente: (Krajewski , 2017)*  
*Elaborado por: Oswaldo Guerrero*

### Control visual (*seiketsu*)

Una vez implantado los tres primeros pasos, se define estándares claros y concisos para el control visual del puesto de trabajo, llevando a cabo las actividades de la Figura 5.



**Figura 5.** Actividades para control visual (*seiketsu*)

*Fuente: (Krajewski , 2017)*  
*Elaborado por: Oswaldo Guerrero*

### Disciplina (*shitsuke*)

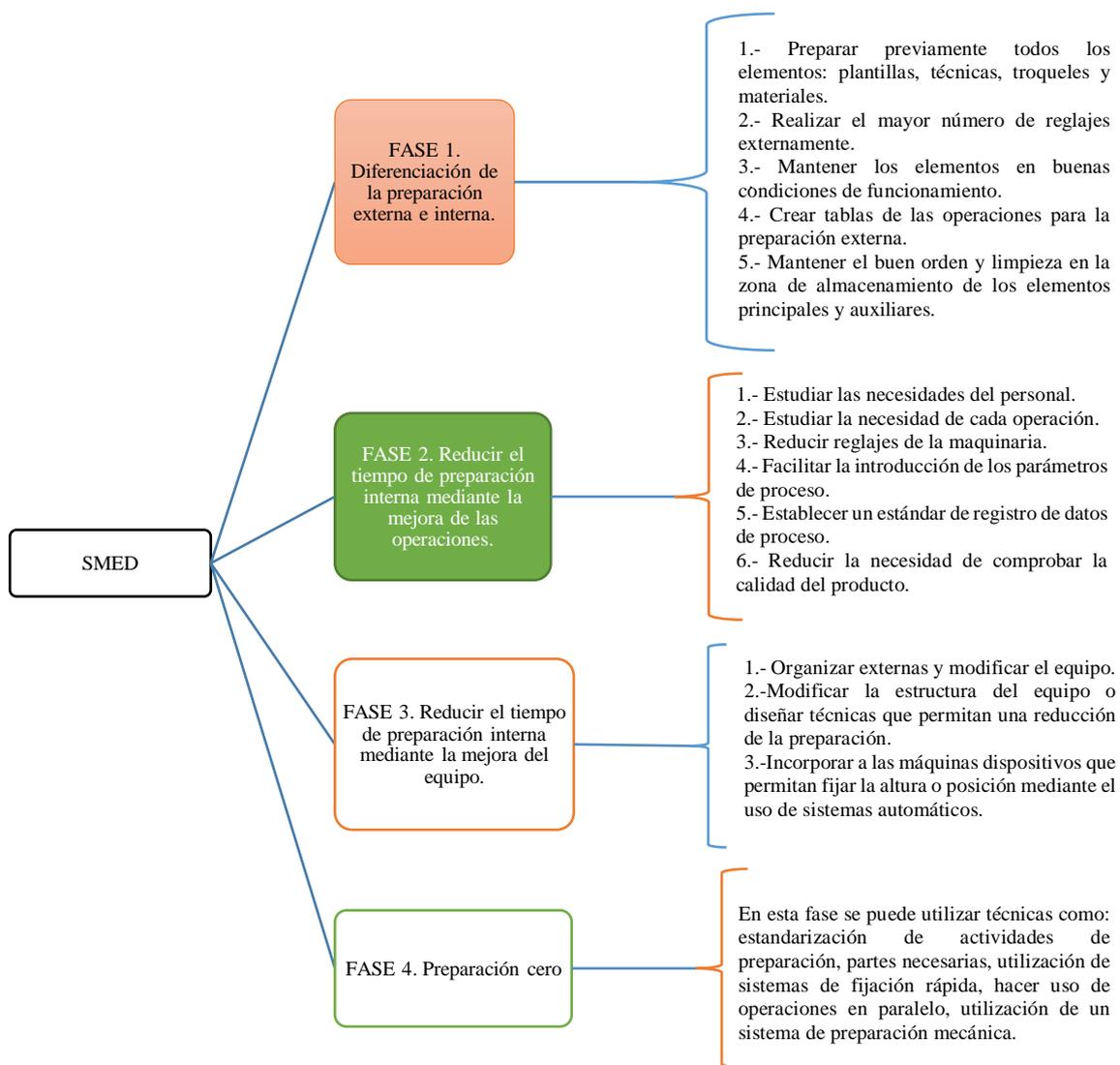
De acuerdo con (Mandariaga, 2020) la disciplina consiste en mantener los estándares establecidos en los cuatro pasos anteriores. En esta fase se debe hacer auditorias periódicamente y tomar acciones correctivas para asegurar y mantener el nivel cinco S.

#### 2.8.3. SMED (Single Minute Exchange of Die)

Sus siglas traducidas al español “Expresar los minutos en un solo dígito”, realiza una idea de que en general cualquier preparación de un proceso debería durar menos de diez minutos.

“Se entiende por duración a la preparación de un proceso al tiempo transcurrido desde la fabricación de la última pieza válida de un modelo o serie, hasta la obtención de la primera pieza correcta del modelo o serie siguiente” (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2014).

Es decir, la herramienta SMED es un conjunto de técnicas que persiguen la reducción de los tiempos de preparación de maquinaria. Es necesario considerar un estudio de tiempos y movimientos en relación de las actividades de preparación. Dichos estudios (Hernández & Vizán, 2018) constan de cuatro fases como se muestra en la Figura 6.



**Figura 6.** Fases de la metodología SMED

**Fuente:** (Nawanir, 2016)

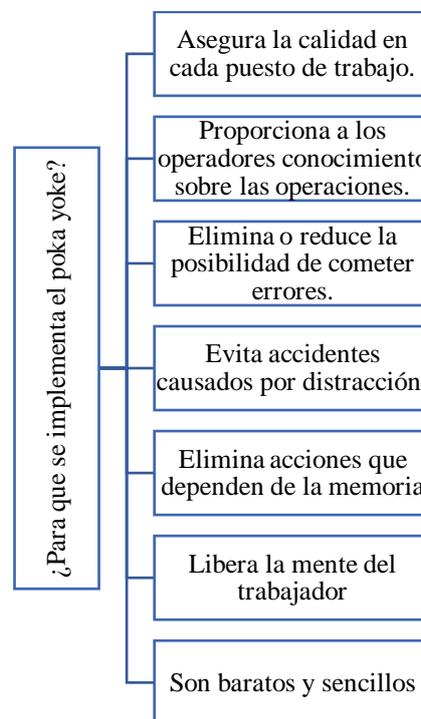
**Elaborado por:** Oswaldo Guerrero

#### 2.8.4. Poka Yoke (Inspección en la fuente)

Técnica de corrección de errores que diseña sistemas a prueba de fallas para minimizar el error humano. “Un enfoque exitoso para desarrollar la calidad en la fuente es usar Poka Yoke”

De acuerdo con (Pyzdek & Keller, 2015) los dispositivos *poka yoke* son métodos que evitan errores humanos en los procesos antes de que se conviertan en defectos, y permiten a los operadores se concentren en sus actividades.

Las utilidades principales de la implementación del *poka yoke* se muestra en la Figura 7.



**Figura 7.** Utilidades del sistema Poka Yoke

**Fuente:** (Socconini, 2019)

**Elaborado por:** Oswaldo Guerrero

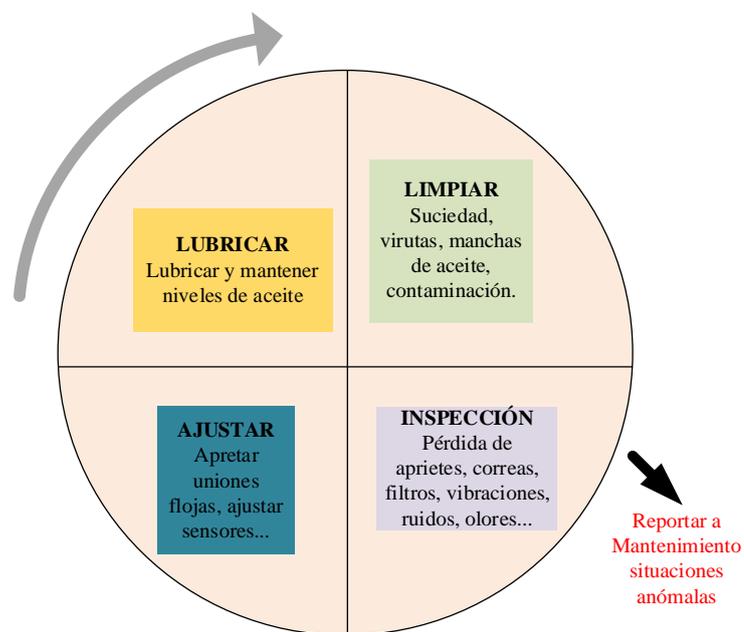
En general, (Socconini, 2019) se utiliza Poka Yoke se utiliza cuando los procesos generan continuamente defectos o son inseguros. Cuando el análisis del modo y falla contatadamente genera accidentes o defectos en los requetimientos.

#### 2.8.5. TPM (Maquinaria y Equipos Confiables)

“El Mantenimiento Productivo Total TPM (*Total Productive Maintenance*) es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las averías a través de la participación y motivación

de todos los empleados. La idea fundamental es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes de los operarios” (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013).

Por otro lado, el mantenimiento autónomo es una parte fundamental del TPM, es opuesta al pensamiento de la fábrica tradicional, donde producir y mantener son separadas (Mandariaga, 2020). Lo que es lo mismo, enseñar y transferir a los operarios de producción actividades o tareas, frecuentes y sencillas de mantenimiento preventivo. Como se muestra en la Figura 8.



*Figura 8. Mantenimiento Autónomo*  
*Fuente: (Mandariaga, 2020).*  
*Elaborado por: Oswaldo Guerrero*

En consecuencia, se debe considerar los siguientes pasos para implantar el mantenimiento autónomo en un equipo productivo (Nawanir, 2016):

- Seleccionar un equipo productivo piloto.
- Nombrar un equipo de personas designando un líder de equipos, operarios y producción.
- Formar a los operarios para conocer la máquina.

- Formar a los operarios para operar la máquina.
- Hacer un limpieza e inspección inicial para detectar anomalías.
- Remediar elementos dañados.
- Eliminar fuentes de suciedad y puntos difíciles de limpieza.
- Elaborar estándares, y registros provisionales de limpieza, inspección, ajuste y lubricación, permitiendo el control visual, olores...
- Implantar estándares de mantenimiento.
- Auditar la correcta ejecución de estándares de mantenimiento y registros.
- Enviar los registros al departamento de mantenimiento o encargado.
- Realizar un *feedback* de los estándares de mantenimiento autónomo para provisionar a partir de los datos.

En síntesis, los pasos 5,6 y 7 para la implantación del mantenimiento autónomo es preciso e imprescindible un nivel concreto de las cinco S.

### 2.8.5.1. Indicadores claves del TPM

Los indicadores deben ser claves para la toma de decisiones, (Villaseñor & Galindo, 2018) el MTBF y el MTTR son indicadores utilizados habitualmente en la gestión del mantenimiento:

- El MTBF (*Mean Time Between Failures*) de una máquina es el tiempo medio de buen funcionamiento entre paradas no planificadas. Para lo cual, se considera la siguiente relación:

$$MTBF = \frac{\sum \text{Tiempo sin averías}}{\text{Número de paradas}}$$

Esta relación indica el promedio de funcionamiento de una máquina, hasta su próxima avería. Por consiguiente, es un indicador que permite disminuir las paradas por maquinaria dañada.

- El MTTR (*Mean Time To Repair*) es el tiempo medio que se emplea en reparar una avería no planificada. De modo similar se considera la siguiente analogía:

$$MTBF = \frac{\sum \text{Tiempo Averías}}{\text{Número de paradas}}$$

En este caso se toma el tiempo invertido para la reparación de una avería, hasta que el equipo vuelva a su funcionamiento normal.

- La disponibilidad esperada (D), según (Arata, 2019) se destaca que este indicador de disponibilidad presente en la siguiente relación, representa sólo el efecto de la falla del elemento.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Se debe considerar una disponibilidad esperada lo más próximo al 100%, ya que representa el porcentaje de tiempo planificado que la máquina está operativa, en síntesis, solo descuenta las pérdidas por averías.

### **2.8.6. Justo a Tiempo**

Esta técnica de Lean también es conocida como JIT, por sus siglas en inglés (Just In Time); comprende la llegada en el tiempo justo tanto de materiales hacia los procesos y del producto final al cliente, de acuerdo con (Cortés , 2017), “los objetivos a que persigue este sistema de producción, son la disminución de almacenes e inventarios, la reducción de tiempos, la disminución de costes, así como la mejora de calidad de los productos y servicios”.

### **2.8.7. Kanban**

Comprende el uso de una tarjeta para controlar el proceso de producción, movimiento de materiales, componentes y productos.

### **2.8.8. Componentes de la Tarjeta Kanban**

Según, (Cortés , 2017) hace referencia los siguientes componentes:

- Código del componente o material y su descripción.

- Código del producto al que corresponde.
- Cantidad requerida.
- Tipos de procesos al que debe ser sometido.
- Lugar de almacenado tras ser procesado
- Punto de reordenado.
- Secuencia de ensamblaje o producción.

A continuación, se representa un ejemplo de tarjeta Kanban:

**Tabla 4:** Tarjeta Kanban

<b>Aspecto del Componente</b>	Parte N°	17634-22631-12		Proceso de Entrada
	Nombre del Producto.	Anillo Pistón BV		Máquina
	Tipo de Contenedor	C 10C	Número	Pulidora
	Capacidad del Contenedor	200	2/5	MP-02

*Fuente:* (Cortés , 2017).

*Elaborado por:* Oswaldo Guerrero

### 2.8.9. Kaizen

El *Kaizen* es una palabra japonesa que hace referencia al mejoramiento continuo dentro de una presa, este mejoramiento no debe ser solo a corto plazo; también se lo debe realizar a mediano y largo plazo para que los trabajadores cuenten con oportunidades ilimitadas de mejorar sus actividades de trabajo (Hernández & Vizán, 2018).

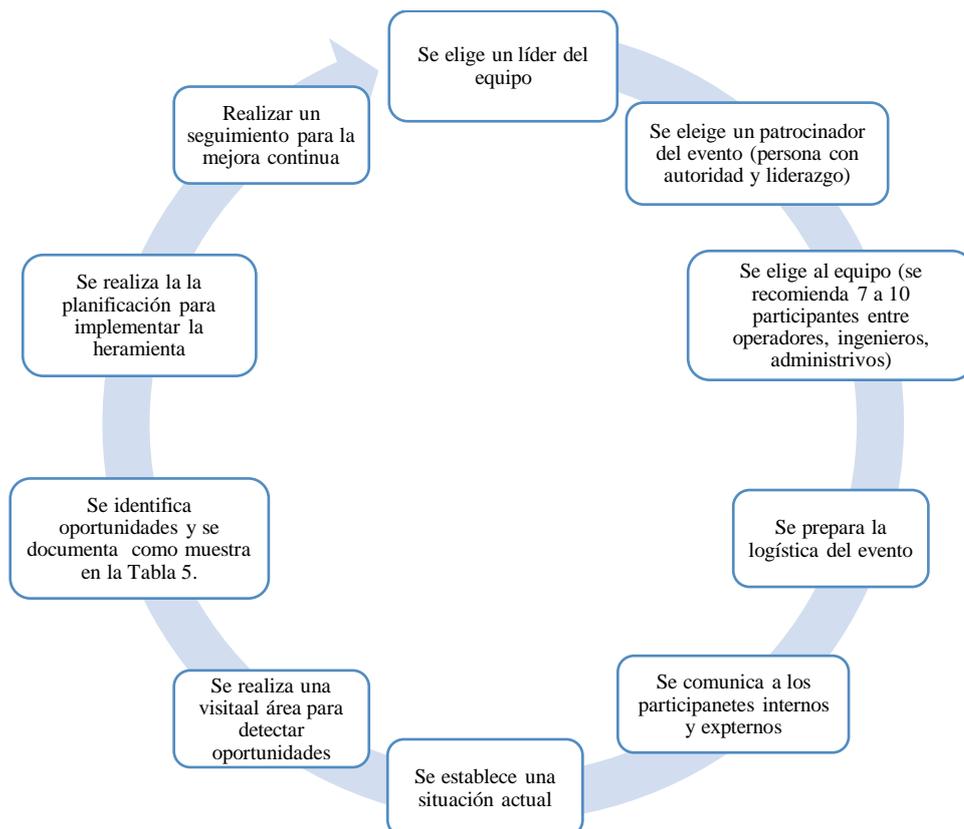
(Zandin, 2005) conceptualiza al *Kaizen* de la siguiente manera: “A partir de una petición de la alta gerencia o de un grupo de fabricación subalterno, se establece una actividad de mejoramiento con la participación de todos los empleados y se expande el programa en forma permanente”.

Los eventos Kaizen, según (Socconini,2019) resultan efectivos para mejorar rápidamente un proceso mediante la implementación de herramientas que ayudan a:

- Reducir desperdicios
- Mejorar la calidad y reducir la variabilidad
- Mejorar las condiciones de trabajo

Por otro lado, la aplicación del evento Kaizen se lleva a cabo cuando se necesita mejorar la distribución de áreas, reducir tiempo de preparación, disminuir tiempos de entrega, gastos de operación, mejorar orden y limpieza y mejorar la eficiencia de uso de equipos y maquinaria (Villaseñor & Galindo, 2018).

Sin embargo, los eventos Kaizen deben ser planificados con anticipación para los cual se realiza una etapa de planificación como se muestra en la Figura 9.



**Figura 9.** Procedimiento para el evento Kaizen

**Fuente:** (Socconini Pérez, 2019)

**Elaborado por:** Oswaldo Guerrero

En el mismo contexto, la identificación de oportunidades debe ser documentada mediante tarjetas de oportunidad como se muestra en la Tabla 5.

*Tabla 5. Tarjeta de oportunidad*

TARJETA DE OPORTUNIDAD	
Fecha:	Código:
Área:	
Oportunidad detectada:	
Actividad por realizar:	Clasificación:
Equipo:	
Observaciones:	

*Fuente: (Socconini Pérez , 2019)*

*Elaborado por: Oswaldo Guerrero*

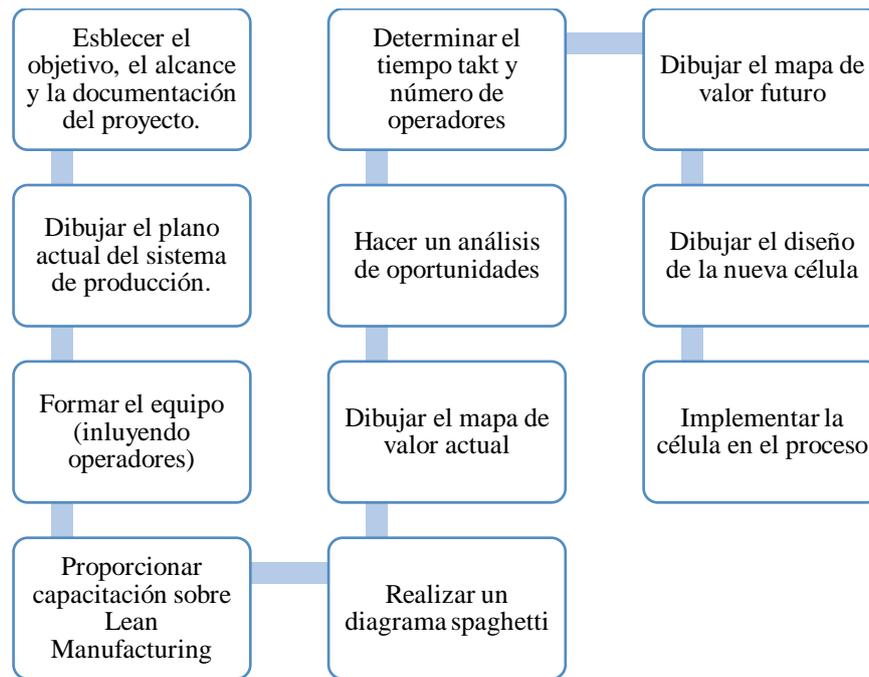
## **2.9. Manufactura celular**

Es la forma de organizar un proceso para un producto específico o productos similares en un grupo o celda en U, donde incluye toda la maquinaria, equipo y operadores (Tejada, 2018). Además, se utiliza la manufactura celular para lograr una flexibilidad de la producción y esto equivale a aumentar productividad mediante ajustes y reprogramación.

En términos generales, según (Socconini Pérez , 2019) los beneficios de la implementación de la manufactura celular son:

- Dar continuidad en las operaciones de planta.
- Eliminar inventarios en proceso que tienen costo económico.
- Crea procesos flexibles al producir diversos productos.
- Aumenta la flexibilidad y eficiencia.
- Permite a los operarios ser más eficientes.
- Los operadores se involucran en más tareas relacionadas con el producto
- Conecta directamente las operaciones para evitar transportes, demoras, movimientos de materiales, inventarios y sobreproducción.

Por otro lado, según (Socconini Pérez , 2019) considera el siguiente procedimiento para la implementación de la manufactura celular mostrada en la Figura 10.



**Figura 10.** Proceso de implementación para Manufactura Celular  
**Fuente:** (Socconini Pérez, 2019)  
**Elaborado por:** Oswaldo Guerrero

Por otro lado, según (Mandariaga, 2020) un diagrama *spaghetti* marca la ruta de los materiales por todas las fases de producción y sirve para entender el flujo de la producción desde el almacén de material, proceso hasta el almacén de producto terminado.

## 2.10. Sistemas de Producción

Los sistemas de producción dependen del objetivo de la empresa, sin embargo, existe clasificaciones de estos dependiendo del tipo de proyecto a ejecutarse.

### 2.10.1. Clasificación de los Sistema de Producción.

Según, (Schroeder, Meyer G., & Rungtusanatham, 2011) clasifica a los sistemas de producción de la siguiente manera: Procesos continuos, línea de ensamblaje, flujo en lotes, talleres de trabajo y proyectos.

### 2.10.2. Procesos Productivos

Los procesos productivos o también llamados procesos de producción abarcan un sistema de entrada de materias primas y salidas de productos terminados, la salida de un proceso puede ser la entrada de uno siguiente; hasta llegar a las especificaciones de un determinado producto,

de acuerdo a (Pérez Márquez, 2016), “El procesos productivo transforma entradas en un producto terminado que tiene varios parámetros, los cuales describen su calidad o su aptitud para el uso”.

### **2.10.3. Control de los Procesos Productivos.**

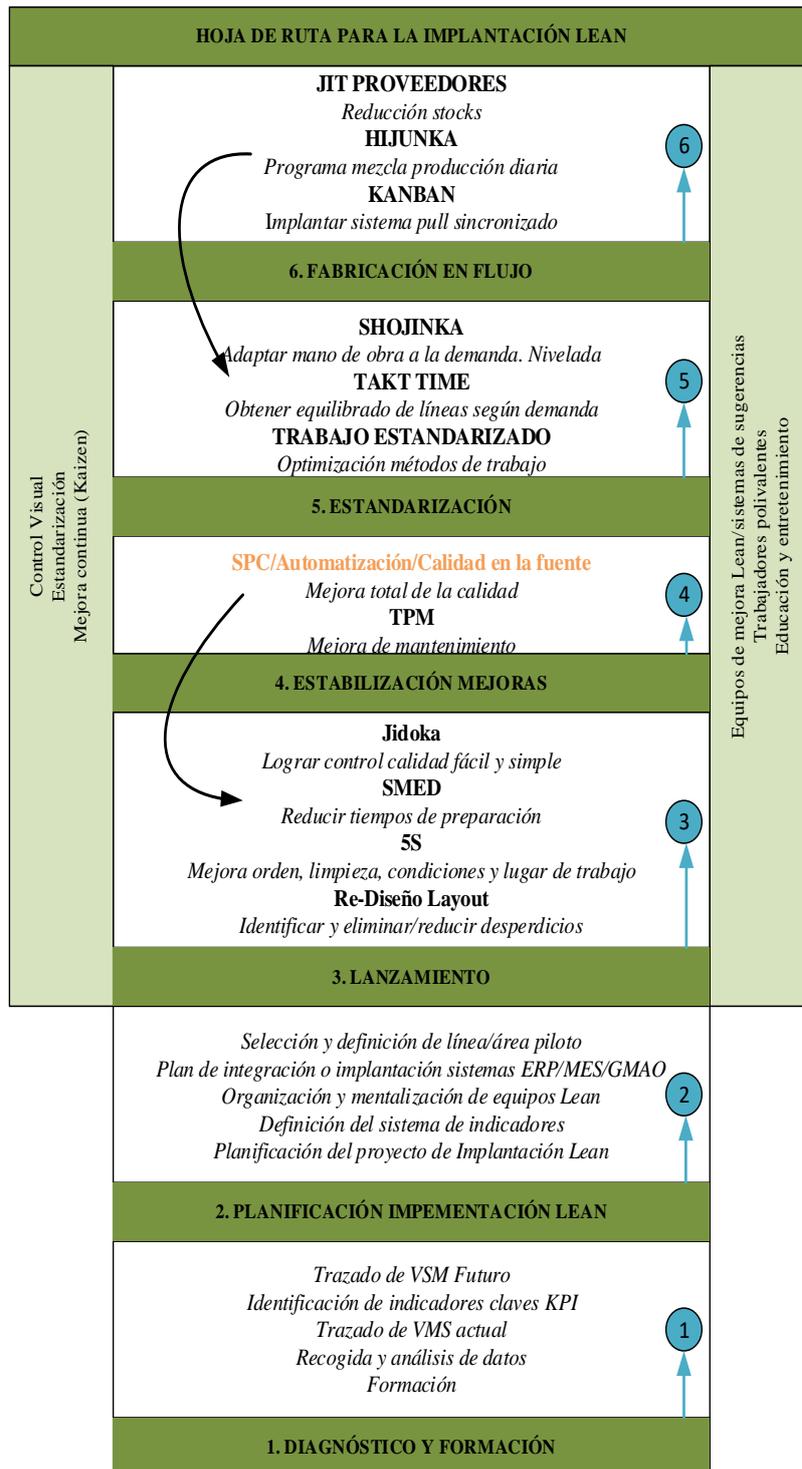
En toda empresa u organización, no solo se deben revisar los procesos sino también la calidad de los materiales que ingresa a cada uno de ellos y también las especificaciones del producto terminado; con esto nuestro proceso no tendría un excedente en su variabilidad, (Evans & Lindsay, 2017) atribuyen que “El control en la manufactura comienza en los procesos de compras y recepción. Es evidente que si los materiales que entran son de mala calidad entonces el producto final de seguro no será el mejor”.

### **2.11. Implementación de Lean Manufacturing**

Según, (Prieto Herrera, 2017) agrega que para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing se debe seguir los siguientes pasos:

- Identificar el valor y que lo crea.
- Identificar la secuencia de actividades de los procesos mediante el mapa de valor.
- Mejorar el flujo de material, de información y del producto mismo.
- Permitir que el cliente consiga el producto o servicio a través del proceso y perfeccionar el proceso.

Del mismo modo, (Lonnie, 2020) considera que no existe metodología específica para implementar un proyecto Lean Manufacturing, puesto que su aplicación deriva del análisis de la situación actual de cualquier empresa. No obstante, existen guías de implementación para las herramientas de dicha metodología. Sin embargo, según (Hernández & Vizán, 2018) de la Escuela de Organización Industrial (EOI) menciona una hoja de ruta para la implementación de *Lean* como se muestra en la Figura 11. Es aconsejable que la implantación se la realice de forma secuencial, adaptándose a la realidad particular de cada caso.



**Figura 11.** Modelo de implementación de Lean Manufacturing  
**Fuente:** (Hernández & Vizán, 2018)  
**Elaborado por:** Oswaldo Guerrero

En términos generales, para la implantación de la metodología Lean Manufacturing no existe guía que permita seguir un conjunto de pasos. Esto depende de la situación en que se encuentre la empresa, es decir se puede aplicar diferentes herramientas de mejora.

## CAPÍTULO III

### 3. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL

#### 3.1. Creaciones GEMA

La empresa “CREACIONES GEMA” fue creada en el año 2003 por su propietaria y gerente Marcela Tamba, su principal actividad es la confección de prendas en el sector textil, la cual tiene como propósito satisfacer las necesidades del mercado tanto local como nacional. En la actualidad dicha organización es considerada como una pequeña empresa por la cantidad de trabajadores e ingresos anuales percibidos.

A lo largo de los años, ha desarrollado mejoras de manera empírica como el incremento de maquinaria, gestión administrativa y laboralmente. Su actividad principal es la fabricación de prendas de vestir para niñas y damas de la zona norte del país, entre ellas las más importantes es la fabricación de licras para dama en diferentes tallas y colores.

En la tabla 6, se detalla la información referente a las instalaciones de le empresa textil “CONFECIONES GEMA”.

*Tabla 6. Información general de Confecciones GEMA*

BASE LEGAL	
<b>Razón Social</b>	Creaciones GEMA
<b>Ámbito Legal</b>	Calificación Artesanal
<b>Representante Legal</b>	Sra. Marcela Tamba
<b>Sector</b>	Textil
<b>Actividad</b>	Elaboración de Prendas de Vestir
CONTACTO	
<b>Teléfono</b>	
<b>Celular</b>	0991913688
<b>Correo Electrónico</b>	<a href="mailto:gemaopy@gmail.com">gemaopy@gmail.com</a>

*Fuente: (Confecciones GEMA, 2020)*

*Elaborado por: Oswaldo Guerrero*

Además, dicha empresa en sus diez y seis años de apertura y producción para el mercado comprendido por las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha, formó su cartera de clientes

dirigiéndose al consumidor final en su mayoría a la venta por catálogos y a una población económicamente activa con un nivel socioeconómico medio.

### 3.2. Localización

En la tabla 7 se presenta la localización de la empresa de acuerdo a datos obtenidos en las visitas técnicas y entrevistas con su propietaria.

**Tabla 7:** Localización "Creaciones GEMA"

LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	
<b>País</b>	Ecuador
<b>Provincia</b>	Imbabura
<b>Ciudad</b>	Atuntaqui
<b>Dirección</b>	General Enríquez y las Vertientes.



**Fuente:** (Confecciones GEMA & Google Maps, 2020)

**Elaborado por:** Oswaldo Guerrero

### 3.3. Misión

La empresa Creaciones GEMA es una empresa textil que tiene como objetivo diseñar y producir prendas de vestir de calidad, logrando plena satisfacción del cliente, brindando siempre un servicio de excelencia, educando y desarrollando las competencias de nuestro equipo de trabajo, orientando a la mejora continua en nuestros procesos, para así lograr tanto

el crecimiento de nuestra empresa como el de nuestros colaboradores (Creaciones GEMA, 2019).

### 3.4. Visión

Maximizar la satisfacción de nuestros clientes a través de productos que cumpla con sus exigencias, ser reconocidos como una empresa líder en confecciones de prendas de vestir con calidad a nivel Nacional y contribuir al desarrollo de nuestra comunidad (Creaciones GEMA, 2019).

### 3.5. Valores Institucionales

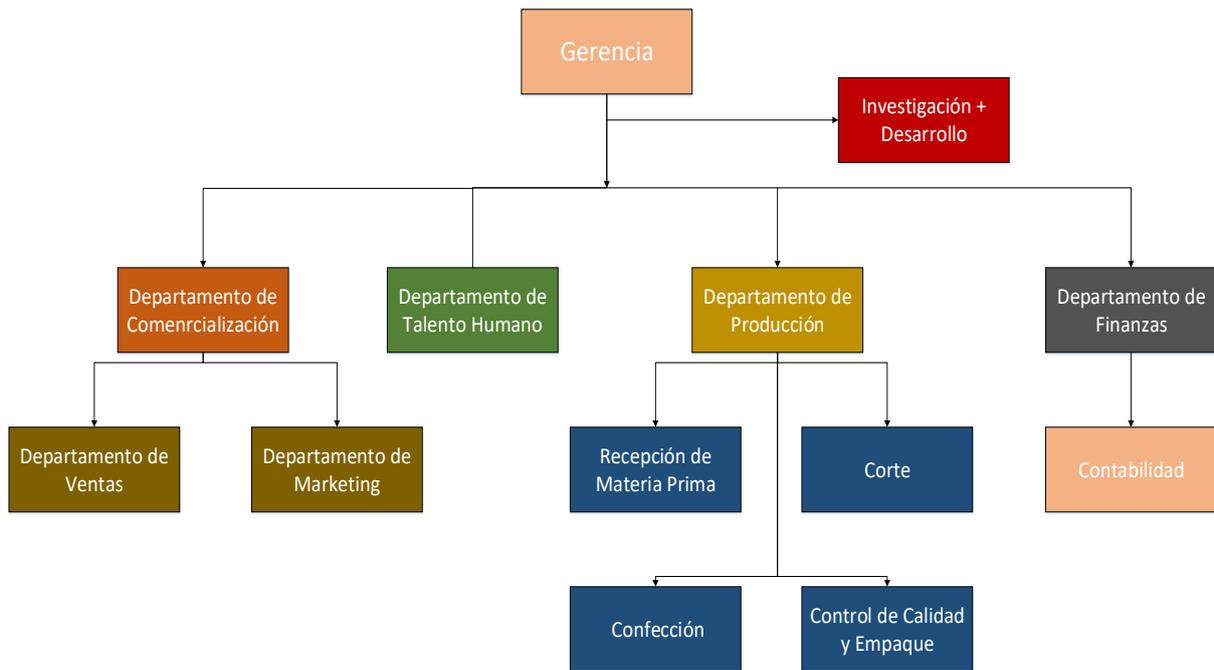
De acuerdo a confecciones GEMA los valores institucionales que mantienen para su empresa se observan en la Figura 12.



*Figura 12. Valores Institucionales*  
*Fuente: (Creaciones GEMA, 2019)*  
*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

### 3.6. Estructura Organizacional

La estructura organización establecida según la empresa “CREACIONES GEMA”, que permite el desarrollo de las actividades dentro de la organización se muestra en la Figura 13. Siendo una estructura jerárquica-funcional, donde la coordinación de todas las actividades las realiza el gerente.



**Figura 13. Estructura Organizacional**  
*Fuente: (Creaciones GEMA, 2019)*  
*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

### 3.7. Identificación de Cargos y Funciones.

En la Tabla 8 se muestra las actividades del personal administrativo y de los operarios de la empresa.

*Tabla 8 Identificación de Cargo y descripción de funciones*

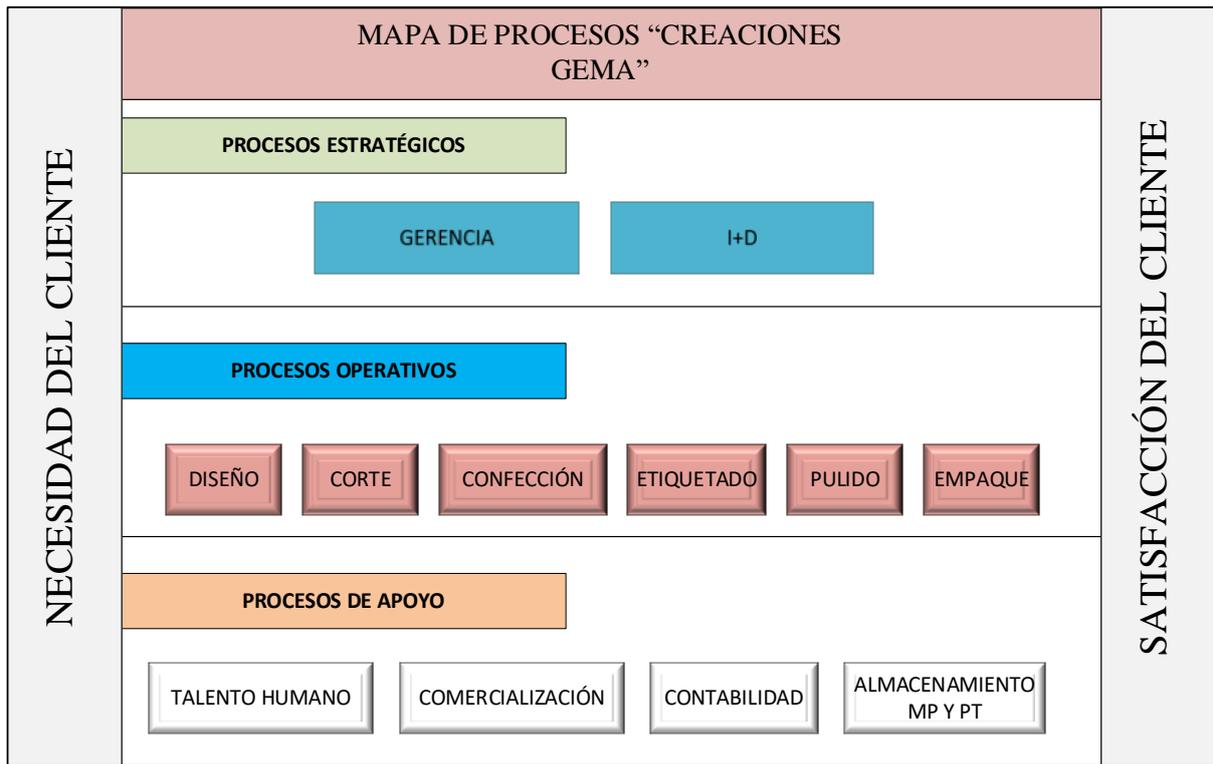
IDENTIFICACIÓN DE CARGOS Y FUNCIONES	
Cargo	Funciones
<b>Gerente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es el encargado de supervisar los niveles jerárquicos inferiores.</li> <li>• Controlar y analizar alianzas con proveedores y clientes.</li> <li>• Analizar los estados financieros y de producción de la empresa.</li> <li>• Ser el representante legal de la organización.</li> <li>• Responsable de la investigación, el desarrollo y la implementación de nuevos productos</li> </ul>
<b>Encargado de ventas y Marketing</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportar los productos terminados al cliente.</li> <li>• Negociar actividades comerciales.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ubicar y conseguir un posicionamiento para la empresa en el mercado.</li> <li>• incrementar las ventas y los ingresos.</li> <li>• Planeación y desarrollo de estrategias de marketing.</li> </ul>
<b>Talento Humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planificar las plantillas de acuerdo con la organización de la empresa, diseñar los puestos de trabajo oportunos, definir funciones y responsabilidades.</li> <li>• atraer candidatos competentes para un puesto de trabajo a la empresa.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• formación de los trabajadores permite al personal de la empresa adaptarse a los cambios que se producen en la sociedad, así como a los avances tecnológicos.</li> </ul>
<b>Recepción Materia Prima</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar la correcta recepción de materias primas.</li> <li>• Primer control de calidad (Visual y comprobaciones de medidas).</li> <li>• Abastecimiento a producción.</li> </ul>
<b>Operario de Corte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir materia prima.</li> <li>• Cortar las piezas para la realización de pantalones.</li> <li>• Disminuir merma en el proceso.</li> </ul>
<b>Operario de Confección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibir piezas de corte para confección de pantalones.</li> </ul>
<b>Operario de Control de Calidad y Empaque</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar que los pantalones estén bajo los parámetros de calidad de la empresa.</li> <li>• Empacar pantalones previos a revisión de calidad y enviar al almacén.</li> </ul>
<b>Contador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encarga del pago de remuneraciones al personal, obligaciones tributarias, manejo de contabilidad y compras para la producción.</li> <li>• Imprimir los sueldos que deben ser hasta el día cinco de cada mes.</li> <li>• Enviar los gastos de caja chica y anticipos todos los días al correo de gerente.</li> </ul>

*Fuente: Confecciones GEMA  
Elaborado por: Oswaldo Guerrero*

### 3.8. Mapa de Procesos

A continuación, se puede observar el mapa de procesos de la empresa “CONFECIONES GEMA”, en cual se pueden observar los procesos operativos. Siendo estos el campo de estudio en el cual se aplicará la metodología *Lean Manufacturing* ver Figura 14.



*Figura 14. Mapa de procesos*  
*Fuente: (Creaciones GEMA, 2019)*  
*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

### 3.9. Jornada Laboral

La jornada laboral en la empresa “Creaciones GEMA” empieza a las 8:00 y termina a las 17:00 de lunes a viernes, cuenta con una hora de almuerzo de 13:00 a 14:00, los trabajadores casi no tienen pausas ya que su remuneración depende de la cantidad de pantalones que realicen, así que se trabaja alrededor de 480 minutos al día.

### 3.10. Máquinas y Herramientas

En la actualidad la empresa cuenta con maquinaria de alta tecnología para la elaboración sus productos. El mantenimiento que reciben las maquinas no es realizado de acuerdo con una planificación, en la empresa se realiza por lo general mantenimientos correctivos. Las averías son asistidas por el personal de la empresa que trabaja con la maquinaria, pero cuando existen averías de otra magnitud se contrata personal técnico especializado en ese tipo de maquinaria, lo cual puede llegar a tardar mucho tiempo.

En la empresa “CONFECIONES GEMA” tiene las siguientes máquinas trabajando a su disposición:

*Tabla 9. Maquinaria de la empresa “Confecciones GEMA”*

Cantidad	Descripción	Cantidad	Descripción
3	Cortadora	1	Recta
2	Elasticadora	2	Recubridora
2	Etiquetadora	2	Tirilladora
3	Overlock	2	Unidora
1	Plancha Industrial		

*Fuente: Confecciones GEMA*

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

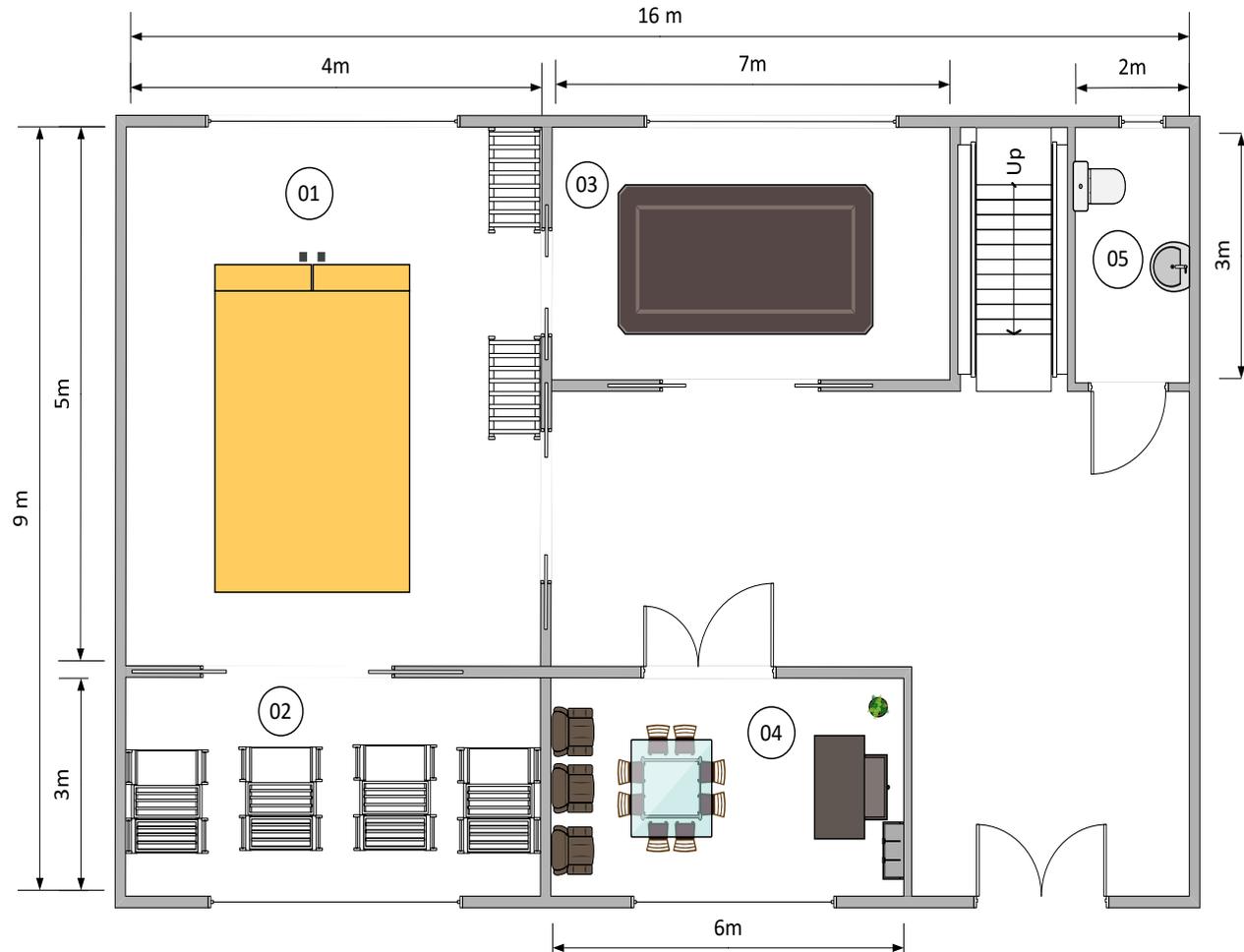
### 3.11. Distribución en planta

En las Figura 15 se muestra la distribución en planta que mantiene la empresa Confecciones GEMA en su primera planta donde se encuentra el área de corte, control de calidad y empaque, almacenamiento de materia prima y gerencia, por su parte en la figura 16, se muestra la segunda planta donde se encuentran las áreas de contabilidad, confección y almacenamiento de producto terminado; siendo un problema para el flujo de actividades.



<b>Ubicación:</b> Calle General Enríquez y Las Vertientes		
<b>Planta:</b> Primer Piso	<b>Propietario:</b> Sra. Marcela Tamba	
<b>DISTRIBUCIÓN EN PLANTA</b>		
<b>Elaborado:</b> Oswaldo Guerrero	<b>Fecha:</b> 18-nov-2020	<b>Escala:</b> 1:100

01. Área de corte
02. Área de almacenamiento de materia prima
03. Etiquetado, pulido y empaque
04. Gerencia General
05. Baño

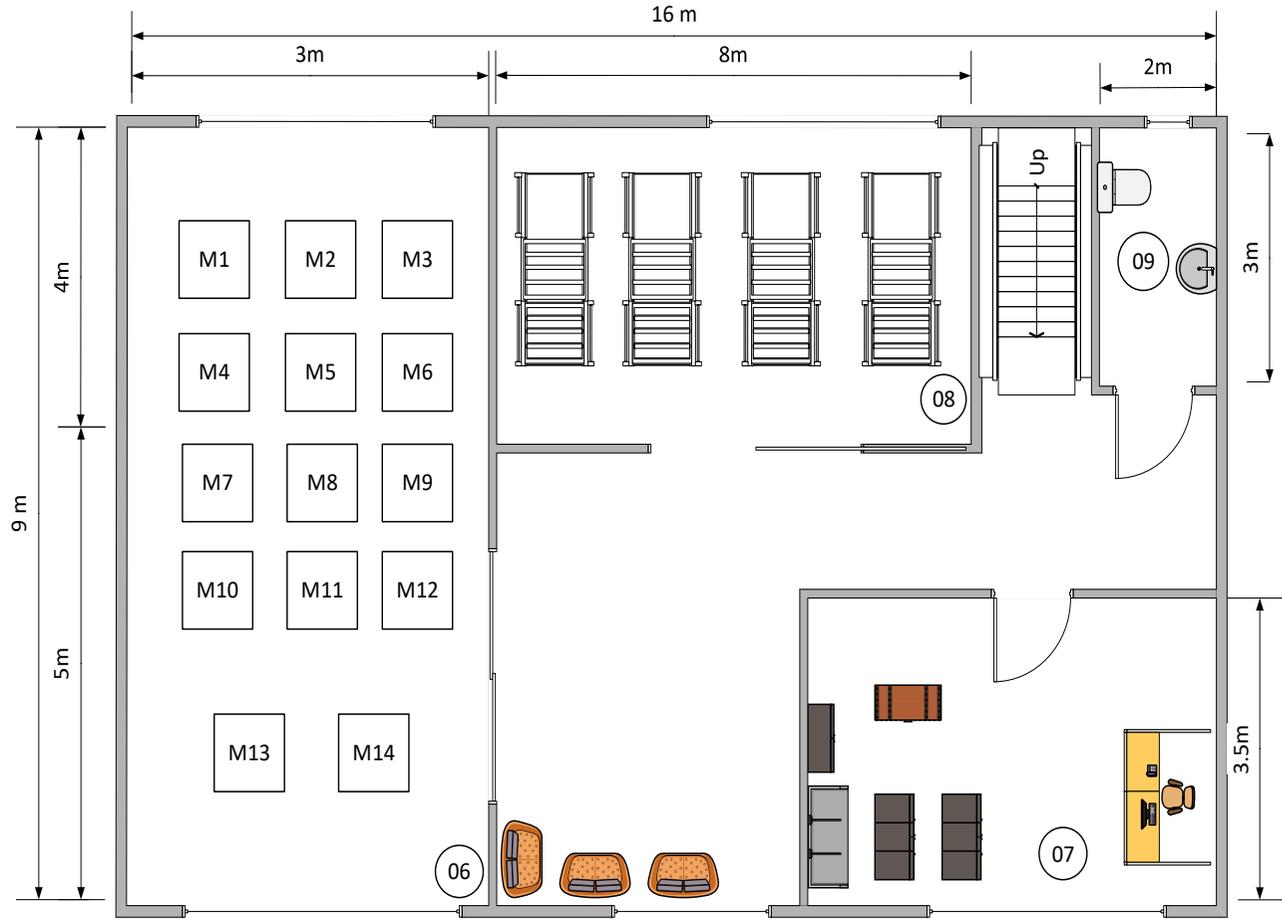


**Figura 15.** Distribución de la primera planta  
**Fuente:** Creaciones “GEMA”  
**Elaborado:** Oswaldo Guerrero



<b>Ubicación:</b> Calle General Enríquez y Las Vertientes		
<b>Planta:</b> Segundo Piso	<b>Propietario:</b> Sra. Marcela Tamba	
<b>DISTRIBUCIÓN EN PLANTA</b>		
<b>Elaborado:</b> Oswaldo Guerrero	<b>Fecha:</b> 18-nov-2020	<b>Escala:</b> 1:100

<b>06.</b> Área de confección
<b>07.</b> Contabilidad
<b>08.</b> Área de producto terminado
<b>09.</b> Baño



**Figura 16.** *Distribución de la segunda planta*  
**Fuente:** Creaciones “GEMA”  
**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

### 3.12. Proveedores

“Creaciones GEMA” mantiene seis proveedores principales, los cuales abastecen de materiales e insumos los cuales se detallan en la Tabla 10, para la elaboración de los pantalones tipo licra en sus diferentes tallas y colores.

*Tabla 10: Descripción de Proveedores*

Proveedor	UBICACIÓN	Producto	Tiempo de Entrega	Forma de Pago
VIANNY	Quito	<b>Material:</b> Tela, Lycra Algodón	Dos días desde la orden de compra	Crédito
IMPODERNY	Guayaquil	<b>Material:</b> Tela, Hilos Botones	Un día desde su orden de compra	Crédito
DISTRITEX	Quito	<b>Material:</b> Tela, Hilos Lycra Poliéster	Dos días desde la generación de la orden	Contado
ANNY	Guayaquil	<b>Material:</b> Elásticos, Hilos Poliéster	Un día desde su orden de compra	Contado
DIMAURI	Quito	<b>Material:</b> Hilos Algodón Elásticos Cordones	Un día desde su orden de compra	Contado
VICUNHA	Quito	<b>Material:</b> Insumos	Un día desde su orden de compra	Contado

*Fuente: Creaciones GEMA*

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

En la Tabla 10 se puede observar cada uno de los proveedores y los tiempos que cada uno se demora en el abastecimiento. Además, la mayoría de los proveedores son de la ciudad de Quito, entonces la llegada de productos no supera un día en la entrega a bodega de materia prima en la empresa Creaciones “GEMA”. Por otro lado, los insumos tienen un tiempo más lejano de entrega debido a que llegan de la ciudad de Guayaquil.

### 3.13. Cartera de Productos

La empresa “Creaciones GEMA” brinda a su distinguida clientela una cartera de productos a gran escala de pantalones en diferentes modelos como se observa en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Cartera de productos

<b>Cartera</b>	<b>Género</b>	<b>Tipo</b>
Pantalones deportivos	Hombre/Mujer	Normal Basta Ancha Basta Corta
Pantalones casuales	Hombre/Mujer	Básicos Basta normal
Licras	Mujer	Básicos
Pantalinetas	Hombres	A la moda

**Fuente:** Creaciones GEMA

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

De acuerdo con la Tabla 11, la cartera de productos es de diferente tipo debido a la moda que cambia diariamente. Esto ha permitido que la empresa Creaciones “GEMA” se mantenga en el mercado a largo plazo. Sin embargo, cabe mencionar que su mayor producción se enfoca en pantalones tanto de dama y caballero en bastas anchas, cortas y normales.

### 3.14. Selección de la línea a estudiar

En la empresa “Confecciones GEMA”, cuenta con cuatro líneas de alta producción, de acuerdo con los datos mensuales del año 2019, como se muestra en la Tabla 12.

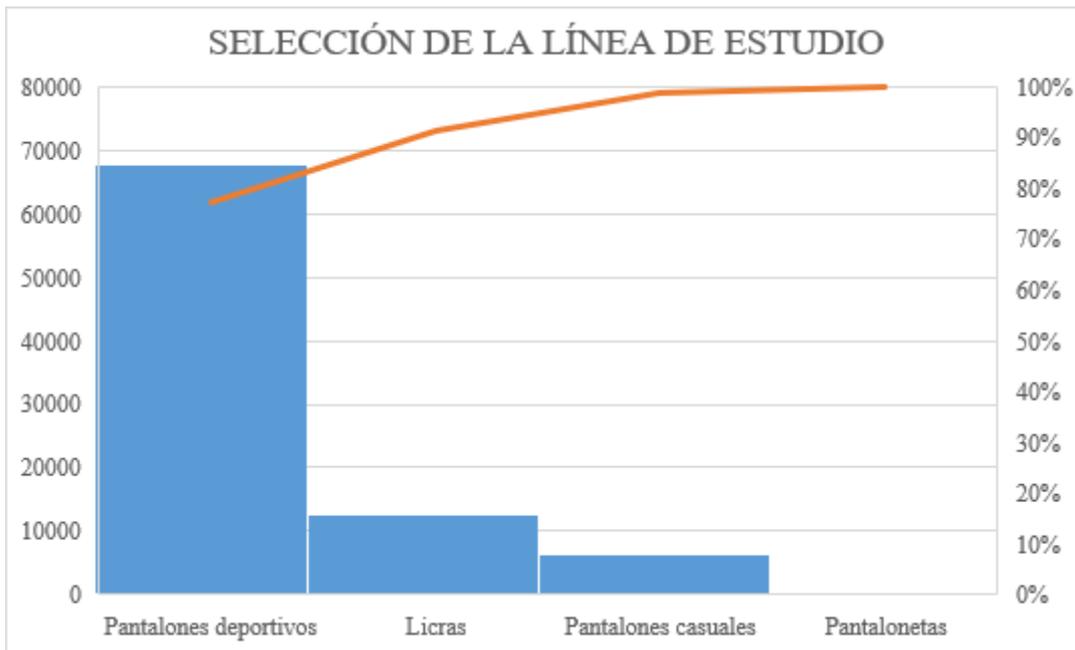
**Tabla 12.** Datos de ventas mensuales año 2019

<b>Línea</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Pantalones deportivos	2556	3256	5385	5872	6252	6676	6939	7176	6333	6252	6634	4347	67678	77%
Pantalones casuales	569	608	670		870		842	577		691	775	798	6400	7%
Licras	961	950	1006	965	1102	1105	1108	1162	1030	1036	1107	1032	12564	14%
Pantalinetas	150				256				300		250		956	1%
<b>TOTAL</b>	<b>4236</b>	<b>4814</b>	<b>7061</b>	<b>6837</b>	<b>8480</b>	<b>7781</b>	<b>8889</b>	<b>8915</b>	<b>7663</b>	<b>7979</b>	<b>8766</b>	<b>6177</b>	<b>87598</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Creaciones GEMA

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

De acuerdo con la Tabla 12 donde se muestra las ventas anuales de año 2019, las cuales permiten realizar la priorización de la selección del campo de estudio. Esto se realiza mediante un diagrama Pareto, el cual es considerado una herramienta de calidad de *Lean Manufacturing*; con el objetivo de priorizar el mayor ingreso, es decir que 20% de la producción genera el 80% de los ingresos. En la Figura 17 se puede observar el diagrama Pareto.



**Figura 17.** Pareto para la selección de la línea de estudio  
**Fuente:** Creaciones GEMA  
**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

De acuerdo con la Figura 17, el diagrama Pareto muestra que la mayor producción se encuentra en la línea de pantalones deportivos, siendo esta línea el 77% del total de ventas según los datos de la Tabla 12. De esta manera representa el 80-20 de acuerdo con la ley de Pareto, es decir que el 20% representa el 80% de las ventas conforme a las cuatro líneas de producción.

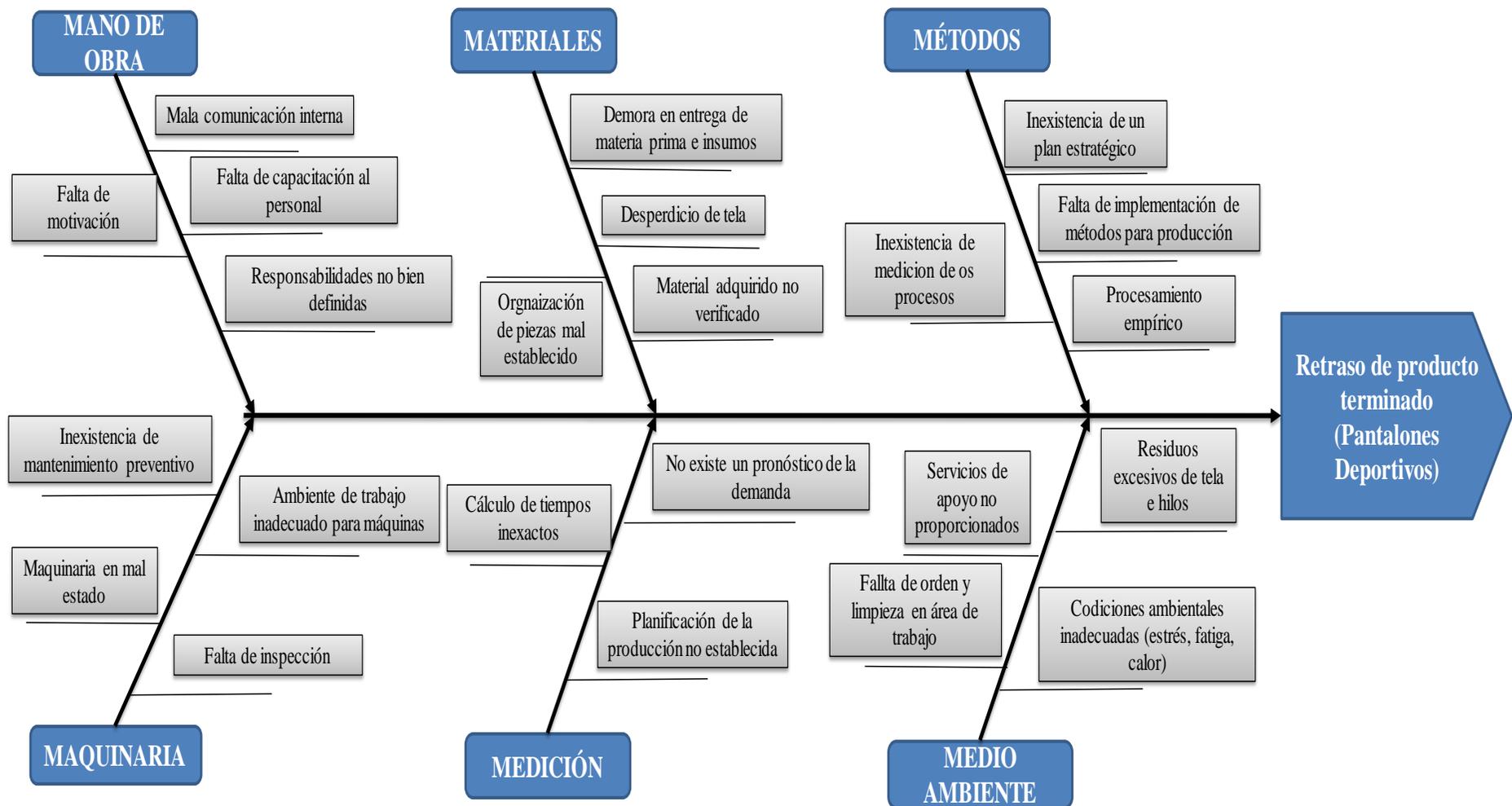
### 3.15. Análisis Causa-Efecto

Para llegar a determinar los desperdicios encontrados en la empresa se hace énfasis un análisis de Causa-Efecto, haciendo relevancia las “6M”

- **Materiales:** Evaluar todo lo que tenga que ver con la materia prima e insumos de la empresa.
- **Maquinaria:** Mantenimiento preventivo para no tener ninguna contingencia o problema en el desarrollo de las operaciones
- **Mano de Obra:** Implementar capacitaciones para tener el personal calificado.

- **Medición:** Contar con un control adecuado en cada operación realizada dentro de la empresa.
- **Métodos:** Documentación adecuada de los procesos.
- **Medio Ambiente:** Conjunto de valores naturales sociales y culturales.

A continuación, en la Figura 13 se realiza un diagrama causa efecto para analizar la situación en la empresa. Cabe, mencionar que las causas mencionadas en el diagrama causa-efecto, fueron recabadas de acuerdo con los operarios quienes son los que realizan el proceso día a día, así mismo, con el personal de administración.



**Figura 18.** Diagrama Casusa-Efecto  
**Fuente:** Creaciones GEMA  
**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

Para el análisis de las causas identificadas se realizó una ponderación de acuerdo al grado de importancia que estas representan dentro del proceso productivo, lo cual ocasiona el retraso en el producto terminado de pantalones deportivos.

En la tabla 13 se detalla las ponderaciones de evaluación las cuales fueron establecidas con la administración de “Creaciones GEMA”.

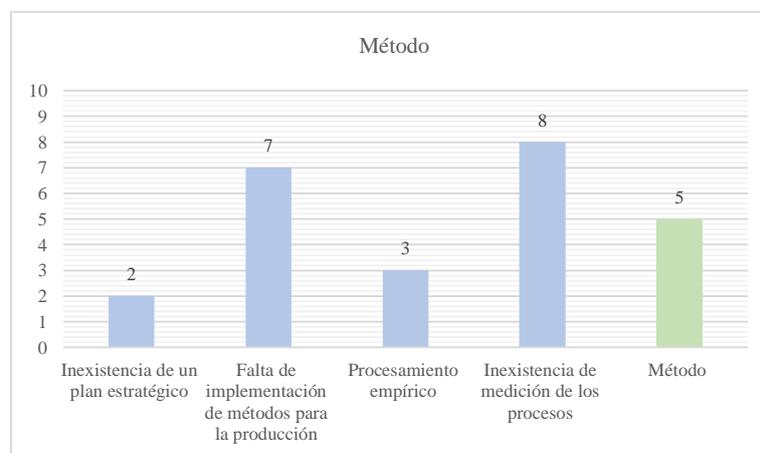
**Tabla 13.** Ponderaciones para las 6M

Grado de importancia	Ponderación
Sin importancia	0-1
De poca importancia	2-3
Moderadamente importante	4-5
Usualmente importante	6-7
Importante	8-9
Muy importante	10

**Fuente:** Creaciones GEMA

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

**Métodos:** se estableció mediante la ponderación mencionada anteriormente, que la causa principal que afecta al retraso de los pedidos es, la inexistencia de medición de procesos con una puntuación ponderada de 8/10 como se muestra en la Figura 19.

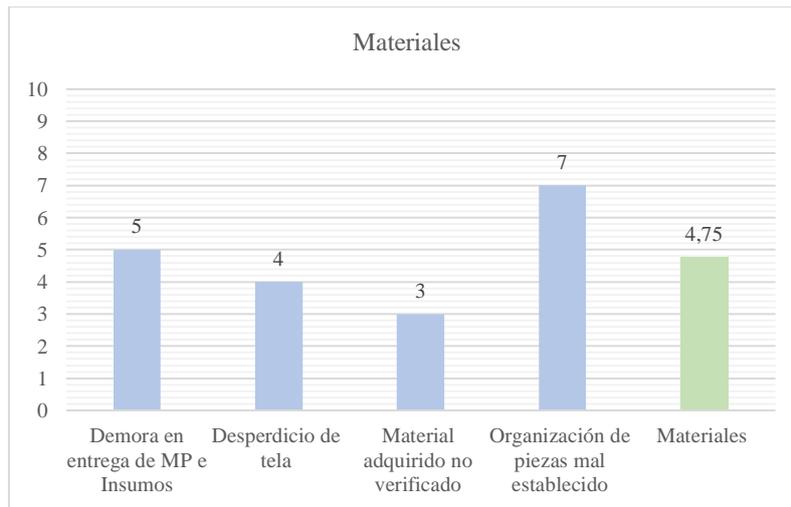


**Figura 19.** Evaluación de Método

**Fuente:** Creaciones GEMA

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

**Materiales:** Una de las causas fundamentales dentro de materiales, es la organización de piezas con una ponderación de 7/10 como se muestra en la Figura 20, lo cual debe ser mejorado mediante la implementación de herramientas que permitan mejorar la organización dentro de la empresa.

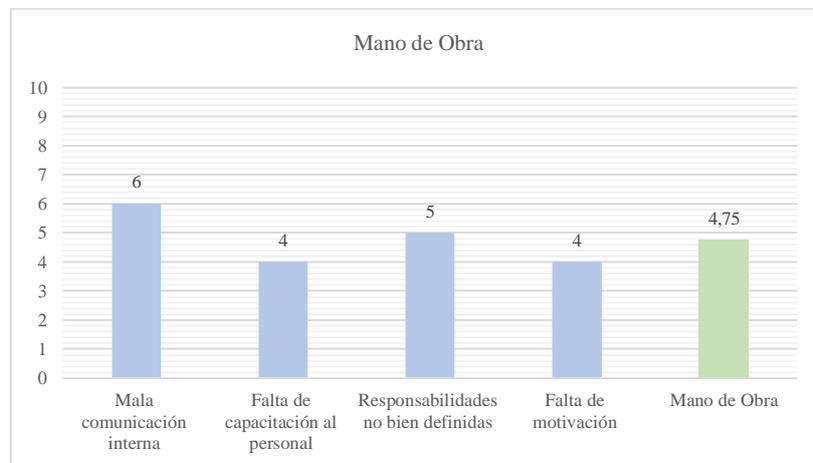


**Figura 20. Ponderación de Materiales**

**Fuente: Creaciones GEMA**

**Elaborado: Oswaldo Guerrero**

**Mano de obra:** dentro de la evaluación de mano de obra se define como la causa la mala comunicación interna, los cual retrasa los pedidos como se muestra en la Figura 21. Para lo cual se buscará una solución mediante herramientas *Lean*.

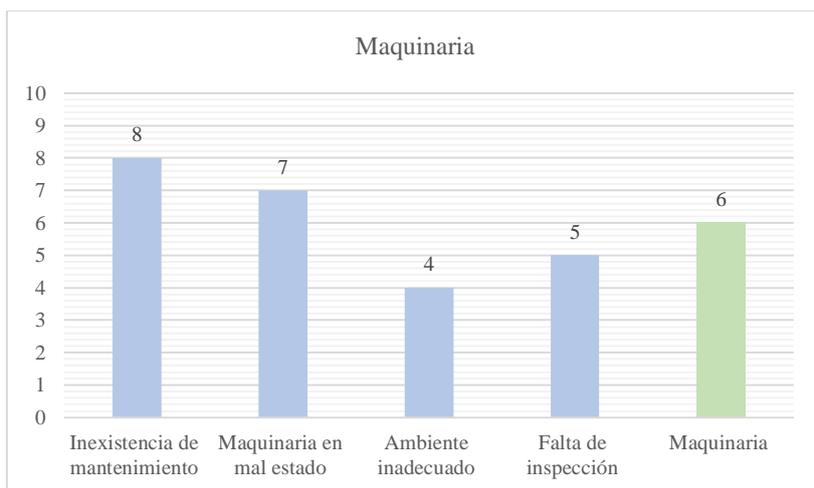


**Figura 21. Ponderación de la mano de obra**

**Fuente: Creaciones GEMA**

**Elaborado: Oswaldo Guerrero**

**Maquinaria:** dentro de esta muda o desperdicio, una de las causas principales es la insistencia de un mantenimiento, es decir no se aplica mantenimiento preventivo o planificado. Es simplemente un mantenimiento correctivo, solo cuando se daña una máquina. Como se evidencia en la Figura 22. Además, los equipos no permanecen limpios de manera que se pueda prevenir una falla, causando paros dentro del elemento productivo.

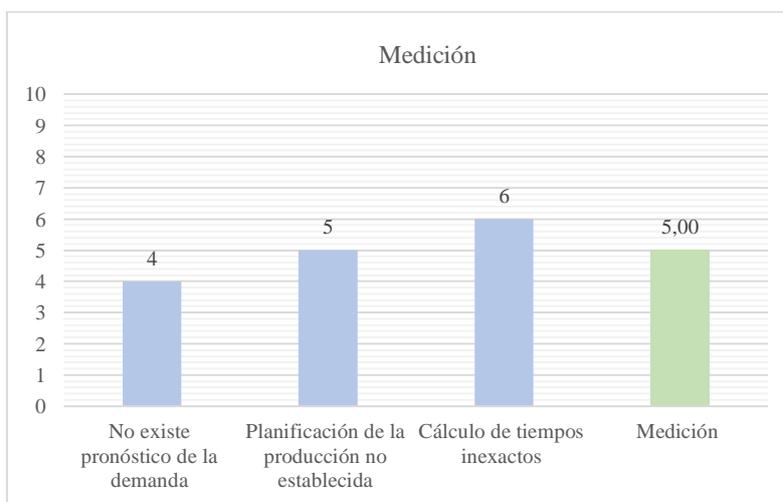


**Figura 22.** Evaluación de la muda Maquinaria

**Fuente:** Creaciones GEMA

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

**Medición:** dentro de la evaluación de esta M, se considera de acuerdo con la ponderación que una de las causas que no permite cumplir con los pedidos a tiempo es el cálculo de tiempos inexactos, es decir no existe un estudio de tiempos, su ponderación se muestra en la Figura 23.

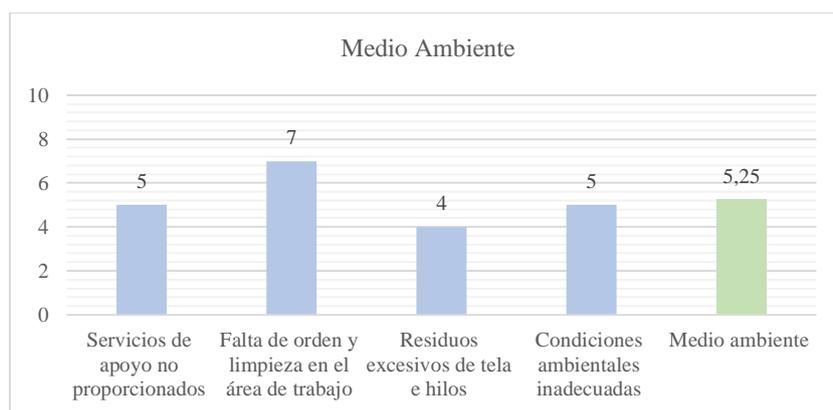


**Figura 23.** Evaluación de medición.

**Fuente:** Creaciones GEMA

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

**Medio Ambiente:** Una de las causas principales que se ha evidenciado y ponderado, dentro del aspecto ambiente, es la falta de orden y limpieza en las áreas de trabajo como se muestran en la Figura 24.

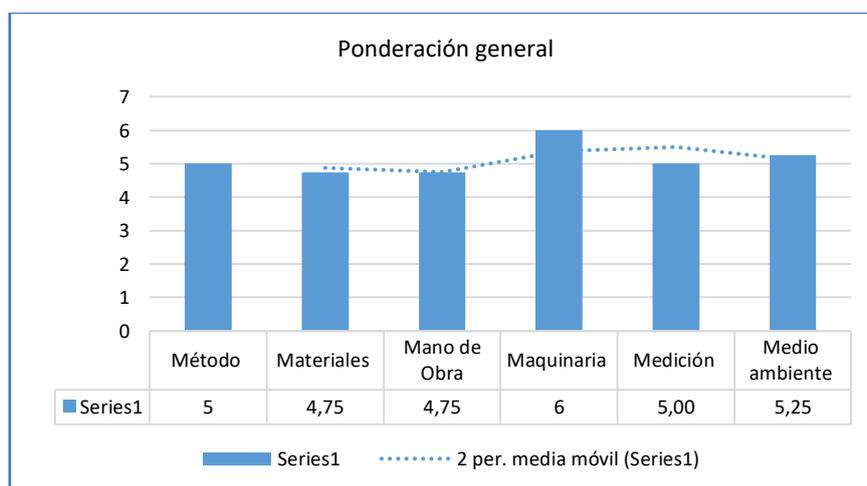


**Figura 24. Evaluación de Medio Ambiente**

**Fuente: Creaciones GEMA**

**Elaborado: Oswaldo Guerrero**

Por otro lado, se realizó una ponderación general donde presenta su mayor ponderación recae en maquinaria y medio ambiente, como se muestra en la Figura 25.



**Figura 25. Ponderación general de las 6M**

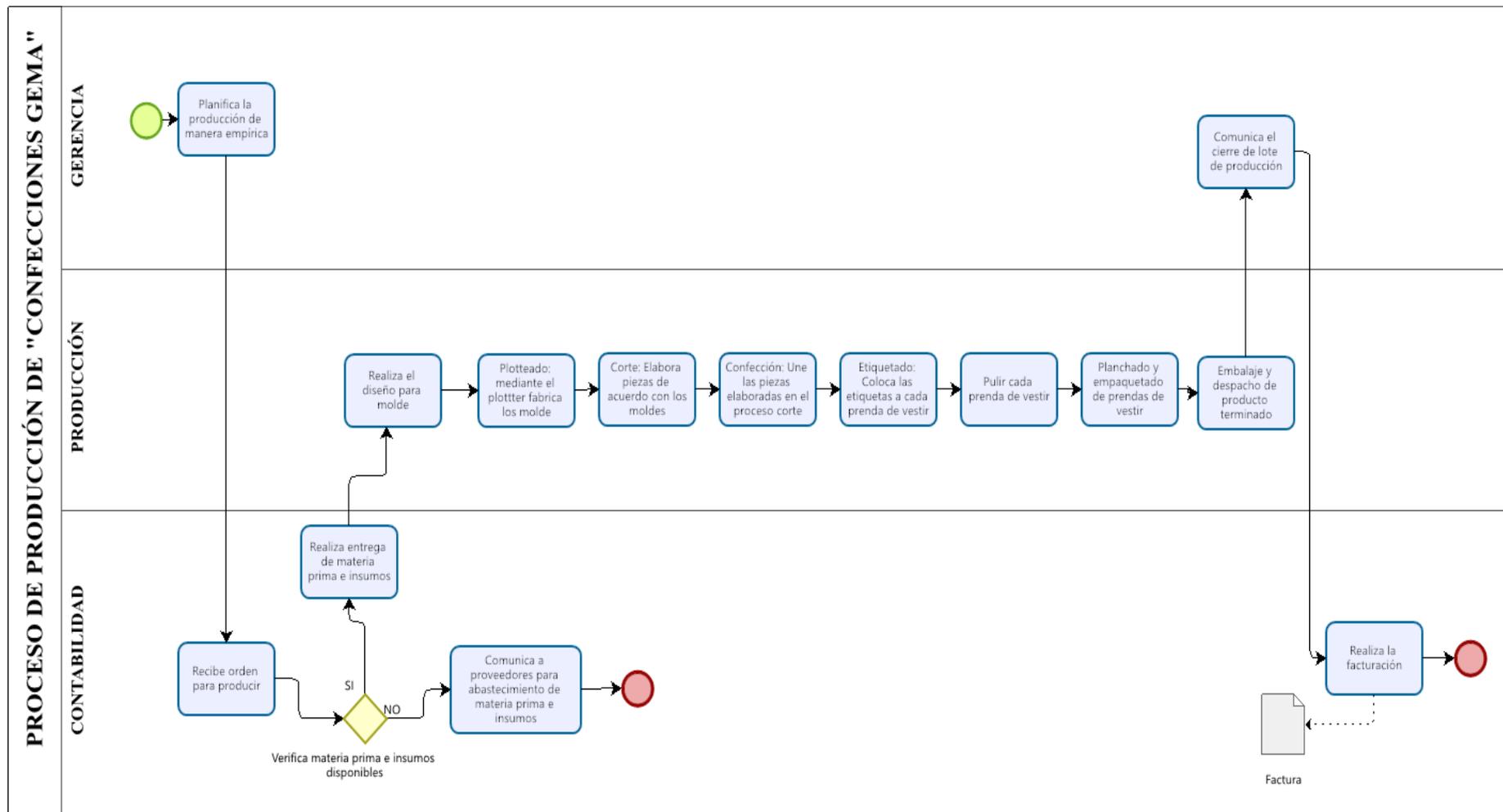
**Fuente: Creaciones GEMA**

**Elaborado: Oswaldo Guerrero**

### 3.16. Descripción del Proceso productivo

Dentro del proceso productivo donde se fabrican prendas de vestir, se realiza de acuerdo al diagrama de flujo representado en la Figura 26, este inicia en el departamento de gerencia con la planificación de la producción empírica, es decir sin un método establecido; hasta el planchado y embalado del producto final destinado hacia el cliente. Cabe recalcar que el proceso de recepción de pedido no incluye en proceso productivo.

A partir del diagrama de flujo se ha determinado un diagrama OTIDA, en el cual se muestra las operaciones productivas de la empresa “Confecciones GEMA” (ver [Anexo 1](#)).



**Figura 26.** Proceso productivo de la empresa "Confecciones GEMA"

**Fuente:** Creaciones GEMA

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

### **3.16.1. Diseño y ploteado**

Los operarios reciben orden del área de contabilidad para proceder a retirar el material de trabajo, luego trasladan a su área de trabajo y proceden al diseño de la prenda de vestir, a partir de piezas en el computador, una vez aprobado el diseño se procede a colocar los materiales en el plotter y se configura para la impresión; se espera hasta que se impriman cada una de las piezas que constituyen la prenda de vestir y se retira del plotter, para el traslado de estas al área de corte de acorde al flujograma (ver [Anexo 2](#)).

### **3.16.2. Corte**

Los operarios comienzan una vez aprobado el diseño de la prenda de vestir contabilidad aprueba el retiro de material e insumos, colocan los rollos de tela en la mesa de corte de acuerdo al color del diseño y tamaño del lote de producción, luego tienden cada uno de los rollos tratando que queden sin dobleces para facilitar el corte, después proceden a colocar los moldes realizados en el área de diseño, de esta manera configuran las herramientas de corte proceden a cortar el lote de producción y transportar al área de confección de acuerdo al siguiente flujograma (ver [Anexo 3](#)).

### **3.16.3. Confección**

Luego de recibir las piezas de la prenda de vestir configuran las máquinas para la forma de costura, y luego las operarias de costura proceden a formar cada una de las partes de la prenda, pasando por varias costuras y máquinas, de manera que una costurera une los bolsillos en primer lugar, inmediatamente unen los tiros, costados, entrepiernas, cierran bolsillos, ponen elásticos, bastas y terminan la costura de la prenda de vestir como se observa en el diagrama de flujo (ver [Anexo 4](#))

#### **3.16.4. Etiquetado**

Los operarios retiran las piezas del área de producción y configuran herramientas de etiquetado, colocan las etiquetas en cada una de las prendas de vestir nominado la talla y su marca, como se detalla en el diagrama de flujo (ver [Anexo 5](#))

#### **3.16.5. Pulido**

Dentro de este proceso también conocido como control de calidad los operarios, revisan las prendas de vestir y retiran excedente de tela e hilo y ordenan las prendas según la talla, posteriormente se traslada al área de empaque como se establece en el diagrama de flujo (ver [Anexo 6](#))

#### **3.16.6. Empaquetado**

En este proceso los operarios realizan tendido de cada prenda para luego proceder al planchado de cada prenda y el doblado de acuerdo a su conocimiento, consecuentemente se empaqueta en fundas y directamente en un empaque general, y se despacha el lote de producción como se puede observar en el diagrama de flujo (ver [Anexo 7](#))

### **3.17. Medición del Trabajo**

El objetivo o propósito de la medición del trabajo es instaurar tiempos que sirvan como un modelo de trabajo, con lo cual se pueda programar y asignar la capacidad, ofrecer una base para motivar a la fuerza de trabajo, presentación de cotizaciones para nuevos trabajos y proporcionar puntos de referencia para mejoras (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

Para la medición del trabajo y estándares, se ha seleccionado el método del cronometraje establecido por Taylor en 1881, para este proceso se seleccionó el producto estrella de la empresa “Confecciones GEMA”, en este caso es la producción de pantalones deportivos de acuerdo con el diagrama de Pareto, ver Figura 17. Para el levantamiento de datos se utiliza las actividades que realizan en cada proceso.

Por lo tanto, se consideró los procesos detallados anteriormente como es: proceso de corte con un tiempo estándar (TE) =1 hora 3 min 29 sg, ha este proceso se considera 9 actividades importantes para su desarrollo.

Para el proceso confección se ha determinado TE= 1 hora 48 min 23 sg, considerando 11 actividades, siendo este proceso el más largo de todos debido a que fabrican un elemento, en este caso los pantalones deportivos.

En cuanto al proceso etiquetado se determina un TE= 16 min 35sg, considerando 4 actividades importantes para el desarrollo. Por otro lado, el proceso pulido consta de 4 actividades y empaquetado 5, y además tienen un TE= 21 min 2 sg y TE= 29 min 7 sg, respectivamente.

Cabe mencionar de todos estos tiempos se consideraron dentro de un lote de 60 unidades dentro de la empresa Creaciones “GEMA”. En los siguientes apartados se detalla y se anexa el procedimiento con el cual fueron determinados los tiempos mencionado para cada proceso.

### 3.18. Determinación del número de observaciones

Para la determinación del número de observaciones necesarias, se utilizó el método tradicional mediante el cual se tomó 10 lecturas iniciales, para poder determinar el número necesario de observaciones por cada actividad realizada en cada uno de los procesos.

De acuerdo con el método se aplicó el siguiente proceso para el cálculo del número de observaciones:

Considerando que el primer proceso productivo es corte, se realizó la toma de 10 lecturas para su primera actividad como se observa en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Observaciones de la primera actividad del proceso Corte

Proceso:	CORTE	Mediciones (min /lote) Lote=60 unidades									
Nº	Descripción de actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Recibe número de pedido	0:01:01	0:01:10	0:00:55	0:00:57	0:00:58	0:01:08	0:01:00	0:00:56	0:00:55	0:01:02

**Fuente:** Creaciones GEMA

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

Una vez obtenido las diez lecturas de cada una de las actividades se procede a calcular la media, es decir el promedio de las lecturas obtenidas, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\bar{X} = \frac{\sum x \rightarrow \text{Número de lecturas}}{n \rightarrow \text{total de lecturas}}$$

Entonces el promedio de dichas lecturas es el siguiente:

$$\bar{X} = \frac{10,02 \text{ min}}{10}$$

$$\bar{X} = 1,00 \text{ min}$$

Luego e calcula el rango de estas lecturas, significa que se debe restar el máximo valor con el mínimo valor de las lecturas tomadas, de acuerdo con la siguiente formula:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

$$R = 1,10 \text{ min} - 0,55 \text{ min}$$

$$R = 0.15 \text{ s}$$

Luego de esto, se realiza la división entre el rango y el promedio para obtener el coeficiente que determina el número de observaciones necesarias.

$$N = \frac{R}{\bar{X}}$$

$$N = \frac{0.15}{1.00}$$

$$N = 0.25$$

Una vez hallado el cociente entre el rango y el promedio, se busca el valor correspondiente en la Tabla 15 ya sea si se ha realizado 5 o 10 muestras, considerando que la tabla mantiene una 95% de confianza y precisión del  $\pm 5\%$ , es decir puede tener un error de más cinco o menos cinco.

**Tabla 15.** Tabla para cálculo de observaciones

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

*Fuente:* (García, 2005)

Consecuentemente, buscamos el cociente encontrado en la Tabla 14, entonces la primera actividad de corte es 0.25, entonces en la tabla de cálculo de observaciones no se encuentra dicho cociente, simplemente se aproxima al 0.26, así que el número de observaciones a tomar sería 11, aparte de las 10 observaciones inicialmente tomadas en total para el estudio de esta actividad serían 21 en su totalidad.

Este proceso se realizó para cada una de las actividades y cada proceso de pantalones deportivos. (ver [Anexo 8](#))

### **3.19. Holguras o suplementos**

Para la determinación de holguras o suplementos, se determinó de acuerdo con los componentes o elementos proporcionados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT),

de esta manera se evaluó los componentes tales como: Postura, vibraciones, suciedad, ropa molesta y concentración/ansiedad. (ver [Anexo 9](#))

### 3.20. Tiempo estándar

Luego de haber realizado las lecturas correspondientes a cada una de las actividades, se procede al cálculo del tiempo estándar considerando lo siguiente:

- Si las variaciones entre tiempos, se considera normal y se mantiene dicha lectura.
- Si la variación es considerada inconsistente debido a la falta de habilidad del operario o maquinaria, dicha lectura no debe ser tomada en cuenta para el cálculo.

Por consiguiente, se procede a calcular el tiempo normal tomando en cuenta que cualquier trabajador se desarrolla al 100% en sus actividades; sin embargo, existen trabajadores que realizan las actividades más rápido que otros, para esto el método Westinghouse nos permite valorar factores que permiten nivelar la fuerza de trabajo, como se muestra en la Tabla 16.

**Tabla 16.** Factor de Valoración Westinghouse

Factor de Valoración (%) Westinghouse					
HABILIDAD			ESFUERZO		
A	Habilísimo	+0.15	A	Habilísimo	+0.15
B	Excelente	+0.10	B	Excelente	+0.10
C	Bueno	+0.05	C	Bueno	+0.05
D	Medio	+0.00	D	Medio	0.00
E	Regular	-0.05	E	Regular	-0.05
F	Malo	-0.01	F	Malo	-0.01
G	Torpe	-0.15	G	Torpe	-0.15
CONDICIONES			CONSISTENCIA		
A	Buena	+0.05	A	Buena	+0.05
B	Media	0.00	B	Media	0.00
C	Mala	-0.05	C	Mala	-0.05

**Fuente:** (García R, 2005)

Para el cálculo del tiempo normal se utilizó la siguiente fórmula:

$$TN = \text{Tiempo observado promedio} * \text{factor de valoración}$$

Luego de haber calculado las holguras o suplementos, se procedió al cálculo del tiempo estándar, el cual es el resultado de la suma del tiempo Normal, más el tiempo suplementario. Dichas lecturas observadas y cálculos realizados con los parámetros mencionados, y la aplicación de las ecuaciones permitieron el cálculo del tiempo estándar. (Ver [Anexo 10](#))

El resultado se detalla en tablas a continuación, determinando el tiempo estándar de cada proceso.

Tabla 17. Diagrama de flujo del proceso Corte

		CREACIONES GEMA			Fecha:	2/11/2020		
					Código (ítem):	PD001		
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS OPERATIVOS								
Área:	Producción	Alcance:	Inicio:	Recepción de pedido				
Producto:	Pantalones		Fin:	Transporte de piezas al área de confección				
Proceso:	Corte							
RESUMEN								
Símbolo	Detalle	No.	Tiempo (hh:mm:ss)	Distancia (m)	Observaciones			
	Operaciones	3	0:45:27	0				
	Transporte	2	0:07:38	27	Debido a la segunda planta el recorrido es largo			
	Inspección	4	0:10:24	5				
	Esperas	0						
	Almacenamiento	0						
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>1:03:29</b>	<b>32</b>				
No	Descripción de la actividad	Op.	Trp.	Insp.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)	Distancia (m)
								
1	Recibe número de pedido			X			0:01:04	
2	Escoge el tipo de materia prima y molde de diseño			X			0:01:25	5
3	Transporta materia prima, molde de diseño y herramientas		X				0:02:24	5
4	Realiza tendido de tela manualmente	X					0:17:53	
5	Coloca molde de diseño sobre la tela	X					0:06:11	
6	Prepara las herramientas de corte			X			0:01:07	
7	Corte de piezas de acuerdo a los moldes	X					0:21:23	
8	Coloca en orden las piezas cortadas			X			0:06:47	
9	Transportar piezas al proceso de confección		X				0:05:13	22
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1:03:29</b>	<b>32</b>

Fuente: Creaciones GEMA

Elaborado: Oswaldo Guerrero

Tabla 18. Diagrama de flujo del proceso Confección

		CREACIONES GEMA			Fecha:	2/11/2020		
					Código (ítem):	PD001		
DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS OPERATIVOS								
Área:	Producción	Alcance:	Inicio:	Configuración de maquinaria				
Producto:	Pantalones		Fin:	Envío de prendas				
Proceso:	Confección							
RESUMEN								
Símbolo	Detalle	No.	Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones			
	Operaciones	7	1:29:08					
	Transporte	1	0:03:10	2				
	Inspección	2	0:15:03					
	Esperas	1	0:01:03	0.1				
	Almacenamiento	0						
Total		11	1:48:23	2.1				
No	Descripción de la actividad	Op.	Trp.	Insp.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)	Distancia (m)
								
1	Configuración de maquinaria para lote de producción				X		0:01:03	0.1
2	Inicia armando bolsillos	X					0:12:16	
3	Unir tiros	X					0:12:47	
4	Unir costados	X					0:15:13	
5	Unir entrepiernas	X					0:16:09	
6	Cerrar Bolsillos	X					0:11:47	
7	Poner elástico	X					0:11:47	
8	Asentar elástico			X			0:08:27	
9	Rematar elástico			X			0:06:35	
10	Recubrir bastas	X					0:09:10	
11	Enviar prendas a etiquetado		X				0:03:10	2
Total		7	1	2	1	0	1:48:23	2.1

Fuente: Creaciones GEMA

Elaborado: Oswaldo Guerrero

Tabla 19. Diagrama de flujo del proceso etiquetado

	CREACIONES GEMA				Fecha:	2/11/2020		
					Código (ítem):	PD001		
<b>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS OPERATIVOS</b>								
Área:	Producción	Alcance:	Inicio:	Retiro prendas				
Producto:	Pantalones		Fin:	Transporte a la siguiente área				
Proceso:	Etiquetado							
<b>RESUMEN</b>								
Símbolo	Detalle	No.	Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones			
●	Operaciones	2	0:10:52	0.2				
➔	Transporte	2	0:05:43	17	Se debe al retiro de prendas de la primera planta			
■	Inspección	0						
⌒	Esperas	0						
▼	Almacenamiento	0						
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>0:16:35</b>	<b>17.2</b>				
No	Descripción de la actividad	Op.	Trp.	Insp.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)	Distancia (m)
		●	➔	■	⌒	▼		
1	Retiro de prendas del área de confección		X				0:02:49	16
2	Preparación de maquinaria de etiquetado	X					0:00:59	0.1
3	Tomar la prenda y colocar etiquetas	X					0:09:53	0.1
4	Transporta prendas al área de pulido		X				0:02:54	1
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0:16:35</b>	<b>17.2</b>

Fuente: Creaciones GEMA

Elaborado: Oswaldo Guerrero

**Tabla 20.** Diagrama de flujo del proceso pulido

	<b>CREACIONES GEMA</b>				<b>Fecha:</b>	2/11/2020		
					<b>Código (ítem):</b>	PD001		
<b>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS OPERATIVOS</b>								
<b>Área:</b>	Producción	Alcance:	<i>Inicio:</i>	Revisión de prendas				
<b>Producto:</b>	Pantalones		<i>Fin:</i>	Transporte de piezas al área de empaque				
<b>Proceso:</b>	Pulido							
<b>RESUMEN</b>								
<b>Símbolo</b>	<b>Detalle</b>	<b>No.</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Observaciones</b>			
	<i>Operaciones</i>	1	0:08:24					
	<i>Transporte</i>	1	0:01:27	1				
	<i>Inspección</i>	2	0:11:11	0.2				
	<i>Esperas</i>	0						
	<i>Almacenamiento</i>	0						
<b>Total</b>		<b>4</b>	<b>0:21:02</b>	<b>1.2</b>				
<b>No</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Op.</b>	<b>Trp.</b>	<b>Insp.</b>	<b>Esp.</b>	<b>Alm.</b>	<b>Tiempo (min)</b>	<b>Distancia (m)</b>
								
1	Revisa cocido de prendas			X			0:06:02	
2	Retira excedente de hilo o tela	X					0:08:24	
3	Ordena las prendas según la talla			X			0:05:08	0.2
4	Transporta a área de empackado		X				0:01:27	1
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0:21:02</b>	<b>1.2</b>

**Fuente:** Creaciones GEMA

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

Tabla 21. Diagrama de flujo del proceso empaquetado

	<b>CREACIONES GEMA</b>				<b>Fecha:</b>	2/11/2020		
					<b>Código (ítem):</b>	PD001		
<b>DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS OPERATIVOS</b>								
<b>Área:</b>	Producción	Alcance:	<i>Inicio:</i>	Realizar tendido				
<b>Producto:</b>	Pantalones		<i>Fin:</i>	Despacho de lote				
<b>Proceso:</b>	Empaquetado							
<b>RESUMEN</b>								
Símbolo	Detalle	No.	Tiempo (min)	Distancia (m)	Observaciones			
●	<i>Operaciones</i>	3	0:21:42					
➔	<i>Transporte</i>	0						
■	<i>Inspección</i>	1	0:06:06					
D	<i>Esperas</i>	0						
▼	<i>Almacenamiento</i>	1	0:01:19	10				
<b>Total</b>		<b>5</b>	<b>0:29:07</b>	<b>10</b>				
No	Descripción de la actividad	Op.	Trp.	Insp.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)	Distancia (m)
		●	➔	■	D	▼		
1	Realiza tendido de cada prenda			X			0:06:06	
2	Plancha cada prenda	X					0:10:07	
3	Realiza el doblado de la prenda	X					0:04:42	
4	Empaca cada prenda en fundas y coloca en el empaque general para transporte	X					0:06:53	
5	Despacha el lote de producción					X	0:01:19	10
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0:29:07</b>	<b>10</b>

Fuente: Creaciones GEMA

Elaborado: Oswaldo Guerrero

De acuerdo con la Tabla 22, se puede observar los resultados resumidos del estudio de tiempos de todo el proceso productivo para la fabricación de pantalones deportivos:

**Tabla 22.** Resultado del estudio de tiempos para pantalones deportivos

ACTIVIDAD	Detalle	No.	Tiempo (hh:mm:ss)	Distancia (m)
	<i>Operaciones</i>	16	2:55:33	0.2
	<i>Transporte</i>	6	0:17:58	47
	<i>Inspección</i>	9	0:42:43	5.2
	<i>Esperas</i>	1	0:01:03	0.1
	<i>Almacenamiento</i>	1	0:01:19	10

**Fuente:** Creaciones GEMA

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

### 3.21. Tiempos Lean Manufacturing

Para el análisis del proceso de elaboración de pantalones deportivos se utilizó el *Lead Time*, *Takt Time* y eficiencia, los cuales son indicadores claves de desempeño dentro de la organización.

#### 3.21.1. Cálculo del Lead Time

El Lead Time (LT) es considerado un indicador clave dentro de la metodología *Lean Manufacturing*, ya que mide el tiempo que se tarda un elemento/lote de producción, considerando desde el aprovisionamiento de insumos y materia prima, hasta su entrega al consumidor final, por lo tanto, se considera tres factores claves para su cálculo, siendo estos los siguientes:

**Lead-time Abastecimiento:** Es el tiempo que transcurre desde la orden de compra hasta que los materiales e insumos son entregados a la fábrica.

**Lead-time Producción:** Tiempo medio de permanencia de un producto en el proceso de producción.

**Lead-time Transporte:** Representa el tiempo invertido desde que se efectúa la carga de un vehículo hasta que se produce la descarga en el punto de destino.

$$\text{Lean - time} = \text{LT Abastecimiento} + \text{LT Producción} + \text{LT Transporte}$$

$$\text{Lean - time} = 2880 \text{ min} + 238.6 \text{ min} + 900 \text{ min}$$

$$\text{Lean - time} = 4018.6 \text{ min} = 66 \text{ horas } 58 \text{ min } 36 \text{ sg.}$$

El Lead Time es de 4018.6 min para el proceso de pantalones deportivos, tomando en cuenta los tres factores que son LT abastecimiento, producción y transporte.

### 3.21.2. Cálculo del Takt Time

El Takt time relaciona la demanda del cliente con el tiempo de producción disponible, con el propósito de determinar la capacidad durante la etapa de planificación y de marcar el ritmo de la producción durante la etapa operativa. Es decir, es el ritmo con el cual se debe fabricar los elementos/lotos para satisfacer las necesidades del cliente final.

Para lo cual se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Demanda del cliente}}$$

$$\text{Tiempo disponible} = \text{turno} * \text{jornada laboral} - \text{tiempos muertos}$$

A continuación, se realizó el cálculo de los tiempos muertos, es decir los tiempos de descanso, almuerzo, etc. cómo se observa en la Tabla 23.

Tabla 23. Tiempos muertos

CREACIONES GEMA			
TIEMPOS MUERTOS			
<b>Horario de trabajo:</b>	8h00 a 17h00		
<b>Observaciones:</b>			
Actividades	Tiempo (h:mm: ss)	Nro. veces	TOTAL (h:mm: ss)
Ingreso	0:01:00	1	0:01:00
Limpieza obligatoria de ingreso a la planta	0:12:00	1	0:12:00
Almuerzo	1:00:00	1	1:00:00
Necesidades personales	0:05:00	3	0:15:00
<b>TOTAL</b>			<b>1:28:00</b>

Fuente: Creaciones GEMA

Elaborado: Oswaldo Guerrero

De acuerdo con la Tabla 23, el tiempo muerto es de 1h 28 min, es decir este tiempo se debe restar con las horas total trabajadas.

*Tabla 24. Demanda mensual creaciones GEMA*

Línea	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
<b>Pantalones deportivos</b>	2556	3256	5385	5872	6252	6676	6939	7176	6333	6252	6634	4347	67678
<b>Días laborables</b>	20			días									
<b>Horas al día</b>	8			horas									
<b>Turnos</b>	1												
<b>Demanda diaria</b>	282			pantalones deportivos									
<b>Demanda mensual</b>	5640			pantalones deportivos									

*Fuente: Creaciones GEMA*

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

Luego de obtener los tiempos muertos, y de acuerdo con la Tabla 24 se presenta las ventas mensuales proporcionada por la empresa Creaciones “GEMA”, con lo cual se procede al cálculo del Takt Time, como se detalla a continuación:

$$\mathbf{T tiempo disponible} = 1 * 9h * 60min. - 88 min.$$

$$\mathbf{T tiempo disponible} = 452 min. * 60 sg = 27120 sg$$

$$\mathbf{Takt Time} = \frac{27120 sg}{282 Pantalones deportivos}$$

$$\mathbf{Takt Time} = 96 sg/pantalón = 1 min 36 sg/ pantalón$$

El Takt Time es de 1 min 36 sg/pantalón, es decir que el cliente está dispuesto a comprar un pantalón deportivo cada 1 min 36 sg, de esta manera se debe producir una unidad cada 1min 36 sg, caso contrario se produce retraso en los pedidos.

### 3.21.3. Cálculo de Eficiencia

Para el cálculo de la eficiencia se debe considerar el tiempo que agrega valor (AV) y el que no agrega valor (NAV), teniendo en cuenta al concepto de eficiencia que es cumplir con los objetivos sin gastar muchos recursos. A continuación, se presenta los tiempos que AV y NAV,

de acuerdo con el estudio de tiempos realizado para cada proceso productivo, es decir por los ciclos que deben pasar los pantalones deportivos con se observa en la Tabla 25.

**Tabla 25.** *Tiempos AV y NAV*

Nro	Proceso	Tiempo Total (h:mm:ss)	Tiempo que agrega valor (h:mm:ss)	Tiempo que no agrega valor (h:mm:ss)
0	Abastecimiento	48:00:00	0:00:00	0:00:00
1	Corte	1:03:29	0:45:27	0:18:02
2	Confección	1:48:23	1:29:08	0:19:16
3	Etiquetado	0:16:35	0:10:52	0:05:43
4	Pulido	0:21:02	0:08:24	0:12:38
5	Empaquetado	0:29:07	0:21:42	0:07:25
<b>TOTAL</b>		51:58:36	2:55:33	1:03:03

**Fuente:** Creaciones GEMA

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

Para la empresa textil Creaciones GEMA, se realizó el siguiente cálculo de la eficiencia donde se obtuvieron los siguientes resultados:

$$Eficiencia = \frac{\text{Tiempo que Agrega Valor}}{(\text{Tiempo que Agrega Valor} + \text{Tiempo que no agrega valor})} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{175,33 \text{ minutos}}{175,33 \text{ minutos} + 63,03 \text{ minutos}} * 100$$

$$Eficiencia = 73.55\%$$

La empresa creaciones GEMA tiene una eficiencia del 78.88%, esto quiere decir que existe un 21.12% pertenece a actividades que no agregan valor, siendo un problema para el retraso de pedidos de la organización.

### 3.22. Tiempo de ciclo

El tiempo de ciclo (TC) es la manera como la empresa produce o fabrica cierto elemento, el Takt Time es el ritmo de la demanda, es decir cada cuanto tiempo el cliente necesita un elemento u objeto para satisfacer sus necesidades.

Entonces para el cálculo del TC se utilizó esta fórmula:

$$Tiempo \text{ de ciclo } (TC) = \frac{\text{Tiempo Disponible}}{\text{Unidades producidas}}$$

En la Tabla 26, se muestra el tiempo de ciclo (TC) para los procesos corte, confección, etiquetado, pulido y empaquetado, el TC total es de 3min 59 sg, es decir que “Creaciones GEMA” produce un pantalón en dicho tiempo.

*Tabla 26. Tiempo de Ciclo por proceso*

Nro	Proceso	Tiempo Total (h:mm:ss)	Unidades	TC (h:mm:ss)/pantalón
1	Corte	1:03:29	60	0:01:03
2	Confección	1:48:23	60	0:01:48
3	Etiquetado	0:16:35	60	0:00:17
4	Pulido	0:21:02	60	0:00:21
5	Empaquetado	0:29:07	60	0:00:29
TOTAL		<b>3:58:36</b>		<b>0:03:59</b>

*Fuente: Creaciones GEMA*

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

Por consiguiente, se menciona que el TC= 3 min 59 sg de acuerdo con la Tabla 26. Es decir, que cada dicho tiempo se produce una unidad.

### **3.23. Análisis de la gestión del mantenimiento**

De acuerdo con la gerente propietaria de la empresa “Creaciones GEMA”, maneja un tipo de mantenimiento correctivo, es decir no realiza ningún mantenimiento que tenga como objetivo prevenir daños futuros y paros del proceso productivo. De acuerdo con los datos obtenidos del mes de noviembre se calcula la disponibilidad de la maquinaria, siendo este un indicador que permite la toma de decisiones y correcciones.

Para el cálculo de la disponibilidad primeramente se procede a calcular el Tiempo Medio Entre Reparaciones (MTTR) y Tiempo Medio entre Fallas (MTBF), siendo estos los KPI´s de la gestión de mantenimiento.

El MTTR permite conocer cuando es tiempo promedio de una reparación, es decir que cuanto se demora un técnico en reparar una falla. Mientras que el MTBF, indica el tiempo promedio de funcionamiento que tiene un equipo antes de fallar. Para esto es necesario la recolección de datos de las fallas y el tiempo de que se invierte en estas. (ver [Anexo 11](#))

En la siguiente Tabla se realizó el caculo del MTTR y MTBF, mediante las siguientes relaciones:

$$MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones}}{\text{Número de reparaciones}}$$

Para el cálculo del tiempo total de reparaciones se determinó la magnitud en minutos.

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo total de producción}}{\text{Número de fallas}}$$

Una vez calculado el MTTR y el MTBT, se procede al cálculo de la disponibilidad, en la cual se considera la siguiente fórmula, tomando en cuenta que el mantenimiento realizado por “Creaciones GEMA” es correctivo, es decir no programado.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Donde:

D= Disponibilidad

Tabla 27. Cálculo de MTTR, MTBF y disponibilidad

<b>CREACIONES GEMA</b>									
<b>FALLAS EN MÁQUINARIA</b>									
ÁREAS	No	SERIE	NOMBRE	OCTUBRE-DICIEMBRE 2020			MTTR	MTBF	DISPONIBILIDAD
				Número de fallas	Tiempo de reparación (min)	Tiempo de operatividad (min)			
ÁREA DE PRODUCCIÓN	1	WX8813EMK	Elasticadora	9	3240	25560	360,00	2840,00	88,75%
	2	W922-461	Unidora	7	5400	23400	771,43	3342,86	81,25%
	3	505F1-14	Overlock	7	1900	26900	271,43	3842,86	93,40%
	4	DDL-550N	Recta	7	3960	24840	565,71	3548,57	86,25%
	5	CF-801 <sup>a</sup>	Cortadora	7	2760	26040	394,29	3720,00	90,42%
	6	J222-356	Recubridora	5	4320	24480	864,00	4896,00	85,00%
	7	FY757A 516M2-35	Recubridora	7	4520	24280	645,71	3468,57	84,31%
	8	CW50N	Unidora	6	1620	27180	270,00	4530,00	94,38%
	9	U712-264	Tirilladora	4	1980	26820	495,00	6705,00	93,13%
	10	JT-737-SJ	Tirilladora	6	5380	23420	896,67	3903,33	81,32%
	11	861B001-4	Elasticadora	8	4560	24240	570,00	3030,00	84,17%
	12	756C002-12	Overlock	4	3360	25440	840,00	6360,00	88,33%
	13	501J5-08	Overlock	7	4100	24700	585,71	3528,57	85,76%
CORTE	14	RS-110	Cortadora de tela 1	9	4100	24700	455,56	2744,44	85,76%
	15	CD-170	Cortadora de tela 2	4	1600	27200	400,00	6800,00	94,44%
ETIQUETADO	16	AG-1512	Etiquetadora de ropa 1	8	3300	25500	412,50	3187,50	88,54%
	17	AGG-15	Etiquetadora de ropa 2	4	870	27930	217,50	6982,50	96,98%
EMPAQUE	18	PN-003	Plancha Industrial	7	850	27950	121,43	3992,86	97,05%

<b>TOTAL</b>	<b>116</b>	<b>57820</b>		<b>507,61</b>	<b>4301,28</b>	<b>88,85%</b>
--------------	------------	--------------	--	---------------	----------------	---------------

*Fuente: Creaciones GEMA*

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

De acuerdo con la Tabla 27, el MTTR = 507, 61 min  $\approx$  8,5 horas, es decir el tiempo promedio en que se demora una reparación de 8,5 horas, y el MTBF=4301,28 min  $\approx$  3 días, por lo tanto, cada tres días se tendrá una falla en la maquinaria. Además, una se ha obtenido una disponibilidad del 88,85%.

### **3.24. Análisis del Mapa de Flujo de Valor Actual (VSM)**

De acuerdo con la información proporcionada del diagnóstico inicial de cada proceso y sus indicadores, es necesario la elaboración de un Mapa de Flujo de Valor Actual (VSM), en el cual se detalla el funcionamiento del proceso productivo, por lo tanto, se puede conocer los estallidos Kaizen u oportunidades de mejora.

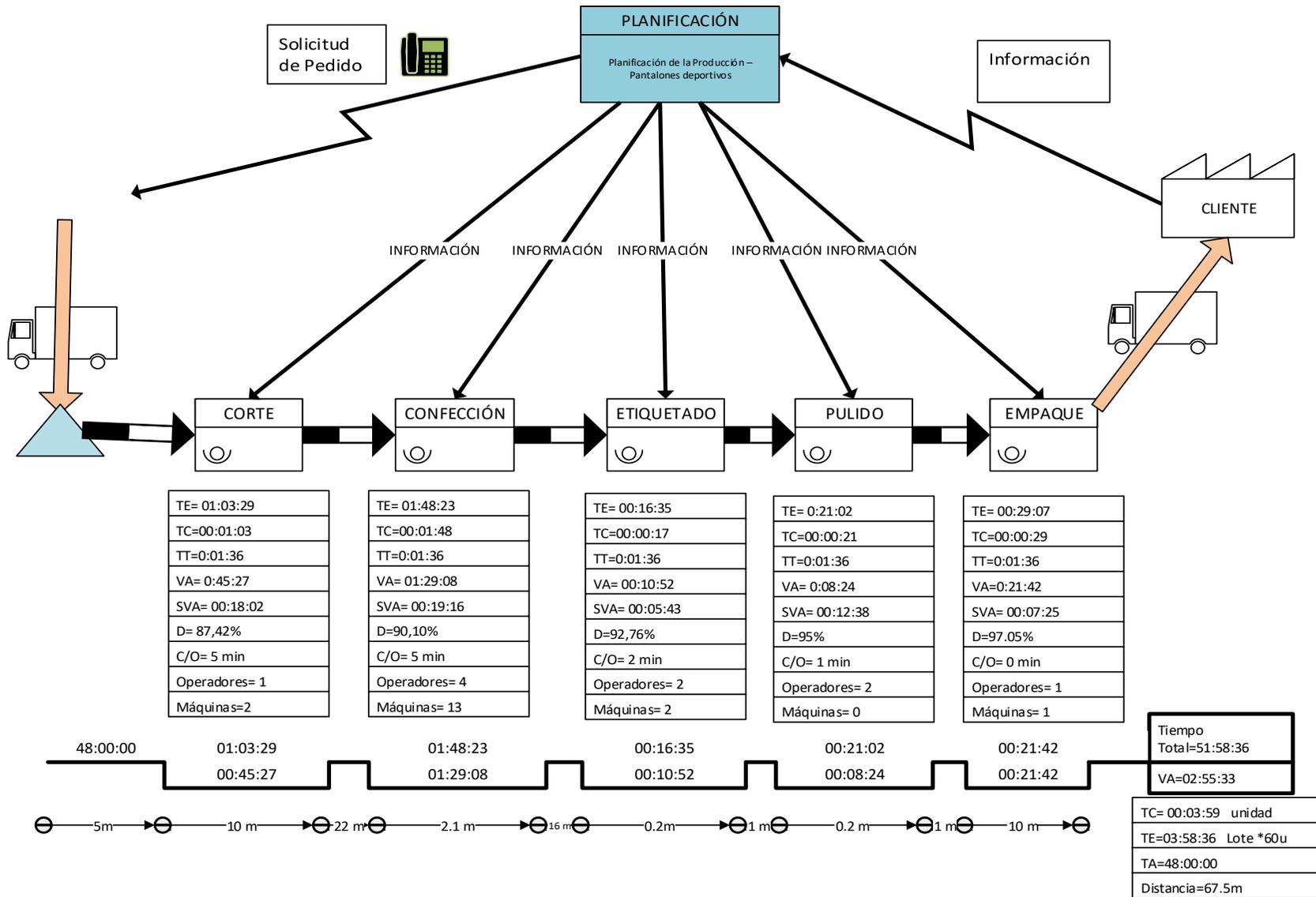


Figura 27. Value Stream Mapping Actual  
Elaborado: Oswaldo Guerrero

### 3.25. Análisis de indicadores de proceso

De acuerdo con la Tabla 28 se muestra un resumen detallado de los indicadores evaluados dentro del análisis realizado a la empresa “CREACIONES GEMA”, con los cuales se propondrá acciones de mejora mediante herramientas de *Lean Manufacturing*. Dentro de este contexto se muestra los tiempos y recursos que contiene cada uno de los procesos, con lo cuales se desarrolla la fabricación de pantalones deportivos, siendo este el caso de estudio seleccionado. Sin embargo, el modelo también puede ser aplicado para elementos de la misma similitud, es decir para otro tipo de pantalones a lo que también se produce, en donde se considera las pequeñas variaciones.

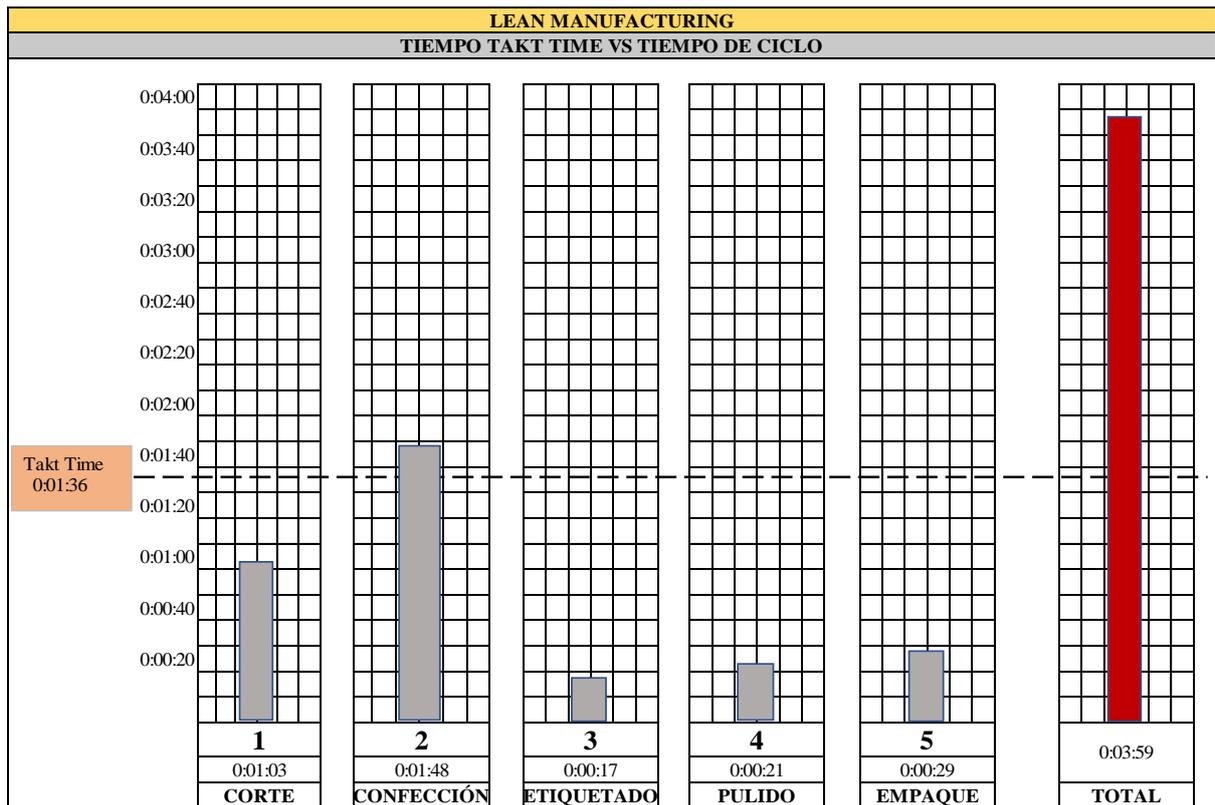
*Tabla 28. Detalle de indicadores*

Descripción	Símbolo	U/M	Corte	Confección	Etiquetado	Pulido	Empaque
Número de turnos	NT	U	1	1	1	1	1
Jornada laboral	JL	h/turno	9	9	9	9	9
Tiempo muerto	TM	h/turno	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
Tiempo disponible	TD	s/JL	27120	27120	27120	27120	27120
N° máquinas	NM	U	2	13	2	0	1
% Disponibilidad	%D	%	87,42%	90,10%	92,76%	95%	97,05%
Tiempo de ciclo	TC	s/u	63	108	17	21	29
Tiempo de cambio de operación	C/O	min	5	5	2	1	0
N° operarios	NO	U	1	4	2	2	1

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

#### Tiempo de ciclo vs Takt time

Conociendo el TC de cada proceso y TT se realiza la comparación, de acuerdo con la regla de estos indicadores que es  $TT \geq TC$ , la empresa puede llevar una producción sin retrasos, caso contrario se aplicarían medidas correctivas. Entonces el  $TT=1 \text{ min } 36 \text{ sg/u} \geq TC= 3 \text{ min } 59 \text{ sg/u}$ , según la comparación el  $TT \leq TC$  por ende se ejecuta medidas correctivas debido al retraso de pedidos, las cuales serán detalladas en el capítulo IV de esta investigación mediante la aplicación de herramientas de *Lean Manufacturing*. A continuación, se puede observar la comparación TT vs TC de cada proceso.



*Figura 28. Takt Time vs Tiempo de Ciclo*  
*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

De acuerdo con la Figura 28 se puede evidenciar que el proceso de confección es el cuello de botella dentro del proceso productivo, causando retrasos en los pedidos ya el TC es mayor que el TT.

## CAPÍTULO IV

### 4. PROPUESTA DEL MODELO BASADO EN LEAN MANUFACTURING

#### 4.1. Definición de Herramientas de Lean Manufacturing

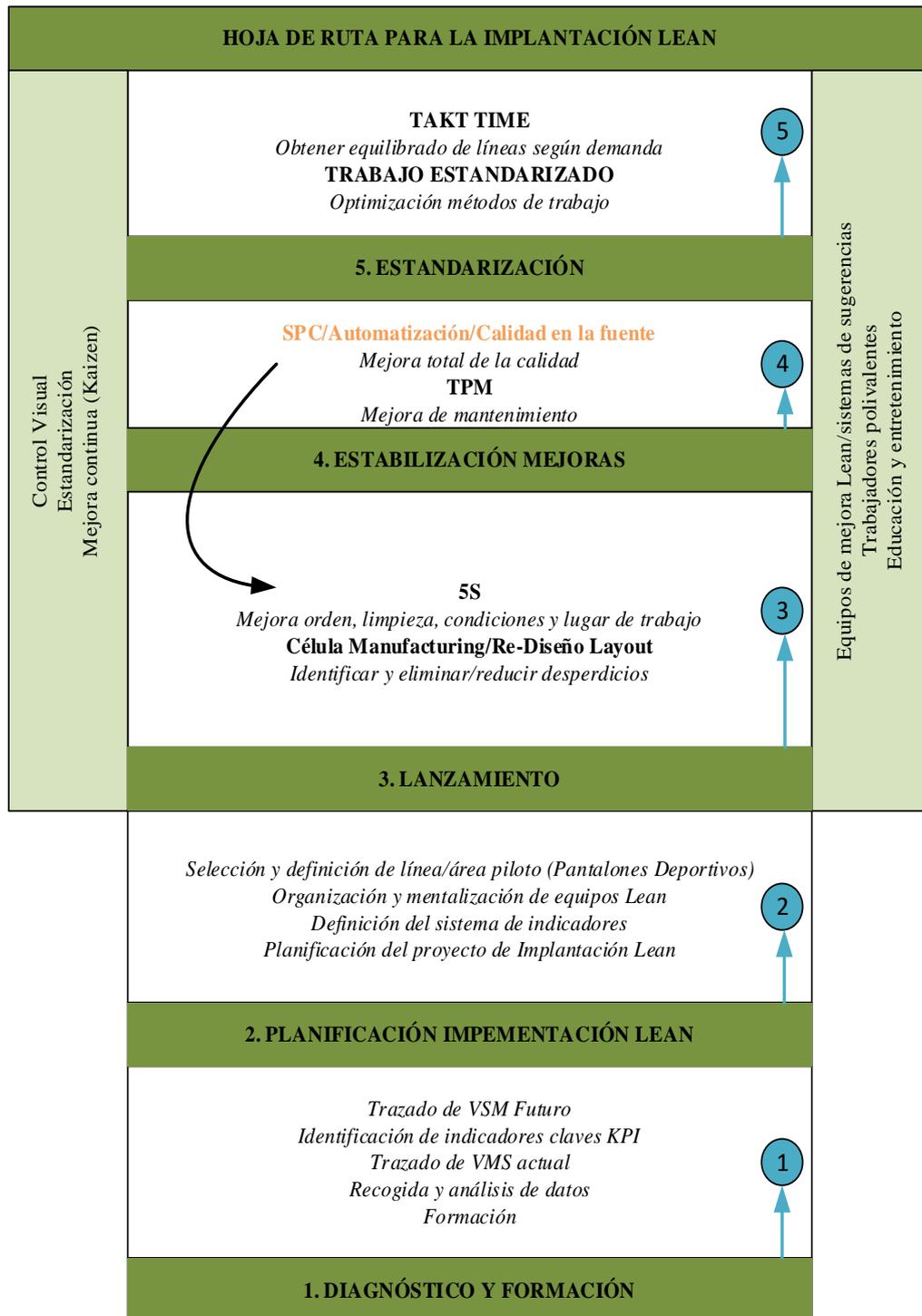
En el capítulo anterior se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa con el objetivo de detectar las causas raíz del problema central y poder eliminarlos a partir del modelo de mejora de procesos utilizando las herramientas de Lean Manufacturing. El modelo propuesto se basa en la integración de tres herramientas de Lean Manufacturing: 5's, Mantenimiento Productivo Total (TPM), y Células de Manufactura. Se iniciará con la herramienta 5'S para solucionar los problemas de la distribución de la empresa, orden limpieza y control en las áreas de trabajo, con la eliminación de los desperdicios que no agregan ningún valor al producto ni a la empresa. Una vez que la empresa haya mejorado en orden, limpieza y los trabajadores adopten la cultura 5'S en sus actividades, se procederá con la implementación de unos de los pilares del TPM que es el mantenimiento preventivo para posteriormente continuar con la herramienta de las células de manufactura, donde se gestionará el volumen producción para reducir retrasos en la entrega de los pedidos, generando una mejora de la productividad de la microempresa Creaciones "GEMA".

#### 4.2. Diseño del Modelo Lean Manufacturing

Se realizó una amplia investigación con el objetivo de recopilar modelos y técnicas del Lean Manufacturing que ayuden a reducir los desperdicios y lograr la mejora continua. La mayoría de los modelos realizan una mejora de la calidad, crear valor eliminando o controlando desperdicios y aumentar el rendimiento de la producción a través de un sistema organizado y eficiente. Sin embargo, el modelo propuesto no solo se centra en la mejora continua en el proceso productivo sino también en el bienestar e involucramiento de los trabajadores de la empresa, ya que son ellos la clave para que el Modelo de Lean Manufacturing se implemente de manera efectiva y que los resultados sean sostenibles en el tiempo. Este modelo no necesita

la implementación de tecnología o personal altamente calificado y puede ser implementado con gran facilidad.

De acuerdo con la Figura 29 se presenta una hoja de ruta para la implementación de Lean Manufacturing para la empresa Creaciones “GEMA”.



**Figura 29.** Hoja de ruta para la implantación de Lean para Creaciones “GEMA”  
*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

### 4.3. Elaboración del Modelo Lean Manufacturing

#### 4.3.1 Propuesta de Implementación de la Metodología 5's

Para que la empresa Creaciones "GEMA", logre el éxito en la implementación de las 5'S es necesario el compromiso total por parte del personal y en especial de los jefes, ya que son ellos quienes inducirán el cambio en el estado de ánimo, actitud y comportamiento de los empleados a través de la motivación.

##### 4.3.1.1 Auditoría inicial 5'S

Como parte inicial de la propuesta se realizó una auditoría con el propósito de conocer el cumplimiento de la metodología de las 5'S en la empresa Creaciones "GEMA", para ello, se aplicó una lista de verificación aplicando criterios de evaluación por cada una de las etapas que comprende la metodología seleccionada ([Anexo 12](#)). A continuación, en la figura 30 se presentan los resultados de la auditoría inicial desarrollada:

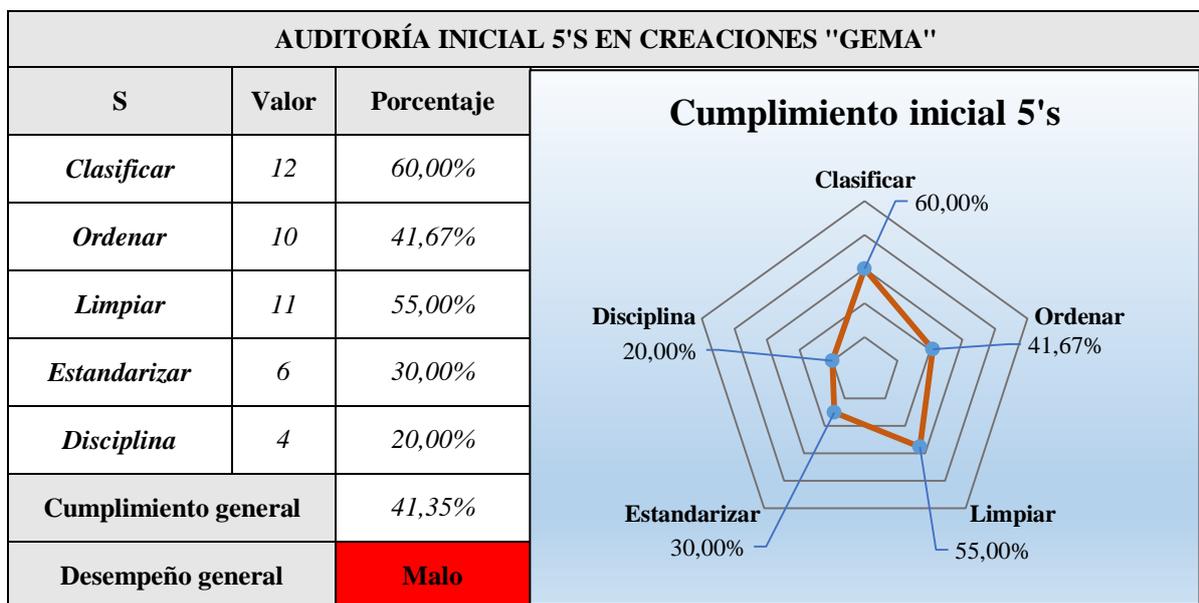


Figura 30. Resultados auditoría inicial 5S  
Elaborado: Oswaldo Guerrero

Se ha obtenido un cumplimiento general de la metodología 5's de un 41,35 %, en base al criterio de semaforización propuesto en la Tabla 29, demostrando que existe un gran margen de mejora en relación a esta metodología.

*Tabla 29. Escala de colores de evaluación de las 5's*

Cumplimiento general			
Malo	Regular	Bueno	Excelente
<50%	(50 - 69)%	(70 - 89)%	> 90 %

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

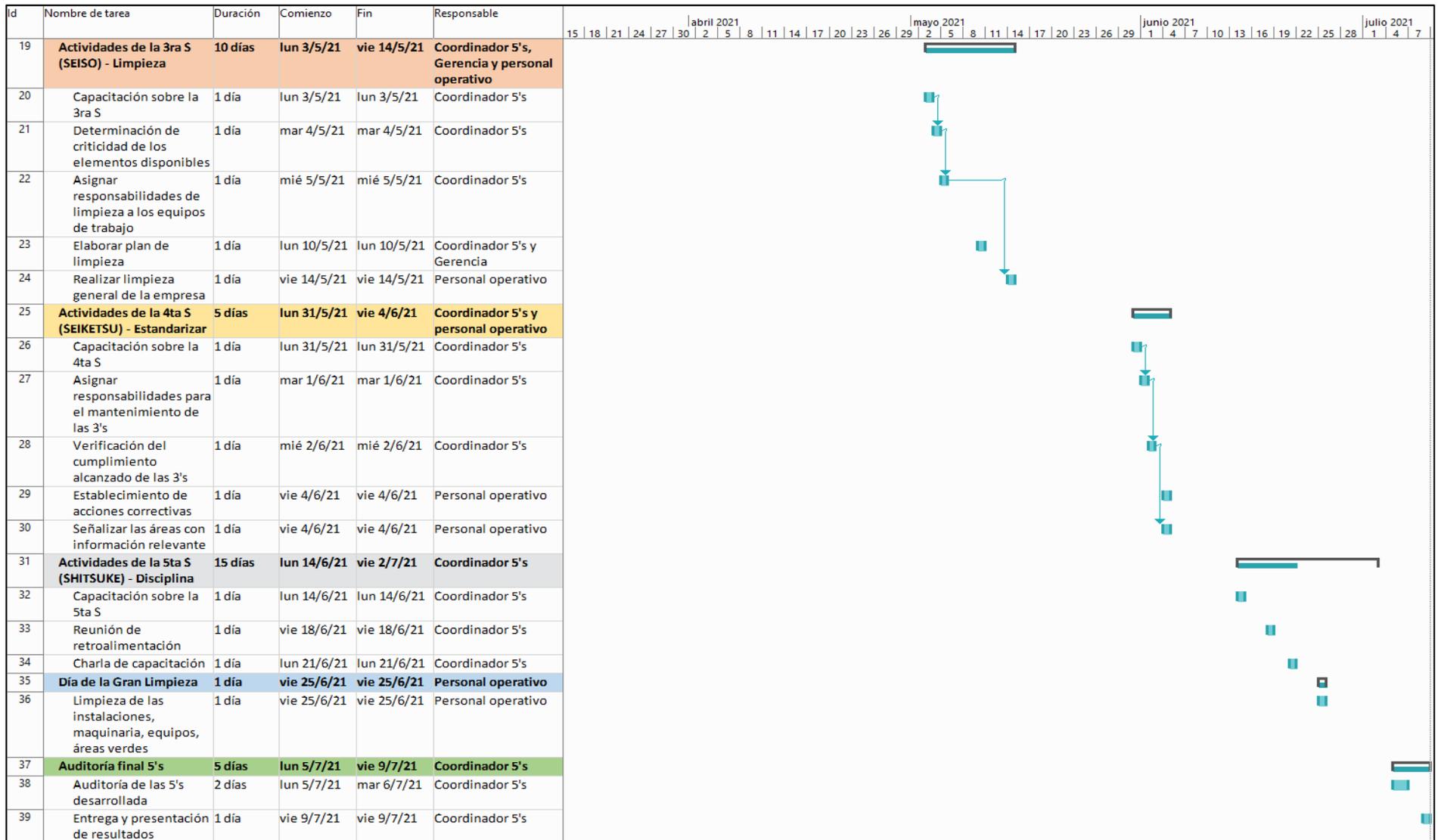
#### **4.3.1.2 Actividades para la implementación de la metodología 5's**

En el [Anexo 13](#), (Guía de Implementación Modelo Lean Manufacturing), se presentan cada una de las actividades a realizar en las etapas de la metodología 5's, apoyada además en los formatos aplicables para llevar a cabo este cometido.

#### **4.3.1.3 Plan de implementación de la metodología 5's en Creaciones "GEMA"**

A continuación, en la figura 31, se presenta la planificación de cada una de las actividades a desarrollarse dentro de la empresa para la implementación de la metodología 5's en Creaciones "GEMA":

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Responsable	Gantt Chart Timeline																																						
						abril 2021							mayo 2021							junio 2021							julio 2021																	
						15	18	21	24	27	30	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	2	5	8	11	14	17	20	23	26	29	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	1	4	7
1	<b>Implementación 5's en Creaciones "GEMA"</b>	<b>4,75 mss</b>	<b>lun 1/3/21</b>	<b>vie 9/7/21</b>	<b>Gerencia y Personal operativo de Creaciones GEMA</b>																																							
2	Conformación del equipo de trabajo	1 día	lun 1/3/21	lun 1/3/21	Gerencia																																							
3	Presentación del programa 5's	1 día	mar 2/3/21	mar 2/3/21	Coordinador 5's																																							
4	Charla de inducción a la metodología 5's	1 día	mié 3/3/21	mié 3/3/21	Coordinador 5's																																							
5	<b>Auditoria Inicial 5's</b>	<b>3 días</b>	<b>jue 4/3/21</b>	<b>lun 8/3/21</b>	<b>Coordinador 5's</b>																																							
6	Auditoria 5's en Creaciones Gema	2 días	jue 4/3/21	vie 5/3/21	Coordinador 5's																																							
7	Presentación de resultados de auditoria	1 día	lun 8/3/21	lun 8/3/21	Coordinador 5's																																							
8	<b>Actividades de la 1era S (SEIRI) - Organización</b>	<b>10 días</b>	<b>lun 29/3/21</b>	<b>vie 9/4/21</b>	<b>Coordinador 5's y personal operativo</b>																																							
9	Capacitación sobre la 1era S	1 día	lun 29/3/21	lun 29/3/21	Coordinador 5's																																							
10	Identificación de los elementos necesarios en cada área de trabajo	1 día	mié 31/3/21	mié 31/3/21	Coordinador 5's																																							
11	Clasificación de los elementos necesarios en las áreas de trabajo	1 día	vie 2/4/21	vie 2/4/21	Personal operativo																																							
12	Eliminación de los elementos	1 día	vie 9/4/21	vie 9/4/21	Personal Operativo																																							
13	<b>Actividades de la 2da S (SEITON) - Orden</b>	<b>10 días</b>	<b>lun 19/4/21</b>	<b>vie 30/4/21</b>	<b>Coordinador 5's y personal operativo</b>																																							
14	Capacitación sobre la 2da S	1 día	lun 19/4/21	lun 19/4/21	Coordinador 5's																																							
15	Asignación de áreas para Materias primas, Herramientas y	1 día	mié 21/4/21	mié 21/4/21	Coordinador 5's																																							
16	Rotulación de los objetos necesarios	1 día	jue 22/4/21	jue 22/4/21	Coordinador 5's																																							
17	Señalización de la planta delimitando áreas específicas para el almacenamiento, maquinaria y demás áreas de trabajo	2 días	vie 23/4/21	lun 26/4/21	Gerencia																																							
18	Colocar señalética	1 día	vie 30/4/21	vie 30/4/21	Personal operativo																																							



**Figura 31. Plan de implementación 5's**  
**Elaborado: Oswaldo Guerrero**

#### 4.3.1.4 Impacto esperado de la implementación de las 5's

Posterior a la implementación de las 5's, de acuerdo a la planificación establecida en el punto anterior la empresa Creaciones "GEMA" obtendrá un cumplimiento esperado del 88,46%, lo cual se considera un cumplimiento bueno que formará uno de los primeros pasos para alcanzar un estado futuro de calidad, tal como se lo puede apreciar en la figura 32:

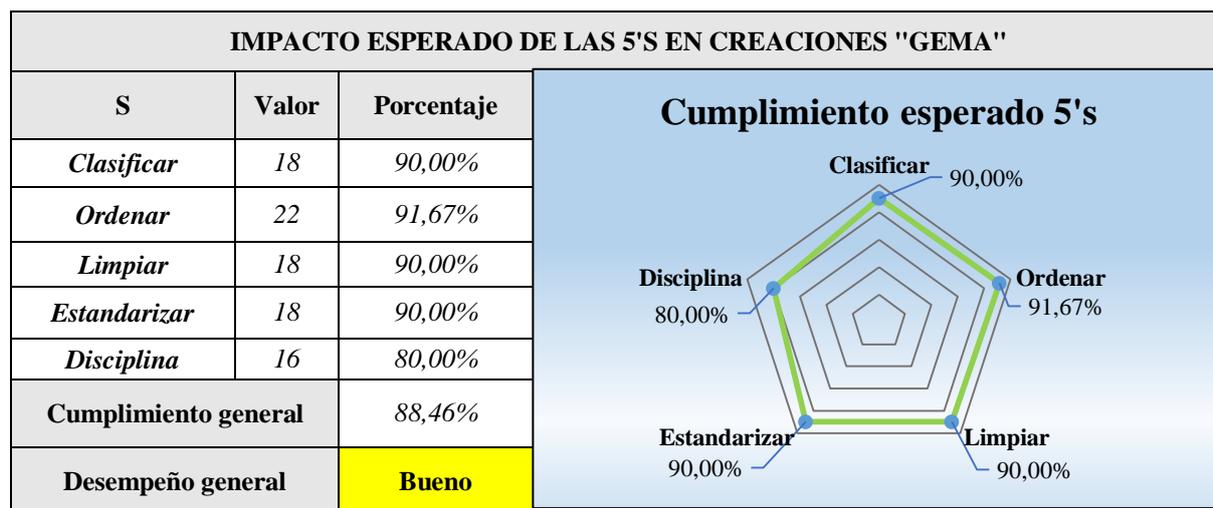


Figura 32. Estado esperado de la implementación de las 5's  
Elaborado: Oswaldo Guerrero

#### 4.3.2. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Para la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM), se aplicará mantenimiento preventivo como acción a tomar en Creaciones "GEMA", considerando todas las máquinas y equipos disponibles, donde la participación activa del personal es fundamental para minimizar los parones por averías que garanticen un mejor flujo productivo dentro de la microempresa. Adicionalmente en el [Anexo 14](#) se presenta la correspondiente guía de implementación de las actividades a realizar para el TPM en la empresa.

##### 4.3.2.1. Compromiso de la gerencia y operarios

La implementación del mantenimiento autónomo se ha realizado tomando en cuenta las limitaciones de personal y recursos disponibles al tratarse de una microempresa, determinando que la participación de todos tendrá la misma importancia para mantener un estado de funcionamiento adecuado de la maquinaria y equipos de la empresa.

#### 4.3.2.2. Estado actual de la maquinaria

El estado actual de las 18 máquinas disponibles en Creaciones “GEMA”, se presenta a continuación en la Tabla 30, donde se presenta adicionalmente su número de serie y marca correspondiente:

**Tabla 30.** Inventario de máquinas estado actual

		<b>CREACIONES GEMA</b>		
<b>ESTADO DE MAQUINARIA</b>				
<b>Nro.</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>NÚMERO DE SERIE</b>	<b>MARCA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
1	Elasticadora	WX8813EMK	KANSAI	Falta de lubricación en los elementos móviles
2	Unidora	W922-461	SIRUBA	Banda de motor deteriorada
3	Overlock	505F1-14	SIRUBA	Falta de ajuste en los tornillos de anclaje de pedal
4	Recta	DDL-550N	JUKI	Cable alimentador de corriente deteriorado
5	Cortadora	CF-801 <sup>a</sup>	CHENGFENG	Falta de lubricación en los elementos móviles
6	Recubridora	W222-356	SIRUBA	Selector de puntada flojo
7	Recubridora	FY757A 516M2-35	YUKI	Falta de ajuste en el tirahilos
8	Unidora	CW50N	PEGASUS	Falta de ajuste de los pernos de anclaje
9	Tirilladora	U712-264	SIRUBA	Atasco en el disco de tensión de puntada
10	Tirilladora	JT-737-SJ	JONTEX	Falta de lubricación en los elementos móviles
11	Elasticadora	861B001-4	SINGER	Cable alimentador de corriente desgastado
12	Overlock	14SH-754	SINGER	Banda de motor deteriorada
13	Overlock	GT-D900	BAOYU	Soporte de agujas flojo
14	Cortadora de tela 1	RS-110	KANSEW	Falta de lubricación en los elementos móviles
15	Cortadora de tela 2	CD-170	HIGHLY	Falta de lubricación en los elementos móviles
16	Etiquetadora de ropa 1	AG-1512	DENISSON	Cable alimentador de corriente deteriorado
17	Etiquetadora de ropa 2	AGG-15	DENISSON	Cable alimentador de corriente deteriorado
18	Plancha Industrial	ES-300	SILVER STAR	Existencia de pelusa en el interior de la plancha

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

#### 4.3.3. Planificación del Mantenimiento Preventivo

Para la planificación del mantenimiento se realizará la preparación del personal y la detección de las fallas en las máquinas de proceso productivo, antes de la implementación la empresa debe concientizar a los trabajadores de la participación necesaria de todos ellos para cumplir el plan. Se necesita identificar las acciones a realizar en cada una las máquinas que forman parte de los recursos de la microempresa.

Las acciones a realizar serán las siguientes:

1. Limpieza de la máquina externa e internamente, esta acción se identificará en el plan de mantenimiento preventivo con el color naranja.
2. Lubricación y engrase de componentes internos. Se identificará en el plan de mantenimiento con el color azul.
3. Ajuste de pernos, anclajes y estructura de las máquinas. Identificado en el plan de mantenimiento con el color verde.

A continuación, en la Tabla 31, se describen las acciones planificadas para el mantenimiento preventivo de las máquinas identificadas en la empresa, con la frecuencia, responsables y duración aproximada de cada una de ellas, para el aseguramiento de las condiciones básicas de operación en la planta de producción.

**Tabla 31.** Programa de mantenimiento preventivo

		<b>CREACIONES GEMA</b>				
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>						
<b>Nro</b>	<b>TIPO</b>	<b>NÚMERO DE MÁQUINAS</b>	<b>ACCIONES</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>TIEMPO ESTIMADO (min.)</b>
1	Cortadoras	3	Limpieza	Diaria	Operarios	2
			Lubricación	Semanal		1
			Ajuste	Semanal		5
2	Elasticadora	2	Limpieza	Semanal	Operarios	2
			Lubricación	Semanal		2
			Ajuste	Semanal		2
3	Etiquetadora de ropa	2	Limpieza	Semanal	Operarios	1
			Lubricación	Semanal		1
4	Overlock	3	Limpieza	Diaria	Operarios	2
			Lubricación	Diaria		2
			Ajuste	Semanal		4
5	Plancha Industrial	1	Limpieza	Semanal	Operarios	1
6	Recta	1	Limpieza	Diaria	Operarios	2
			Lubricación	Diaria		2
			Ajuste	Diaria		2
7	Recubridora	2	Limpieza	Diaria	Operarios	2
			Lubricación	Semanal		2
			Ajuste	Semanal		4
8	Tirilladora	2	Limpieza	Diaria	Operarios	2
			Lubricación	Semanal		2
			Ajuste	Semanal		4
9	Unidora	2	Limpieza	Diaria	Operarios	2
			Lubricación	Semanal		2
			Ajuste	Semanal		4

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

#### 4.3.4. Células de Manufactura

La empresa Creaciones GEMA en la actualidad presenta una problemática que es la demora en el área de producción debido a que mantiene un Tiempo de Ciclo mayor que el *Takt Time*, lo cual ocasiona que la entrega de producto terminado llegue con demora al cliente, y que traen como consecuencia la pérdida de mercado ante la competencia. Para ello, se propone la mejora de *Layout* para mejorar el recorrido de las actividades productivas.

##### - Determinación de dimensiones

El diagnóstico de las dimensiones se realizó tomando en cuenta las dos plantas, ya que el proceso de producción cuenta con sus áreas distribuidas empíricamente en los dos pisos de la empresa. Las cuales se puede observar en las Tablas 32 y 33.

*Tabla 32. Dimensiones de primera planta*

N°	Áreas	Dimensiones metros
1	Área de corte	5.0 m * 4.0 m
2	Área de almacenamiento MP	4.0 m * 3.7 m
3	Etiquetado, pulido y empaque	7.0 m * 2.5 m
4	Gerencia General	6.5 m * 3.7 m

**Fuente:** Creaciones GEMA

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

Como se puede observar la primera planta cuenta con cuatro áreas importantes para el desarrollo de las actividades de producción.

*Tabla 33. Dimensiones de la segunda planta*

N°	Áreas	Dimensiones metros
6	Área de confección	9.0 m * 3.0 m
7	Contabilidad	4.0 m * 3.7 m
8	Área de producto terminado	8.0 m * 2.5 m

**Fuente:** Creaciones GEMA

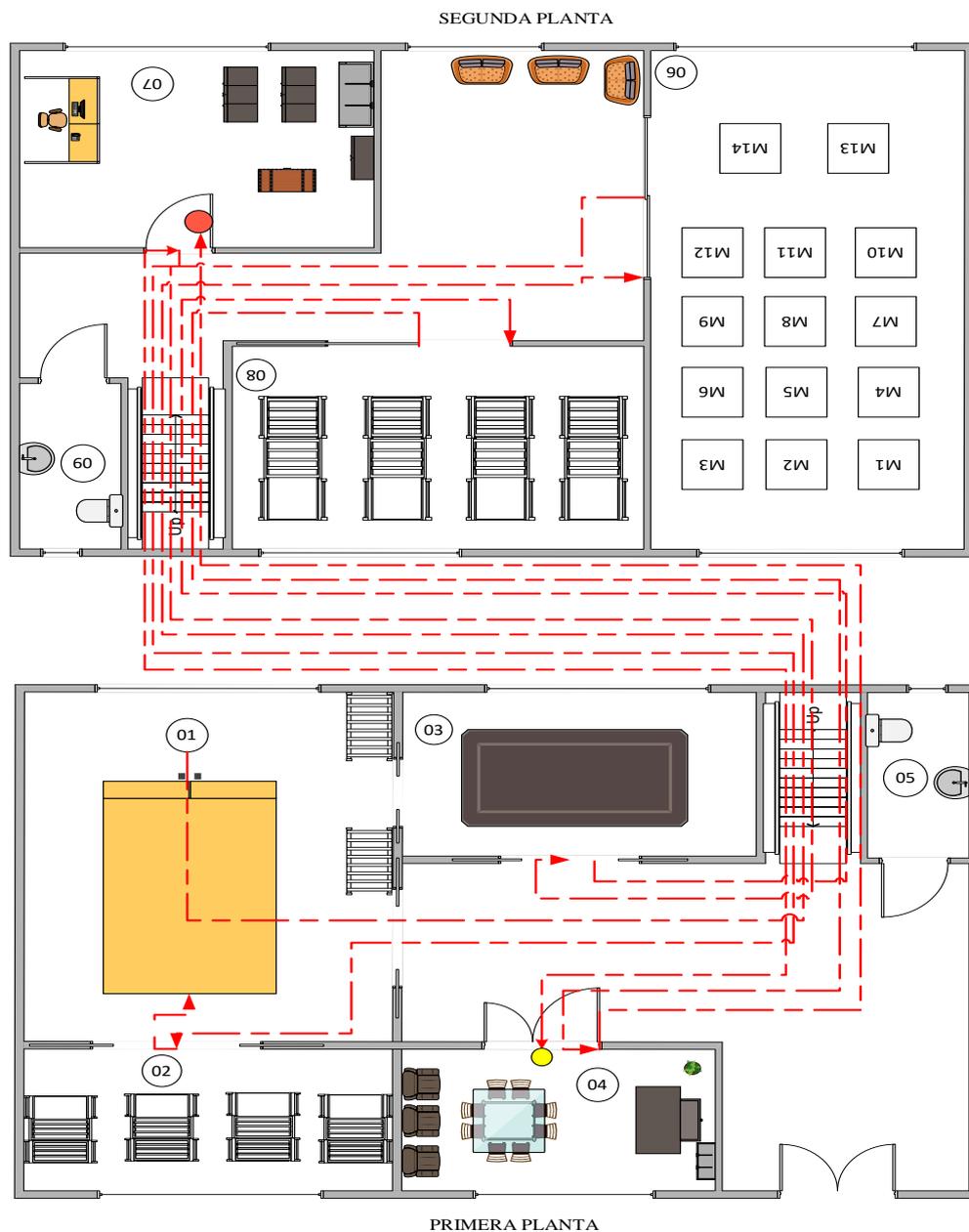
**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

Se toma en cuenta todas las áreas ya que poseen dimensiones similares que se ajustarán a la nueva distribución en planta que permitirán mejorar el flujo productivo de la empresa Creaciones “GEMA”.

## - Desarrollo del Diagrama Espagueti

El diagrama representa gráficamente el paso del flujo productivo por las áreas de producción lo cual permitirá tener una vista más detallada de la ineficiencia en el flujo del sistema actual empezando por el área de materia prima hasta el área de producto terminado.

En el Figura 33 se puede visualizar el diagrama inicial del flujo del sistema productivo con el cual se maneja la empresa.



**Figura 33.** Diagrama de Espagueti para Pantalones Deportivos  
*Elaborado por: Oswaldo Guerrero*

En la Figura 32 se puede observar que el flujo productivo mantiene un recorrido extenso, esto se debe al distanciamiento entre las áreas principales de producción, el cual ocasiona que exista tiempo de demora para entregar el producto terminado. Por lo tanto, es importante las áreas de producción estén lo más cercanas posibles, para evitar la demora del producto final, la fatiga de los trabajadores.

**- Diagrama de Relación**

En este punto del estudio, se realizó con colaboración de la propietaria de la empresa con el fin de determinar la importancia que tiene los vínculos entre las áreas de la institución, de esta manera se pretende mejorar la estructura de conexión para aumentar la eficiencia y la productividad de la empresa.

- **Valoración de proximidad**

Para la valoración de proximidad entre las áreas de la empresa, se determina mediante la asignación de letras que representan el tipo de relación que se mantiene internamente en el proceso productivo de acuerdo con la Tabla 34.

*Tabla 34. Tipo de relación*

Código	Tipo de relación	Líneas de trazado
A	Absolutamente importante	=====
E	Especialmente importante	===== =====
I	Importante	===== =====
O	Ordinaria	=====
U	Sin importancia	=====
X	No deseada	~~~~~

*Fuente: (Casals , Forcada, & Roca, 2015)*

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

- **Justificación de proximidad**

Se detalla los motivos de proximidad entre las áreas de Creaciones GEMA, para lo cual se define la siguiente codificación como se observa en la Tabla 35:

**Tabla 35. Justificación de proximidad**

Código	Motivo
1	Flujo productivo
2	Suministro de materiales
3	Inspección y control
4	Control de calidad

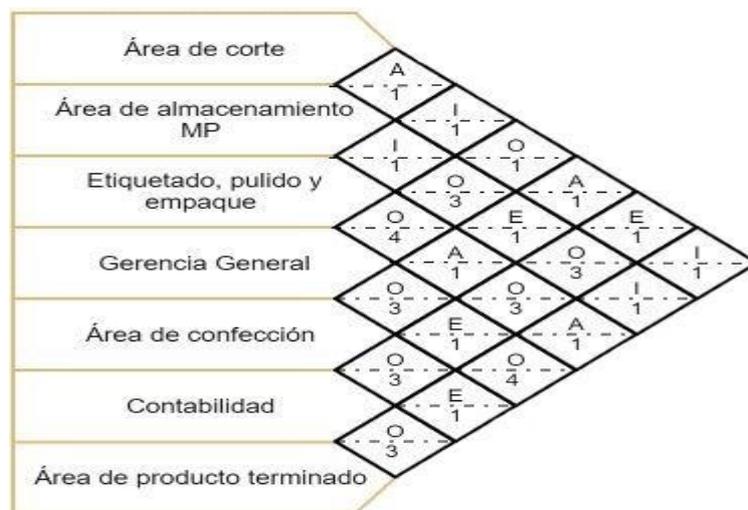
*Fuente:* (Casals , Forcada, & Roca, 2015)

*Elaborado por:* Oswaldo Guerrero

- Matriz de relaciones**

El diagrama relacional de actividades muestra casillas en la cual cada una se divide horizontalmente en dos partes, la superior indica el valor de relación y la parte inferior indica los motivos.

En la siguiente figura se muestra la relación que tiene cada área de trabajo, lo cual permitirá determinar los procesos importantes para mantener un flujo productivo continuo.



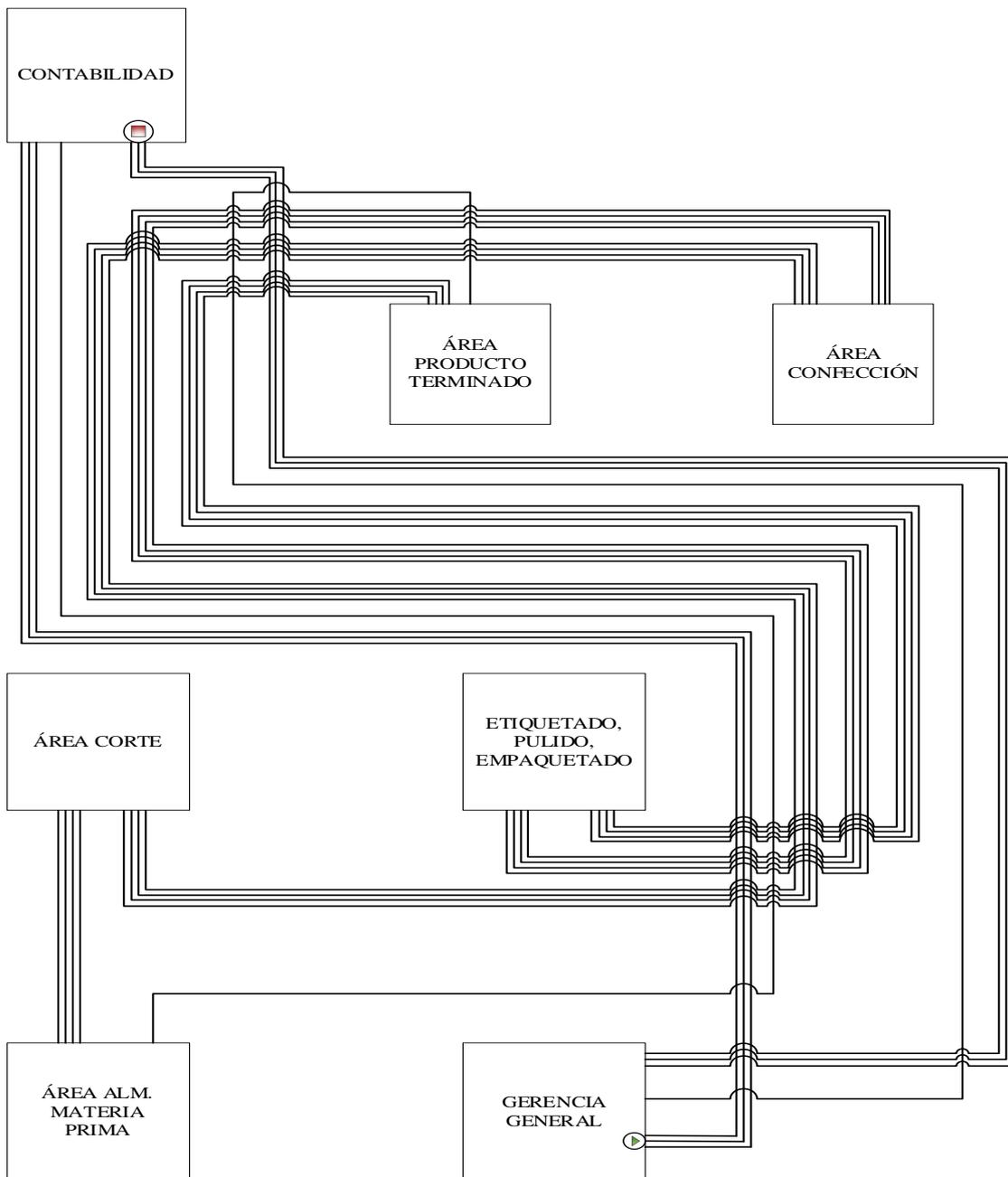
**Figura 34. Matriz de Relaciones**

*Elaborado:* Oswaldo Guerrero

**- Diagrama Relacional Actual**

Una vez realizada la matriz de relaciones de las áreas de la empresa, se realiza el diagrama relacional de actividades con el fin de analizar el recorrido del flujo productivo en la empresa y determinar la mejor propuesta de distribución en planta aplicando el método SLP.

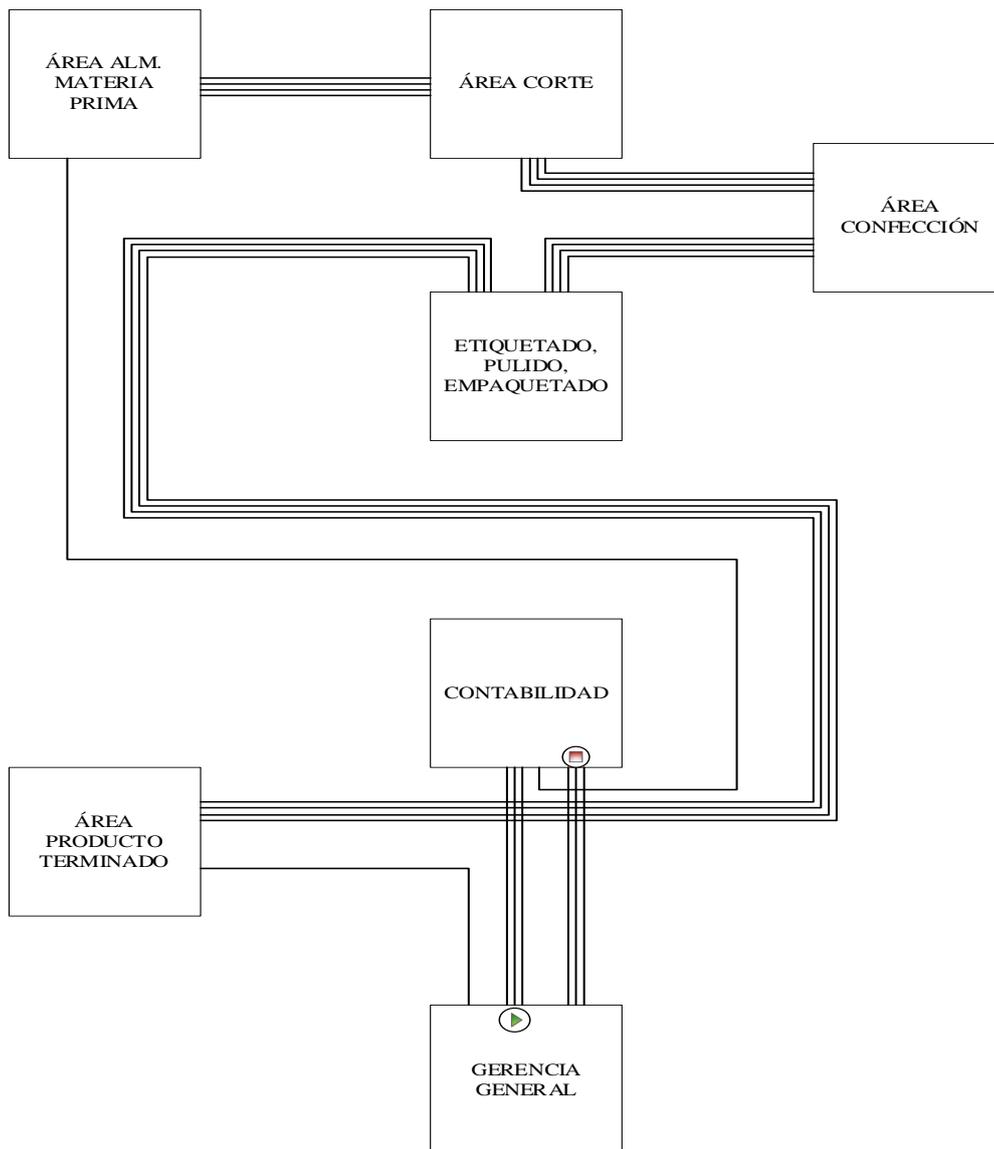
En la Figura 35 se presenta el diagrama relacional de actividades actual de la empresa Creaciones GEMA.



**Figura 35.** Diagrama relacional de actividades actual  
**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

En base al desarrollo de la matriz de relación, se establece el nuevo diagrama relacional de actividades el cual fue elaborado para mejorar el flujo productivo para la confección de prendas de vestir.

En la Figura 36 se muestra el diagrama relacional propuesto.



*Figura 36. Diagrama relacional de actividades actual  
Elaborado: Oswaldo Guerrero*

#### - Propuesta de Diseño del Layout para Confecciones GEMA

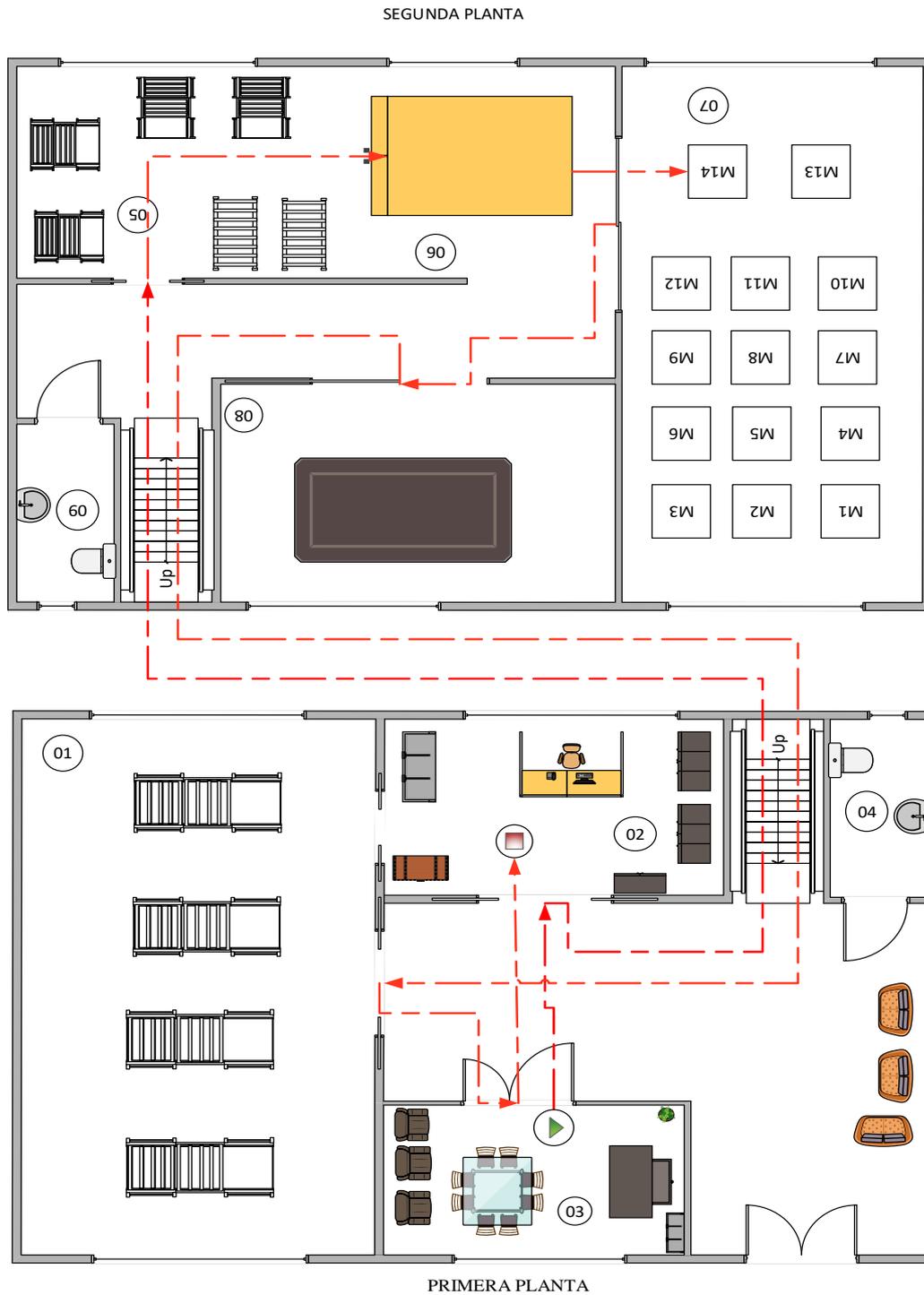
El nuevo Layout a proponerse para la empresa Confecciones GEMA, se elabora tomando consideración de las dimensiones de bienes muebles dentro de cada área como maquinaria, almacenamiento, mesas, paso peatonal, espacio disponible, entre otros, para desarrollar el nuevo Layout es fundamental realizar el cálculo de superficies con el fin de evaluar la capacidad de espacio de cada área y distribuir en base a este cálculo la posición y distribución de la nueva planta de la empresa.

**Tabla 36. Cálculo de superficies**

Área de corte		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Mesa grande de corte	1	3*1.5
Perchas	2	2*1.5
Área de almacenamiento de Materia Prima		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Perchas	4	2*0.80
Etiquetado, pulido y empaque		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Mesa grande polifuncional	1	3*1.70
Perchas	2	2*1.5
Gerencia General		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Escritorio	1	1.70*1.20
Mesa de reuniones	1	1.50*1
Sillas	4	0.80*0.50
Sillones	3	0.90*0.80
Librería	1	0.90*0.40
Área de confección		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Máquina overlock	9	0.80*0.60
Máquina recta	5	0.80*0.60
Contabilidad		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Escritorio	1	1.70*1.20
Librería	1	1.20*0.70
Aparador	1	0.80*0.50
Ficheros	2	0.70*0.50
Mesa pequeña	1	1*0.70
Área de producto terminado		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Perchas	4	1.50*1

**Elaborado:** Oswaldo Guerrero

La Figura 37 muestra el diagrama de espagueti propuesto donde se aprecia el paso del flujo productivo orientado de mejor manera, lo cual permitirá que la empresa tenga una mejor eficiencia productiva.



**Figura 37. Diagrama relacional propuesto**  
**Elaborado: Oswaldo Guerrero**

A continuación, en la Figura 38 y 39 se muestra la distribución en planta propuesta para el mejoramiento del flujo productivo, de manera que los operarios tengan un mejor recorrido para lograr los objetivos de producción necesaria.



**Ubicación:** Calle General Enríquez y Las Vertientes

**Planta:** Primer Piso

**Propietario:** Sra. Marcela Tamba

**DISTRIBUCIÓN EN PLANTA**

**Elaborado:**  
Oswaldo Guerrero

**Fecha:**

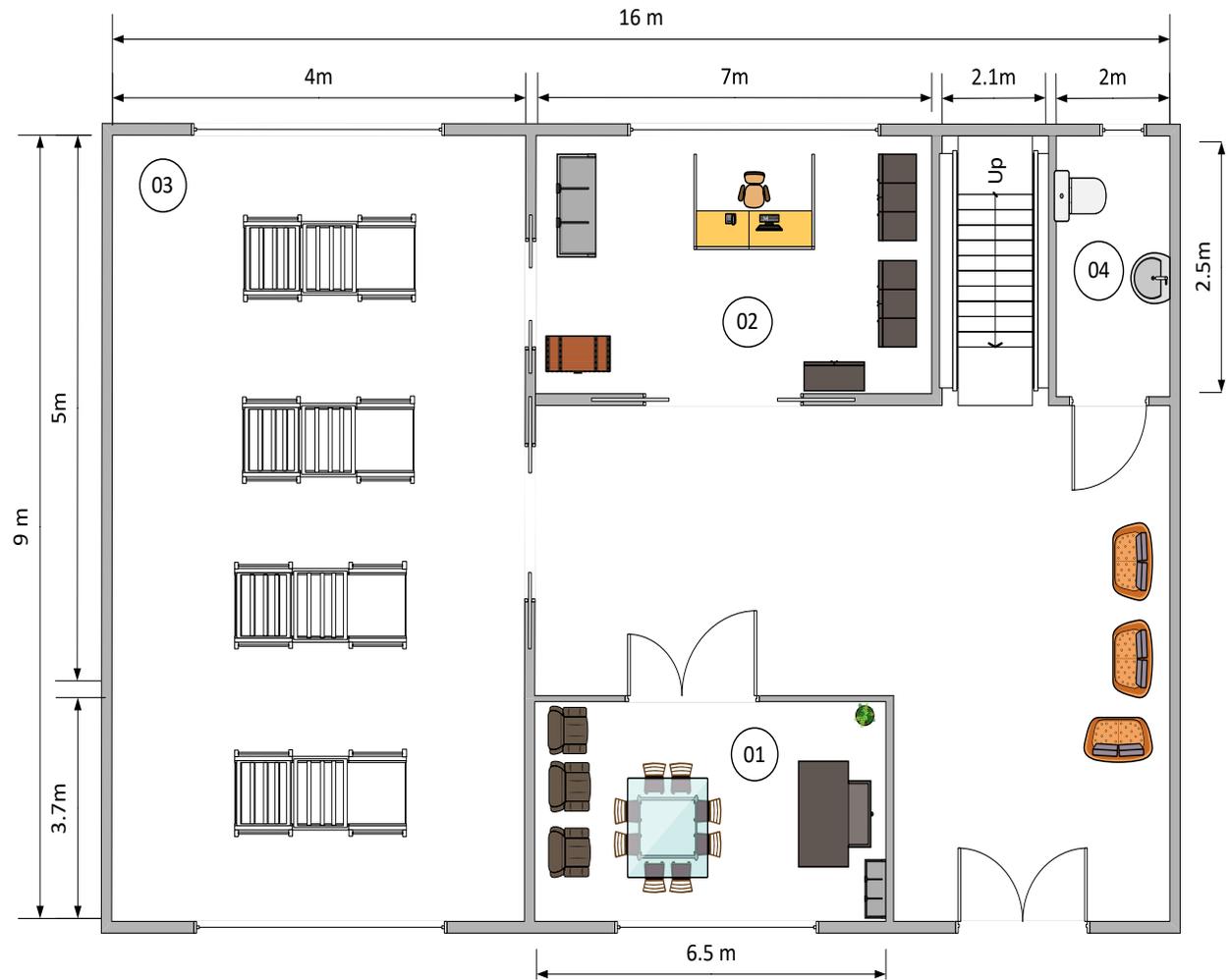
**Escala:** 1:100

**01.** Gerencia General

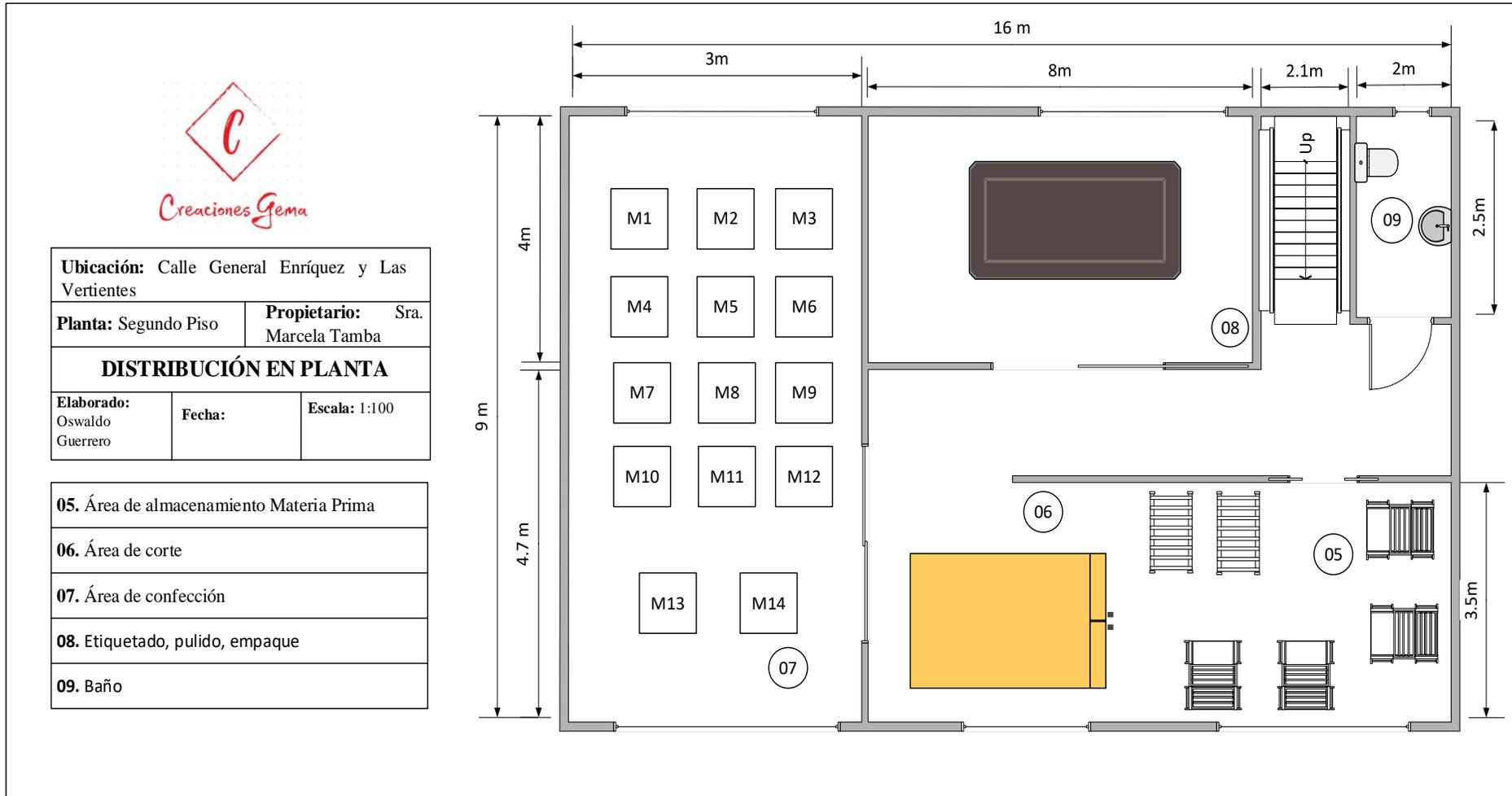
**02.** Contabilidad

**03.** Área de producto terminado

**04.** Baño



**Figura 38.** *Distribución de planta propuesto nivel 1*  
**Elaborado:** *Oswaldo Guerrero*



**Figura 39.** Distribución en planta propuesta nivel 2  
**Elaborado:** Oswaldo Guerrero



Adicionalmente, en el [Anexo 15](#) se presenta una guía estructurada donde se describen las actividades necesarias para la implementación de la Célula de Manufactura en Creaciones “GEMA”.

#### 4.3.5. Value Stream Mapping Propuesto

Dentro del *Value Stream Mapping* propuesto se toma en cuenta el VSM actual, para determinar e indicar las mejoras significativas. Esto proporciona una vista de los tiempos de ciclo, la mejora de con las 5S, entre otros indicadores.

- **Capacidad de producción propuesta**

En este contexto los resultados que se observa a continuación son propios de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing propuestas anteriormente como: 5s, TPM y Células de Manufactura. Es decir, la capacidad que podría alcanzar al implementar las mejoras proporcionadas con esta herramienta.

De acuerdo a los diagramas de flujo se determina el recorrido que realiza la materia prima por las áreas de producción. En la tabla 37, se muestra el proceso de los pantalones deportivos actualmente, cantidad de operadores y maquinaria.

*Tabla 37. Flujo de operaciones de pantalones deportivos actual*

Nro	Proceso	Tiempo Total (h:mm:ss)	Operadores	Maquinaria	Distancia
1	Corte	1:03:29	1	2	32
2	Confeción	1:48:23	4	13	2.1
3	Etiquetado	0:16:35	2	2	17.2
4	Pulido	0:21:02	2	2	1.2
5	Empaquetado	0:29:07	1	1	10
TOTAL		<b>3:58:36</b>	10	<b>20</b>	<b>67.5</b>

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

De acuerdo con la tabla 38 y con el análisis de la situación actual de la empresa se determinó que el cuello de botella es el área de producción. Sin embargo, la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing permite organizar de mejor manera el área de producción, mediante la Célula Manufacturing, se realiza menos recorrido cabe mencionar, como se muestra en la

Figura 37 y 38. Entonces con la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en la Tabla 38 se muestra los tiempos de cada proceso para la producción de pantalones deportivos.

**Tabla 38.** Flujo de operaciones propuesto para pantalones deportivos

Nro	Proceso	Tiempo Total (h:mm:ss)	Operadores	Maquinaria	Distancia (m)	TC (h:mm:ss)
1	Corte	0:48:54	1	2	6	0:00:49
2	Confección	1:33:13	4	13	1.1	0:01:33
3	Etiquetado	0:12:12	2	2	5.2	0:00:12
4	Pulido	0:19:35	2	2	1.1	0:00:20
5	Empaquetado	0:24:43	1	1	9	0:00:25
<b>TOTAL</b>		<b>3:18:37</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>22.4</b>	

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

De acuerdo con la Tabla 39 la propuesta de la nueva distribución en planta y la 5s permite la reducción de tiempos durante el proceso considerablemente. Por otro lado, esto soluciona el cuello de botella que se consideró en el capítulo 3, ya que el Tiempo de Ciclo del proceso confección es inferior al Takt Time ( $TC = 1 \text{ min } 33\text{sg} \leq TT = 1 \text{ min } 36\text{sg}$ ).

- **Eficiencia del Proceso**

Para el cálculo de la eficiencia del proceso se realiza el mismo proceso de calculo que en el capítulo 3, por consiguiente, en la Tabla 39 se muestra los tiempos de agregado de valor y los que no agregan valor.

**Tabla 39.** Mejoras de tiempos Agregados de Valor y No Agregados de Valor

Nro	Proceso	Tiempo Total (h:mm:ss)	Tiempo que agrega valor (h:mm:ss)	Tiempo que no agrega valor (h:mm:ss)
0	Abastecimiento	48:00:00	0:00:00	0:00:00
1	Corte	0:48:54	0:36:27	0:12:27
2	Confección	1:33:13	1:17:08	0:16:05
3	Etiquetado	0:12:12	0:10:52	0:01:20
4	Pulido	0:19:35	0:08:24	0:11:11
5	Empaquetado	0:24:43	0:18:27	0:06:16
<b>TOTAL</b>		<b>51:18:37</b>	<b>2:31:18</b>	<b>0:47:19</b>

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

De acuerdo con tabla 40, se muestra los tiempos AV y NAV actuales para la elaboración de pantalones deportivos y continuación se calcula la eficiencia propuesta.

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ que\ agrega\ valor}{Tiempo\ que\ agrega\ valor + Tiempo\ que\ no\ agrega\ valor} * 100$$

$$Eficiencia = \frac{9078\ seg}{9078 + 2839\ sg}$$

$$Eficiencia = 78\%$$

Con la presente propuesta se mejora la eficiencia de la organización para la fabricación de pantalones deportivos se encontrará en un 78%, mientras que hay un déficit de 22% de desperdicio los cuales son actividades que no agregan valor, pero son necesarias para el proceso productivo, sin embargo, se puede mencionar que las herramientas Lean Manufacturing generan impacto en este estudio.

- **Propuesta de mejora Takt Time**

Esta propuesta incluye realizar la actividad de ingreso y limpieza en menor tiempo, lo cual es un tiempo considerable, como se muestra en la Tabla 40.

*Tabla 40. Mejora de tiempos muertos*

<b>CREACIONES GEMA</b>			
<b>TIEMPOS MUERTOS</b>			
<b>Horario de trabajo:</b>	8h00 a 17h00		
<b>Observaciones:</b>			
<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Nro. veces</b>	<b>TOTAL (h:mm:ss)</b>
Ingreso y pieza obligatoria a la planta	0:06:00	1	0:06:00
Almuerzo	1:00:00	1	1:00:00
Necesidades personales	0:03:00	3	0:09:00
<b>TOTAL</b>			<b>1:15:00</b>

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

De acuerdo con la Tabla 41, se realiza el mismo procedimiento del capítulo 3 para el cálculo del Takt Time (TT).

$$Tiempo\ disponible = Horas\ por\ turno - Tiempos\ muertos$$

$$Tiempo\ disponible = 1 * 9h * 60min. - 75\ min.$$

$$Tiempo\ disponible = 465\ min. * 60\ sg = 27\ 900\ sg$$

$$\text{Takt Time} = \frac{27900 \text{ sg}}{282 \text{ Pantalones deportivos}}$$

$$\text{Takt Time} = 100 \text{ sg/pantalón} \cong 2 \text{ min/ pantalón}$$

Es decir, con más disponibilidad de tiempo, podemos obtener que aproximadamente cada 2 min un cliente está dispuesto a comprar.

- **Cálculo del Lead Time**

Para este Cálculo se hace utiliza la fórmula del Lead time, de acuerdo con el capítulo 3.

$$\text{Lead - time} = \text{LT Abastecimiento} + \text{LT Producción} + \text{LT Transporte}$$

$$\text{Lead - time} = 2880 \text{ min} + 198.37 \text{ min} + 900 \text{ min}$$

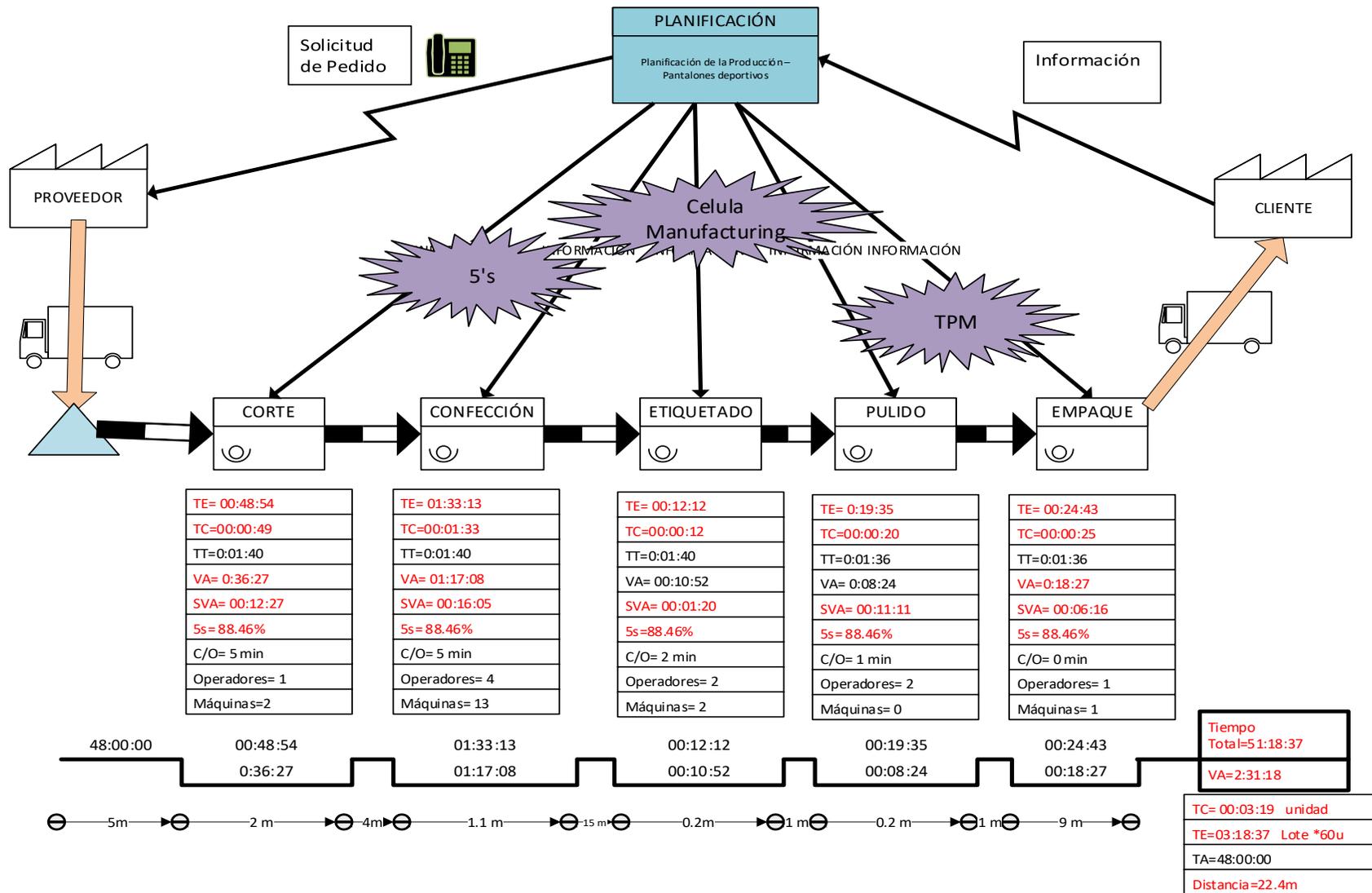
$$\text{Lead - time} = 3978.37 \text{ min}$$

El resultado es favorable debido a que se reduce de 40186 min a 3978.37 min, se obtiene al implantar las 5s y la célula de manufactura.

- **VSM Propuesto**

Con la aplicación de la metodología *Lean Manufacturing*, considerando las herramientas propuestas para la aplicación apunta la mejora continua de la organización, lo que direcciona a la satisfacción del cliente y permanencia en el mercado ante la competencia y dura labor que realizan todo el personal de esta fábrica.

En la figura 40 se muestra el VSM propuesto, donde presenta las mejoras para la elaboración de pantalones deportivos, los cuales son el producto estrella de esta fábrica. Por ende, se debe tomar en cuenta de maneta positiva la mejora continua del proceso productivo y el desarrollo de la mejora continua.



**Figura 40. VSM propuesto**  
**Elaborado: Oswaldo Guerrero**

#### 4.4. Inversión Para la Implementación del Modelo Lean Manufacturing

##### 4.4.1. Presupuesto Requerido Modelo Lean Manufacturing

En la Tabla 41, se presenta el detalle de las adquisiciones que se deben realizar para la implementación del modelo de Lean Manufacturing propuesto para la empresa Creaciones “GEMA”:

*Tabla 41. Presupuesto requerido para la implementación del Modelo Propuesto*

Metodología	No	Detalle	Unidad de medida	Cantidad	Valor unitario	Valor total
5'S	1	Señalética de seguridad	Unidad	6	\$ 6,00	\$ 36,00
	2	Resmas de papel	Unidad	3	\$ 3,00	\$ 9,00
	3	Insumos de oficina	Unidad	4	\$ 15,00	\$ 60,00
	4	Etiquetas	Unidad	10	\$ 1,25	\$ 12,50
	5	Pintura amarilla	GL.	4	\$ 15,00	\$ 60,00
	6	Pintura blanca	GL.	4	\$ 15,00	\$ 60,00
	7	Brochas	Unidad	10	\$ 7,50	\$ 75,00
	8	Elementos de limpieza	Unidad	6	\$ 15,00	\$ 90,00
	9	Insumos de limpieza	Unidad	6	\$ 10,00	\$ 60,00
	10	Contenedores de basura	Unidad	4	\$ 22,00	\$ 88,00
TPM	11	Aceite lubricación	Qt.	12	\$ 2,50	\$ 30,00
	12	Kit de herramientas	Unidad	10	\$ 25,00	\$ 250,00
	13	Guantes de poliuretano recubiertos	Unidad	10	\$ 12,00	\$ 120,00
	14	Elementos de limpieza	Unidad	10	\$ 8,00	\$ 80,00
	15	Insumos de oficina	Unidad	3	\$ 25,00	\$ 75,00
CÉLULA DE MANUFACTURA	16	Software distribución en planta	Unidad	1	\$ -	\$ -
	17	Mano de obra adecuaciones en planta	Unidad	1	\$ 800,00	\$ 800,00
	18	Mobiliario	Unidad	3	\$ 180,00	\$ 540,00
					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 2.445,50</b>

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

De acuerdo a la Tabla 41, el presupuesto requerido para la implementación del presente modelo propuesto asciende a \$ 2 445.50, este dato servirá para el cálculo del (VAN), (TIR), (B/C), y el periodo de tiempo necesario para recuperar la inversión requerida para la implementación del presente proyecto.

## 4.4.2. Indicadores Financieros del Proyecto

### 4.4.2.1. Detalle de costos actuales

La estructura de los costos actuales de Creaciones “GEMA”, arroja utilidades de \$ 1 974,90 obtenidas de la capacidad de producción inicial de 1410 pantalones deportivos, en la Tabla 42 se presentan los componentes de la estructura de costos analizada.

*Tabla 42. Estructura actual de costos*

<b>COSTO</b>	<b>VALOR TOTAL (\$)</b>	<b>VALOR UNITARIO (\$)</b>
<b>MATERIA PRIMA DIRECTA</b>	\$ 3.651,90	\$ 2,59
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	\$ 2.115,00	\$ 1,50
<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>	\$ 1.312,71	\$ 0,93
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	\$ 7.079,61	\$ 5,02
<b>GASTOS DE ADMINISTRACIÓN</b>	\$ 580,00	\$ 7,45
<b>GASTOS DE VENTAS</b>	\$ 240,00	\$ 13,40
<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 7.899,61	\$ 5,60
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	\$ 1.974,90	\$ 1,40
<b>PRECIO DE VENTA</b>	\$ 9.874,51	\$ 7,00

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

### 4.4.2.2. Estructura de costos basada en el Modelo Lean Manufacturing

A partir de la mejora de la capacidad de producción después de la implementación de las metodologías de Lean Manufacturing en Creaciones “GEMA”, se espera aumentar la capacidad de producción a 1624 pantalones representando unas utilidades que ascienden a los \$ 2 568,10. A continuación, en la Tabla 43, se describe la nueva estructura de costos basada en la presente propuesta que servirá de base para el desarrollo del flujo de caja (Tabla 45) de la presente propuesta:

*Tabla 43. Estructura de costos propuesta*

<b>COSTO</b>	<b>VALOR TOTAL (\$)</b>	<b>VALOR UNITARIO (\$)</b>
<b>MATERIA PRIMA DIRECTA</b>	\$ 4.206,16	\$ 2,59
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>	\$ 2.436,00	\$ 1,50
<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>	\$ 1.312,71	\$ 0,81
<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	\$7.954,87	\$ 4,90
<b>GASTOS DE ADMINISTRACIÓN</b>	\$ 580,00	\$ 7,21
<b>GASTOS DE VENTAS</b>	\$ 260,00	\$ 0,16
<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 8.794,87	\$ 5,42
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS</b>	\$ 2.568,10	\$ 1,58
<b>PRECIO DE VENTA</b>	\$ 11.362,97	\$ 7,00

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

#### 4.4.2.3. Flujo de Caja

Tabla 44. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA													
RUBRO	MES												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>1. Ingresos</b>	\$0,00	\$9.874,51	\$9.963,38	\$10.053,05	\$10.143,53	\$10.234,82	\$10.326,94	\$10.419,88	\$10.513,66	\$10.608,28	\$10.703,76	\$10.800,09	\$10.897,29
Total de ingresos actualizados		\$11.373,20	\$11.475,56	\$11.578,84	\$11.683,05	\$11.788,19	\$11.894,29	\$12.001,34	\$12.109,35	\$12.218,33	\$12.328,30	\$12.439,25	\$12.551,20
<b>1.1 Ingreso total por ventas</b>		\$9.874,51	\$9.963,38	\$10.053,05	\$10.143,53	\$10.234,82	\$10.326,94	\$10.419,88	\$10.513,66	\$10.608,28	\$10.703,76	\$10.800,09	\$10.897,29
<b>2. Total Egresos</b>	\$2.445,50	\$8.100,76	\$8.160,91	\$8.221,62	\$8.282,86	\$8.344,66	\$8.407,02	\$8.469,93	\$8.533,41	\$8.597,47	\$8.662,10	\$8.727,31	\$8.793,11
Total egresos actualizados		\$9.513,57	\$9.582,39	\$9.651,83	\$9.721,90	\$9.792,59	\$9.863,93	\$9.935,90	\$10.008,52	\$10.081,80	\$10.155,73	\$10.230,33	\$10.305,61
<b>2.2 Costos de Producción</b>	\$0,00	\$7.079,61	\$7.124,29	\$7.169,38	\$7.214,86	\$7.260,76	\$7.307,08	\$7.353,80	\$7.400,95	\$7.448,53	\$7.496,53	\$7.544,96	\$7.593,83
<b>2.3 Gastos de Administración</b>	\$0,00	\$580,00	\$585,22	\$590,49	\$595,80	\$601,16	\$606,57	\$612,03	\$617,54	\$623,10	\$628,71	\$634,37	\$640,07
<b>2.4 Gastos por Ventas</b>	\$0,00	\$240,00	\$242,16	\$244,34	\$246,54	\$248,76	\$251,00	\$253,26	\$255,53	\$257,83	\$260,15	\$262,50	\$264,86
<b>2.5 Depreciaciones (22%) Impuesto a la Renta</b>	\$0,00	\$233,33	\$233,33	\$233,33	\$233,33	\$233,33	\$233,33	\$233,33	\$233,33	\$233,33	\$233,33	\$233,33	\$233,33
<b>2.1 Inversiones</b>	\$2.445,50												
<b>2.1.1 Inversión 5's</b>	\$550,50												
<b>2.1.2 Inversión TPM</b>	\$555,00												
<b>2.1.3 Inversión Célula de Manufactura</b>	\$1.340,00												
<b>Flujo Neto</b>	-2445,50	\$1.339,28	\$1.359,89	\$1.380,69	\$1.401,68	\$1.422,85	\$1.444,22	\$1.465,77	\$1.487,53	\$1.509,47	\$1.531,62	\$1.553,96	\$1.576,51
<b>Flujo Neto Actualizado</b>	-2445,50	\$1.425,15	\$1.450,59	\$1.476,26	\$1.502,16	\$1.528,29	\$1.554,66	\$1.581,26	\$1.608,11	\$1.635,19	\$1.662,52	\$1.690,10	\$1.717,92

Elaborado: Oswaldo Guerrero

#### 4.4.2.4. Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto del presente proyecto, con relación a los flujos de caja futuros, se presenta a continuación en la Tabla 45:

**Tabla 45.** Valor Actual Neto (VAN)

	FN	$(1+i)^n$	$FN/(1+i)^n$
0	\$ -2.445,50	-	\$ -2.445,50
1	\$ 1.425,15	1,12	\$ 1.274,28
2	\$ 1.450,59	1,25	\$ 1.159,71
3	\$ 1.476,26	1,40	\$ 1.055,29
4	\$ 1.502,16	1,56	\$ 960,12
5	\$ 1.528,29	1,75	\$ 873,41
6	\$ 1.554,66	1,96	\$ 794,42
7	\$ 1.581,26	2,19	\$ 722,48
8	\$ 1.608,11	2,45	\$ 656,96
9	\$ 1.635,19	2,74	\$ 597,30
10	\$ 1.662,52	3,06	\$ 543,00
11	\$ 1.690,10	3,42	\$ 493,56
12	\$ 1.717,92	3,83	\$ 448,58
	<b>TOTAL</b>		\$ 7.133,61
	<b>VAN</b>		\$ 7.133,61

*Elaborado: Oswaldo Guerrero*

De acuerdo a los siguientes criterios se valora la presente propuesta:

- **VAN > 0:** El proyecto es rentable
- **VAN < 0:** El proyecto no es rentable
- **VAN ≈ 0:** El proyecto se considera Indiferente

En la Tabla 46, se ha obtenido un (**VAN = \$7 133,61**) > 0, por lo tanto, la presente propuesta se considera rentable para la empresa.

#### 4.4.2.5. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno (TIR), es un indicador que señala el tiempo necesario para recuperar el capital asignado para una inversión, para el presente proyecto en función al Valor Actual Neto (VAN) obtenido se obtuvo un TIR del 60 %.

#### **4.4.2.6. Índice Beneficio Costo**

El índice de beneficio – costo, señala la viabilidad de un proyecto de acuerdo a los siguientes criterios:

- **Si  $B/C > 1$** , esto indica que los beneficios son mayores a los costos. Por lo tanto, el proyecto debe ser considerado.
- **$B/C = 1$** , significa que los beneficios igualan a los costos y no se generan ganancias. Por lo tanto, el proyecto debe ser revisado pues no resulta beneficiosa su implementación.
- **$B/C < 1$** , en este caso los costos superan a los beneficios. Por lo tanto, el proyecto no debe ser considerado.

En el caso del presente proyecto el cálculo del B/C se presenta a continuación:

$$(B / C) = \frac{\textit{Valor Actual Neto de los Ingresos}}{\textit{Valor Actual Neto de los Egresos}}$$

$$(B / C) = \frac{\$73\ 733}{\$63\ 669.71}$$

$$(B / C) = 1,16$$

Se ha obtenido un índice de Beneficio – Costo de 1,16, por lo tanto, el proyecto es viable y debe considerarse para su implementación.

## CONCLUSIONES

- La metodología de Lean Manufacturing tiene como propósito optimizar el sistema de producción; eliminando actividades que no agregan valor mediante lo cual mejora el ambiente de trabajo y eliminación de los desperdicios generados por la organización; todo esto se determinó mediante la revisión de bases científicas y teóricas que sustentan la presente propuesta desarrollada.
- A través del diagnóstico inicial del proceso de elaboración de pantalones deportivos, se determinó el problema de retraso de pedidos, para la cual se evaluaron indicadores. El Lead Time (LT) igual a 4018.6 min, y un Tiempo Estándar (TE) igual a 3 horas 58 minutos 36 segundos, consecuentemente se determinó el Takt Time (TT) igual a 1 min 36 sg y un Tiempo de Ciclo (TC) igual a 3 min 59 segundos, por consiguiente, se realizó el análisis del TT y TC donde se encontró que el cuello de botella se encuentra en el proceso de confección donde  $TC = 1 \text{ min } 48 \text{ sg} > TT = 1 \text{ min } 36 \text{ sg}$ , es decir que este proceso no puede producir de acuerdo a la demandada. Además, la eficiencia del proceso productivo es del 73.55% y la disponibilidad de la maquinaria es de 88.85%, estos indicadores permiten el desarrollo de la propuesta y posibles soluciones al problema determinado.
- El diseño del modelo basado en Lean Manufacturing para la empresa Creaciones “GEMA”, incluye la guía de aplicación de herramientas: 5´S, Mantenimiento Productivo Total (TPM) y Célula de Manufactura con las cuales se realizó una simulación, dando como resultado una reducción de los tiempos que no agregan valor de (1:03:03 a 0:47:19), lo cual reducirá, de acuerdo con la propuesta, el cuello de botella evidenciado en el proceso de confección hasta lograr ser menor que el Takt time ( $TC = 1 \text{ min } 33 \text{ sg} \leq TT = 1 \text{ min } 36 \text{ sg}$ ). Con respecto a la gestión del mantenimiento se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo donde se presentan las actividades a

realizar, que en conjunto con la metodología 5's aportarán al funcionamiento adecuado de los recursos de la empresa.

## RECOMENDACIONES

- Implementar el modelo basado en Lean Manufacturing, de acuerdo con las guías desarrolladas en el presente trabajo de investigación, realizando las debidas consideraciones en base a las limitaciones presentadas en las microempresas ecuatorianas.
- Involucrar y promover programas de capacitación continua para todos los trabajadores de la empresa con el fin de dar a conocer esta metodología, beneficios, objetivos, características, herramientas y los resultados a obtener en base a la aplicación de la presente propuesta
- Realizar un constante seguimiento de los programas 5's y de Mantenimiento Productivo Total (TPM), y a sus indicadores, para que formen parte de una cultura de mejora continua y de desarrollo personal de los trabajadores de la empresa.
- Es recomendable adoptar inmediatamente la disposición de la planta propuesta en las Células de Manufactura, para reducir los desperdicios de transporte, que afectan al flujo de los procesos evidenciado en la empresa.

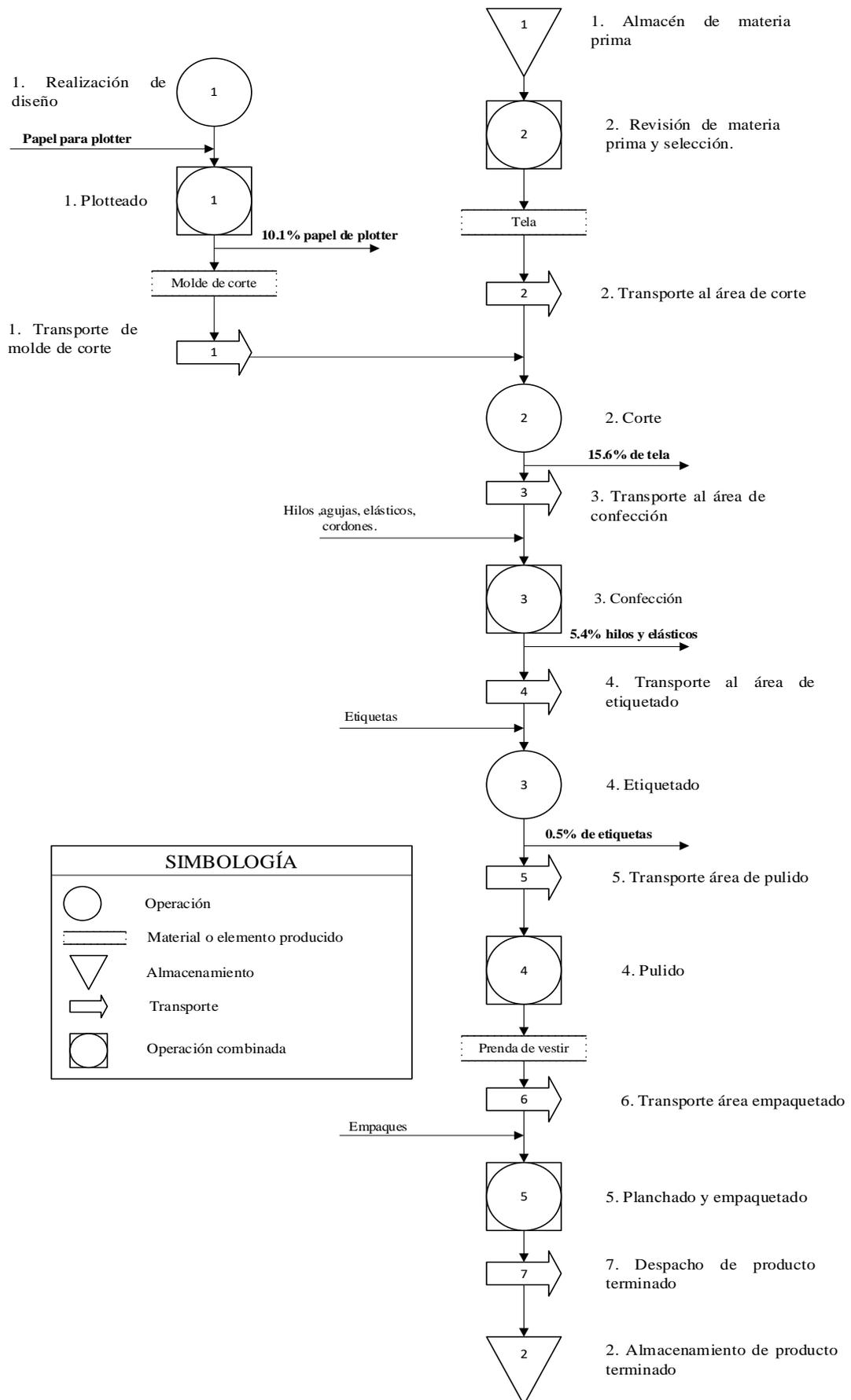
## BIBLIOGRAFÍA

- Anaya Tejero, J. J. (2016). *Logística Integral; La Gestión Operativa de la Empresa*. Madrid: Alfaomega.
- Arata, A. (2019). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales*. Chile: RIL editores.
- Casals, M., Forcada, N., & Roca, X. (2015). *Diseño de complejos industriales: Fundamentos*. (U. P. Catalunya, Ed.) Barcelona, España: Edicions UPC. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/52170?page=91>.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones producción y cadena de suministros*. México: MC Graw Hill.
- Cortés, J. M. (2017). *Sistema de Gestión de Calidad (ISO 9001 : 2015)*. Bogotá: ICB Editores.
- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2017). *Administración y Control de la Calidad*. México: Cengage Learning Editores, S.A.
- González Ortiz, Ó. C., & Arciniegas Ortiz, J. A. (2016). *Sistemas de Gestión de la Calidad; Teoría y práctica bajo la norma ISO* (Primera ed.). Bogotá: ECOE Ediciones.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2018). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: FSC.
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *LEAN MANUFACTURING. Conceptos, técnicas e implementación*. Madrid: EOI.
- Krajewski, L. J. (2017). *Administración de Operaciones. Procesos y cadena de suministro*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Lonnie, W. (2020). *How to implement Lean Manufacturing*. USA: Mc Graw Hill.
- Mandariaga, F. (2020). *Lean Manufacturing, Esposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. México: Library of Congress.
- Marr, B. (2014). *Indicadores clave de desempeño*. México: Editorial Trillas, S.A.
- Montgomery, D. C. (2016). *Control Estadístico de la Calidad*. México: EDITORIAL LIMUSA, S.A.
- Nawanir, G. (2016). *THE EFFECT OF LEAN MANUFACTURING ON OPERATIONS PERFORMANCE AND BUSSINESS PERFORMANCE IN MANUFACTURING COMPANIES IN INDONESIA*. Malaysia: Universiti Utara Malaysia.
- Pardo Álvarez, J. M. (2017). *Gestión por procesos y riesgo operacional*. Madrid: AENOR.
- Pérez Fernández de Velasco, J. A. (2015). *Gestión por procesos*. Madrid: ESIC EDITORIAL.
- Pérez Marqués, M. (2011). *Metodología Seis Sigma a Través de Excel*. México: ALFAOMEGA GRUPO EDITOR, S.A.

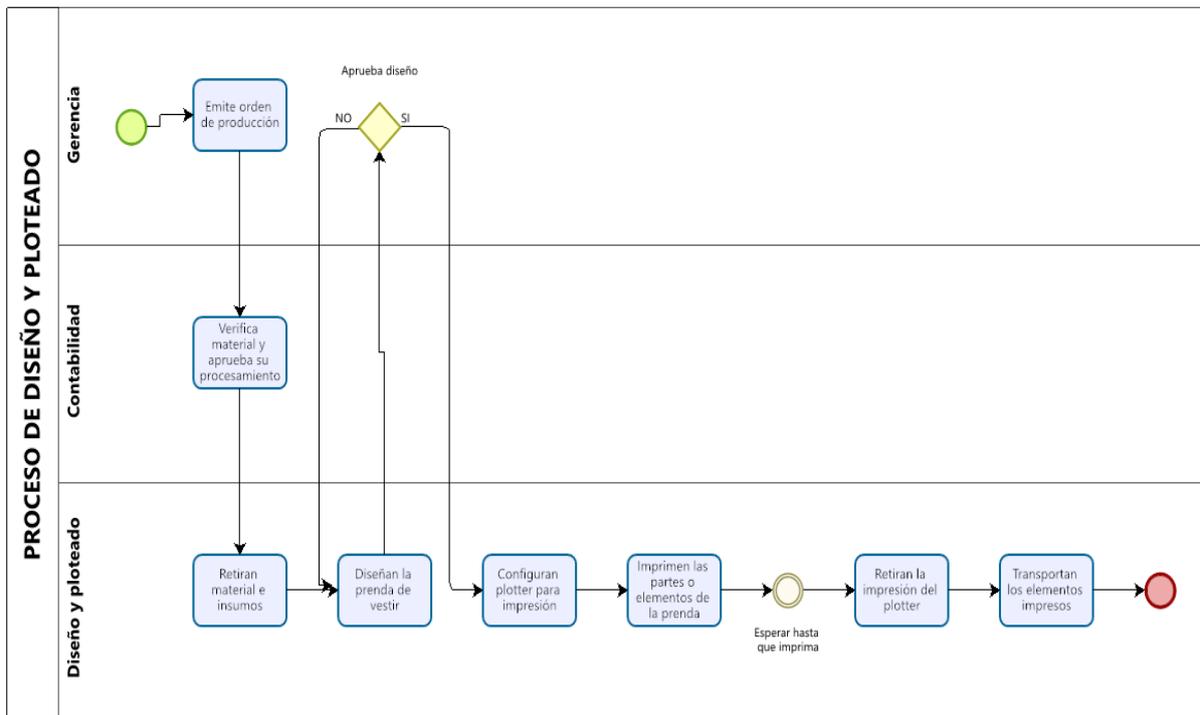
- Pérez Márquez, M. (2016). *Control de calidad, Técnicas y herramientas*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Prieto Herrera, J. E. (2017). *Gestión Estratégica Organizacional*. Bogotá: Ecoe Ediciones Ltda.
- Productividad, M. d. (2016). *Política Industrial del Ecuador (2016-2025)*. Quito: MIPRO.
- Pyzdek, T., & Keller, P. (2015). *El Manual de Administración de la calidad: guía completa para la excelencia operativa*. México: Trillas.
- Ries, E. (2017). *El Método LEAN STARTUP*. México: DEUSTO.
- Schroeder, R. G., Meyer G., S., & Rungtusanatham, J. (2011). *Administración de Operaciones: Conceptos y casos contemporáneos*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, S.A.
- Socconini Pérez , L. V. (2019). *Lean Manufacturing; Paso a Paso*. Valencia: Marge Books.
- Socconini, L. (2019). *LEAN COMPANY*. Barcelona: Marge Books.
- Socconini, L. (2019). *Lean Manufacturing El sistema de gestión empresarial Japonés*. Mexico: Norma.
- Tejada, A. (2018). Mejora de Lean Manufacturing en los sistemas productivos . *CIENCIA Y SOCIEDAD*, 276-310.
- Vargas Hernández, J., Muratalla Bautista, G., & Jiménez Castillo, M. (2016). Ingeniería Industrial, Atualidad y Nuevas Tendencias. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 153-174.
- Villaseñor, A., & Galindo, E. (2018). *Manual de lean manufacturing guía básica*. México: EDITORIAL LIMUSA S.A.
- Zandin, K. (2005). *Maynard Manual del Ingeniero Industrial*. México: McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

# ANEXOS

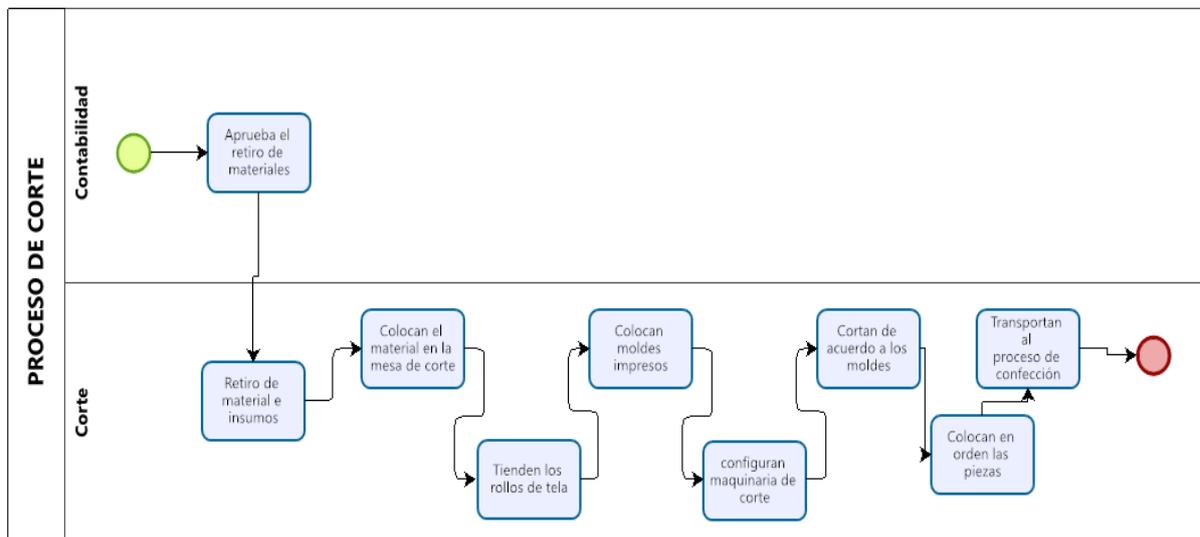
# ANEXO 1. Diagrama OTIDA del proceso para pantalones deportivos



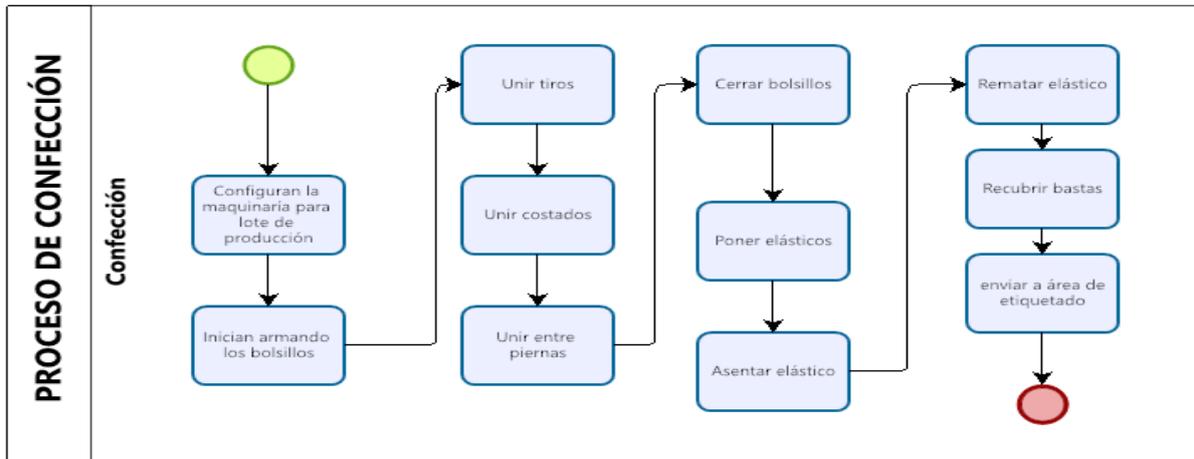
## ANEXO 2. Diagrama de flujo del proceso diseño y ploteado



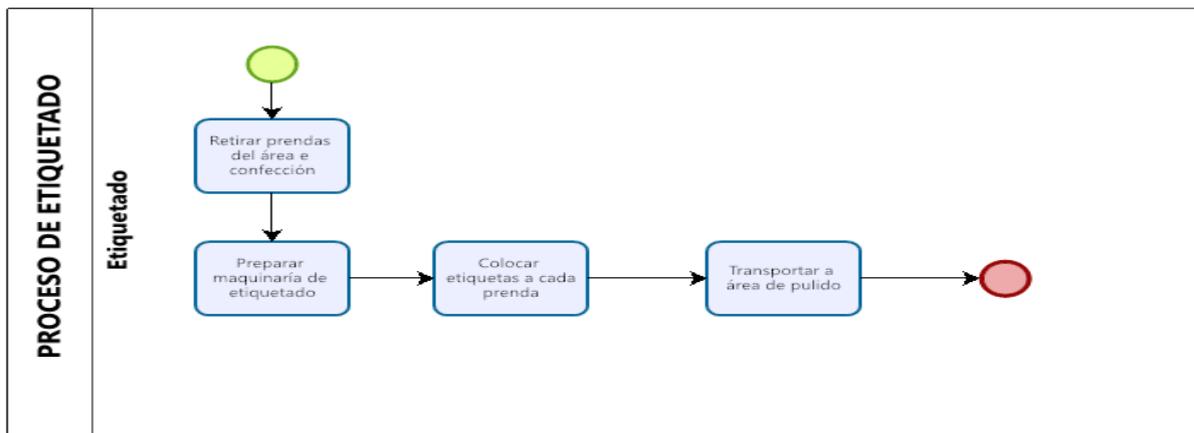
## ANEXO 3. Diagrama de flujo del proceso corte



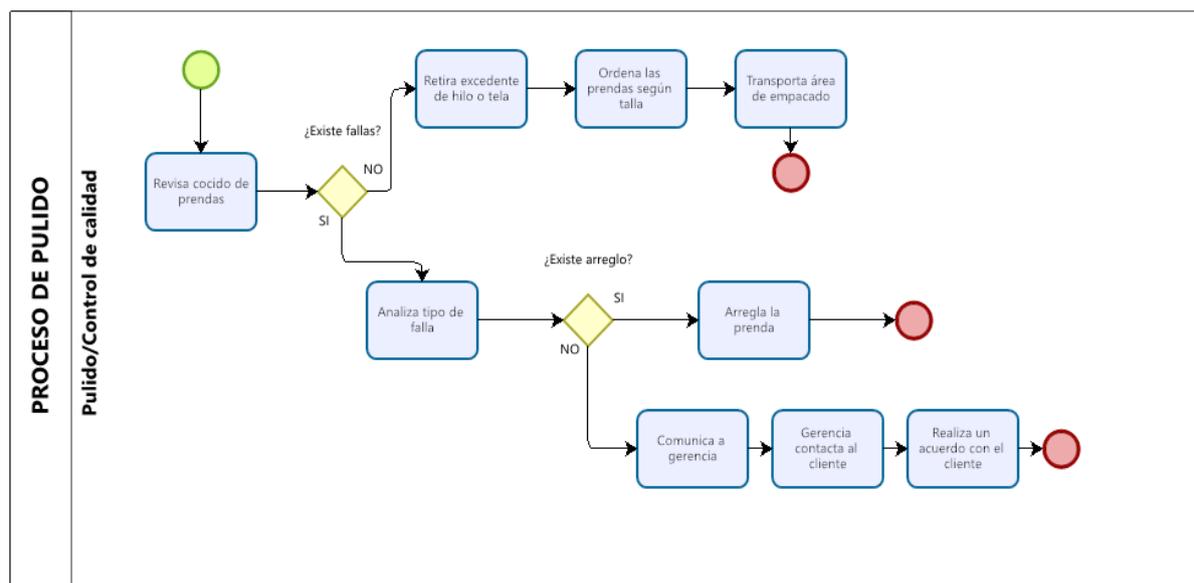
#### ANEXO 4. Diagrama de flujo del proceso confección



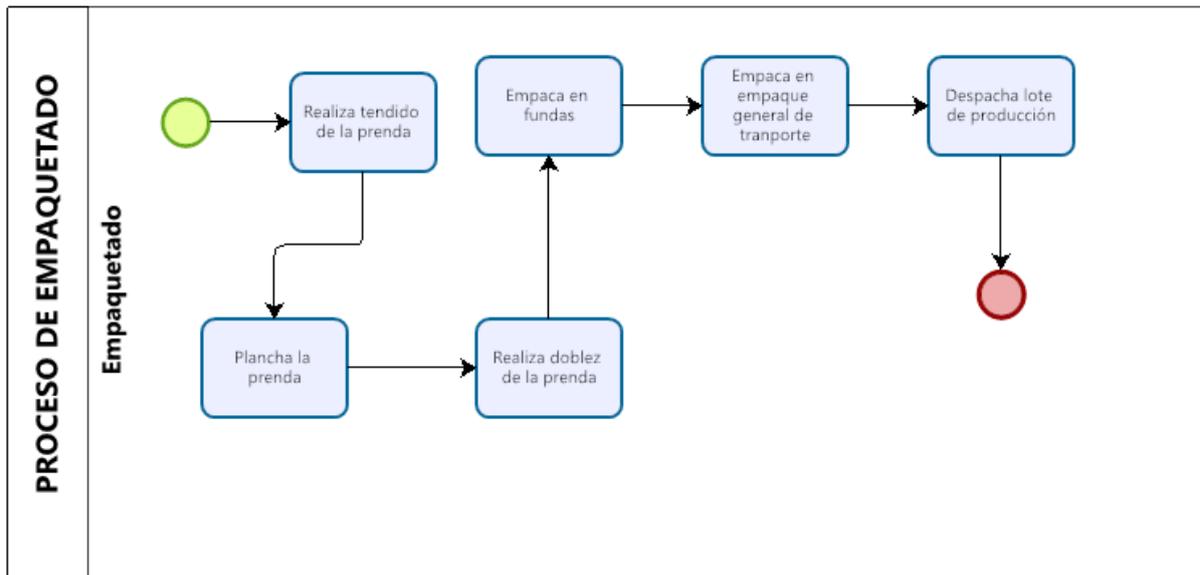
#### ANEXO 5. Diagrama de flujo del proceso Etiquetado



#### ANEXO 6. Diagrama de flujo del proceso Pulido



## ANEXO 7. Diagrama de flujo del proceso Empaquetado



## ANEXO 8. Muestreo de actividades de los procesos

### Anexo 8.1. Muestreo del proceso Corte

MUESTREO DEL PROCESO CORTE																		
Proceso:	CORTE	Mediciones (min /lote) Lote=60 unidades										Tiempo observado (x̄)	Valor Mínimo	Valor máximo	Desviación estándar	Rango (R)	R/x̄	Número de lecturas
N°	Descripción de actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Recibe número de pedido	0:01:01	0:01:10	0:00:55	0:00:57	0:00:58	0:01:08	0:01:00	0:00:56	0:00:55	0:01:02	0:01:00	0:00:55	0:01:10	0:00:05	0:00:15	0,25	11
2	Escoge el tipo de materia prima y molde de diseño	0:01:03	0:01:15	0:01:08	0:01:20	0:01:18	0:01:20	0:01:10	0:01:05	0:01:12	0:01:15	0:01:13	0:01:03	0:01:20	0:00:06	0:00:17	0,23	10
3	Transporta materia prima, molde de diseño y herramientas	0:02:20	0:02:15	0:02:18	0:02:20	0:02:32	0:02:25	0:02:45	0:02:25	0:02:22	0:02:15	0:02:24	0:02:15	0:02:45	0:00:09	0:00:30	0,21	8
4	Realiza tendido de tela manualmente	0:16:43	0:16:58	0:17:02	0:16:26	0:16:47	0:16:55	0:17:08	0:16:50	0:17:12	0:16:38	0:16:52	0:16:26	0:17:12	0:00:14	0:00:46	0,05	1
5	Coloca molde de diseño sobre la tela	0:05:45	0:05:55	0:06:08	0:05:20	0:05:12	0:05:25	0:05:10	0:05:45	0:05:22	0:05:15	0:05:32	0:05:10	0:06:08	0:00:20	0:00:58	0,17	6
6	Prepara las herramientas de corte	0:01:02	0:01:05	0:01:01	0:01:00	0:01:02	0:01:00	0:01:01	0:01:01	0:01:25	0:01:02	0:01:04	0:01:00	0:01:25	0:00:08	0:00:25	0,39	27
7	Corte de piezas de acuerdo a los moldes	0:19:45	0:20:25	0:19:58	0:19:43	0:20:14	0:20:05	0:19:58	0:19:48	0:20:02	0:19:57	0:20:00	0:19:43	0:20:25	0:00:13	0:00:42	0,04	1
8	Coloca en orden las piezas cortadas	0:06:42	0:06:19	0:06:36	0:06:42	0:06:36	0:06:25	0:06:52	0:06:32	0:06:40	0:06:55	0:06:38	0:06:19	0:06:55	0:00:11	0:00:36	0,09	1
9	Transportar piezas al proceso de confección	0:05:00	0:05:05	0:05:08	0:05:07	0:05:02	0:05:05	0:05:00	0:05:05	0:05:02	0:05:05	0:05:04	0:05:00	0:05:08	0:00:03	0:00:08	0,03	1

### Anexo 8.2. Muestreo del proceso Confección

MUESTREO DEL PROCESO CORTE																		
Proceso:	CONFECCIÓN	Mediciones (min /lote) Lote=60 unidades										Tiempo observado (x̄)	Valor Mínimo	Valor máximo	Desviación estándar	Rango (R)	R/x̄	Número de lecturas
N°	Descripción de actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Configuración de maquinaria para lote de producción	0:01:05	0:01:02	0:01:05	0:01:07	0:01:00	0:01:03	0:01:02	0:00:59	0:01:00	0:01:02	0:01:02	0:00:59	0:01:07	0:00:03	0:00:08	0,13	3
2	Inicia armando bolsillos	0:10:03	0:10:15	0:10:05	0:10:01	0:10:08	0:10:01	0:10:10	0:10:05	0:10:12	0:10:15	0:10:07	0:10:01	0:10:15	0:00:05	0:00:14	0,02	1
3	Unir tiros	0:12:20	0:12:15	0:12:18	0:12:20	0:12:18	0:12:20	0:12:15	0:12:19	0:12:22	0:12:15	0:12:18	0:12:15	0:12:22	0:00:02	0:00:07	0,01	1
4	Unir costados	0:15:04	0:14:55	0:15:14	0:14:35	0:15:12	0:15:05	0:14:58	0:15:05	0:15:12	0:15:08	0:15:03	0:14:35	0:15:14	0:00:11	0:00:39	0,04	1
5	Unir entrepiernas	0:14:45	0:14:55	0:15:05	0:14:20	0:14:55	0:14:25	0:14:42	0:14:45	0:15:02	0:15:05	0:14:48	0:14:20	0:15:05	0:00:16	0:00:45	0,05	1
6	Cerrar Bolsillos	0:11:02	0:11:05	0:10:51	0:11:00	0:11:02	0:11:00	0:10:51	0:11:01	0:11:25	0:10:42	0:11:00	0:10:42	0:11:25	0:00:11	0:00:43	0,07	1
7	Poner elástico	0:10:45	0:10:25	0:10:28	0:10:43	0:10:56	0:10:35	0:10:58	0:10:48	0:11:02	0:11:07	0:10:47	0:10:25	0:11:07	0:00:14	0:00:42	0,06	1
8	Asentar elástico	0:07:42	0:07:49	0:07:36	0:07:42	0:07:26	0:07:50	0:07:52	0:07:32	0:07:40	0:07:55	0:07:42	0:07:26	0:07:55	0:00:09	0:00:29	0,06	1
9	Rematar elástico	0:06:28	0:06:38	0:06:46	0:06:27	0:07:00	0:06:45	0:06:40	0:06:45	0:06:32	0:06:51	0:06:41	0:06:27	0:07:00	0:00:10	0:00:33	0,08	1
10	Recubrir bastas	0:08:44	0:08:55	0:08:38	0:08:50	0:08:42	0:08:45	0:09:00	0:08:53	0:08:52	0:08:48	0:08:49	0:08:38	0:09:00	0:00:07	0:00:22	0,04	1
11	Enviar prendas a etiquetado	0:03:05	0:02:45	0:03:08	0:02:48	0:02:52	0:03:12	0:03:00	0:03:20	0:02:42	0:03:05	0:03:00	0:02:42	0:03:20	0:00:13	0:00:38	0,21	8

### Anexo 8.3. Muestreo del proceso Etiquetado

MUESTREO DEL PROCESO CORTE																		
Proceso:	ETIQUETADO	Mediciones (min /lote) Lote=60 unidades										Tiempo observado ( $\bar{x}$ )	Valor Mínimo	Valor máximo	Desviación estándar	Rango (R)	R/ $\bar{x}$	Número de lecturas
N°	Descripción de actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Retiro de prendas del área de confección	0:03:05	0:02:32	0:02:55	0:02:57	0:02:58	0:02:38	0:02:52	0:02:56	0:02:55	0:03:02	0:02:53	0:02:32	0:03:05	0:00:10	0:00:33	0,19	12
2	Preparación de maquinaria de etiquetado	0:01:03	0:01:05	0:01:08	0:01:00	0:01:08	0:01:00	0:00:48	0:00:55	0:00:52	0:01:05	0:01:00	0:00:48	0:01:08	0:00:07	0:00:20	0,33	20
3	Tomar la prenda y colocar etiquetas	0:09:20	0:09:15	0:09:18	0:09:20	0:09:32	0:09:25	0:08:45	0:09:25	0:08:52	0:09:05	0:09:14	0:08:45	0:09:32	0:00:15	0:00:47	0,08	1
4	Transporta prendas al área de pulido	0:03:04	0:02:45	0:02:56	0:03:10	0:02:58	0:02:45	0:03:08	0:03:05	0:03:12	0:02:38	0:02:58	0:02:38	0:03:12	0:00:12	0:00:34	0,19	7

### Anexo 8.4. Muestreo del proceso Pulido

MUESTREO DEL PROCESO CORTE																		
Proceso:	PULIDO	Mediciones (min /lote) Lote=60 unidades										Tiempo observado ( $\bar{x}$ )	Valor Mínimo	Valor máximo	Desviación estándar	Rango (R)	R/ $\bar{x}$	Número de lecturas
N°	Descripción de actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Revisa cocido de prendas	0:06:05	0:05:58	0:06:21	0:06:02	0:06:17	0:06:08	0:06:17	0:05:46	0:05:57	0:05:59	0:06:05	0:05:46	0:06:21	0:00:11	0:00:35	0,10	2
2	Retira excedente de hilo o tela	0:08:03	0:07:49	0:08:09	0:07:55	0:07:15	0:08:16	0:08:15	0:08:03	0:07:56	0:08:04	0:07:58	0:07:15	0:08:16	0:00:18	0:01:01	0,13	3
3	Ordena las prendas según la talla	0:05:20	0:04:35	0:05:14	0:04:48	0:05:13	0:04:40	0:05:42	0:05:36	0:05:21	0:05:36	0:05:13	0:04:35	0:05:42	0:00:24	0:01:07	0,21	8
4	Transporta a área de empaqueo	0:01:44	0:01:30	0:01:35	0:01:10	0:01:28	0:01:09	0:01:43	0:01:25	0:01:23	0:01:17	0:01:26	0:01:09	0:01:44	0:00:12	0:00:35	0,41	30

### Anexo 8.5. Muestreo del proceso empaquetado

MUESTREO DEL PROCESO CORTE																		
Proceso:	EMPAQUE	Mediciones (min /lote) Lote=60 unidades										Tiempo observado ( $\bar{x}$ )	Valor Mínimo	Valor máximo	Desviación estándar	Rango (R)	R/ $\bar{x}$	Número de lecturas
N°	Descripción de actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Realiza tendido de cada prenda	0:06:22	0:06:08	0:06:11	0:06:19	0:06:22	0:06:24	0:06:10	0:06:05	0:06:01	0:05:56	0:06:12	0:05:56	0:06:24	0:00:10	0:00:28	0,08	1
2	Plancha cada prenda	0:09:03	0:09:14	0:08:58	0:09:06	0:08:57	0:09:08	0:09:10	0:09:18	0:09:04	0:08:55	0:09:05	0:08:55	0:09:18	0:00:08	0:00:23	0,04	1
3	Realiza el doblado de la prenda	0:04:55	0:05:02	0:04:58	0:05:15	0:05:15	0:04:56	0:04:56	0:05:00	0:04:48	0:04:41	0:04:59	0:04:41	0:05:15	0:00:11	0:00:34	0,11	2
4	Empaca cada prenda en fundas y coloca en el empaque general para transporte	0:06:29	0:06:50	0:06:44	0:06:38	0:06:47	0:06:55	0:06:41	0:06:45	0:06:49	0:06:56	0:06:45	0:06:29	0:06:56	0:00:08	0:00:27	0,07	1
5	Despacha el lote de producción	0:01:05	0:01:18	0:01:10	0:01:15	0:01:10	0:01:10	0:01:09	0:01:09	0:01:15	0:01:16	0:01:12	0:01:05	0:01:18	0:00:04	0:00:13	0,18	6

## ANEXO 9. Holguras de acuerdo a la OIT

### Anexo 9.1. Holgura para factor Posturas

Factor: Postura	Puntos (%)
Sentado cómodamente	0
Sentado incómodamente	2
A veces sentado y a veces de pie	2
De pie o andando sin carga	4
Subiendo o bajando escaleras sin carga	5
De pie o andando con carga	6
Subiendo o bajando escaleras de mano	8
Debiendo a veces inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos	8
Levantando pesos con dificultad	10
Debiendo constantemente inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos	12
Extrayendo carbón con un zapapico, tumbado en una veta baja	16
Movimiento o posturas continuos y excesivamente forzados	16

### Anexo 9.2. Holgura para factor Vibración

Factor: Vibración	Puntos (%)
Traspalar materiales ligeros	1
Coser con máquina eléctrica o afín	2
Sujetar el material con prensa o guillotina	2
Tronzar madera	2
Traspalar balastro	4
Trabajar con una taladradora mecánica portátil accionada con una sola mano	4
Picar con zapapico	6
Trabajar con una taladradora mecánica que exige las dos manos	8
Trabajar con una radial eléctrica que exige las dos manos	8
Emplear un martillo perforador sobre hormigón	15

### Anexo 9.3. Holgura para factor Suciedad

Factor: Suciedad	Puntos (%)
Trabajo de oficina	0
Operaciones normales de montaje	0
Trabajo en taller de prensas	0
Manejo de multicopistas	1
Barrido de polvo o basura	2
Limpieza industrial de suelos de naves	3
Recogida o retirada de escombros	3
Desmontaje de motores de combustión interna	4
Trabajo debajo de un vehículo de motor usado	5
Descarga de sacos de cemento	7
Extracción de carbón	10
Deshollinado de chimeneas	10

#### Anexo 9.4. Holgura para factor ropa molesta

Factor: Ropa Molesta	Puntos (%)
Guantes de caucho para cirugía	1
Guates de caucho de uso doméstico	2
Botas de caucho	2
Gafas protectoras para afilar	3
Gafas protectoras contra impactos	3
Casco de protección	4
Protección auditiva	4
Careta de protección de soldadura	5
Guantes de caucho o piel de uso industrial	5
Peto o manoplas de protección de soldadura	6
Máscara	8
Traje de amianto o chaqueta encerada	15
Ropa de protección incómoda y mascarilla de respiración	20

#### Anexo 9.5. Holgura para factor Concentración/Ansiedad

Factor: Concentración/Ansiedad	Puntos (%)
Hacer un montaje corriente	0
Traspalar balastro	0
Hacer un embalaje corriente	1
Lavar vehículos	1
Rellenar de agua una batería	2
Alimentar troquel de prensa sin tener que aproximar la mano a la prensa	2
Pintar paredes	3
Coser a máquina con guía automática	4
Juntar lotes pequeños y sencillos sin necesidad de prestar mucha atención	5
Hacer una inspección simple	5
Pintar metal labrado con pistola	6

ANEXO 10. Estudio de tiempos

Anexo 10.1. Estudio de tiempos del proceso Corte

ESTUDIO DE TIEMPO DEL PROCESO CORTE																																	
Proceso:	CORTE											Mediciones (min / lote) Lote=60 unidades										CALIFICACIÓN				HOLGURAS					Total de holgura	Tiempo Suplementario	Tiempo Estándar
N°	Descripción de actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tiempo observado (x̄)	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Tiempo Normal	Postura	Vibraciones	Ropa Molestia	Suciedad	Concentración											
1	Recibe número de pedido	0:01:01	0:01:10	0:00:55	0:00:57	0:00:58	0:01:08	0:01:00	0:00:56	0:00:55	0:01:02	0:01:00	0	0,02	0,02	-0,02	0:01:01					5%	5%	0:00:03	0:01:04								
		0:00:50	0:01:01	0:00:58	0:01:01	0:01:01	0:00:59	0:00:57	0:01:03	0:01:01	0:01:05																						
		0:01:03																															
2	Escoge el tipo de materia prima y molde de diseño	0:01:03	0:01:15	0:01:08	0:01:20	0:01:18	0:01:20	0:01:10	0:01:05	0:01:12	0:01:15	0:01:12	0	0	0	-0,02	0:01:11			20%			20%	0:00:14	0:01:25								
		0:01:13	0:01:13	0:00:59	0:01:17	0:01:10	0:01:13	0:01:12	0:01:09	0:01:16	0:01:19																						
3	Transporta materia prima, molde de diseño y herramientas	0:02:20	0:02:15	0:02:18	0:02:20	0:02:32	0:02:25	0:02:45	0:02:25	0:02:22	0:02:15	0:02:23	0	0	-0,03	-0,02	0:02:16	6%						6%	0:00:09	0:02:24							
		0:02:35	0:02:30	0:02:02	0:02:13	0:02:23	0:02:26	0:02:18	0:02:31																								
4	Realiza tendido de tela manualmente	0:16:43	0:16:58	0:17:02	0:16:26	0:16:47	0:16:55	0:17:08	0:16:50	0:17:12	0:16:38	0:16:52	0,03	0	-0,03	-0,02	0:16:32	8%						8%	0:01:21	0:17:53							
		0:16:56																															
5	Coloca molde de diseño sobre la tela	0:05:45	0:05:55	0:06:08	0:05:20	0:05:12	0:05:25	0:05:10	0:05:45	0:05:22	0:05:15	0:05:28	0,03	0,02	0	0	0:05:45	8%						8%	0:00:26	0:06:11							
		0:05:34	0:05:08	0:05:23	0:05:51	0:05:11	0:05:10																										
6	Prepara las herramientas de corte	0:01:02	0:01:05	0:01:01	0:01:00	0:01:02	0:01:00	0:01:01	0:01:01	0:01:25	0:01:02	0:01:03	0,03	0,02	-0,03	0	0:01:04						5%	5%	0:00:03	0:01:07							
		0:01:02	0:01:05	0:01:08	0:00:55	0:01:07	0:00:55	0:01:07	0:01:07	0:01:00	0:01:07																						
		0:01:11	0:01:02	0:01:10	0:01:15	0:01:02	0:01:13	0:01:10	0:00:51	0:00:57	0:00:52																						
		0:01:02	0:00:52	0:01:02	0:00:55	0:01:08	0:00:59	0:01:01																									
7	Corte de piezas de acuerdo a los moldes	0:19:45	0:20:25	0:19:58	0:19:43	0:20:14	0:20:05	0:19:58	0:19:48	0:20:02	0:19:57	0:19:59	0,03	0	-0,03	-0,02	0:19:35	2%	2%			5%	9%	0:01:48	0:21:23								
		0:19:54																															
8	Coloca en orden las piezas cortadas	0:06:42	0:06:19	0:06:36	0:06:42	0:06:36	0:06:25	0:06:52	0:06:32	0:06:40	0:06:55	0:06:39	0	0	-0,03	0	0:06:27					5%	5%	0:00:20	0:06:47								
		0:06:49																															
9	Transportar piezas al proceso de confección	0:05:00	0:05:05	0:05:08	0:05:07	0:05:02	0:05:05	0:05:00	0:05:05	0:05:02	0:05:05	0:05:04	0	0	-0,03	0	0:04:55	6%						6%	0:00:18	0:05:13							
		0:05:09																															

Anexo 10.2. Estudio de tiempos del proceso Confección

ESTUDIO DE TIEMPO DEL PROCESO CORTE																																		
Proceso:	CONFECCIÓN										Mediciones (min / lote) Lote=60 unidades										Tiempo observado (x̄)	CALIFICACIÓN				Tiempo Normal	HOLGURAS					Total de holgura	Tiempo Suplementario	Tiempo Estándar
N°	Descripción de actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Postura	Vibraciones	Ropa Molesta	Suciedad	Concentración														
1	Configuración de maquinaria para lote de producción	0:01:05	0:01:02	0:01:05	0:01:07	0:01:00	0:01:03	0:01:02	0:00:59	0:01:00	0:01:02	0	0	-0,03	-0,02	0:00:59					5%	5%	0:00:03	0:01:03										
		0:01:01	0:01:04	0:01:03																														
2	Inicia armando bolsillos	0:10:03	0:10:15	0:10:05	0:10:01	0:10:08	0:10:01	0:10:10	0:10:05	0:10:12	0:10:15	0	0	-0,03	0	0:09:50			20%		4%	24%	0:02:26	0:12:16										
		0:10:13																																
3	Unir tiros	0:12:20	0:12:15	0:12:18	0:12:20	0:12:18	0:12:20	0:12:15	0:12:19	0:12:22	0:12:15	0,03	0	-0,03	-0,02	0:12:03	2%	2%			2%	6%	0:00:44	0:12:47										
		0:12:12																																
4	Unir costados	0:15:04	0:14:55	0:15:14	0:14:35	0:15:12	0:15:05	0:14:58	0:15:05	0:15:12	0:15:08	0	0	-0,03	-0,02	0:14:19	2%	2%			2%	6%	0:00:54	0:15:13										
		0:15:14																																
5	Unir entrepiernas	0:14:45	0:14:55	0:15:05	0:14:20	0:14:55	0:14:25	0:14:42	0:14:45	0:15:02	0:15:05	0,03	0	-0,03	-0,02	0:14:31	2%	2%			2%	5%	11%	0:01:38	0:16:09									
		0:14:55																																
6	Cerrar Bolsillos	0:11:02	0:11:05	0:10:51	0:11:00	0:11:02	0:11:00	0:10:51	0:11:01	0:11:25	0:10:42	0,03	0	-0,03	-0,02	0:10:48	2%	2%			5%	9%	0:00:59	0:11:47										
		0:11:12																																
7	Poner elástico	0:10:45	0:10:25	0:10:28	0:10:43	0:10:56	0:10:35	0:10:58	0:10:48	0:11:02	0:11:07	0,03	0	-0,03	-0,02	0:10:35	2%	2%			2%	5%	11%	0:01:11	0:11:47									
		0:11:05																																
8	Asentar elástico	0:07:42	0:07:49	0:07:36	0:07:42	0:07:26	0:07:50	0:07:52	0:07:32	0:07:40	0:07:55	0,06	0	-0,03	-0,02	0:07:46	2%	2%			5%	9%	0:00:41	0:08:27										
		0:07:28																																
9	Rematar elástico	0:06:28	0:06:38	0:06:46	0:06:27	0:07:00	0:06:45	0:06:40	0:06:45	0:06:32	0:06:51	0	0	-0,03	-0,02	0:06:19	2%	2%				4%	0:00:16	0:06:35										
		0:06:21																																
10	Recubrir bastas	0:08:44	0:08:55	0:08:38	0:08:50	0:08:42	0:08:45	0:09:00	0:08:53	0:08:52	0:08:48	0,03	0	-0,03	-0,02	0:08:38	2%	2%				6%	0:00:32	0:09:10										
		0:08:51																			2%													
11	Enviar prendas a etiquetado	0:03:05	0:02:45	0:03:08	0:02:48	0:02:52	0:03:12	0:03:00	0:03:20	0:02:42	0:03:05	0	0	0	-0,02	0:02:56	6%	2%				8%	0:00:14	0:03:10										
		0:02:59	0:02:48	0:03:19	0:02:46	0:03:07	0:02:46	0:02:51	0:03:05																									



**Anexo 10.5. Estudio de tiempos del proceso Empaquetado**

ESTUDIO DE TIEMPO DEL PROCESO CORTE																									
Proceso:	CONFECCIÓN	Mediciones (min / lote) Lote=60 unidades										Tiempo observado (x̄)	CALIFICACIÓN				Tiempo Normal	HOLGURAS					Total de holgura	Tiempo Suplementario	Tiempo Estándar
N°	Descripción de actividades	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia		Postura	Vibraciones	Ropa Molesta	Suciedad	Concentración			
1	Realiza tendido de cada prenda	0:06:22	0:06:08	0:06:11	0:06:19	0:06:22	0:06:24	0:06:10	0:06:05	0:06:01	0:05:56	0:06:10	0	-0,04	0	-0,02	0:05:47				5%	5%	0:00:18	0:06:06	
		0:05:47																							
2	Plancha cada prenda	0:09:03	0:09:14	0:08:58	0:09:06	0:08:57	0:09:08	0:09:10	0:09:18	0:09:04	0:08:55	0:09:06	0,03	0	-0,03	-0,02	0:08:56			8%	5%	13%	0:01:11	0:10:07	
		0:09:17																							
3	Realiza el dobléz de la prenda	0:04:55	0:05:02	0:04:58	0:05:15	0:05:15	0:04:56	0:04:56	0:05:00	0:04:48	0:04:41	0:04:57	0	-0,04	-0,03	-0,02	0:04:30	4%				4%	0:00:12	0:04:42	
		0:05:02	0:04:37																						
4	Empaca cada prenda en fundas y coloca en el empaque general para transporte	0:06:29	0:06:50	0:06:44	0:06:38	0:06:47	0:06:55	0:06:41	0:06:45	0:06:49	0:06:56	0:06:45	0	-0,04	-0,03	-0,02	0:06:09	10%			1%	11%	0:00:45	0:06:53	
		0:06:42																							
5	Despacha el lote de producción	0:01:05	0:01:18	0:01:10	0:01:15	0:01:10	0:01:10	0:01:09	0:01:09	0:01:15	0:01:16	0:01:10	0,03	0	-0,03	-0,02	0:01:09	10%			5%	15%	0:00:10	0:01:19	
		0:01:13	0:01:06	0:01:08	0:01:02	0:01:04	0:01:10																		

**ANEXO 11. Datos de las fallas último trimestre de año 2020**

 <b>CREACIONES GEMA</b> FALLAS TRIMESTRALES												
ÁREAS	Nº	CÓDIGO	NOMBRE	OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE		
				Número de fallas	Tiempo de reparación (min)	Tiempo de operatividad (min)	Número de fallas	Tiempo de reparación	Tiempo de operatividad	Número de fallas	Tiempo de reparación	Tiempo de operatividad
ÁREA DE PRODUCCIÓN	1	WX8813EMK	Elasticadora	4	1880	7720	3	640	8960	2	720	8880
	2	W922-461	Unidora	2	2400	7200	1	500	9100	4	2500	7100
	3	505F1-14	Overlock	1	480	9120	2	780	8820	4	640	8960
	4	DDL-550N	Recta	4	2400	7200	1	740	8860	2	820	8780
	5	CF-801A	Cortadora	3	600	9000	1	1440	8160	3	720	8880
	6	J222-356	Recubridora	2	2400	7200	2	1440	8160	1	480	9120
	7	FY757A 516M2-35	Recubridora	1	1440	8160	3	2400	7200	3	680	8920
	8	CW50N	Unidora	3	720	8880	2	420	9180	1	480	9120
	9	U712-264	Tirilladora	2	620	8980	1	720	8880	1	640	8960
	10	JT-737-SJ	Tirilladora	1	480	9120	3	2500	7100	2	2400	7200
	11	861B001-4	Elasticadora	1	240	9360	4	2400	7200	3	1920	7680
	12	756C002-12	Overlock	0	0	9600	2	1920	7680	2	1440	8160
	13	501J5-08	Overlock	3	1920	7680	2	1440	8160	2	740	8860
CORTE	14	RS-110	Cortadora de tela 1	4	1440	8160	1	60	9540	4	2600	7000
	15	CD-170	Cortadora de tela 2	0	0	9600	2	640	8960	2	960	8640
ETIQUETADO	16	AG-1512	Etiquetadora de ropa 1	3	1200	8400	1	180	9420	4	1920	7680
	17	AGG-15	Etiquetadora de ropa 2	1	480	9120	2	270	9330	1	120	9480
EMPAQUE	18	PN-003	Plancha Industrial	2	120	9480	2	180	9420	3	550	9050
<b>TOTAL</b>				<b>37</b>	<b>18820</b>		<b>35</b>	<b>18670</b>		<b>44</b>	<b>20330</b>	

**ANEXO 12. Lista de verificación para la Auditoría 5'S**

<b>AUDITORÍA 5'S</b>				
<b>Empresa :</b>	CREACIONES GEMA		<b>Auditor:</b>	Oswaldo Guerrero
<b>Área:</b>	PRODUCCIÓN		<b>Fecha:</b>	01/12/2020
<b>Sistema de valoración</b>			<b>Resumen</b>	
<b>Cumplimiento</b>	<b>Valor</b>	<b>S</b>	<i>Actual</i>	<i>Objetivo</i>
Inexistente.- No se aprecia ninguna evidencia respecto a lo preguntado	0	<b>Clasificar</b>	12	18
Insuficiente.- Existen un porcentaje de cumplimiento menor al 30%	1	<b>Ordenar</b>	10	22
Regular.- Cumplimiento entre el 31 - 50 %	2	<b>Limpiar</b>	11	18
Bueno.- Se cumple entre un 51 - 85 %	3	<b>Estandarizar</b>	6	18
Excelente.- Se cumple en un porcentaje mayor al 85 %	4	<b>Disciplina</b>	4	16
			<i>Total</i>	<b>43</b>
			<i>Porcentaje</i>	<b>41,35%</b>
<b>CUESTIONARIO</b>				
<b>1ª s</b> <b>Clasificar (SEIRI)</b>	<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor obtenido</b>	
	1	¿Se han separado elementos innecesarios del lugar de trabajo?	2	
	2	¿Los elementos innecesarios están seleccionados, almacenados y etiquetados?	2	
	3	¿Existen puntos de riesgo en las máquinas, equipos y/o instalaciones?	3	
	4	¿Se usa correctamente la energía, electricidad, gas, agua, vapor, aire comprimido?	3	
	5	¿Los materiales o herramientas se encuentran en el lugar asignado para cada uno de estos?	2	
			<i>Total</i>	12
<b>2ª s</b> <b>Ordenar (SEITON)</b>	<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor obtenido</b>	
	1	¿Hay demarcación de pasillos de circulación, zona de máquinas y lugares de almacenamiento?	2	
	2	¿Existe un lugar determinado para el almacenamiento de las herramientas, materiales y objetos de uso frecuente?	2	
	3	¿Existe identificación de áreas para materias primas, productos en proceso y/o terminados?	0	
4	¿Están ordenadas en el lugar determinado las herramientas, materiales y objetos de uso en el sector y se ha implementado el control visual?	3		

	5	¿Están identificadas las máquinas, equipos, válvulas y tuberías?	0
	6	¿Hay elementos, herramientas, envases y materiales en lugares de posible caída que pueda afectar a las personas, equipos o productos?	3
			<b>Total</b>
<b>3<sup>a</sup> s</b> <b>Limpiar (SEISON)</b>	<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor obtenido</b>
	1	¿Las Máquinas y/o puestos de trabajo están limpios?	4
	2	¿La limpieza del piso, de paredes, techo, luces y pantallas, otros, es satisfactoria?	3
	3	¿Existen responsables por las tareas de limpieza con patrones / criterios definidos?	1
	4	¿Hay fuentes de suciedad y/o contaminación en el lugar de trabajo?	1
	5	¿Se han definido normas de limpieza a nivel interno?	2
			<b>Total</b>
<b>4<sup>a</sup> s</b> <b>Estandarizar (SEIKETSU)</b>	<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor obtenido</b>
	1	¿Hay controles visuales en el lugar de trabajo? (referidas a condiciones de: seguridad, calidad, operación, circulación, orden, otros)	1
	2	¿Los uniformes y Elementos de Protección Individual están limpios y en buenas condiciones de uso?	3
	3	¿Los Procedimientos de uso de materiales de reprocesos están claros, son adecuados y están documentados?	1
	4	¿Se han formalizado los criterios para asegurar el ordenamiento y limpieza de las instalaciones (con estándares, procedimientos)?	0
	5	¿Los solventes, lubricantes y otros están claramente identificados y tienen un lugar específico?	1
			<b>Total</b>
<b>5<sup>a</sup> s</b> <b>Disciplina (SHITSUKE)</b>	<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor obtenido</b>
	1	¿Todos los trabajadores usan los Elementos de Protección Individual "EPI" correctamente?	3
	2	¿Realizan las auto-auditorías y auditorías programadas?	0
	3	¿Se cumple con el programa de actividades y se le está dando solución al listado de problemas y/o mejoras propuestas para dar continuidad a la implementación?	0
	4	¿Se han asignado horas de actividades de 5S por operador dentro de la empresa?	0
	5	¿Cumplen con los estándares formalizados para el mantenimiento del orden y limpieza de las instalaciones de la empresa?	1
			<b>Total</b>

## ANEXO 13. Guía de implementación 5's



### GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5'S EN LA EMPRESA CREACIONES "GEMA"

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Nombre:</b> Oswaldo Guerrero	<b>Nombre:</b> Sra. Marcela Tamba	<b>Nombre:</b> Sra. Marcela Tamba
<b>Cargo:</b> Estudiante UTN	<b>Cargo:</b> Gerente	<b>Cargo:</b> Gerente
<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA 5'S</b>	<b>Página:</b> 2 de 19

## **INTRODUCCIÓN**

La presente guía se ha desarrollado para la implementación del modelo 5's dentro de las instalaciones y procesos de Creaciones “GEMA”, para crear una cultura de calidad que sea compartida por todo el personal y colaboradores de la empresa, que aporte al crecimiento constante de la misma.

## **OBJETIVO DE LA GUÍA**

Proporcionar un documento estructurado para la implementación del modelo de las 5's para el mejoramiento del ambiente laboral, para el desarrollo óptimo de las operaciones de la empresa Creaciones “GEMA”, por medio de la colaboración, trabajo en equipo y disciplina de cada uno de los operarios, colaboradores y nivel directivo.

## **MODELO DE LAS 5'S**

El modelo de las 5'S constituye como herramienta de Lean Manufacturing, comprende una metodología práctica que, mediante tareas simples, busca establecer y mantener cada lugar de trabajo organizado, limpio y generar un ambiente de trabajo en condiciones de seguridad para el desarrollo de las actividades dentro de Creaciones “GEMA”.

Esta metodología está integrada por cinco palabras japonesas que son:

***SEIRI: CLASIFICAR***

***SEITON: ORDENAR***

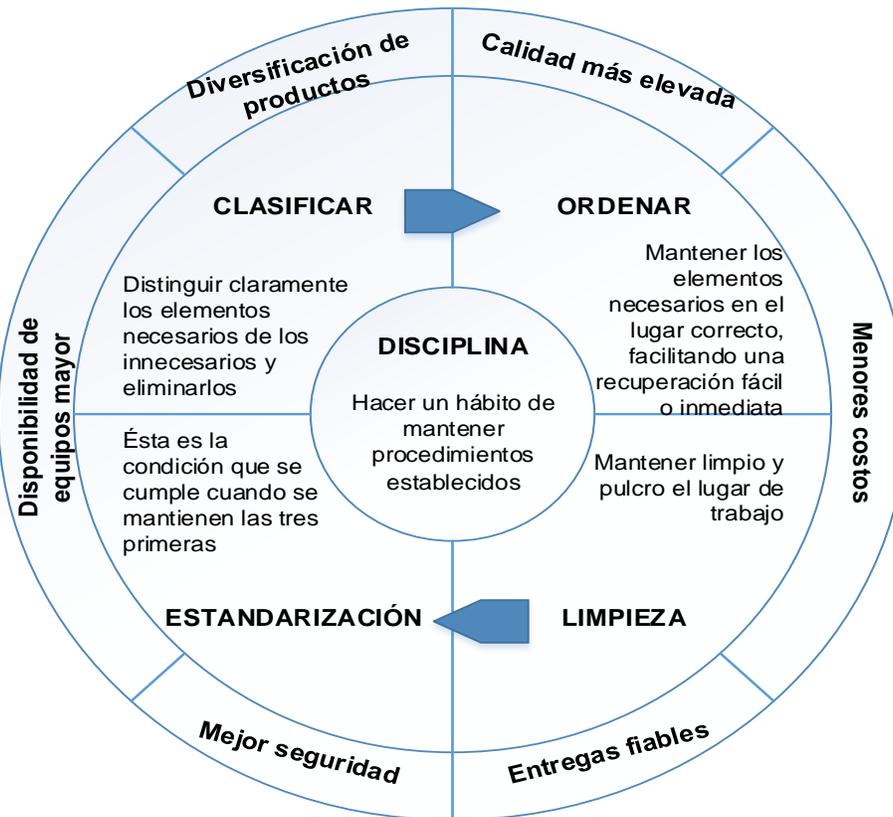
***SEISO: LIMPIAR***

***SEIKETSU: ESTANDARIZAR***

***SHITSUKE: DISCIPLINA***

A continuación, se presenta una figura que describe las diferentes etapas de esta metodología:

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA 5'S</b>	<b>Página:</b> 3 de 19



## BENEFICIOS DE SU IMPLEMENTACIÓN

Al implementar las 5's en Creaciones "GEMA", se busca:

- Desarrollar una cultura de mejora continua y trabajo organizado
- Incrementar la participación del personal operativo
- Lograr mayor satisfacción de nuestros clientes
- Mantener el orden y limpieza en todas las áreas de la empresa

## REQUERIMIENTOS PREVIOS A LA IMPLEMENTACIÓN

Previo a la implementación se deben definir las responsabilidades al interior de la empresa para la implementación de las 5's, las cuales están comprendidas en 5 etapas:

### Etapa 1: Compromiso de la alta dirección

La iniciativa de la implementación surge desde el mayor nivel jerárquico de Creaciones "GEMA", autorizando los recursos requeridos en cada una de las etapas comprendidas en

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA 5'S</b>	<b>Página:</b> 4 de 19

esta metodología, comprendiendo además su rol en la toma de decisiones y generando el compromiso en cada uno de los trabajadores para asegurar el cumplimiento eficaz de las actividades propuestas a continuación.

### **Etapa 2: Organización del equipo de trabajo del programa 5's**

A partir del personal disponible en Creaciones “GEMA”, se han definido responsabilidades que se deben compartir entre la alta dirección y personal operativo quienes asumirán las responsabilidades de planeación, ejecución, control y mejora de la metodología en la empresa, a continuación, se describen las principales responsabilidades para la ejecución eficaz de la metodología:

<b>Cargo</b>	<b>Responsabilidades</b>
<b>Gerente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encargada de tomar las decisiones que aseguren la eficacia de la implementación.</li> </ul>
<b>Coordinador del programa 5's</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participar activamente en la propuesta del plan de trabajo</li> <li>• Guiar a los demás a alcanzar las metas y objetivos trazados</li> <li>• Monitorear, documentar y retroalimentar el avance de las actividades realizadas</li> <li>• Comunicar a todo el personal los cambios u observaciones de cada una de las etapas de implementación</li> </ul>
<b>Operarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Responsables de la ejecución de las actividades propuestas por el coordinador del programa 5's</li> </ul>

### **Etapa 3: Lanzamiento del programa 5's**

La alta dirección se compromete a la implantación de la metodología de las 5's, para generar un impacto positivo en la calidad de los productos, sino que también con la creación de un ambiente de trabajo más seguro, a continuación, se presentan las actividades e información a compartir con los operarios de la empresa:

- Razones para implementar las 5's en creaciones “GEMA”
- Presentación de los resultados de la auditoría inicial
- Designación del equipo de trabajo 5's
- Difusión de las tareas correspondientes a cada etapa de las 5's.

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA 5'S</b>	<b>Página:</b> 5 de 19

#### **Etapa 4: Capacitación al personal en el programa 5's**

Como parte de la generación de compromiso en los operarios de la empresa, se dispondrá del material audiovisual necesario para obtener la mejor participación de cada uno de los involucrados en el desarrollo de las actividades de implementación de la presente guía.

#### **ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN**

##### *Ira S SEIRI (CLASIFICAR)*

#### **¿Qué buscamos en esta etapa?**

Separar los artículos necesarios de los innecesarios (incluye herramientas, partes, materiales y documentación) y descartar los innecesarios. (Krajewski , 2017)

#### **Objetivos:**

- Eliminar la costumbre de almacenar objetos innecesarios.
- Facilitar la visibilidad de materias primas, documentos, herramientas, etc.
- Aprovechar de mejor manera el espacio físico disponible.

#### **Beneficios:**

- Reducir el deterioro de las herramientas, máquinas y mobiliario de la empresa.
- Mayor espacio útil dentro de la empresa.
- Mejor control de inventario de materiales e insumos.
- Eliminación del desperdicio uso innecesario de materias primas.
- Reducción de los accidentes por el manejo de materiales.

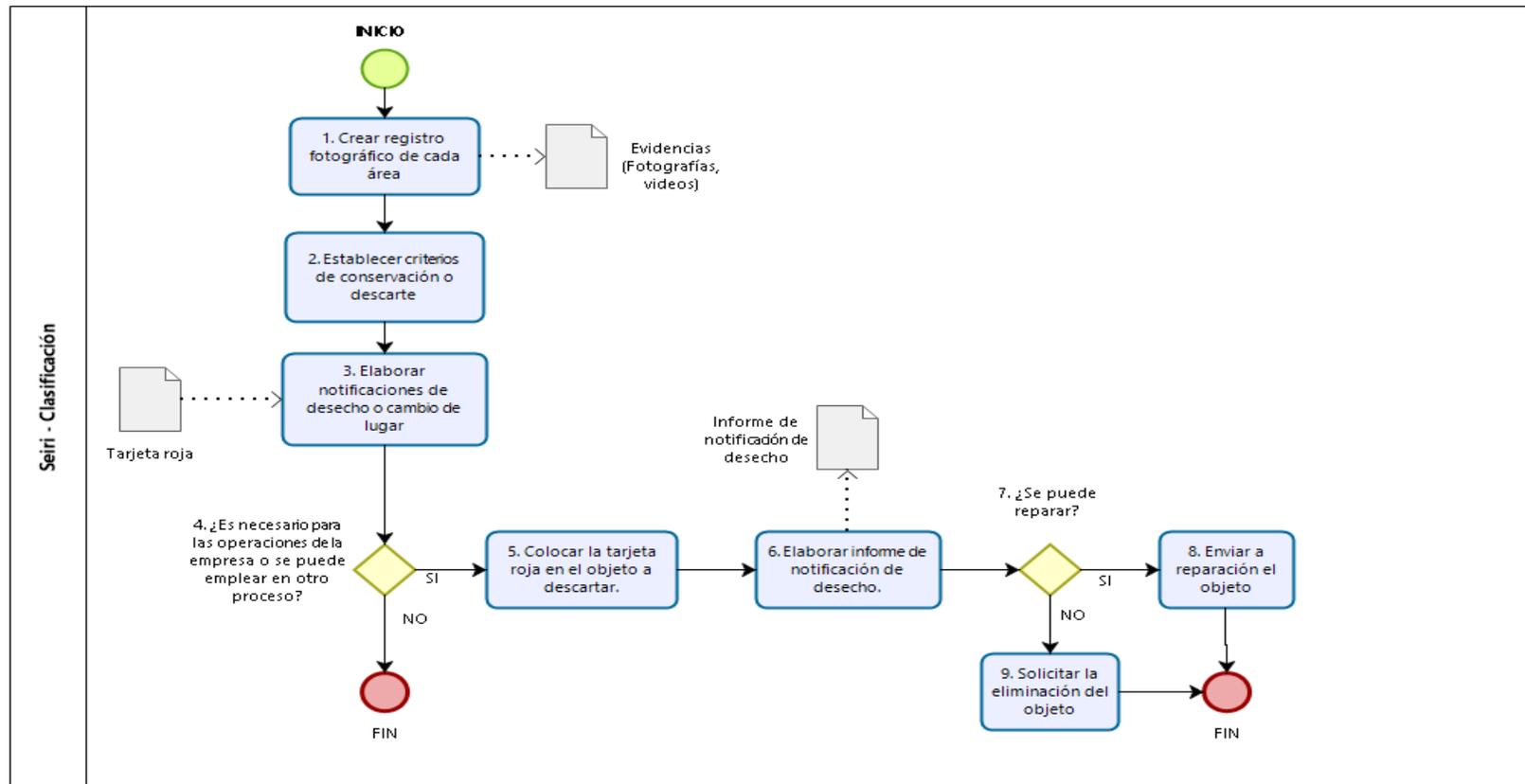
#### **Actividades de implementación**

<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
1	Crear un registro fotográfico de la situación inicial de las áreas de la empresa. (De ser considerado necesario, realizar la toma de inventario físico de la empresa) (Anexo: Registro de toma de inventario físico)	Operarios
2	Establecer criterios de conservación o descarte de las materias primas, máquinas, equipos y mobiliarios.	Coordinador programa 5's
3	Elaborar notificaciones de desecho o cambio de lugar, de acuerdo a la tarjeta roja (Utilizar anexo: Tarjeta Roja).	Coordinador programa 5's

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA 5'S</b>	<b>Página:</b> 6 de 19

4	¿Es necesario para las operaciones de la empresa o se puede emplear en otro proceso? Sí: Fin No: Paso 5	Gerente
5	Colocar la tarjeta roja en el objeto a descartar.	Coordinador programa 5's
6	Elaborar informe de notificación de desecho. (Revisar anexo: Informe de notificación de desecho)	Coordinador programa 5's
7	Revisar el informe de notificación de desecho ¿Se puede reparar? Sí: Paso 8 No: Paso 9	Gerente
8	Enviar a reparación el objeto para que pueda ser nuevamente utilizado. (Fin)	Gerente
9	Solicitar la donación, venta o eliminación del objeto.	Gerente
<b>Finaliza el procedimiento</b>		

## Flujograma



	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA 5'S</b>	<b>Página:</b> 8 de 19

## **2da S SEITON (ORDENAR)**

### **¿Qué buscamos en esta etapa?**

Asignar un espacio para cada cosa y ubicar cada cosa en un lugar específico.

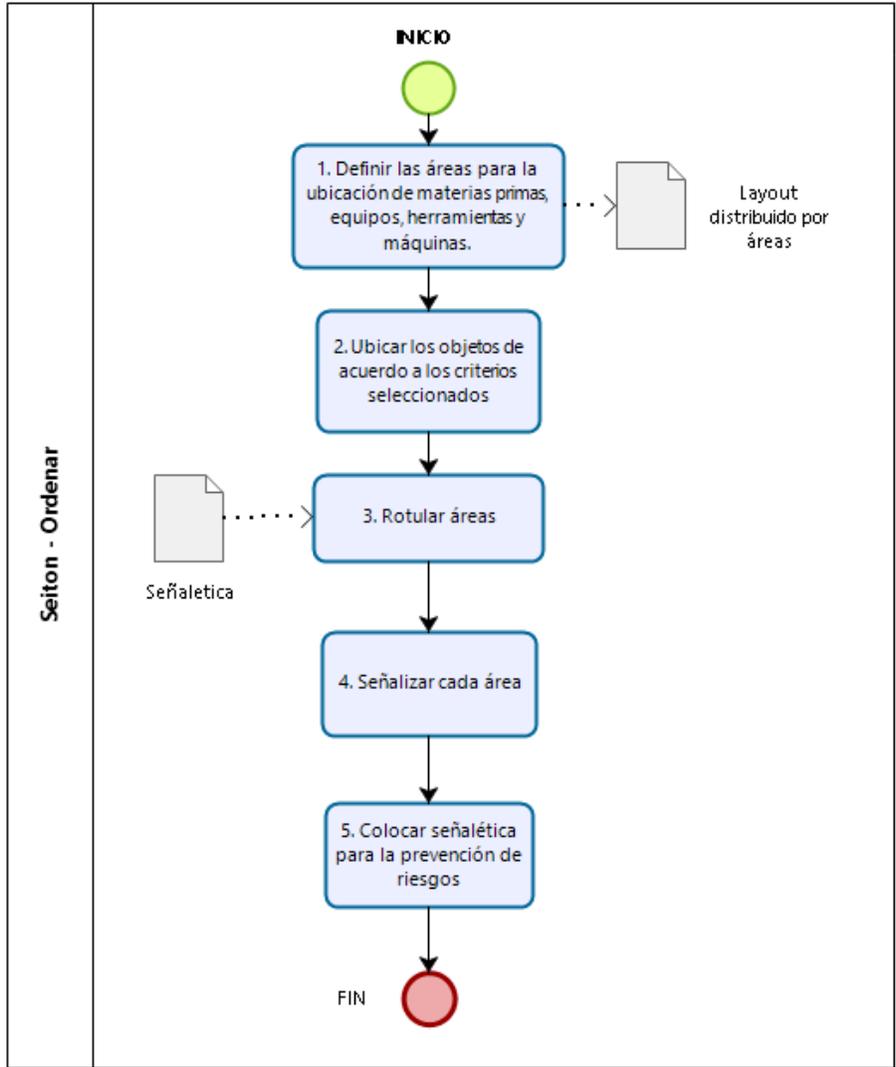
### **Beneficios de implementarla**

- Nos ayudara a encontrar fácilmente las herramientas, máquinas y materias primas de uso frecuente optimizando los tiempos y movimientos.
- Facilita regresar al lugar determinado los objetos o materiales que se han utilizado en la jornada laboral.
- Mejora la presentación y mantenimiento de las instalaciones

### **Actividades de implementación**

<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
1	Definir las áreas para la ubicación de materias primas, equipos, herramientas y máquinas.	Coordinador programa 5's
2	Ubicar las materias primas, equipos, herramientas y máquinas de manera que facilite su acceso o importancia para las operaciones.	Operarios
3	Rotular objetos, indicando nombres, cantidades máximas y mínimas.	Coordinador programa 5's
4	Señalizar cada área en la distribución en planta.	Coordinador programa 5's
5	Señalizar lugares de trabajo: Todas las áreas deben ser señalizadas obligatoriamente para prevenir accidentes laborales, se propone que la señalética sea de acuerdo al decreto ejecutivo 2393.	Coordinador programa 5's
<b>Finaliza el procedimiento</b>		

### Flujograma



	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA 5'S</b>	<b>Página:</b> 10 de 19

### **3ra S SEISO (LIMPIAR)**

#### **¿Qué buscamos en esta etapa?**

Realizar más que una limpieza profunda a la empresa, sino crear una costumbre basada en la identificación de las fuentes de suciedad y contaminación, que permitan tomar acciones que las eliminen de raíz, para que siempre se mantengan limpias y en buen estado las áreas de trabajo de Creaciones “GEMA”.

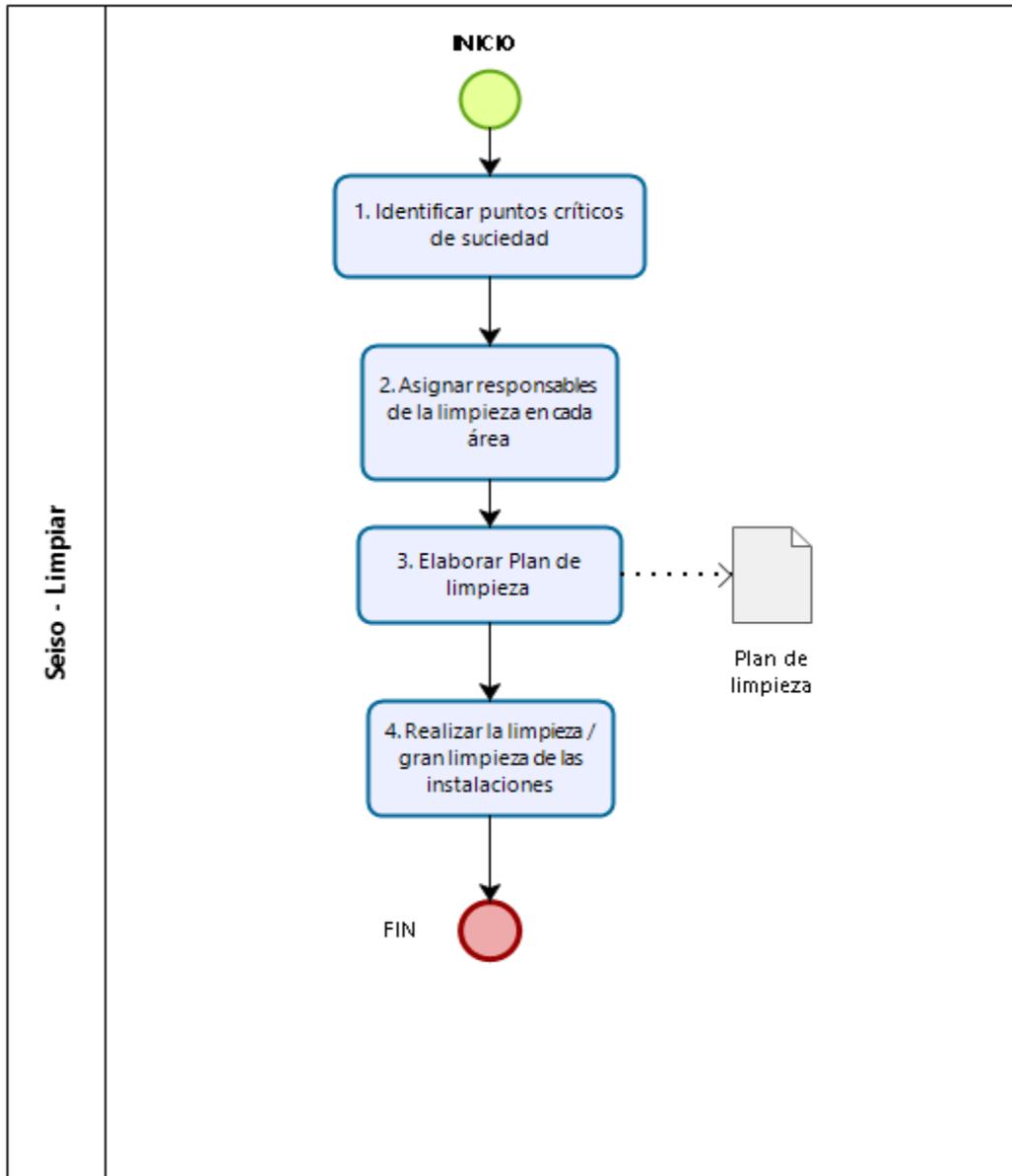
#### **Beneficios de implementarla**

- Aumentará la vida útil de instalaciones, equipos y maquinaria.
- Reducirá la probabilidad de contraer enfermedades laborales.
- Reducción de accidentes.
- Mejor aspecto del área de producción.
- Ayuda a mejorar el estado físico y mental de los empleados.

#### **Actividades de implementación**

<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
1	Identificar puntos críticos de suciedad: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas físicas de trabajo (internas y externas)</li> <li>• Elementos de trabajo</li> <li>• Máquinas y equipos</li> </ul>	Coordinador programa 5's
2	Asignar responsables de la limpieza en cada área.	Coordinador programa 5's
3	Elaborar plan de limpieza: (Utilizar anexo: Plan de limpieza)	Coordinador programa 5's
4	Realizar limpieza/gran limpieza de acuerdo a la planificación establecida: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirar elementos innecesarios</li> <li>• Limpiar y/o lavar piso, paredes, techos, ventanas, áreas verdes, alrededores entre otros.</li> <li>• Limpieza de elementos de trabajo, máquinas y equipo.</li> </ul>	Operarios
<b>Finaliza el procedimiento</b>		

### Flujograma



	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA 5'S</b>	<b>Página:</b> 12 de 19

#### **4ta S SEIKETSU (ESTANDARIZAR)**

##### **¿Qué buscamos en esta etapa?**

Conservar de la mejor manera los avances en materia de la clasificación, organización y limpieza obtenidos en las tres etapas anteriores, teniendo en mente que lo importante del cambio es mantenerlo y si es posible mejorarlo.

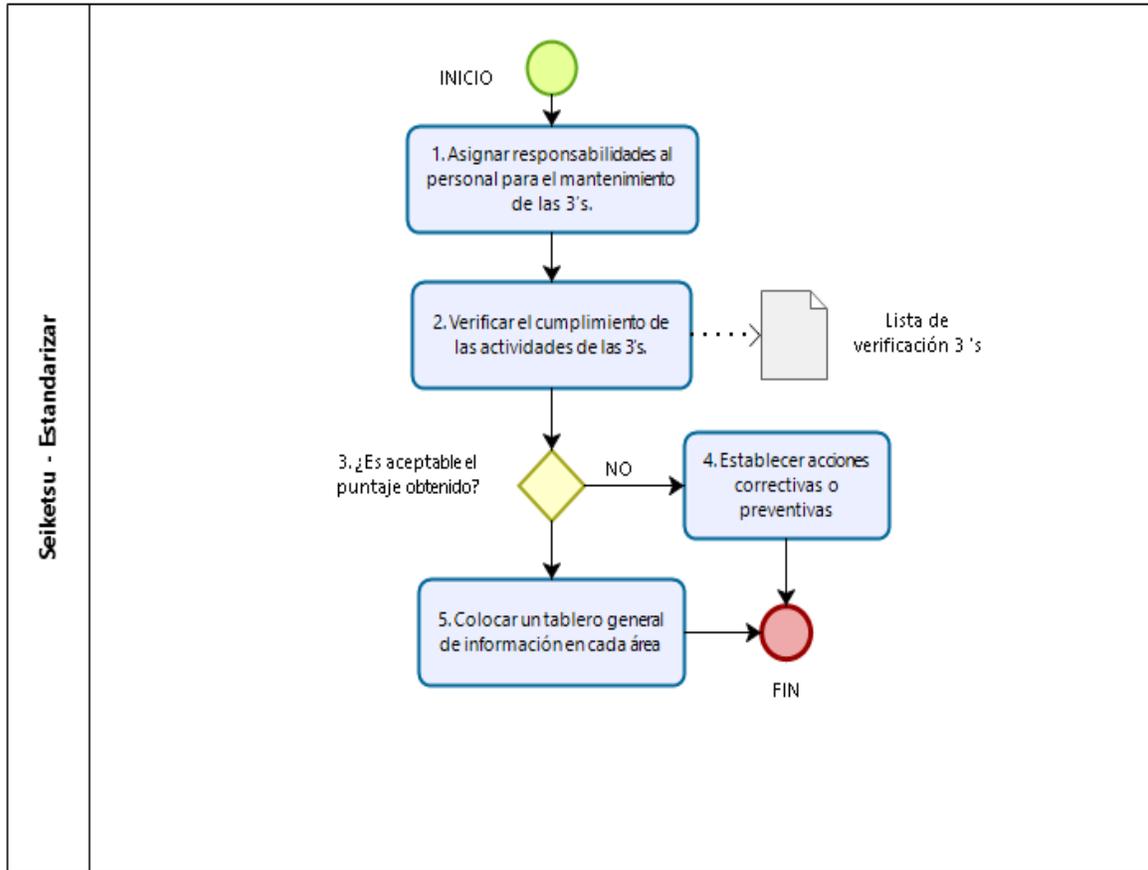
##### **Beneficios de implementarla**

- Se guarda el conocimiento obtenido para el mantenimiento de las 3's en la empresa.
- Se mejora las condiciones físicas y mentales del empleado.
- Mayor compromiso de la alta dirección y los empleados para mantener en perfecto estado las instalaciones, maquinarias y equipos de la empresa.

##### **Actividades de Implementación**

<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
1	Asignar responsabilidades al personal para el mantenimiento de las 3's.	Coordinador programa 5's
2	Verificar el cumplimiento de las actividades de las 3's. (Utilizar anexo: Lista de verificación 3's)	Coordinador programa 5's
3	¿Es aceptable el puntaje obtenido? Si: Paso 5 No: Paso 4	Coordinador programa 5's
4	Establecer acciones correctivas o preventivas (Ej.: destinar 5 minutos de la jornada laboral para la limpieza del puesto de trabajo)	Coordinador programa 5's
5	Colocar un tablero general de información en cada área: En este tablero se colocará la información de importancia para el mantenimiento del orden y limpieza de las instalaciones y seguridad personal.	Coordinador programa 5's
<b>Finaliza el procedimiento</b>		

Flujograma



	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA 5'S</b>	<b>Página:</b> 14 de 19

### **5ta S SHITSUKE (DISCIPLINA)**

#### **¿Qué buscamos en esta etapa?**

A través de la disciplina, se busca conservar los avances y cambios realizados a partir de las 4's anteriores, con la cual el personal de la empresa desarrollará la voluntad para realizar sus actividades en un mejor ambiente laboral, a través de la capacitación continua y seguimiento que conllevará a un mejor cumplimiento de los objetivos empresariales, que además se vincula con la filosofía Kaizen.

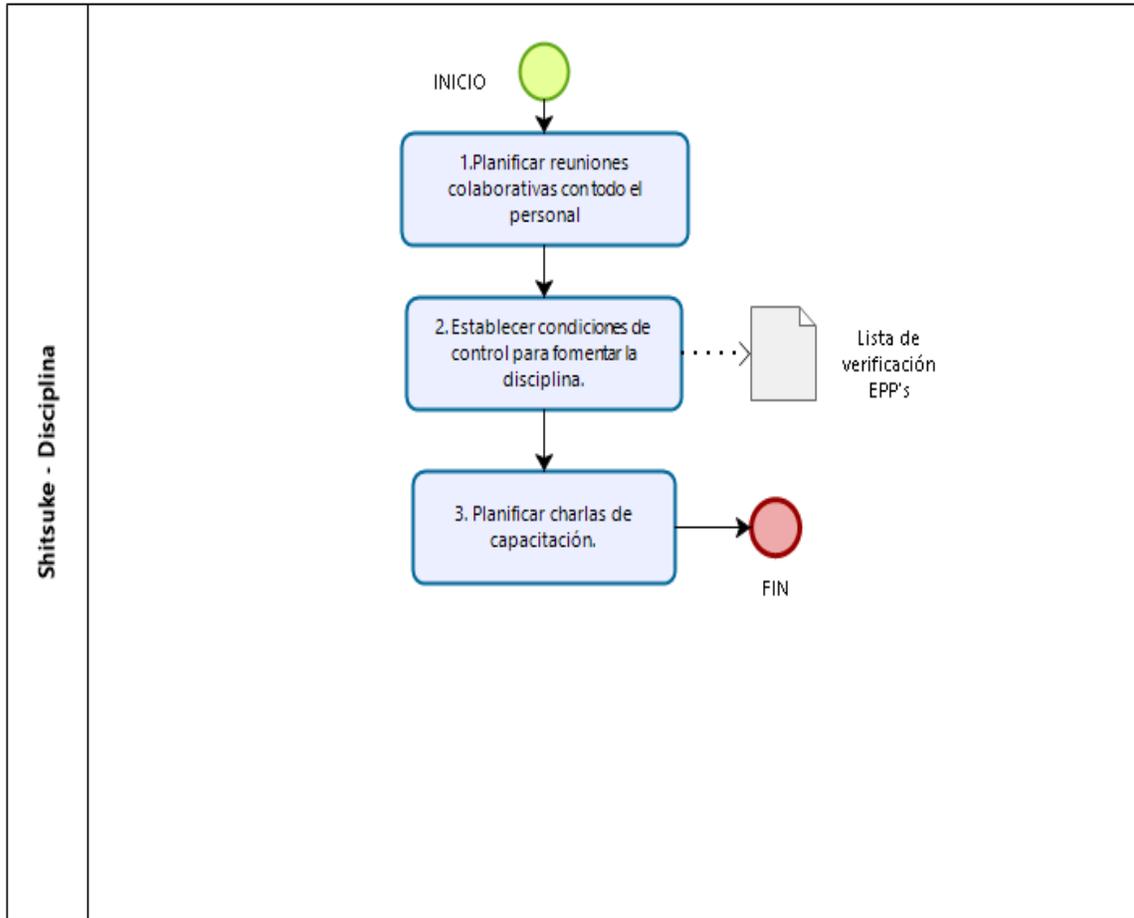
#### **Beneficios de implementarla**

- Se evitan sanciones al personal.
- Se crea conciencia en el manejo y aprovechamiento de los recursos de la empresa.
- Mejora la sinergia del ambiente laboral para la consecución de metas establecidas.
- Se educa continuamente al personal.

#### **Actividades de Implementación**

<b>No</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
1	Planificar reuniones colaborativas con todo el personal de la empresa, retroalimentando las actividades realizadas en las 4's anteriores. (Anexo: Registro de asistencia)	Coordinador programa 5's - Gerente
2	Establecer condiciones de control para fomentar la disciplina. (Verificar el uso de los EPP's, Puntualidad, Enseñar con el ejemplo, etc.)	Gerente
3	Planificar charlas de capacitación. (Seguridad ocupacional, Primeros auxilios, Crecimiento personal, etc.)	Coordinador programa 5's
<b>Finaliza el procedimiento</b>		

### Flujograma



	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA 5'S</b>	<b>Página:</b> 16 de 19

## ANEXOS

### a) Registro de inventario físico

	<b>Creaciones GEMA</b>				
	<b>REGISTRO DE INVENTARIO FÍSICO</b>				
<b>Encargado</b>					
<b>Fecha</b>					
<b>Área</b>					
<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Marca</b>	<b>Área</b>	<b>Estado</b>

### b) Tarjeta roja - Seiri

	<b>Creaciones GEMA</b>			
	<b>TARJETA ROJA - 5S</b>			
<b>NOMBRE DEL ELEMENTO</b>			<b>CANTIDAD</b>	
<b>CATEGORÍA</b>	1. Materiales		5. Máquinas o equipos	
	2. Inventario en proceso		6. Herramientas	
	3. Productos sin terminar		7. Suministros	
	4. Productos terminados		8. Otros	
<b>ESTADO Y/O MOTIVO PARA DESCARTARLO</b>	1. Materiales sobrantes		6. Reducción de espacio	
	2. Defectuoso		7. Caducado	
	3. Deteriorado		8. Innecesario	
	4. Peligroso		9. Otros	
	5. Obsoleto			
<b>EVALUADOR</b>		<b>FECHA</b>		
<b>ÁREA</b>				
<b>DISPOSICIÓN FINAL SUGERIDA</b>				
<b>DESTINO FINAL</b>				
<b>LUGAR ASIGNADO</b>				
<b>RESPONSABLE DE LA AUTORIZACIÓN</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	



e) Plantilla plan de limpieza

 <b>Creaciones GEMA</b>							
PLAN DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN							
Nº	MÁQUINA O EQUIPO	ÁREA	ACCIÓN	FRECUENCIA	PROCEDIMIENTO	MEDIDAS DE SEGURIDAD	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

f) Registro del cumplimiento del uso de los EPP's

 <b>Creaciones GEMA</b>						
REGISTRO DE CUMPLIMIENTO DEL USO DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL EPP'S						
No	Apellidos y Nombres	Fecha	Área	¿Cumple?		Observaciones
				SI	NO	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA 5'S</b>	<b>Página:</b> 19 de 19

**g) Registro de asistencia del personal a reuniones**

 <b>Creaciones GEMA</b> <b>REGISTRO DE ASISTENCIA A REUNIONES</b>			
<b>TEMÁTICAS TRATADAS:</b>			
<b>REUNIÓN ORGANIZADA POR:</b>			
<b>FECHA:</b>			
N°	Nombres y Apellidos	Cédula	Firma
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
<b>ACUERDOS:</b>			
<b>COMPROMISOS</b>			

**ANEXO 14. Guía de implementación TPM**



**GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL  
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)  
EN LA EMPRESA CREACIONES “GEMA”**

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Nombre:</b>  Oswaldo Guerrero	<b>Nombre:</b>  Sra. Marcela Tamba	<b>Nombre:</b>  Sra. Marcela Tamba
<b>Cargo:</b>  Estudiante UTN	<b>Cargo:</b>  Gerente	<b>Cargo:</b>  Gerente
<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)</b>	<b>Página:</b> 2 de 9

## INTRODUCCIÓN

La presente guía se ha desarrollado como apoyo para la implementación del modelo basado en las herramientas de Lean Manufacturing, Mantenimiento Productivo Total TPM, para su aplicación dentro de las instalaciones de Creaciones “GEMA”, donde se espera gestionar la maquinaria disponible por todo el personal y colaboradores de la empresa.

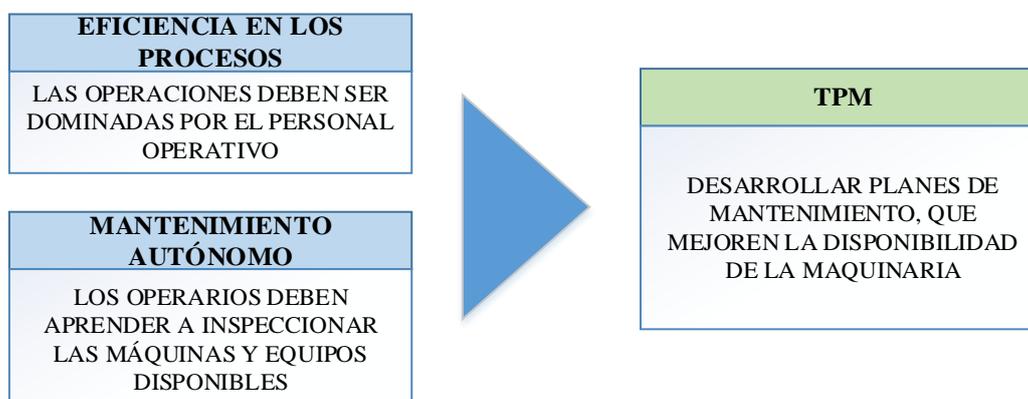
## OBJETIVO DE LA GUÍA

Proporcionar un documento estructurado para la implementación de la metodología de Lean Manufacturing el Mantenimiento Productivo Total (TPM), para el mejoramiento del ambiente laboral, gestión de la maquinaria disponible, para mejorar el desarrollo óptimo de las operaciones de la empresa Creaciones “GEMA”, por medio de la colaboración activa, trabajo en equipo y disciplina de cada uno de los operarios, colaboradores y nivel directivo.

## MODELO DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

La metodología del Mantenimiento Productivo Total (TPM), busca obtener el mayor tiempo de funcionamiento de la maquinaria disponible en la empresa, donde se trata de tener la menor cantidad de paros que afectan directamente a la productividad, por esta razón se presentan a continuación las actividades aplicables para lograr un buen nivel de continuidad en el sistema productivo en Creaciones “GEMA”.

A continuación, se describen los criterios necesarios para la aplicación del TPM en la empresa:



	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)</b>	<b>Página:</b> 3 de 9

### Beneficios de implementar el Mantenimiento Productivo Total (TPM)

- Minimizar la influencia de las seis grandes pérdidas de la maquinaria y equipos
- Ampliar la vida útil de los recursos de la empresa
- Reducir los riesgos laborales derivados del uso de las máquinas y equipos
- Obtener un mayor control del estado de la maquinaria

La implementación del TPM, requiere la aplicación de 4 etapas cuyas actividades, responsables y formatos aplicables se describen a continuación:

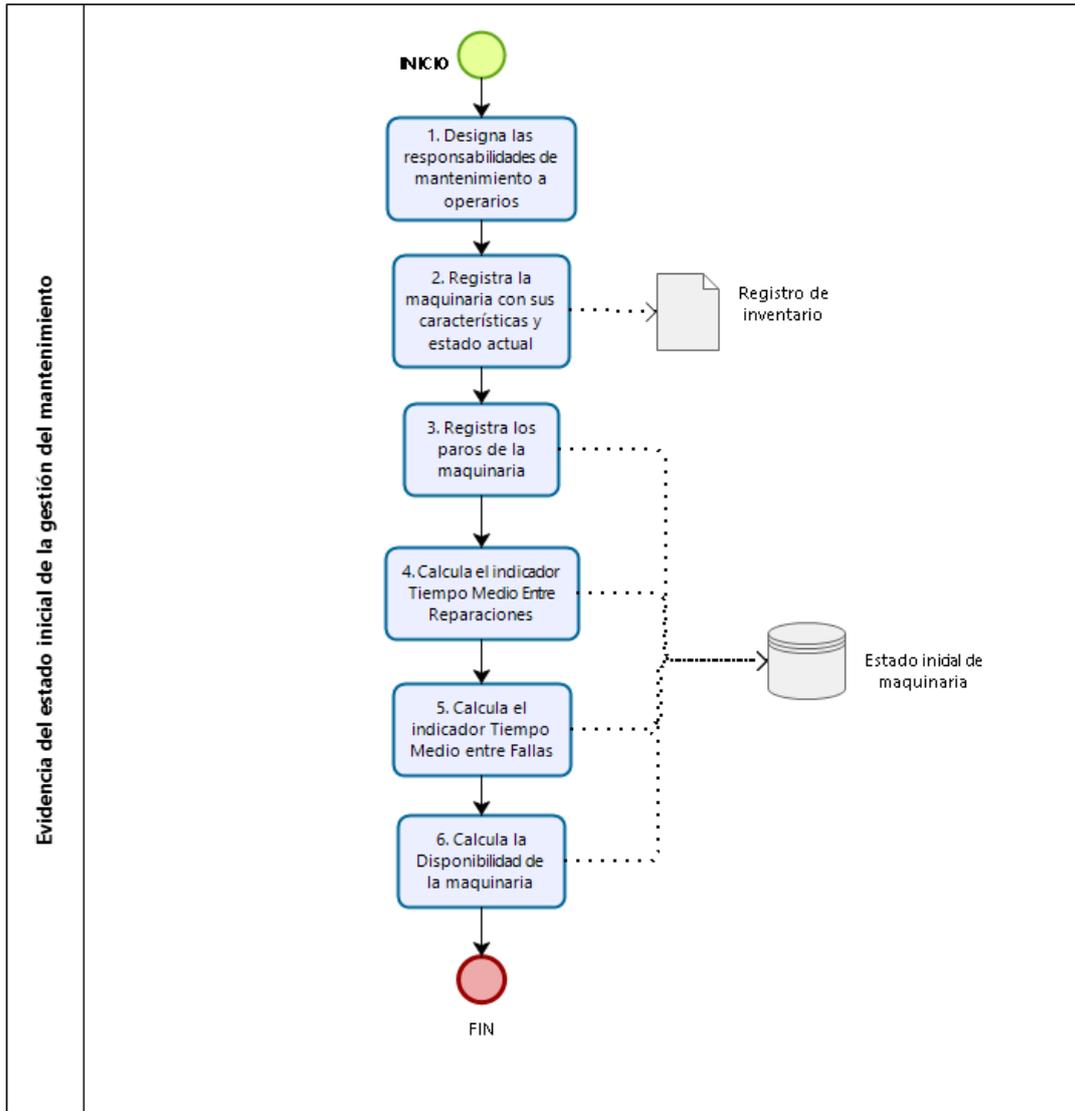
### Actividades de implementación

#### 1.1 Evidencia del estado inicial de la gestión del mantenimiento

No	Descripción	Responsable
1	Designa las responsabilidades de mantenimiento a cada operario y selecciona un coordinador de las actividades a realizar.	Gerente
2	Registra la maquinaria con sus características y estado actual en el formato aplicable. <b>(Anexo a: Registro de inventario de estado de maquinaria)</b>	Operario
3	Registra en un libro de Excel, la cantidad y duración de los paros ocasionados por problemas o averías en las máquinas de los últimos 3 meses.	Operario
4	Calcula el indicador <b>Tiempo Medio Entre Reparaciones (MTTR)</b> de acuerdo a la fórmula: $MTTR = \frac{\text{Tiempo total de reparaciones}}{\text{Número de reparaciones}}$	Coordinador TPM
5	Calcula el indicador <b>Tiempo Medio entre Fallas (MTBF)</b> de acuerdo a la siguiente fórmula: $MTBF = \frac{\text{Tiempo total de producción}}{\text{Número de fallas}}$	Coordinador TPM
6	Calcula la <b>Disponibilidad</b> de los equipos de acuerdo a la fórmula. <sup>1</sup> : $D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	Coordinador TPM
<b>Finaliza el procedimiento</b>		

**Nota 1:** El coordinador de las actividades TPM deberá controlar los indicadores mencionados por medio del avance del plan de mantenimiento preventivo (**Apartado 1.3**)

### Flujograma

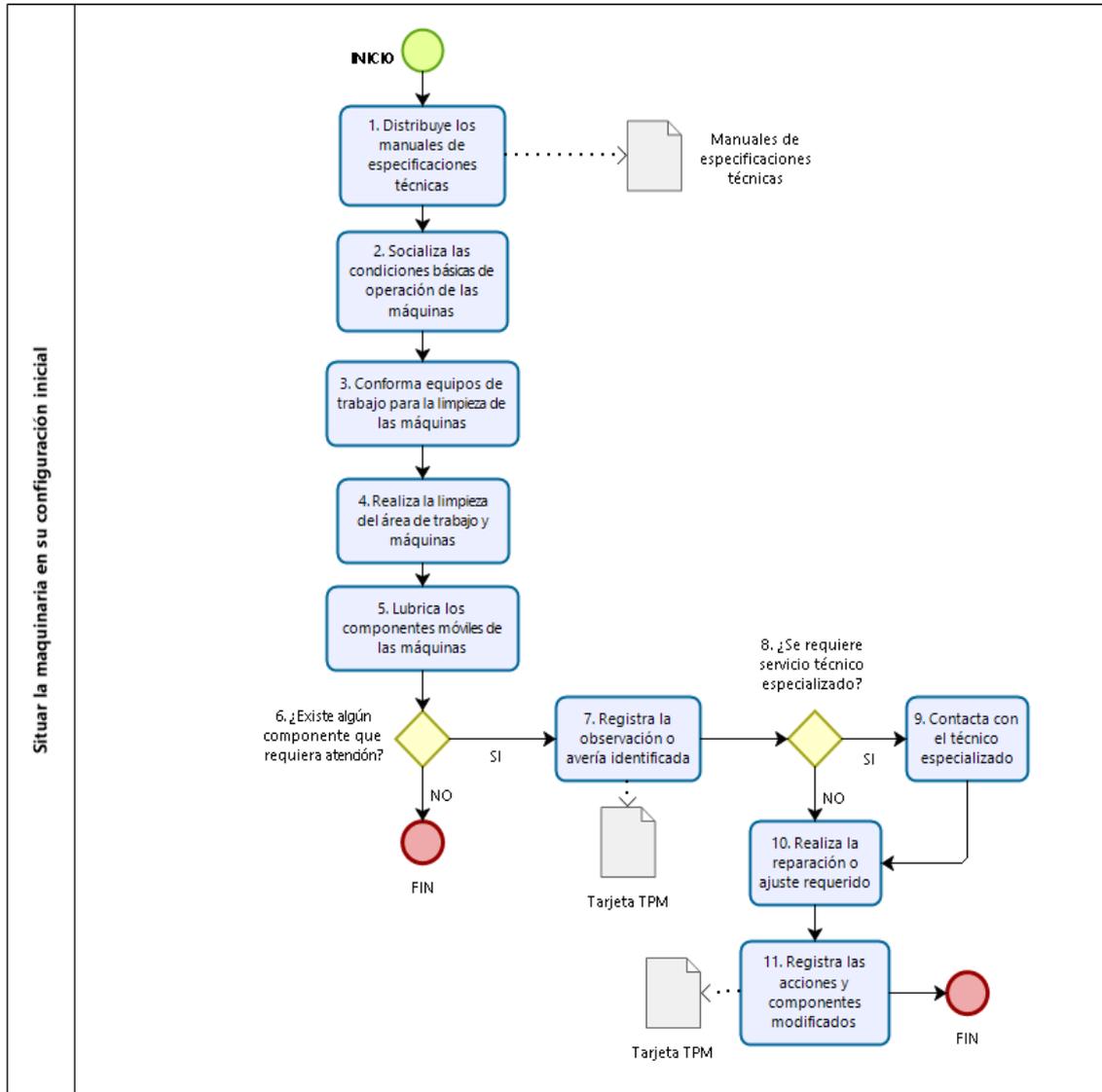


	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)</b>	<b>Página:</b> 5 de 9

## 1.2 Situar la maquinaria en su configuración inicial

No	Descripción	Responsable
1	Distribuye los manuales de especificaciones técnicas de las máquinas a cada uno de los operarios	Coordinador TPM
2	Socializa las condiciones básicas de operación (limpieza, lubricación y ajuste) de las máquinas disponibles	Coordinador TPM
3	Conforma equipos de trabajo para la limpieza de las máquinas	Coordinador TPM
4	Realiza la limpieza del área de trabajo, eliminando además, la presencia de polvo, pelusas y grasa en lugares donde no deseados y que pueden afectar a la máquina	Operario
5	Lubrica los componentes móviles de las máquinas del área de producción	Operario
6	¿Existe algún componente que requiera atención? <b>Si:</b> Paso 7 <b>No: Finaliza el procedimiento</b>	Operario
7	Registra la observación o avería identificada en la Tarjeta TPM ( <b>Anexo b</b> ) y la entrega al Coordinador TPM	Operario
8	Revisa el contenido de la tarjeta TPM ¿Se requiere servicio técnico especializado? <b>Sí:</b> Paso 9 <b>No:</b> Paso 10	Coordinador TPM
9	Contacta con el técnico especializado	Coordinador TPM
10	Realiza la reparación o ajuste requerido	Servicio Técnico / Operario
11	Registra las acciones y componentes modificados en la Tarjeta TPM ( <b>Anexo b</b> )	Coordinador TPM
<b>Finaliza el procedimiento</b>		

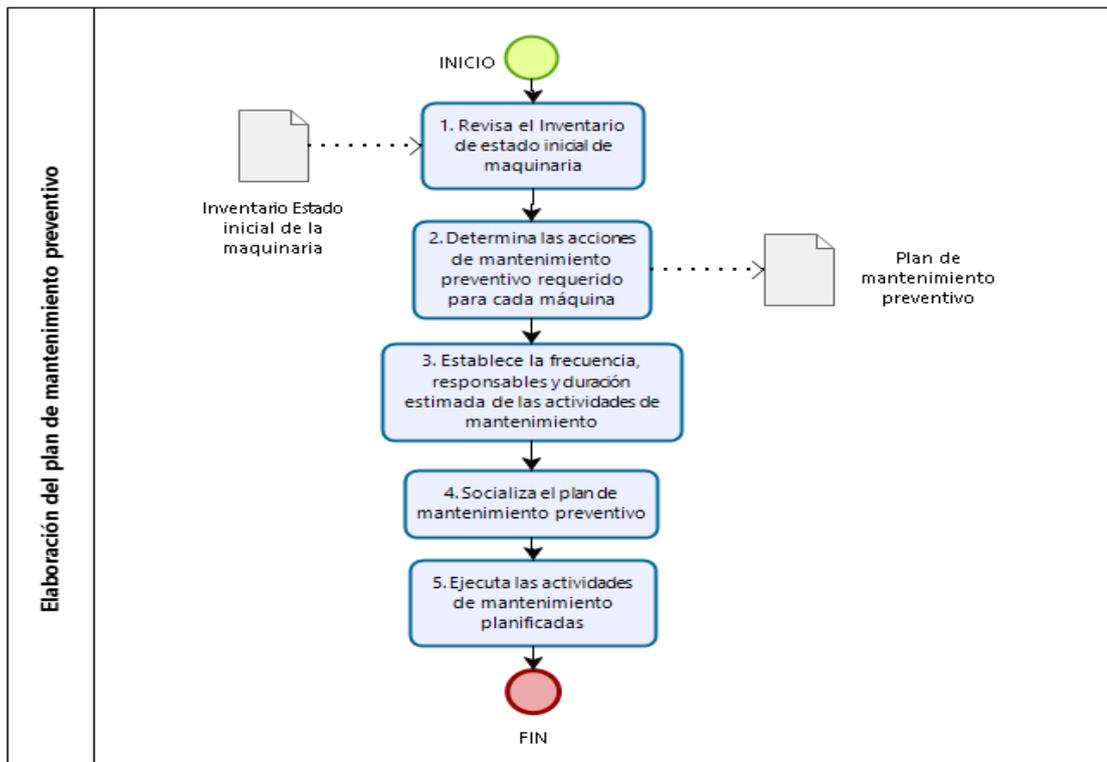
## Flujograma



### 1.3 Elaboración del plan de mantenimiento preventivo

No	Descripción	Responsable
1	Revisa el Inventario de estado actual de maquinaria	Coordinador TPM
2	Determina las acciones de mantenimiento preventivo requerido para cada máquina identificada en la empresa y la codifica con los siguientes colores <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Limpieza</b> de la máquina externa e internamente, esta acción se identificará con el color naranja.</li> <li>• <b>Lubricación y engrase</b> de componentes internos que disminuya el desgaste de los componentes móviles de la máquina. Se identificará con azul</li> <li>• <b>Ajuste</b> de pernos, anclajes y estructura de las máquinas. Identificado con el color verde.</li> </ul> Usar el formato de Plan de Mantenimiento Preventivo ( <b>Anexo c</b> )	Coordinador TPM
3	Establece la frecuencia, responsables y duración estimada de las actividades de mantenimiento preventivo ( <b>Anexo c</b> )	Coordinador TPM
4	Socializa el plan de mantenimiento preventivo con los operarios.	Coordinador TPM
5	Ejecuta las actividades planificadas	Operario
<b>Finaliza el procedimiento</b>		

### Flujograma



	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)</b>	<b>Página:</b> 8 de 9

## ANEXOS

### a) Registro del Inventario Actual de la Empresa

		<b>CREACIONES GEMA</b>		
<b>INVENTARIO DE ESTADO DE MAQUINARIA</b>				
Nro.	NOMBRE	NÚMERO DE SERIE	MARCA	OBSERVACIONES
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

### b) Tarjeta TPM

		<b>CREACIONES "GEMA"</b>		
<b>TARJETA TPM</b>				
<b>Área:</b>	<b>Producción</b>	<b>Fecha de identificación:</b>		
<b>Operario que identificó la avería:</b>				
<b>Detalle de la avería identificada:</b>				
<b>Acción Requerida:</b>				
<b>Responsable reparación:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Observaciones:</b>	
<b>¿Se reemplazaron componentes?</b>			<b>SÍ</b>	<b>NO</b>
<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>		<b>Motivo del reemplazo</b>	

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)</b>	<b>Página:</b> 9 de 9

**b) Plantilla Plan de Mantenimiento Preventivo**

		<b>CREACIONES GEMA</b>				
<b>PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO</b>						
Nro.	TIPO	NÚMERO DE MÁQUINAS	ACCIONES	FRECUENCIA	RESPONSABLE	TIEMPO ESTIMADO (min.)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
<b>Identificación de colores para acciones:</b>		<b>Limpieza</b>		<b>Frecuencia:</b>	<b>Diaria</b>	
		<b>Lubricación</b>			<b>Semanal</b>	
		<b>Ajuste</b>			<b>Mensual</b>	

**ANEXO 15. Guía de implementación Célula de Manufactura**



**GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN PARA DE LA CÉLULA  
DE MANUFACTURA PARA LA EMPRESA  
CREACIONES “GEMA”**

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
<b>Nombre:</b> Oswaldo Guerrero	<b>Nombre:</b> Sra. Marcela Tamba	<b>Nombre:</b> Sra. Marcela Tamba
<b>Cargo:</b> Estudiante UTN	<b>Cargo:</b> Gerente	<b>Cargo:</b> Gerente
<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN CÉLULA DE MANUFACTURA</b>	<b>Página:</b> 2 de 13

## INTRODUCCIÓN

La presente guía se ha desarrollado para la implementación de la nueva célula de manufactura propuesta para la empresa Creaciones “GEMA”, la cual dará lugar a una mejora en el flujo de los procesos, materiales y productos en curso. De esta manera, mejorando las distancias recorridas por los operarios, es decir, se reducen las largas distancias mediante la aplicación del método *System Layout Planing* (SPL), este método permite establecer la solución óptima del recorrido del SKU o producto fabricado.

## OBJETIVO

Proveer un documento para la implementación de la Célula de Manufactura para mejorar el flujo de recorrido del producto y operarios de la empresa Creaciones “GEMA”, por medio de la redistribución en planta a través de la aplicación del método SLP.

## CÉLULA DE MANUFACTURA

Las células de manufactura o también conocidas como *Layout* son herramientas de Lean Manufacturing que permiten mejorar el flujo de las operaciones dentro de la misma planta, simplemente redistribuyendo, es decir, reduciendo las distancias y de la misma manera se reducen los tiempos, tales como sea para ir a buscar material, recoger o utilizar herramientas.

Para la implementación de la manufactura celular según (Sacconini, 2019) se debe realizar el siguiente procedimiento:

1. Establecer el objetivo y alcance.
2. Dibujar el plano actual de sistema de producción y el recorrido del producto
3. Proporcionar capacitación sobre Lean Manufacturing, especialmente sobre manufactura celular.
4. Hacer un análisis de mudas y detectar oportunidades.
5. Diseño de la nueva célula y recorrido del producto.
6. Implementar la célula en el proceso.
- 6.1. Formar el equipo (incluyendo operadores)

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN CÉLULA DE MANUFACTURA</b>	<b>Página:</b> 3 de 13

## **BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN**

La implementación de la célula de manufactura puede dar algunos beneficios tales como:

- Da continuidad en las operaciones
- Aumenta la flexibilidad y eficiencia
- Permite que los operadores sean más eficientes
- Los operadores se involucran más en tareas relacionadas con el producto.

## **REQUERIMIENTOS DE LA IMPLANTACIÓN**

### **OBJETIVO**

Desarrollar una nueva distribución en planta para la mejora del flujo productivo de la empresa Creaciones “GEMA”, mediante métodos que permitan optimizar el recorrido y tiempos.

### **ALCANCE**

El alcance de la implementación cabe mencionar que es responsabilidad de los administradores de la empresa Creaciones “GEMA” por lo cual solo se realizará la propuesta; por consiguiente, se determinará la situación actual del *Layout* y el flujo del producto, en donde se consideró los pantalones deportivos como caso de estudio. Además, mediante la utilización del método *System Layout Planing* (SLP), se realizará la nueva propuesta de la nueva distribución en planta, donde se considerará todas las áreas de la empresa.

### **SISTEMA DE PRODUCCIÓN ACTUAL**

El diagnóstico de las dimensiones se realizó tomando en cuenta las dos plantas, ya que el proceso de producción cuenta con sus áreas distribuidas empíricamente en los dos pisos de la empresa. Las cuales se puede observar en las Tablas 33 y 34.

*Tabla 1. Dimensiones de primera planta*

Nº	Áreas	Dimensiones metros
1	Área de corte	5.0 m * 4.0 m
2	Área de almacenamiento MP	4.0 m * 3.7 m
3	Etiquetado, pulido y empaque	7.0 m * 2.5 m
4	Gerencia General	6.5 m * 3.7 m

*Fuente: Creaciones GEMA*

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN CÉLULA DE MANUFACTURA</b>	<b>Página:</b> 4 de 13

Como se puede observar la primera planta cuenta con cuatro áreas importantes para el desarrollo de las actividades de producción.

*Tabla 2. Dimensiones de la segunda planta*

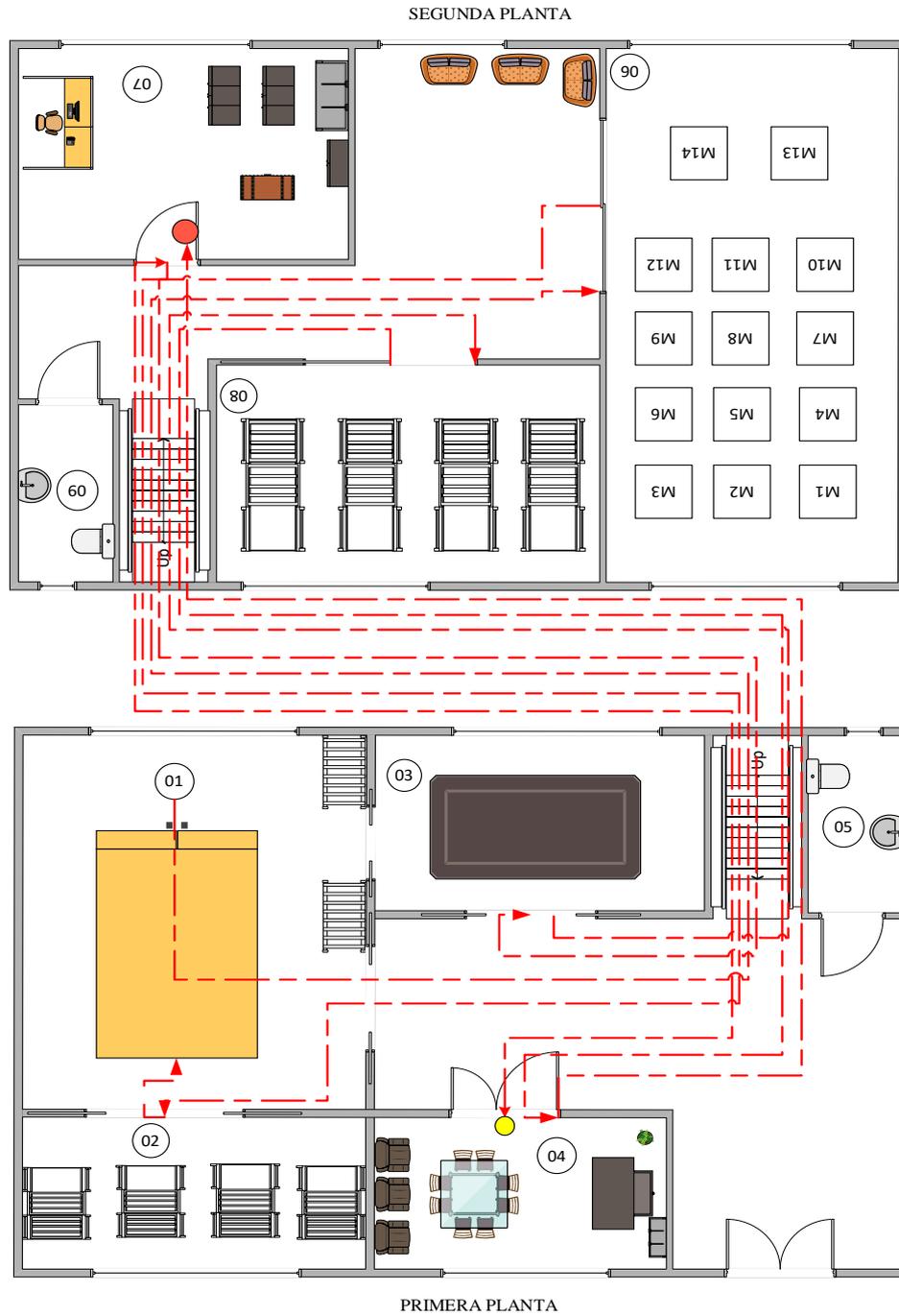
N°	Áreas	Dimensiones metros
6	Área de confección	9.0 m * 3.0 m
7	Contabilidad	4.0 m * 3.7 m
8	Área de producto terminado	8.0 m * 2.5 m

Se toma en cuenta todas las áreas ya que poseen dimensiones similares que se ajustarán a la nueva distribución en planta que permitirán mejorar el flujo productivo.

#### - **Desarrollo del Diagrama Espaguetti**

El diagrama representa gráficamente el paso del flujo productivo por las áreas de producción lo cual permitirá tener una vista más detallada de la ineficiencia en el flujo del sistema actual empezando por el área de materia prima hasta el área de producto terminado.

En el Figura 1 se puede visualizar el diagrama inicial del flujo del sistema productivo con el cual se maneja la empresa.



*Figura 1. Diagrama de Espaguetti para Pantalones Deportivos*

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN CÉLULA DE MANUFACTURA</b>	<b>Página:</b> 6 de 13

En la Figura 1 se puede observar que el flujo productivo mantiene un recorrido extenso, esto se debe al distanciamiento entre las áreas principales de producción, el cual ocasiona que exista tiempo de demora para entregar el producto terminado. Por lo tanto, es importante las áreas de producción estén lo más cercanas posibles, para evitar la demora del producto final, la fatiga de los trabajadores.

### 1.1. CAPACITACIONES LEAN MANUFACTURING

A continuación, en la Tabla 3 se detalla los temas más importantes a desarrollarse dentro de la capacitación, los cuales cuentan con tiempos aproximados para cada tema.

*Tabla 3. Temas de capacitación*

TEMA	DURACIÓN
<b>1. Introducción sobre Lean Manufacturing</b> 1.1. Antecedentes 1.2. Historia 1.3. Aplicaciones de los conceptos Lean	1 hora
<b>2. Mapa de Valor</b> 2.1. Antecedentes 2.2. Definición	20 minutos
<b>3. Las 5's para orden y limpieza</b> 3.1. Antecedentes 3.2. Definición	1 hora
<b>4. Mantenimiento Productivo Total (TPM)</b> 4.1. ¿Qué es y para qué sirve? 4.2. Beneficios 4.3. Implementación	1 horas
<b>5. Manufactura Celular</b> 5.1. ¿Qué es y para qué sirve? 5.2. Beneficios 5.3. Procedimiento de implantación 5.4. Tipos de Layout 5.5. Impacto	2 horas
<b>6. Trabajo estándar</b> 6.1. Definición 6.2. Beneficios	30 minutos

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN CÉLULA DE MANUFACTURA</b>	<b>Página:</b> 7 de 13

<b>7. Indicadores</b> 7.1. ¿Qué es y para qué sirve? 7.2. ¿Qué indican? 7.3. Tipos de indicadores de acuerdo al Lean	30 minutos
<b>TOTAL</b>	<b>6 h 20 min</b>

De acuerdo, con la Tabla1 se determina un tiempo total de 6 horas y 20 minutos para capacitar a los administradores y personal que trabaja en la empresa Creaciones “GEMA”, se recomienda tomar 1 hora por día para no disminuir la producción diaria.

### **1.2 FORMATO DE ANÁLISIS DE MUDAS**

En la Figura 2 se muestra una hoja de identificación de mudas o desperdicios, la cual se utiliza para el análisis de oportunidades, se recomienda el equipo que implementa la célula analice todas las oportunidades de mejora que existan en el área, donde se podrán descubrir mudas.

**LEAN MANUFACTURING**

**HOJA DE IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIO**

ÁREA: _____ EQUIPO: _____ LÍDER: _____ FECHA: _____ HOJA: _____
---

PUNTOS CLAVES	OBSERVACIONES	CAMBIOS DESEADOS	OBSTACULOS
<b>SOBRE PRODUCCIÓN</b> (Demasiado, muy rápido)			
<b>RETRABAJO</b> (Inspección y reparación)			
<b>MOVIMIENTO DE MATERIAL</b> (Demasiado, distancias retiradas)			
<b>PROCESOS INECESARIOS</b> (Aquello que no agrega valor)			
<b>INVENTARIO</b> (Exceso de inventario)			
<b>ESPERA</b> (Tiempo inactivo, tiempos perdidos)			
<b>MOVIMIENTO</b> (Movimiento ineficiente, que no agrega valor)			
<b>SOBRECARGA</b> (Producir más de sus límites o capacidades)			
<b>OBSERVACIONES</b>			

*Figura 1. Diagrama de Espaguetti para Pantalones Deportivos*

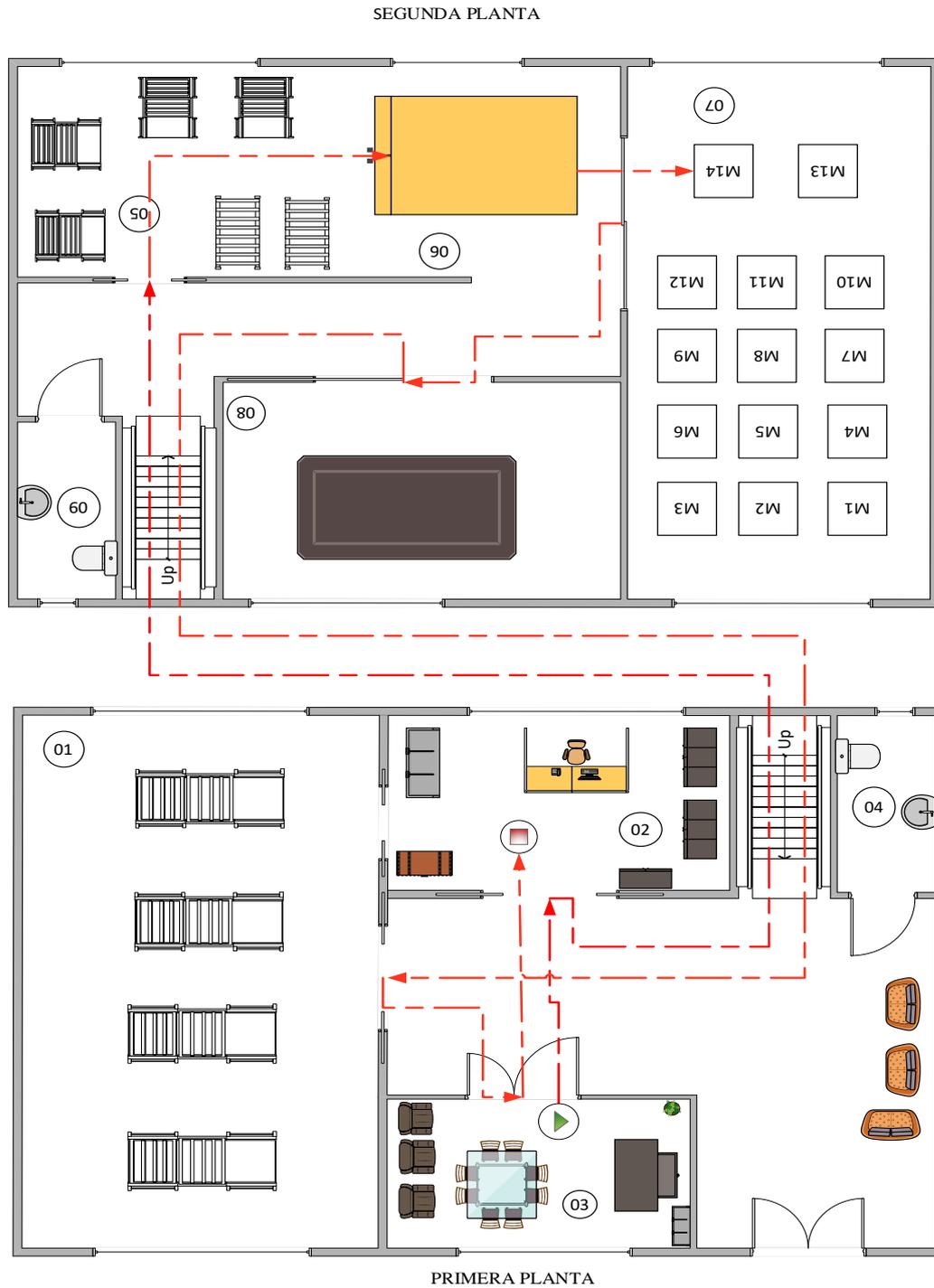
### 1.3. DISEÑO DE LA NUEVA CELULA DE MANUFACTURA

El nuevo Layout a proponerse para la empresa Confecciones GEMA, se elabora tomando consideración de las dimensiones de bienes muebles dentro de cada área como maquinaria, almacenamiento, mesas, paso peatonal, espacio disponible, entre otros, para desarrollar el nuevo Layout es fundamental realizar el cálculo de superficies con el fin de evaluar la capacidad de espacio de cada área y distribuir en base a este cálculo la posición y distribución de la nueva planta de la empresa.

**Tabla 4.** Cálculo de superficies

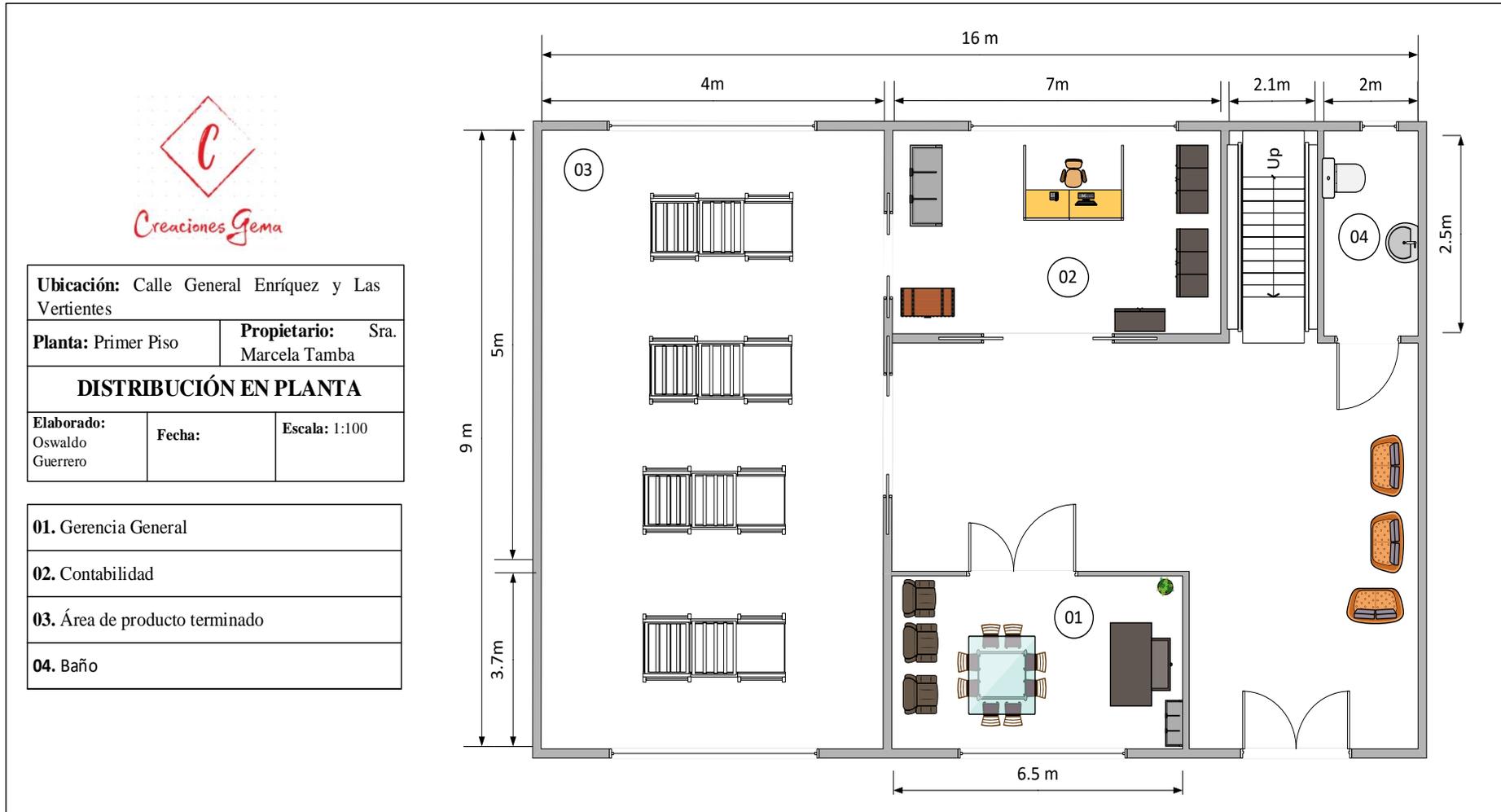
Área de corte		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Mesa grande de corte	1	3*1.5
Perchas	2	2*1.5
Área de almacenamiento de Materia Prima		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Perchas	4	2*0.80
Etiquetado, pulido y empaque		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Mesa grande polifuncional	1	3*1.70
Perchas	2	2*1.5
Gerencia General		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Escritorio	1	1.70*1.20
Mesa de reuniones	1	1.50*1
Sillas	4	0.80*0.50
Sillones	3	0.90*0.80
Librería	1	0.90*0.40
Área de confección		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Máquina overlock	9	0.80*0.60
Máquina recta	5	0.80*0.60
Contabilidad		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Escritorio	1	1.70*1.20
Librería	1	1.20*0.70
Aparador	1	0.80*0.50
Ficheros	2	0.70*0.50
Mesa pequeña	1	1*0.70
Área de producto terminado		
Bienes muebles	Cantidad	Dimensiones (m)
Perchas	4	1.50*1

La Figura 4 muestra el diagrama de espagueti propuesto donde se aprecia el paso del flujo productivo orientado de mejor manera, lo cual permitirá que la empresa tenga una mejor eficiencia productiva.



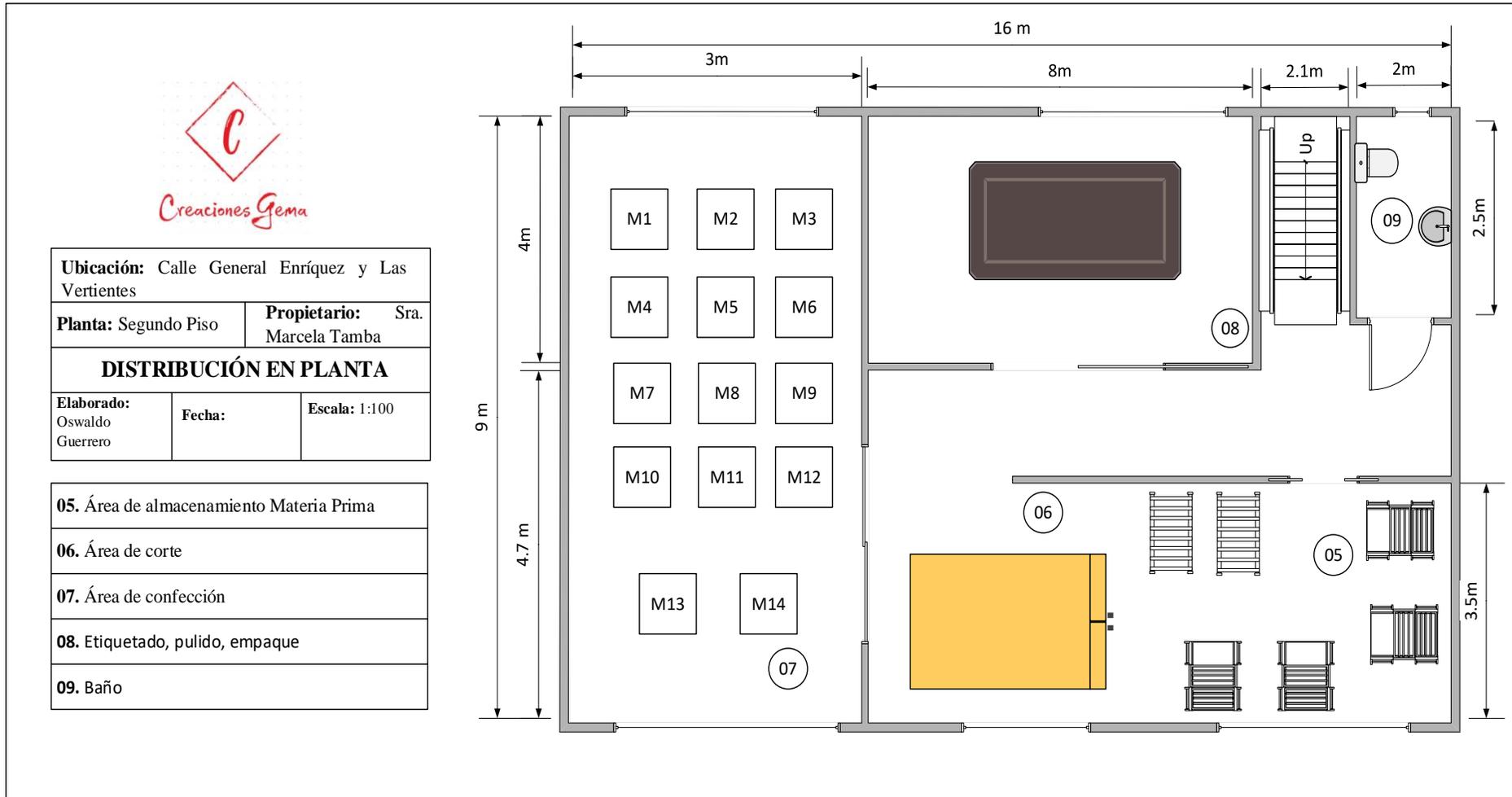
*Figura 3. Diagrama relacional propuesto*

A continuación, en la Figura 4 y 5 se muestra la distribución en planta propuesta para el mejoramiento del flujo productivo, de manera que los operarios tengan un mejor recorrido para lograr los objetivos de producción necesaria.



	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN CÉLULA DE MANUFACTURA</b>	<b>Página:</b> 11 de 13

*Figura 4. Distribución de planta propuesto nivel 1*



	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN CÉLULA DE MANUFACTURA</b>	<b>Página:</b> 12 de 13

*Figura 41. Distribución en planta propuesta nivel 2*

	<b>CREACIONES GEMA</b>	<b>Versión:</b> 01
	<b>GUÍA DE IMPLEMENTACIÓN CÉLULA DE MANUFACTURA</b>	<b>Página:</b> 13 de 13

### 1.5. IMPLEMENTACIÓN DE LA CÉLULA EN EL PROCESO

Para la implementación se debe establecer las áreas de acuerdo al nuevo Layout, pero primeramente establecer el equipo de trabajo y las actividades a desarrollar.

*Tabla 5. Actividades recomendadas para la implementación*

<b>TIPO DE PERSONAL</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
Gerente General	Establecer actividades para cada uno de los operarios.
Contabilidad	Determinar la cantidad de materiales y equipos para ser movidos.
Operarios	Mover materiales, maquinaria de acuerdo al nuevo Layout Propuesto. Establecer señalética Actividades encomendadas por gerente general.

Por otro lado, se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Planear cómo se debe mover los materiales y equipo
- Establecer las cantidades de material por tener en el proceso.
- Analizar las condiciones de ergonomía y seguridad en el área.