



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**INGENIERIA INDUSTRIAL**

**DISEÑO DE UN SISTEMA LEAN MANUFACTURING PARA LA  
MINIMIZACIÓN DE DESPERDICIOS DE LA EMPRESA DIPAG  
SOCIEDAD CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIEROS INDUSTRIALES**

**AUTORES:**

Diana Gabriela Lema Quinatoa  
Nurca Abigail Tituaña Chasiqiza

**TUTOR:**

Dr. Jonathan Ruiz

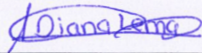
**LATACUNGA, MARZO 2026**

Latacunga, marzo del 2026

### DECLARACIÓN DE AUTORÍA

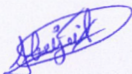
Lema Quinatoa Diana Gabriela, con cédula de ciudadanía N° 0550521165, Tituaña Chasiquiza Niurca Abigail, con cédula de ciudadanía N° 0504186057, declaramos ser autores del proyecto de titulación **“DISEÑO DE UN SISTEMA LEAN MANUFACTURING PARA LA MINIMIZACIÓN DE DESPERDICIOS DE LA EMPRESA DIPAG SOCIEDAD CIVIL”**, siendo el Dr. Jonathan Alexander Ruiz Carrillo, tutor del presente trabajo de titulación; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo de titulación, son de mi exclusiva responsabilidad.



---

Lema Quinatoa Diana Gabriela  
CC. 0550521165



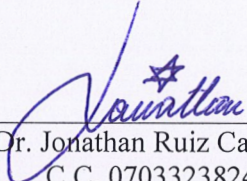
---

Tituaña Chasiquiza Niurca Abigail  
CC. 0504186057

Latacunga, marzo de 2026

### **AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: “**Diseño de un sistema Lean Manufacturing para la minimización de desperdicios de la empresa DIPAG SOCIEDAD CIVIL**”, propuesto por las estudiantes Diana Gabriela Lema Quinatoa y Niurca Abigail Tituaña Chasiqiza de la Carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho proyecto de titulación cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos al tribunal de lectores.



---

Dr. Jonathan Ruiz Carrillo  
C.C. 0703323824  
TUTOR

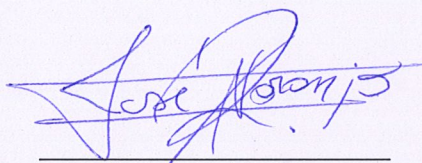
Latacunga, marzo 10 del 2026

### AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES

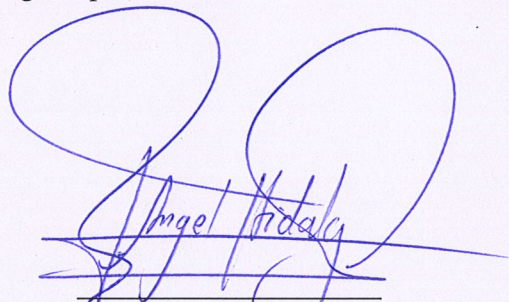
Cumpliendo con el Reglamento de Titulación de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Lectores de Tribunal de Proyecto de Investigación con el Título **“DISEÑO DE UN SISTEMA LEAN MANUFACTURING PARA LA MINIMIZACIÓN DE DESPERDICIOS DE LA EMPRESA DIPAG SOCIEDAD CIVIL”**, propuesto por las estudiantes Lema Quinatoa Diana Gabriela, Tituaña Chasiquiza Niurca Abigail de la Carrera de Ingeniería Industrial, me permito indicar que las estudiante ha concluido todas las observaciones y realizado las correcciones señaladas por el Tribunal de Lectores, además de validar el funcionamiento de la propuesta, por lo cual presentamos el Aval de aprobación del Proyecto de Titulación correspondiente a la modalidad **proyecto de titulación** en virtud de lo cual el o la postulante puede presentarse a la Defensa de su Proyecto de Titulación.

Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,



Lector 1 (Presidente)  
Nombre: Ing. José Naranjo MSc.  
CC: 1804710463



Lector 2 (Miembro)  
Nombre: Ing. Ángel Hidalgo MSc.  
CC: 0503257404



Lector 3 (Miembro)  
Nombre: Ing. Cristian Eugenio MSc.  
CC: 1723727473



MAQUINARIA: INDUSTRIAL, AUTOMOTRIZ, NEUMATICAS, AGRICOLA Y DE CONSTRUCCION

### Certificado de la empresa

Latacunga, marzo del 2026

Ing. Diego Paul Guaita Guaita

Gerente propietario de DIPAG

Presente.-

A petición verbal de las partes interesadas, certifico que los señoritas: Lema Quinatoa com cédula de identidad No.0550521165, Tituaña Chasiquiza Niurca Abigail con cédula de identidad No. 0504186057, estudiantes de la Carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Técnica de Cortopaxi, han desarrollado el proyecto tecnológico **“DISEÑO DE UN SISTEMA LEAN MANUFACTURING PARA LA MINIMIZACIÓN DE DESPERDICIOS DE LA EMPRESA DIPAG SOCIEDAD CIVIL”**.

Es cuanto puedo certificar em honor a la verdade, se expide el presente para que las interesadas puedan hacer uso para los fines que crean convenientes.

Antentamente,

Gerente propietario de DIPAG

Ing. Diego Paul Guaita Guaita

CI: 0502735467



## **DEDICATORIA**

*Este trabajo está dedicado con amor y gratitud eterna A Dios, porque cuando sentía que ya no podía más el me motivo y me dio la fortaleza para seguir a pesar de todos los obstáculos que se presentaba.*

*A mis padres, Nestor y Diocelina quienes han sido mi apoyo, refugio y mi mayor motivo para seguir. Quienes incluso en mis peores momentos nunca soltaron mi mano y quienes han sido el pilar fundamental en cada paso de mi formación profesional.*

*A mis hermanos, Diego y Bryan quienes me daban palabras de aliento cuando veían que me rendía poco a poco, quienes me apoyaron en todo momento sin importar los malos ratos que pasaba. A mis hermanas, Gissela, Evelyn, Erika, Doris y Melani por ser mi apoyo incondicional, mi fuerza en los momentos difíciles y alegría en cada paso de este camino. Gracias por creer en mí y acompañarme siempre.*

*Finalmente, me la dedico a mí misma por el esfuerzo y la dedicación constante para culminar con mi formación profesional.*

**Lema Quinatoa Diana Gabriela**

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por sostenerme en los momentos difíciles, por ser mi guía y mi luz en los días de oscuridad. Le agradezco por fortalecerme y acompañarme en toda esta trayectoria, porque en cada caída me acompaño y me ayudo a levantarme con más fe que antes, gracias te doy por ayudarme a cumplir esta meta.*

*Dedico todo mi trabajo y esfuerzo a mis padres, Jorge Tituaña y Ana Chasiquiza, gracias por su apoyo, amor sincero y por ser ese pilar fundamental en mi vida que me sostiene y ese impulso que me motiva a ser lo que hoy en día soy. Gracias por enseñarme avanzar a pesar de las dificultades, por cada palabra de aliento, por creer en mi cuando yo misma dudaba, gracias por enseñarme a luchar sin rendirme. Esta meta no solo es mía, sino que es un pedacito de cada uno de ustedes que con su apoyo incondicional lo hicieron posible.*

*A mis hermanos, Ismael y Dario, por acompañarme y confiar en mi todo el proceso, por sus pequeños gestos, por sus palabras de aliento, por recordarme que no estaba sola, gracias por siempre estar para mí y apoyarme espero se sientan muy orgullosos de mí.*

***Tituaña Chasiquiza Niurca Abigail***

## **AGRADECIMIENTO**

*Primero que nada, agradezco a Dios y a la virgencita de Baños de Agua Santa por guiarme y llenar de fortaleza para no rendirme en este proceso.*

*A mis padres y hermanos por ser el pilar fundamental de cada paso en esta etapa.*

*Agradezco infinitamente a mi amiga y compañera de tesis Abigail Tituaña, su amistad y colaboración durante este proceso fue fundamental, hemos tenido largas noches de velada, desafíos y aprendizaje con el fin de culminar con éxito y satisfacción este proyecto.*

*Finalmente, un agradecimiento especial a nuestro tutor de tesis Dr. Jonathan Ruiz quien fue una guía esencial durante todo este proceso, su apoyo y consejos de mejora tanto académico como personal nos ayudó mucho para terminar con éxito este proyecto de titulación. Gracias por creer en nosotras y compartir su conocimiento.*

***Lema Quinatoa Diana Gabriela***

## **AGRADECIMIENTO**

*Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por brindarme la vida, la salud y la fortaleza necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación académica.*

*A mis padres, Jorge Tituaña y Ana Chasiquiza, por su amor, apoyo incondicional y por ser el motor que me impulsó a seguir adelante en cada momento. Gracias por sus sacrificios y por confiar siempre en mí.*

*A mis hermanos, Ismael y Dario, por su compañía, comprensión y palabras de ánimo durante este proceso.*

*A mi compañera de tesis Diana Lema, quien más que una compañera ha sido una amiga durante este proceso. Su apoyo, compromiso, paciencia y dedicación fueron fundamentales para superar los retos que se presentaron en el desarrollo de esta investigación.*

De igual manera, expreso mi sincero agradecimiento a mi docente tutor Dr. Jonathan Ruiz, por haberme brindado su ayuda, guía y haber estado aquí durante todo el proceso de elaborar este trabajo.

*Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de una u otra manera formaron parte de este camino y me motivaron a alcanzar esta meta.*

***Tituaña Chasiquiza Niurca Abigail***

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TEMA:** “DISEÑO DE UN SISTEMA LEAN MANUFACTURING PARA LA  
MINIMIZACIÓN DE LOS DESPERDICIOS DE LA EMPRESA DIPAG SOCIEDAD CIVIL”

**Autores:**

Lema Quinatoa Diana Gabriela  
Tituaña Chasiquiza Niurca Abigail

**RESUMEN**

Este presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar un sistema Lean Manufacturing que ayude a reducir los desperdicios dentro del área de producción de la empresa DIPAG Sociedad Civil, que se especializa en la elaboración de maquinaria agrícola y de construcción en especial concretas. A partir del levantamiento de procesos y análisis de tiempos, se determinó que el tiempo total actual de fabricación es de 109 horas, evidenciando la presencia de actividades que no agregan valor, tiempos de espera, desorden y desperdicios en el proceso productivo.

Mediante una evaluación de herramientas Lean, se seleccionó la metodología 5S, considerando su impacto en la reducción de desperdicios y su facilidad de implementación. Para su aplicación se emplearon instrumentos como checklist y tarjetas rojas, orientados a la clasificación, organización y control del área de trabajo.

Con la propuesta, se proyectó una reducción del tiempo total de producción a 79,5 horas, lo que representa una disminución de 29,5 horas. Esto equivale a una mejora del 27,06% en el tiempo del proceso. Adicionalmente, el nivel de desperdicio se reduce del 14% actual a valores estimados entre 8% y 5%, generando ahorros económicos de hasta \$575,66 por unidad producida.

En la fase de actuar, se establecen acciones de seguimiento mediante indicadores KPI, control de cumplimiento de las 5S y estandarización de actividades, con el fin de mantener los resultados obtenidos.

Los resultados demuestran que la aplicación de Lean Manufacturing permite reducir tiempos, minimizar desperdicios y mejorar la eficiencia del proceso productivo en la empresa.

**Palabras clave:** 5S, desperdicios, eficiencia productiva, Lean Manufacturing, mejora continua,

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES FACULTY**

**TITLE:** “DESIGN OF A LEAN MANUFACTURING SYSTEM FOR MINIMIZING WASTE AT DIPAG CIVIL SOCIETY”

**Authors:**

Lema Quinatoa Diana Gabriela  
Tituaña Chasiquiza Niurca Abigail

**ABSTRACT**

This research aims to design a Lean Manufacturing system to reduce waste in the production area of DIPAG Sociedad Civil, a company specializing in the manufacture of agricultural and construction machinery, particularly concrete mixers. Process mapping and time studies revealed a current total manufacturing time of 109 hours, highlighting non-value-adding activities, waiting times, disorganization, and waste in the production process.

Through an evaluation of Lean tools, the 5S methodology was selected, considering its impact on waste reduction and ease of implementation. Tools such as checklists and red tags were used for its application, focusing on the classification, organization, and control of the work area.

With the proposed system, a reduction in total production time to 79.5 hours was projected, representing a decrease of 29.5 hours. This equates to a 27.06% improvement in process time. Additionally, the waste level is reduced from the current 14% to an estimated 8% to 5%, generating cost savings of up to \$575,66 per unit produced.

In the action phase, follow-up actions are established using KPIs, monitoring compliance with the 5S methodology, and standardizing activities to maintain the results achieved.

The results demonstrate that implementing Lean Manufacturing reduces lead times, minimizes waste, and improves the efficiency of the company's production process.

**Keywords:** 5S, waste, production efficiency, Lean Manufacturing, continuous improvement.

***AVAL DE TRADUCCIÓN***

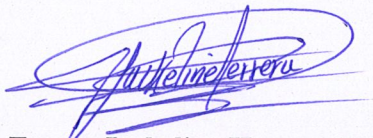
En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma inglés del tema del proyecto de investigación cuyo título versa: **“DISEÑO DE UN SISTEMA LEAN MANUFACTURING PARA LA MINIMIZACIÓN DE DESPERDICIOS DE LA EMPRESA DIPAG SOCIEDAD CIVIL”** presentado por: **Lema Quinatoa Diana Gabriela, Tituaña Chasiquiza Niurca Abigail** egresadas de la Carrera de Ingeniería Industrial perteneciente a la **Facultad de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas**, fue realizada bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, marzo de 2026

Atentamente,



**Mg. Emma Jackeline Herrera Lasluisa**  
**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
**CI: 0502277031**



## ÍNDICE

AVAL DE APROBACIÓN DE LECTORES.....	iii
AVAL DE LA EMPRESA.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	2
2.1. El problema .....	5
2.1.1 Situación Problemática .....	5
2.1.2. Formulación de problema .....	6
2.2. Objeto y campo de acción.....	7
2.2.2. Objeto de investigación.....	7
2.2.3. Campo de acción .....	7
2.3. Beneficiarios .....	7
2.3.1. Beneficiarios Directos.....	7
2.3.2. Beneficiarios Indirectos .....	7
2.3. Justificación.....	8
2.4. OBJETIVOS .....	9
2.4.1. General .....	9
2.4.2. Específicos .....	9
2.5. Sistema de tareas .....	9

3.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	10
3.1.	Contexto del Lean Manufacturing .....	10
3.2.	Lean Manufacturing .....	11
3.2.1.	¿Qué es? .....	11
3.2.2.	Características y elementos de desarrollo .....	12
3.2.3.	Tipos de procesos .....	13
3.3.	Métodos de eliminación de desperdicios .....	14
3.3.1.	Normas .....	16
3.3.2.	Comparación .....	17
3.3.3.	Procesamiento .....	18
4.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS .....	19
4.1.	Enfoque Metodológico .....	19
4.2.	Método de Investigación .....	19
4.3.	Población .....	20
4.4.	Procedimiento general .....	20
4.5.	Técnicas de Recolección de Datos .....	23
4.6.	Técnicas de Análisis de Datos .....	24
4.7.	Recursos .....	25
4.8.	Toma de decisiones y matriz ponderada .....	25
4.9.	Definiciones .....	26
5.	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	27
5.1.	Levantamiento de información de la empresa .....	27
5.1.1.	Procesos estratégicos .....	27
5.1.2.	Procesos operativos .....	27

5.1.3.	Procesos de apoyo .....	28
5.1.4.	Mapa de procesos .....	28
5.1.5.	Layout de la empresa DIPAG .....	30
5.1.6.	Descripción de los procesos productivos de la empresa .....	31
5.1.7.	Levantamiento de procesos .....	33
5.1.8.	Cursograma .....	43
5.1.9.	Resultados de la encuesta de la pregunta 1 a la 15 .....	44
5.1.10.	Detalles del proceso .....	59
5.1.11.	Proceso .....	61
5.1.12.	Personal encargado.....	62
5.1.13.	Tiempos.....	62
5.1.14.	Análisis de Desperdicios .....	64
5.1.15.	Posibles pérdidas en relación del % de desperdicios .....	65
5.1.16.	Informe diagnóstico de hallazgos y oportunidades de mejora .....	66
5.1.17.	Diagnóstico de la situación en Dipag Sociedad Civil .....	67
5.2.	Selección de la herramienta para la minimización de desperdicios.....	70
5.3.	Propuesta de diseño del sistema Lean Manufacturing para DIPAG sociedad civil.....	73
5.3.1.	Diseño del Sistema Lean Manufacturing .....	75
5.3.2.	Desarrollo de la metodología 5S .....	75
5.3.3.	Diagrama de Pert.....	81
5.3.4.	Indicadores de éxito KPI's .....	88
5.3.5.	Contextualización de los desperdicios que mediante 5S serán en el sistema de producción en Dipag .....	90
5.3.6.	Esperas .....	90

5.3.7. Defectos.....	90
5.3.8. Inventario .....	90
5.3.9. Sobreproducción .....	91
5.3.10. Aplicación de 5S .....	91
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	96
6.1. Conclusiones .....	96
6.2. Recomendaciones.....	98
7. REFERENCIAS.....	99
8. ANEXOS .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Beneficiario directos.....	7
Tabla 2.2 Beneficiario indirectos .....	8
Tabla 2.3 Objetivos y actividades.....	9
Tabla 3.1 Comparación de métodos LM para reducción de desperdicios .....	17
Tabla 3.2 Etapas para reducción de desperdicio .....	18
Tabla 4.1 Esquema comparativo de métodos .....	20
Tabla 4.2 Revisión de la literatura.....	20
Tabla 4.3 Cuadro de flujo para la revisión de la literatura .....	21
Tabla 4.4 Cuadro de flujo para el procedimiento para diagnóstico.....	22
Tabla 4.5 Matriz para la operacionalización .....	22
Tabla 4.6 Técnicas de recolección de datos .....	23
Tabla 5.1 Procesos estratégicos DIPAG.....	27
Tabla 5.2 Procesos operativos DIPAG.....	28
Tabla 5.3 Procesos de apoyo DIPAG .....	28
Tabla 5.4 Levantamiento de procesos. Recepción de materia prima .....	33
Tabla 5.5 Levantamiento de procesos. Corte de piezas metálicas.....	34
Tabla 5.6 Levantamiento de procesos. Conformado de planchas metálicas .....	35
Tabla 5.7 Levantamiento de procesos. Unión de piezas metálicas .....	36
Tabla 5.8 Levantamiento de procesos. Perforación y mecanizado de piezas metálicas.....	37
Tabla 5.9 Levantamiento de procesos. Montaje de componentes de la concreteira.....	38
Tabla 5.10 Levantamiento de procesos. Montaje y conexión del sistema eléctrico.....	39
Tabla 5.11 Levantamiento de procesos. Verificación del funcionamiento de la concreteira .....	40
Tabla 5.12 Levantamiento de procesos. Aplicación de pintura y acabado de la estructura .....	41
Tabla 5.13 Levantamiento de procesos. Almacenamiento de producto final.....	42
Tabla 5.14 Área del desempeño laboral .....	44
Tabla 5.15 Cargo de desempeño laboral .....	45
Tabla 5.16 Tiempo de desempeño laboral.....	45
Tabla 5.17 Sobreproducción de unidades.....	46
Tabla 5.18 Tiempo de espera para iniciar el trabajo.....	47

Tabla 5.19 Transporte innecesario .....	48
Tabla 5.20 Acumulación de inventarios en exceso .....	49
Tabla 5.21 Reproceso o descarte de productos defectuosos.....	50
Tabla 5.22 Movimiento que no añade valor .....	51
Tabla 5.23 Capacitación de los trabajadores desaprovechada.....	52
Tabla 5.24 Procesos de producción .....	53
Tabla 5.25 Satisfacción laboral .....	54
Tabla 5.26 Mejoras continuas en el área de trabajo .....	55
Tabla 5.27 Capacitación sobre Lean Manufacturing.....	56
Tabla 5.28 Herramientas Lean.....	57
Tabla 5.29 Priorización de acciones Lean .....	58
Tabla 5.30 Tiempos de los Procesos .....	62
Tabla 5.31 Eficiencia y PRIM de materiales de Dipag en metros.....	63
Tabla 5.32 Eficiencia y PRIM de materiales de Dipag en metros cuadrados .....	63
Tabla 5.33 Eficiencia y PRIM de materiales de Dipag en unidades .....	64
Tabla 5.34 Costos de Materiales .....	65
Tabla 5.35 Matriz percepción de desperdicio y acción sugerida .....	67
Tabla 5.36 Diagnóstico inicial detectado .....	67
Tabla 5.37 Consolidación visual basado en los resultados de cuestionarios aplicados.....	68
Tabla 5.38 Matriz Muda de DIPAG y causas que deben solucionarse .....	70
Tabla 5.39 Asignación de importancia de criterios .....	71
Tabla 5.40 Escala de Linkert .....	71
Tabla 5.41 Evaluación comparativa de herramientas Lean mediante matriz ponderada de criterios .....	72
Tabla 5.42 Matriz de evaluación ponderada.....	72
Tabla 5.43 Matriz de Tiempos y Personal a cargo de la actividad. Basado en lo observado en la visita realizada a Dipag.....	73
Tabla 5.44 Proceso de aplicarse 5S. Basado en la metodología 5S y de los resultados obtenidos de Dipag .....	74
Tabla 5.45 Las 5S básicas con tiempos de Eficiencia .....	74
Tabla 5.46 Esquema de 5S de resultados esperados. Basado en la información proporcionada en la	

visita y de la funcionalidad del 5S.....	74
Tabla 5.47 Responsables de la implementación de la metodología 5S .....	75
Tabla 5.48 Checklist de elementos necesarios e innecesario .....	76
Tabla 5.49 Tarjeta roja.....	77
Tabla 5.51 Registro de control de limpieza en el área de producción.....	79
Tabla 5.51 Registro para la fase de estandarización 5S .....	80
Tabla 5.52 Herramienta 5S de LM y uso para eliminar desperdicios/mudas.....	81
Tabla 5.53 Datos para calcular el Te .....	82
Tabla 5.55 Cálculos del Te en el diagrama de Pert .....	83
Tabla 5.55 Datos de la holgura, camino crítico y varianza .....	84
Tabla 5.56 Tiempo propuesto.....	85
Tabla 5.57 Diagrama de Gantt por Semanas .....	86
Tabla 5.58 Primera S Clasificar y seleccionar Kpi (N) Eficiencia de Material.....	88
Tabla 5.59 Segunda S Ordenar Kpi (Tt) Tiempo de transición.....	88
Tabla 5.60 Tercera S Limpiar Kpi (R) Rendimiento.....	89
Tabla 5.61 Cuarta S Estandarizar Kpi (Tc) Tiempo de Ciclo .....	89
Tabla 5.62 Quinta S Disciplina Kpi (Cumplimiento general).....	90
Tabla 5.63 KPIS que se utilizan en DIPAG .....	92
Tabla 5.64 Tiempos actual y tiempos propuestos según las 5S.....	93
Tabla 5.65 Mejora de las pérdidas en Dipag, basado en las pérdidas y costos de unidad.....	94
Tabla 5.66 Propuesta de LM para DIPAG .....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama de Ishikawa.....	6
Figura 4.1 Esquema piramidal del enfoque metodológico .....	19
Figura 4.2 Proceso de análisis de datos .....	24
Figura 4.3 Recursos para la investigación .....	25
Figura 5.1 Mapa de proceso DIPAG .....	29
Figura 5.2 Layout DIPAG .....	30
Figura 5.3 Diagrama de flujo: Recepción de materia prima.....	33
Figura 5.4 Diagrama de flujo: Corte de piezas metálicas.....	34
Figura 5.5 Diagrama de flujo: Conformado de planchas metálicas .....	35
Figura 5.6 Diagrama de flujo: Unión de piezas metálicas.....	36
Figura 5.7 Diagrama de flujo: Perforación y mecanizado de piezas metálicas.....	37
Figura 5.8 Diagrama de flujo: Montaje de componentes de la concretera .....	38
Figura 5.9 Diagrama de flujo: Montaje y conexión del sistema eléctrico .....	40
Figura 5.10 Diagrama de flujo: Verificación del funcionamiento de la concretera .....	41
Figura 5.11 Diagrama de flujo: Aplicación de pintura y acabado de la estructura .....	42
Figura 5.12 Diagrama de flujo: Almacenamiento de producto final.....	43
Figura 5.13 Diagrama Analítico .....	43
Figura 5.14 Área del desempeño laboral .....	44
Figura 5.15 Cargo de desempeño laboral. Extraído de los resultados obtenidos del cuestionario aplicado.....	45
Figura 5.16 Tiempo de desempeño laboral .....	46
Figura 5.17 Sobreproducción de unidades .....	47
Figura 5.18 Tiempo de espera para iniciar el trabajo .....	48
Figura 5.19 Transporte innecesario .....	49
Figura 5.20 Acumulación de inventarios en exceso .....	50
Figura 5.21 Reproceso o descarte de productos defectuosos .....	51
Figura 5.22 Movimiento que no añade valor.....	52
Figura 5.23 Capacitación de los trabajadores desaprovechada .....	53
Figura 5.24 Procesos de producción.....	54
Figura 5.25 Satisfacción laboral .....	55

Figura 5.26 Mejoras continuas en el área de trabajo .....	56
Figura 5.27 Capacitación sobre Lean Manufacturing .....	57
Figura 5.28 Herramientas Lean .....	58
Figura 5.29 Diagrama de sistema Lean propuesto. Basado en las LM .....	59
Figura 5.30 Flujograma del proceso actual de DIPAG, basado en los resultados de instrumentos aplicados .....	69
Figura 5.31 Señaléticas para organización dentro del área de producción.....	78
Figura 5.32 Red de Camino critico.....	83

## **Índice de Anexos**

Anexo 8.1 Resumen de resultados de frecuencia de los desperdicios conforme a la percepción de trabajadores.....	102
Anexo 8.2: Resumen de resultados de porcentajes de los desperdicios conforme a la percepción de trabajadores.....	103
Anexo 8.3: Consolidación de desperdicios de la empresa en estudio: Desperdicios en DIPAG representado en gráfico de Pareto.....	104
Anexo 8.4 Cuestionario .....	105
Anexo 8.5 Proformas.....	109

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 4.1 Eficiencia de promedio .....	23
Ecuación 4.2 Pérdida Económica .....	24
Ecuación 5.1 Eficiencia .....	63
Ecuación 5.2 Desperdicio Total.....	64
Ecuación 5.3 Pérdida Económica .....	65
Ecuación 5.4 Peso.....	71
Ecuación 5.5 Tiempo Esperado .....	82
Ecuación 5.6 Desviación Estándar .....	84
Ecuación 5.8 Tiempo de Transición.....	92
Ecuación 5.9 Regla de tres Sencilla y Directa.....	94

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

**Tema del proyecto:** Diseño de un Sistema Lean Manufacturing para la minimización de los desperdicios de la empresa DIPAG SOCIEDAD CIVIL

**Tipo de proyecto:** Proyecto de Investigación

**Carrera:** Ingeniería Industrial

**Proyecto de investigación vinculado:**

**Equipo de Trabajo:**

Docente Tutor: Dr. Jonathan Ruiz

- N.º de cédula: 0703323824
- Teléfono: 0998887640
- Correo electrónico: [jonathan.ruiz.3824@utc.edu.ec](mailto:jonathan.ruiz.3824@utc.edu.ec)

Estudiante Investigador 1:

- Lema Quinatoa Diana Gabriela
- N.º de cédula: 0550521165
- Teléfono: 0987115920
- Correo electrónico: [diana.lema1165@utc.edu.ec](mailto:diana.lema1165@utc.edu.ec)

Estudiante Investigador 2:

- Tituaña Chasiquiza Niurca Abigail
- N.º de cédula: 0504186057
- Teléfono: 0969076295
- Correo electrónico: [niurca.tituaña6057@utc.edu.ec](mailto:niurca.tituaña6057@utc.edu.ec)

**Área de Conocimiento:** 07 Ingeniería, Industria y Construcción

**Línea de investigación:**

Tecnología industrial, gestión de la producción, riesgos y seguridad laboral.

**Sub-líneas de investigación de la carrera:**

Sistemas integrados de producción y operaciones industriales para el desarrollo sostenible.

## 2. INTRODUCCIÓN

Las empresas manufactureras, importadoras, del sector construcción y servicios ecuatorianas, apuntan la tenencia de herramientas y diseños que se deben ajustar a la productividad donde la reducción de desechos es fundamental para disminuir gastos innecesarios para mejorar su producción y rentabilidad [1].

Tomando en consideración que, por ejemplo, el sector manufacturero ecuatoriano, según el Instituto Nacional de Estadística y Censo, es aproximadamente el 12% al PIB nacional, conlleva a decir que forma una parte significativa de su economía [2].

La eficiencia de Lean en empresas manufactureras refleja productividad y máximo uso de recursos porque la aplicación de herramientas de mejora continua permite comprimir tiempos improductivos y optimar la competitividad tecnológica.

No obstante, la problemática céntrica es la exagerada generación de desperdicios y baja eficiencia en procesos internos, y esto restringe la capacidad de las empresas para competir en mercados tanto nacionales como internacionales.

Ahora bien, aquellas organizaciones empresariales que prescinden de usar herramientas Lean Manufacturing afrontan ciertos inconvenientes como problemas de inversión debido a que ciertamente se requiere formación, tecnología y orientación, asunto que podría resultar un poco costoso al principio.

Asimismo, sobrecarga de trabajo porque hay una etapa de transición, más que todo para los empleados a razón de que probablemente experimenten carga adicional y deben contar con un período de adaptación ante la novedad de los procesos.

El mercado mundial de Lean Manufacturing llega a 25.6 billones de dólares en 2025, con una Tasa de Crecimiento Anual Compuesta (CAGR) de 7.8%, debido a que un 82% de las plantas manufactureras han incorporado prácticas Lean para impulsar la productividad. El empleo de Lean disminuye los tiempos de producción entre 40% y 50% de los inventarios y hasta en 65% los costos de las empresas.

De acuerdo con la UNEP de 2024, una gestión ineficaz es uno de los más altos retos empresariales. Más que en seminarios y simposios, es la economía de “flujo todo tipo” lo que ayuda a impulsar la circularidad y reducir generación y acumulación de inventario innecesario, trabajo en exceso por tareas repetitivas, colaboradores sin participación en propuesta de soluciones lo cual conlleva a

costos elevados, baja rentabilidad, insatisfacción de los clientes, entre otros

En la región, Lean Manufacturing ha sido aplicado en el sector automotriz, en alimentos y, en textil, porque mejora la eficiencia de procesos y disminuye desperdicios. En América Latina, la mayoría de las empresas no cuentan con formación en técnicas que permitan ser más rentables, hay poco interés en innovación y desarrollo [5].

Existen empresas latinoamericanas que, aun cuando existen técnicas novedosas para organizar, mantener el orden, evitar atrasos en la producción, no están en cuenta de utilizarlas en provecho de la empresa, además, garantiza la optimización de actividades, aumentar los ingresos, al mismo tiempo que reduce los costos y tareas repetitivas que no ofrecen valor ni a las organizaciones ni a los clientes [6]. Esto impulsa al diseño de sistemas que se ajusten a la realidad organizacional latinoamericana

La propuesta de Lean ha generado mejoras significativas en productividad, reducción de costos y competitividad, esto evidencia la pertinencia de aplicar esta filosofía en el contexto global, regional y nacional.

En ese sentido, las entidades empresariales, cualquiera que sea su tamaño, pierden oportunidades que se mantienen en tendencia en favor de la productividad y rentabilidad y muy importante para las empresas que trabajan con maquinarias o, manufactureras, priorizando los conceptos claves a través de la planificación, gestión visual, trabajo estandarizado, entre otras [7].

En Colombia, empresas de manufactura, servicios, aplican los principios básicos de LM que puede ser mixto, siendo propuesto en 38 empresas de manufactura. Que adoptaron ese modelo alcanzando optimización en los tiempos de espera, producción, costos, y calidad de los productos, satisfaciendo a los clientes, sin embargo, quedan muchas otras que mantienen poca producción, exceso de inventario, trabajos y tareas repetitivas que reducen sus ingresos y aumentan sus costos [8].

En Ecuador, el comercio de manufactura contribuye en 12% al Producto Interno Bruto (PIB) nacional, lo cual hace posible que empresas manufactureras manifiestan brechas de eficiencia y productividad, aplicando mejora continua que han reducido tiempos improductivos y mejorado la competitividad tecnológica [9].

La problemática puntual que se pretende solucionar con este proyecto se circunscribe a DIPAG Sociedad Civil por los excesos de inventario y de almacenamiento innecesario; tiempos de espera prolongados en procesos internos, reprocesos frecuentes por defectos en calidad, desperdicio de

materiales por falta de estandarización; en consecuencia, un diseño de solución mediante el sistema o herramienta Lean comprende implementar 5S para orden y disciplina en planta, identificar cuellos de botella, aplicación de Kanban para el control del flujo de materiales, introducir Kaizen promoviendo la cultura organizacional y de esta manera, poder obtener resultados que promuevan la productividad, calidad y reduzca tiempos de espera.

En tal sentido, el diseño de un sistema Lean Manufacturing para la empresa DIPAG Sociedad Civil se fundamenta en la necesidad de minimizar desperdicios y optimizar procesos productivos, alineando la organización con estándares internacionales de eficiencia y sostenibilidad.

La empresa DIPAG Sociedad Civil es una sociedad con personalidad jurídica, se encuentra situada en Cotopaxi, Cantón Latacunga, Parroquia Aláquez, específicamente en la Avenida Miguel Iturralde. Pertenece al sector industrial de maquinaria y equipos especializados de Ecuador. La misma se dedicada a la construcción y/o en el ámbito de importación de maquinarias y su comercialización como DIPAG Sociedad Civil, En dicha empresa, puede existir desperdicio en algunas zonas de producción que ocasionen demoras, cúmulo de inventario y necesidad de reiterados procesos por la falta de mejora que, a su vez, restringen su capacidad operativa.

Esto sucede porque adquieren equipos o productos que no necesitan y esto hace que se acumulen repuestos o piezas sin rotación o demanda, lo cual genera gastos por el almacenamiento o, bien desperdician recursos, materiales y tiempo, lo cual incide desfavorablemente en su competitividad [10].

En la medida en que se implementen mejoras continuas en los procesos, se crean ideas proactivas que afrontarán futuros desafíos [11]. El problema es, en parte, el desconocimiento de técnicas LM que coadyuven en los procesos de producción, en consecuencia, la reducción de desperdicios en las operaciones de la empresa, disminuyendo, a su vez, dificultades por la poca organización que no mantenga un modelo que se adapte a cambios de manera efectiva, así como, por la resistencia al cambio que se pueda presentar por parte de los trabajadores [12].

Actualmente la eficacia de LM en algunas organizaciones ecuatorianas tiene aplicabilidad en sectores industriales medianos que enfrentan altos niveles de desperdicios debido por reprocesos, cantidades excesivas de piezas o bienes que resultan innecesarios y, tiempos de espera no productivos [13].

Esta investigación será útil para muchas empresas de bienes y servicios, mostrando la herramienta

Lean para el manejo de desperdicios en el proceso de producción en función también de la satisfacción de los clientes.

Adaptar la metodología Lean a la cultura organizacional ecuatoriana puede garantizar sostenibilidad y competitividad en DIPAG y, en muchas otras a las cuales se les puede aplicar herramientas lean satisfactoriamente.

Mediante una metodología cualitativa de enfoque descriptivo será factible proponer un diseño de utilidad que, bajo este tipo de técnicas, se produzca la reducción, si no la eliminación de muchos desperdicios, tanto de la empresa objeto de estudio como de otras que, podrían adoptarlas para obtener mejores resultados en su dinámica de producción, en consecuencia, reducir costos innecesarios identificando esos desperdicios en el proceso, estandarizar operaciones mediante herramientas como 5S, Kaizen, reducir costos y tiempos de entrega, aumentando la satisfacción del cliente.

Vale destacar que, con este trabajo se ejemplifica que las herramientas, dentro de la filosofía LM, es aplicable para otros tipos de empresas que no solo pertenezcan al sector de DIPAG sino que también puede coadyuvar a aquellas que pretendan y requieran hacer cambios o se encuentren en la búsqueda de métodos que mejoren sus procesos, agregando valor organizacional y les ayude en lo que respecta la satisfacción de su clientela, además de promover un lugar de trabajo limpio, ordenado y que sea posible visualizar los progresos o identificar un problema fin de resolverlo a tiempo.

De este modo cabe resaltar que, esta investigación se estructura visualizando el primer apartado de información general, un segundo apartado contenido de una introducción, el tercero comprende los fundamentos teóricos, un cuarto punto que contiene métodos y procesos; un quinto apartado donde se encontrará el análisis de los resultados, luego un último que contendrá la exposición de las conclusiones y recomendaciones de acuerdo con los objetivos planteados, finalmente y no menos importante, se encontrará la lista de referencias que se consultaron y que sirvieron de sustento y guía para llevar a cabo este trabajo académico.

## **2.1. El problema**

### **2.1.1 Situación Problemática**

En el entorno industrial de Ecuador las organizaciones las cuales se dedican a la fabricación de maquinaria y equipos especializados enfrentan a la presión constante para optimizar sus procesos,

según estudios del sector la falta de estandarización de los mismos no permite agregar el valor a la competitividad.

En este contexto DIPAG sociedad civil. Ubicada en la provincia de Cotopaxi, no es ajena a estas dificultades operativas que hacen se limiten su eficiencia Institucional, la ausencia de procesos normalizados impiden establecer una base sólida para el crecimiento de la empresa, en la literatura técnica, la estandarización es un pilar fundamental para eliminar las variables que afectan al producto [14].

Así mismo la empresa en estudio experimenta una serie de desperdicios críticos en su producción tales como tiempos de espera prolongados, exceso de inventarios y recurrencia de procesos por defectos de calidad del producto. Estos elementos no solo elevan los costos también saturan la capacidad de respuesta de la empresa. A esta problemática se le suma la resistencia al cambio por parte de su personal operativo la ausencia de un modelo de gestión que permita la mejora continua de la organización, lo que dificulta la transición así nuevos procesos. Esta barrera cultural dificulta la transición hacia nuevos métodos de trabajo para la optimización de procesos se requiere no solo herramientas técnicas, también de filosofía organizacional que involucre el factor humano para garantizar la sostenibilidad de las mejoras [15].

En este mismo orden de ideas si la empresa DIPAG no adopta herramientas que permitan la reducción de desperdicios su capacidad operativa quedara restringida, afectando la rentabilidad de la misma, en la figura 2.1 se presenta el diagrama de Ishikawa, donde se logra visualizar, causa y efecto del problema planteado.

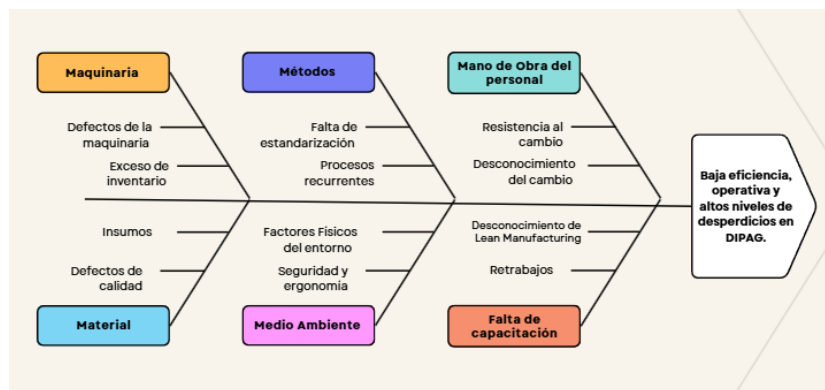


Figura 2.1 Diagrama de Ishikawa

### 2.1.2. Formulación de problema

En la empresa DIPAG surge la necesidad la de minimizar desperdicios y optimizar procesos

mediante la metodología Lean Manufacturing, ya que no cuenta con la capacitación correcta del personal y se pierde mucho tiempo con la producción, lo que lleva a recurrencia de procesos, y exceso de desperdicios.

## **2.2. Objeto y campo de acción**

### **2.2.2. Objeto de investigación**

Minimización de los desperdicios de la compañía DIPAG sociedad civil.

### **2.2.3. Campo de acción**

3310 Tecnología Industrial / 3310.03 Proceso Industriales

## **2.3. Beneficiarios**

### **2.3.1. Beneficiarios Directos**

En la tabla 2.1 muestra los beneficiarios directos de la empresa DIPAG, suman un total de 17 personas, entre los cuales se encuentra el Gerente propietario, departamento de contabilidad, personal operativo, personal de administrativo, mantenimiento y Bodeguero.

Tabla 2.1 Beneficiario directos

<b>Beneficiarios directos</b>	<b>Cantidad</b>
Gerente	1
Personal administrativo	5
Departamento de ventas	1
Personal operativo	5
Persona administrativa de producción	1
Mantenimiento	3
Bodeguero	1
<b>Total</b>	<b>17</b>

Los beneficiarios directos del presente proyecto corresponden al personal total de la empresa DIPAG Sociedad Civil, considerando las diferentes áreas que intervienen en el sistema productivo y administrativo. Es importante señalar que, aunque la población de estudio se centra en el área de producción, la implementación de la metodología Lean Manufacturing mediante la herramienta 5S genera un impacto a nivel organizacional, beneficiando a todas las áreas de la empresa, incluyendo gerencia, administración, ventas, mantenimiento y bodega, debido a la mejora en la organización, reducción de desperdicios y optimización de los procesos

### **2.3.2. Beneficiarios Indirectos**

En la tabla 2.2 muestra los beneficiarios indirectos del presente proyecto están conformados por los clientes, proveedores y el entorno organizacional de la empresa DIPAG Sociedad Civil. Los

clientes se verán favorecidos mediante la entrega de productos en menor tiempo y con mayor calidad, debido a la optimización de los procesos productivos. Por su parte, los proveedores se beneficiarán de una mejor planificación de requerimientos y reducción de retrasos en la producción.

Tabla 2.2 Beneficiario indirectos

<b>Beneficiarios Indirectos</b>	<b>Cantidad</b>
Proveedores	200
Clientes	1000
<b>Total</b>	<b>1200</b>

### **2.3. Justificación**

El objetivo de este estudio es abordar un problema concreto de minimización de desperdicios en la empresa DIPAG Sociedad Civil mediante un sistema ampliamente reconocido a nivel mundial como Lean Manufacturing. Los ocho desperdicios clásicos de Lean (Sobreproducción, tiempos de espera, transporte innecesario, exceso de procesado, inventario, movimientos, defectos y talentos no utilizados), los mismos coadyuva a reducir costos y cualquier elemento que no genera valor, evitando que se ejecuten actividades sin necesidad que, solamente, crean cansancio en los colaboradores.

Por lo tanto, incorporar otra forma de organización, hará mucho más productivas a las compañías e impactará positivamente en su operatividad, no solo a aquellas que pertenezcan al mismo sector de DIPAG, pues, es un sistema útil para todas, indistintamente de su tamaño. Facilitará la implementación de herramientas, promoviendo una cultura de mejora continua y, elevando la competitividad de la misma.

Como consecuencia ayudará en el desarrollo del conocimiento académico y la utilización práctica de teorías contemporáneas sobre gestión. Al implementar este método, otras entidades también podrán verse beneficiadas por un ejemplo concreto que resulta posible en muchos tipos de organizaciones. Se logrará la satisfacción de los clientes limitando los tiempos de espera; del mismo modo que, la empresa dejará de hacer tareas que produzcan desgaste en su talento humano. Además, es una estrategia viable y hasta necesaria que mejorará el desempeño operativo y, podrá repercutir en favor de su competitividad.

La investigación tiene relevancia a nivel social y económica porque al optimizar el proceso productivo se incrementa la rentabilidad de la razón social y puede dar lugar al empleo estable. Es una propuesta que alinea la gestión interna con el conocimiento académico, la realidad y la

actualidad.

## 2.4. OBJETIVOS

### 2.4.1. General

Diseñar un sistema Lean Manufacturing, para la minimización de desperdicios en la empresa DIPAG.

### 2.4.2. Específicos

- Diagnosticar la situación actual en la empresa DIPAG mediante el levantamiento de procesos y la aplicación de encuestas al personal administrativo y operativo.
- Seleccionar la herramienta Lean Manufacturing enfocadas en la reducción de desperdicios, a través de la revisión de literatura y del contexto de la organización.
- Proponer un sistema de minimización de desperdicios mediante la herramienta seleccionada para las actividades no valoradas.

## 2.5. Sistema de tareas

En la tabla 2.3 muestra el sistema de tareas establecidos para esta investigación de acuerdo a cada uno de los objetivos.

Tabla 2.3 Objetivos y actividades

Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Diagnosticar la situación actual en la empresa DIPAG mediante el levantamiento de procesos y la aplicación de encuestas al personal administrativo.	-Levantamiento de procesos. -Desarrollo los diagramas de flujo de los procesos producción. -Elaboración de la encuesta y su aplicación. -Recopilación de los datos -Análisis de los resultados	-Resumen de diagnóstico de la situación actual de los procesos. -Diagramas de flujo de los procesos producción. -Resultados de los datos de la encuesta. -Resumen de análisis de resultados.	-Tablas de frecuencia. -Formato para registrar información real de los desperdicios, y cultura organizacional. -Diagramas de flujos. -Método de análisis documental (Base de datos académicos como Scielo, repositorios de universidades, Dialnet) -Automatización de citas y bibliografía de IEEE
Seleccionar herramientas Lean Manufacturing enfocadas en la reducción de desperdicios, a través de la revisión de la literatura.	-Clasificación de herramientas de acuerdo con los tipos de desperdicios. -Elaboración de la tabla de criterio de selección -Selección de la herramienta más adecuada para la reducción de desperdicios.	-Cuadro de clasificación de herramientas para la minimización de desperdicios de acuerdo con los tipos de desperdicios. -Resumen de contraste de los mecanismos o estrategias en reducción de desperdicios. -Informe diagnóstico de hallazgos y oportunidades de mejora en los procesos.	-Matriz de priorización. -Cuestionario estructurado. -Herramienta estadística con el programa MS Excel para analizar los datos.
Proponer un sistema de minimización de desperdicios mediante la herramienta seleccionada para las actividades no valoradas.	-Diseño de propuesta de sistema lean para DIPAG, esquema de las 5s. -Diagrama de Pert. -Cálculo de los indicadores KPIs.	-Propuesta de las 5S para minimizar desperdicios y tiempos -Elaboración del diagrama de pert para obtener el dato probabilístico del cronograma establecido para la propuesta. -Documento de informe final.	-Esquema 5S -Formato de trabajo final.

### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

A continuación, se presentan algunas investigaciones recientes relacionadas con Lean Manufacturing que servirán, entre otras, como orientación y fundamentos teóricos y prácticos en esta investigación.

#### **3.1. Contexto del Lean Manufacturing**

En el trabajo [5], se resalta como objetivo central la definición e identificación de particularidades que resaltan de LM, destacando que la tendencia en el uso de este sistema incide en las buenas condiciones de producción y obtención de rentabilidad.

De allí destaca que LM tiene un papel esencial en la mejora continua que genera calidad en los productos y servicios que se ofrecen a los clientes, pero va más allá por cuanto, evidencia la eficiencia en el contexto industrial agregando excelentes beneficios por su adecuación que se hace posible por su propia filosofía que gira en torno del éxito por ese énfasis de dar calidad y satisfacción de quienes son ese factor de importancia para el incremento de ingresos y posicionamiento dentro del mercado competitivo y, sus clientes.

Este material [16] resalta la importancia de la industria manufacturera, considerando que es fundamental en la economía de cualquier país, porque aporta ingresos significativos al Estado y repercute considerablemente en los servicios de la población; por tanto, es uno de los componentes relevantes que merecen ser atendidos en virtud de la reducción de costos innecesarios e implementación de técnicas que incidan en la minimización de tareas que no resultan productiva. En este trabajo [17] resalta que la eliminación de desperdicios en las Pymes las hace más productivas con la implementación de métodos LM, aumentando la solidez y contribuyendo en la estructura organizacional en equipo porque los trabajadores pueden participar activamente exponiendo ideas que traen consigo soluciones y propuestas de mejora continua que se relacionan potencialmente con los objetivos de las empresas.

En este trabajo [18] se desarrolla la aplicabilidad de herramientas Lean, resalta los tipos de herramientas que comprende LM, en las que sobresale 5S, Kaizen, Kanban, JIT, como pilares en la eliminación de desperdicios y trabajos estandarizados, afirmando que es un sistema exitoso, recomendado para la evaluación de procesos, siendo fácil su implementación, aunque no se niega que puede resultar costoso porque amerita cambios que pueden repercutir en inversiones.

“Factores críticos de éxito para la implementación de Lean Manufacturing de empresas en

México”, [19], en este hace énfasis en empresas de producción de equipos de transporte, analiza las herramientas y los factores críticos de éxito al implementar LM.

### **3.2. Lean Manufacturing**

#### **3.2.1. ¿Qué es?**

Es preciso decir brevemente que, Lean Manufacturing (LM) se originó en el siglo XX, en Japón, posterior a la Segunda Guerra Mundial. Toyota la desarrolló con la intención de competir con otros fabricantes occidentales que poseían más recursos, haciéndose conocer como Toyota Production System (TPS), diseñado por Taiichi Ohno y Eiji Toyoda [20]. Ellos indagaban en la manera de producir vehículos con mayor eficiencia y flexibilidad, descartando cualquier clase de desperdicio. Tal filosofía la adoptaron muchas empresas en el mundo y fue en los últimos años de la década de los 80 que la denominaron lean manufacturing, destacando por un enfoque innovador para disminuir costos sin perder la calidad [21].

LM puede definirse como una metodología o estrategia, mediante el cual se busca gestionar la manera de eliminar o disminuir desperdicios, llegando a mejorar eficientemente los procesos de una empresa, disminuir los gastos que implican operaciones innecesarias, creando valor al optimizarlos [22].

Se centra en hacer uso inteligente de aquellos recursos que se encuentran disponibles, identificando y eliminando actividades o procesos que definitivamente no agregan o, simplemente, no dan valor al producto final. Esto constituye a trabajar para optimizar la circulación de trabajo, minimizar tiempos muertos, reducir desperdicios y aumentar la productividad.

Es parte de una cultura empresarial maleable y abierta para conseguir constantemente las mejoras que sean necesarias, en un tiempo preciso en relación con el plan propuesto, en virtud de la cantidad exacta y con calidad, por ende, no permite el despilfarro [23]. Esto implica decir que se enfoca en mejorar los procesos de producción, optimizándolos continuamente eliminando desperdicios y, crear valor con menos recursos, generar la satisfacción al cliente al darle justo lo que necesita, con calidad y en el momento apropiado.

Su basamento se circunscribe en cinco principios: el valor que tiene para el cliente, saber qué quiere o prefiere; el flujo del valor que implica conocer cuándo y el modo en que se realiza el trabajo; el flujo continuo que considera prescindir de procesos que no suman valor, descartar esperas de inventarios para que el flujo sea consecutivo; producción precisa y a tiempo, esto conlleva trabajar,

producir y entregar bienes o prestar servicios al momento en que se requiere, evadiendo demasiado inventario y tiempos de espera; perfección por mejorar frecuentemente, identificar y solucionar inconvenientes a través de la generación de ideas [24].

Ciertas empresas han logrado mejorar con LM, por ejemplo, en 2021 Textiles Colombia, S.A., minimizó los tiempos de entrega en 40 %, implementando Kanban y reorganizando la planta por medio de 5S, y todo esto le coadyuvó a la competencia de marcas internacionales sin requerir el aumento de su plantilla y, además, aportó un 2, 7% al PIB [18].

Igualmente, en España, el Hospital Clínico de Barcelona, la implementación de LM, específicamente en el área de emergencias, se pudo identificar y prescindir de procedimientos que retrasaban la admisión de los pacientes. El efecto fue una reducción significativa en el tiempo de espera y mayor capacidad de respuesta [25].

La empresa Nike también es otro ejemplo de Lean Manufacturing, ese “gigante del calzado” [20], que logró reducir desperdicios al máximo e importantemente, elevar valor a los clientes, reduciendo las prácticas laborales que eran un perjuicio a los trabajadores, alcanzando una repercusión positiva a todos sus empleados.

En la empresa DIPAG los desperdicios son materiales tales como Virutas, recortes de metal, restos de soldadura, piezas mal fabricadas, consumibles usados en exceso. Así mismo existen efectos y reprocesos piezas con dimensiones incorrectas, errores de alineación, fallas en soldadura, ensambles mal realizados, esto influye en la calidad del producto, movimientos innecesarios, Traslados excesivos de piezas, caminatas largas para buscar herramientas o materiales. Inventarios innecesarios Acumulación de piezas semiterminadas, exceso de materia prima, herramientas sin uso.

Es por ello de gran importancia la implementación del sistema Lean Manufacturing en la empresa, para lograr no solo la disminución de procesos, sino también la disminución de los desperdicios dentro de la empresa.

### **3.2.2. Características y elementos de desarrollo**

Entre las características más relevantes destacan:

- Eliminar desperdicios, esto va enfocado en excluir aquello que no aporta valor en el proceso de producción, dando lugar a sobreproducción o transporte innecesario [15].

- Mejora continua (Kaizen) e innovadora que promueve e impulsa una cultura de perfeccionamiento permanentemente observando cada oportunidad para hacer mejor las cosas [14].
- Participación activa, a medida en que se integra y fomenta la colaboración de cada miembro de la empresa, para el trabajo en equipo, se detecten y, al mismo tiempo, se da solución a los problemas que se presenten a través de la toma de decisiones [15].
- Eficiencia, se pueden optimizar los recursos y procesos, coadyuvando a la maximización del valor, dirigido a la satisfacción del cliente y, en la mayor medida posible, con un bajo costo de los productos o servicios; esto significa hacer más con menos, reduciendo los tiempos muertos, o actividades no necesarias, produciendo más, lo cual genera un valor real a los usuarios y clientes [16].
- Gestión visual, esto hace que se usen herramientas para la estandarización de procesos que hagan más fácil la comunicación y visibilidad de las operaciones, consolidando con ello, una buena y correcta ejecución utilizando, por ejemplo, mapa de flujo de valor e higiene del espacio de trabajo para una mejor visibilidad [16].

De esto, se puede decir que, todos son elementos básicos, útiles y efectivos para cualquiera que sea la clase de organización que repercute positiva, efectiva y eficazmente en un factor de crecimiento para un desarrollo productivo y una innovación práctica que evita pérdidas de tiempo, economizando e impulsando servicios expeditos y óptimos para obtener la satisfacción de los clientes y, poder hacer inversiones en otros proyectos que sí sean necesarios en las empresas.

### **3.2.3. Tipos de procesos**

Los procesos de Lean Manufacturing se basan en tratar de mejorar continuamente hasta lograr eliminar desperdicios [21], para ello, se plantean los pasos siguientes.

- Identificar el valor a partir de la óptica del cliente.
- Mapear el flujo de valor para ver el proceso.
- Crear flujo de valor para optimizar la producción.
- Establecer un reparto uniforme de las órdenes de producción.
- Conseguir la excelencia a través de la mejora constante.
- Suprimir tareas que no agregan valor y enfilarse en eficiencia.

Todo esto constituye una base que ayuda a las organizaciones para ser más eficientes, minimizando costos mientras, contribuyen a cubrir las necesidades que requieran los clientes.

### **3.3.Métodos de eliminación de desperdicios**

Luego de identificar los desperdicios, el siguiente paso es emplear estrategias prácticas para que mejore el rendimiento [22, 23]. A tales efectos, puede hacerse lo siguiente:

- Emplear la metodología 5S que es una técnica japonesa de gestión visual que busca mantener el lugar de trabajo limpio, ordenado y eficiente. Sus cinco pasos son: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplina). Esta se aplica eliminando objetos innecesarios, asignando lugares específicos para cada herramienta, estableciendo rutinas de limpieza y creando estándares para mantener el orden. Esto reduce desperdicios, evitando pérdidas de tiempo buscando materiales, minimiza el riesgo de sufrir accidentes, mejora la productividad y disminuye inventarios innecesarios. Es decir, consiste en conservar un espacio de trabajo limpio, organizado y funcional.
- Utilizar sistema Kanban a través de indicadores visuales para regular el flujo de trabajo, prevenir saturación de procesos asegurando el balance apropiado de cargas operativas Es un método de control visual que usa tarjetas, tableros o señales de gestión del flujo de trabajo y los inventarios. Consiste en colocar esas tarjetas en cada etapa del proceso para indicar cuándo producir, mover o detener materiales, por eso, permite visualizar la carga de trabajo y detectar cuellos de botella. En la reducción de desperdicios, evita la sobreproducción, disminuye tiempos de espera y cerciora que los recursos sean usados en el momento justo, evadiendo saturaciones o acumulación innecesaria de inventario. Con este método se controla la carga de trabajo.
- Proponer Just in Time (producción Justo A Tiempo) que radica en recibir solamente materiales o productos cuando en el momento requerido.
- Capacitar mediante Kaizen que significa cambiar para mejorar, centrándose en hacer diminutos ajustes diarios en los equipos, impulsando una cultura de participación activa para aprender continuamente. Con ello se identifica y elimina ineficiencias innovando para que los procesos evolucionen productivamente.

- Hacer un rediseño de procesos con Value Stream Mapping (VSM) para lograr un panorama del flujo y prescindir gestiones innecesarias.
- Utilizar Kaizen que trata de la integración de los colaboradores para impulsar su participación, escuchando a quienes ejecutan los procesos contribuyendo a buena toma de decisiones, mediante la creación de espacios de retroalimentación y ello sirve para detectar problemas y tomar decisiones reduciendo errores y aumentando la eficiencia.
- Medir operativos para toma de decisiones en base a evidencias y no en supuestos.

Todo esto hace que se ahorre tiempo, aminorar errores e incrementar la productividad sin requerir inversiones cuantiosas.

5S se basa en 5 principios: clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina, manteniendo un espacio de trabajo organizado, limpio y seguro. La ordenación apropiada de herramientas, materiales y equipos reduce tiempos de búsqueda y reduce los errores. La limpieza permanente previene accidentes e imprime calidad en los productos [23].

Just-in-Time (JIT) consiste en producción concordada con la demanda y es un sistema que reduce al mínimo el inventario conservando el flujo continuo de esta. Es producir únicamente lo necesario, en el momento preciso y la cantidad necesaria para el cliente. Con ello, se reducen costos de almacenamiento y riesgos asociados al excesivo inventario. El JIT demanda colaboración con proveedores con gestión exacta en tiempos de entrega.

Kanban es un sistema de control visual para la administración del flujo de materiales y para conservar un nivel de inventario correcto. Usa señales para indicar el momento de reponer productos o materiales. Ofrece comunicación transparente entre los distintos procesos y impidiendo sobreproducción y fallo de material. Con ello se logra producir eficientemente y minimizar tiempos de espera.

Poka-yoke es muy útil para prevenir errores y defectos, incorpora mecanismos evitando errores en procesos de producción. Estos son sencillos, son sensores o controles visuales, que colaboran con los operadores para realizar sus tareas de modo correcto. El fin es evitar que se cometan defectos para no tener que hacer inspecciones ulteriores. Coadyuva en la calidad reduciendo costos por defectos de producción [23].

Al vincular con las estrategias LM se permite aludir lo siguiente:

Con 5S que constituye, como ya se ha venido diciendo, clasificación, orden y limpieza; a lo que sería una apropiada selección de acero para que no se acumulen materiales en el establecimiento, por decir, el uso de acero inoxidable en los equipos de procesamiento, suprime almacenar pinturas o insumos protectores, generando un impacto en reducción de inventarios y se puede organizar de mejor manera el espacio para el trabajo.

Con Kaizen que comprende mejorar continuamente, si se seleccionan aceros que sean más resistentes como, por ejemplo, aleados o corten, se reducen fallas repetitivas que incide en sostenibilidad en el tiempo, y su impacto radica en reducir o eliminar reprocesos; además, genera más orientación de optimización e innovación al talento humano.

Respecto a Just in Time que radica en la producción ajustada a la demanda, el acero galvanizado admite fabricar estructuras ligeras a costo bajo, precisando producción con demanda sin requerir de muchos inventarios.

TPM que refiere al mantenimiento productivo total enfocado en el uso de aceros aleados o inoxidables que constituyen a los de alta resistencia alarga la vida útil de las máquinas y componentes lo cual repercute en menos paradas no programadas, ofreciendo más disponibilidad de los equipos, como también una significativa disminución de los tiempos muertos.

En cuanto a la herramienta Poka-Yoke que consiste en la prevención de errores, si se elige el acero apropiado previene defectos por desgaste, corrosión o fractura y esto impacta que se minimicen errores en la producción y genere confiabilidad en los procesos.

Todo ello conduce a decir que se reducen defectos, reprocesos, mantenimientos, costos, utilización de materiales adecuados, se añade valor, los productos sean duraderos y se eliminan procesos por reparación.

### **3.3.1. Normas**

Como se ha venido comentando, las normas o principios de LM [5], están dirigidas del modo que sigue:

- Formación de empleados con basamento en los principios y mentalidad Lean.
- Utilizar las técnicas Lean para estandarizar y establecer la disciplina 5S [22], como formador operativo y cultural en cualquier sistema Lean, evitando retrasos, e impulsando al empleado a la mejora continua.

- Extinguir actividades que no tienen valor en la producción [5].
- Supervisión y mejora constante de los procesos usando datos en el momento [19].

### 3.3.2. Comparación

En la tabla 3.1 muestra la comparación, el cómo se aplica y los beneficios que lleva cada herramienta.

Tabla 3.1 Comparación de métodos LM para reducción de desperdicios [22]

Método	¿Qué es?	¿Cómo se aplica?	Beneficios/Reducción de desperdicios
5S	Metodología japonesa de orden y limpieza (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke)	Clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar, y mantener disciplina en el área de trabajo	Evita pérdida de tiempo, reduce accidentes, mejora la productividad, elimina inventarios innecesarios
Kanban (indicadores visuales)	Sistema de control visual para gestionar flujo de trabajo e inventarios	Uso de tarjetas/tableros que señalan cuándo producir, mover o detener materiales	Previene sobreproducción, reduce tiempos de espera, evita saturación de procesos
Just In Time (JIT)	Filosofía de producción que busca producir solamente lo que es necesario en el momento preciso	Coordinación con proveedores y proceso interno a fin de que los materiales lleguen cuando se requieran	Minimiza inventarios, reduce costos de almacenamiento, evita obsolescencias
Kaizen (mejora continua mediante capacitación)	Filosofía de mejora continua por medio de leves cambios diarios	Capacitación constante, participación activa y cultura de aprendizaje	Detecta y elimina ineficiencias, fomenta innovación y asegura evolución de los procesos
Value Streaming Mapping (VSM)	Herramienta de análisis que representa gráficamente el flujo de materiales e información	Mapear el flujo actual, identificar actividades que no aportan valor, diseñar un flujo más eficiente	Elimina pasos innecesarios, reduce los tiempos muertos, mejora la coordinación entre áreas o departamentos
Kaizen participativo (colaboradores)	Integración de los trabajadores en la mejora continua	Círculos o reuniones periódicas de calidad y retroalimentación con quienes llevan a cabo o ejecutan los procesos	Detecta problemas reales, mejora decisiones, minimiza errores y aumenta la eficacia y eficiencia
Decisiones basadas en evidencias	Uso de datos y métricas para dirigir acciones	Definir KPIs, recopilar información confiable y aplicar herramientas estadísticas	Evita decisiones erróneas, reduce riesgos y garantiza acciones efectivas

En los proyectos con Lean, tal como, se presenta en la tabla 3.1 de comparación, la ganancia procede generalmente de la prevención que se hace desde el principio y, de la estandarización, haciendo más sencillo disponer y concebir el reusó y los reciclajes de un modo más efectivo; teniendo en cuenta que el relleno tiene que ser la última alternativa y monitorizada con indicadores de desempeño que demuestren la reducción sostenida [6, 19].

Esto significa que mediante la prevención de origen lo importante en Lean es que se enfoca en evitar que el desperdicio ocurra, por ejemplo: diseño para flujo continuo, evitar sobreproducción.

Respecto del reuso, es compatible con Lean, al reutilizar materiales o componentes reduce inventario innecesario y costos.

En cuanto al reciclaje, si bien es aceptable no es precisamente ideal porque con Lean se prefiere evitar el desperdicio antes que tratarlo después. Mientras que, el relleno es contrario a Lean porque representa el fracaso del sistema al evitar desperdicio, por ende, debería ser la última opción.

Lo ideal es no generar desperdicio, por eso Lean anticipa la prevención mediante diseño eficiente, estandarización y mejora continua. Tanto el reuso como el reciclaje son estrategias útiles, pero no reemplazan la cultura de mejora proactiva y, el relleno es el peor escenario porque apunta a que no se logró añadir valor ni a recuperar recursos.

### 3.3.3. Procesamiento

En la tabla 3.2, muestra el proceso consiste en cortes, mecanizado, soldadura, tratamiento térmico, acabado y empaque, esto puede visualizarse de un modo sencillo mediante la siguiente tabla.

Tabla 3.2 Etapas para reducción de desperdicio [22]

<b>Etapa</b>	<b>¿Qué es?</b>	<b>¿Cómo se hace?</b>	<b>Herramientas Lean aplicadas</b>
Cortes	Separación de materia prima en piezas más pequeñas	Uso de sierras, láser, plasma o chorro de agua, control de dimensiones y velocidad de corte	SMED (cambio expedito de herramientas), 5S (orden en área de corte)
Mecanizado	Conformación de piezas a través de arranque de material	Operaciones en torno, fresadora, CNC, ajuste de parámetros de avance y refrigeración	Estandarización de parámetros Kaizen (mejora continua en precisión)
Soldadura	Unión de piezas metálicas con calor y/o precisión	Métodos MIG, TIG, arco eléctrico, control de corriente y material de aporte	Poka-Yoke (evita errores de posición, 5S (organización de equipos)
Tratamiento térmico	Modificación de propiedades mecánicas por calor	Procesos de temple, revenido, recocido, control de temperatura y enfriamiento	VSM (identificar cuellos de botella en hornos), estandarización de parámetros
Acabado	Mejora superficial y estética de la pieza	Pulido, anodizado, galvanizado, control de espesor y uniformidad	5S (control visual), Kaizen (mejoras en calidad de acabados)
Empaque	Protección y preparación del producto para transporte	Selección de materiales de empaque, etiquetado y trazabilidad	Kanban/Pull (control de inventarios), 5S (orden en área de empaque)

Cada etapa se beneficia de la reducción de tiempos de cambio (SMED), orden y limpieza (5S), y prevención de errores (Poka-Yoke), para reducir mermas, tiempos muertos y retrabajos [22]. Implica que se diseñen procesos eficientes para evitar sobreproducción y esperas; así como, implementar sistemas visuales para mejorar la organización (5S); analizar datos de producción para detectar cuellos de botella; optimizar con un esquema como layout para reducir transporte y movimiento innecesario y; capacitar al personal en mejora continua (Kaizen).

Para el correcto control de flujo y mantenimiento de la calidad se emplea el VSM en función de

hacer la identificación de cuellos de botella y mudas; Kanban/Pull para precisar los inventarios y no sobre producir; estandarizar parámetros considerando velocidades de corte, el exceso de soldadura con el objetivo de evitar repetir operaciones y trabajos innecesariamente y mermar desperdicio de material y de energía [6].

## 4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

### 4.1. Enfoque Metodológico

El método en una investigación se basa en el conjunto de procesos que permiten lograr el objetivo del estudio. Son las etapas y reglas que señalan el procedimiento para llevar a cabo una investigación, cuyos resultados sean aceptados como válidos para la comunidad científica [26].

La investigación se enmarca dentro del tipo aplicada, porque se busca resolver un problema práctico que se viene presentando en la empresa DIPAG Sociedad Civil. Con un nivel que se puede circunscribir como cuantitativo, descriptivo y propositivo, en tanto que, describe la situación actual y propone un sistema Lean Manufacturing.

Este trabajo tiene un enfoque cuantitativo que utiliza la recopilación de información y su comprobación mediante procedimientos estadísticos [27].

En la figura 4.1, muestra el esquema piramidal en el cual se va de manera jerárquica desde los elementos más amplios hasta los más particulares así facilitando la comprensión metodológica.



Figura 4.1 Esquema piramidal del enfoque metodológico [26].

En cuanto al diseño “es la planificación de actividades que dan respuesta al problema de investigación. Se refiere al plan o estrategia concebida para obtener la información que se desee, es decir, el plan de acción a seguir en el trabajo de campo” [28, p. 83].

### 4.2. Método de Investigación

En la tabla 4.1, muestra los métodos inductivo-deductivo y analítico-sintético. En este sentido, es

inductivo porque se obtendrá información dada de la propia realidad de la empresa con el objetivo de identificar desperdicios; deductivo por el empleo de principios Lean para diseñar el sistema acorde a la empresa de estudio; lo analítico por la posibilidad de descomposición de procesos y; sintético por cuanto se hará la integración, de acuerdo con los hallazgos, en la propuesta, tal como se muestra a continuación.

Tabla 4.1 Esquema comparativo de métodos

<b>Inductivo</b>	<b>Deductivo</b>
Realidad de la empresa	Aplicación de herramientas Lean
Identificación de desperdicios	Diseño del sistema

### 4.3.Población

Es el conjunto de individuos con una serie de especificaciones en común y que ocupan un espacio determinado. Describe la población de estudio y los procedimientos a utilizar. La población de la presente investigación está constituida por 6 personas que laboran en el área de producción en la empresa DIPAG, Los mismos fueron seleccionados bajo los criterios de inclusión y exclusión, como personal de más antigüedad, y periodos vacacionales, que garanticen representatividad y validez interna y externa del estudio.

### 4.4.Procedimiento general

El procedimiento se divide en tres fases:

#### Fase I: Revisión de la literatura

- Búsqueda en bases y repertorios académicos, de revistas y sitios web y de instituciones oficiales.
- Identificación de herramientas Lean.

En la tabla 4.2, muestra la revisión de la literatura el cual se empleará

Tabla 4.2 Revisión de la literatura

<b>Fase I</b>				
<b>Revisión de la literatura</b>				
Inicio	Búsqueda	Selección de herramientas Lean Manufacturing	Elaboración del marco teórico	Fin

La revisión de la literatura constituye una técnica esencial para sustentar teóricamente la investigación. Este procedimiento se orienta a recopilar, analizar y sistematizar información proveniente de fuentes académicas y científicas, con el propósito de identificar las principales

herramientas de Lean Manufacturing enfocadas en la reducción de desperdicios y comprender su aplicación en diferentes contextos empresariales.

Las fuentes consultadas incluyen:

- Artículos científicos publicados en revistas indexadas como: Scielo, Dialnet, ScienceDirect, Redalyc, entre otras revistas, repositorios de universidades públicas y privadas.
- Libros especializados en Lean Manufacturing, mejora continua y gestión de operaciones.
- Tesis y trabajos académicos relacionados con la implementación de sistemas Lean en empresas manufactureras.

El análisis de la literatura permitirá:

- Herramientas Lean más utilizadas para la minimización de desperdicios (5S, Kaizen, Kanban, VSM).
- Revisión de otros trabajos con experiencias previas de implementación LM en empresas similares.
- Desarrollo de marco teórico sólido que sustente la propuesta de diseño del sistema Lean Manufacturing para DIPAG Sociedad Civil.

En la tabla 4.3, muestra la revisión de la literatura detallando paso a paso como se va a desarrollar.

Tabla 4.3 Cuadro de flujo para la revisión de la literatura

<b>Pasos para la revisión de la literatura</b>		
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Fuentes académicas	Proceso de análisis	Resultados esperados
Artículos, libros, tesis, sitios web	Lectura con criterio, clasificación, síntesis	Identificación de herramientas lean, experiencias previas, marco teórico

En esta figura se muestra los tipos de materiales que, principalmente, se han utilizado para obtener conocimiento teórico de los fundamentos y en lo que consiste la temática principal del presente estudio, asimismo, se destaca que se escogió fuentes bibliográficas que se clasificaron según fuesen artículos de revistas, o trabajos de titulación, extrayendo el resumen o síntesis del contenido principal, considerando fundamentalmente que se trataran de textos que trataran acerca de la metodología lean manufacturing que sirviesen de fundamentos y, para la construcción del marco teórico.

## **Fase II: Diagnóstico de la situación actual**

- Aplicación de cuestionarios.

En la tabla 4.4 muestra el procedimiento para el diagnóstico de la situación actual de la empresa DIPAG.

Tabla 4.4 Cuadro de flujo para el procedimiento para diagnóstico

Procedimiento para el diagnóstico				
1	2	3	4	5
Diseño del cuestionario	Aplicación	Análisis	Identificación de desperdicios	Fin

Como se ha venido comentando, el diagnóstico de la situación real de la empresa DIPAG Sociedad Civil se determinará concretamente con el resultado que arrojen las respuestas de parte de los jefes de áreas o directivos y de los mismos trabajadores que son quienes conocen y hacen vida en ella, llevando a cabo el proceso que conforma a esta organización. De allí, se realizará el respectivo análisis para encontrar el mejor diseño que pueda proponerse con la finalidad de dar solución a la problemática planteada.

### Fase III: Diseño del sistema Lean Manufacturing

Esta fase depende de la indicada anteriormente, sin embargo, se estima la estructura siguiente:

- Selección de herramientas LM.
- Diseño del sistema.

En la siguiente tabla 4.5, muestra la matriz para la operacionalización de variables en el cual se menciona las variables e indicadores con el cual se va a evaluar cada uno de los objetivos establecidos.

Tabla 4.5 Matriz para la operacionalización

Objetivos	Variables	Indicadores	Instrumentos de investigación
Identificar herramientas Lean Manufacturing enfocadas en la reducción de desperdicios, a través de la revisión de la literatura.	Herramientas LM	Eficiencia	Ficha de control
	Reducción de desperdicios	Costos	
Hacer el diagnóstico de la situación en la empresa DIPAG Sociedad Civil a través del uso de cuestionario establecido en el proceso metodológico.	Procesos internos	Porcentaje de trabajadores que identifican desperdicios	Cuestionario estructurado
	Percepción del personal	Tipo de desperdicios frecuentes	Guía de observación
Diseñar un sistema Lean Manufacturing para la minimización de los desperdicios de la empresa DIPAG Sociedad Civil.	Sistema Lean propuesto	Número de herramientas lean incorporadas	Diagrama de flujo
		Cronograma de implementación	Esquema 5S

Una vez que se obtengan los resultados del empleo del cuestionario, se propondrá el diseño de un sistema lean funcional para el proceso de la empresa DIPAG dirigido hacia la reducción de desperdicios, mediante la reestructuración del orden, la organización, minimización de tiempos de espera, menos actividades y tareas por parte de los trabajadores, concentrado en un trabajo eficiente

que, visualice cuello de botella, fluidez del transporte y sea capaz de identificar si se presentan problemas para que se tomen decisiones oportunas, incrementando el valor en satisfacción de los clientes.

#### 4.5. Técnicas de Recolección de Datos

Son un conjunto de acciones que realiza el investigador para obtener la información que permite alcanzar los objetivos o contrastar la hipótesis, cuando la situación lo amerite. Es necesario indicar las fuentes primarias o secundarias de donde obtiene la información [29].

Se trata de recabar información de elementos que coadyuven a la construcción del diseño LM para la utilidad de DIPAG, a tales efectos, se utilizará:

- Cuestionario estructurado.

El instrumento principal de recolección de datos es un cuestionario estructurado, diseñado en base a los desperdicios identificados por Lean Manufacturing. Dicho cuestionario se aplica a trabajadores, jefes de áreas o directivos de la empresa DIPAG Sociedad Civil.

En la tabla 4,6, muestra la herramienta que se utilizará en la investigación con el fin de obtener la información necesaria para el objetivo establecido.

Tabla 4.6 Técnicas de recolección de datos

Técnica	Instrumento	Tipo de datos
Cuestionario	Escala de Likert	Cuantitativos

El instrumento a aplicar se determina en general por respuestas cerradas y de selección simple bajo la propuesta de la escala de Likert, facilitando su posterior análisis conforme a frecuencia, porcentajes que arrojen los resultados, queriendo decir, aquellas que se repitan o de lo que sean respuestas comunes, por supuesto, tomando en consideración también las menos frecuentes, todo lo cual se representará, igualmente, en gráficos que permitan la visualización de las mismas.

Para analizar los desperdicios, se calcula la eficiencia total de acuerdo a la siguiente ecuación que se muestra en la 4.1:

Ecuación 4.1 Eficiencia de promedio

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum(\text{PRIM}_i \times \eta_i)}{\sum \text{PRIM}_i} \quad (4.1)$$

Considerando:

PRIM<sub>i</sub>= unidad de compra del material i

$n_i$  = eficiencia del material  $i$

Para realizar el cálculo de la pérdida de acuerdo con el análisis promedio ponderado de eficiencia de Dipag se utilizará la siguiente ecuación 4.2:

Ecuación 4.2 Pérdida Económica

$$\text{Pérdida económica} = \text{Costo total de materia prima} * \text{proporción de desperdicio} \quad (4.2)$$

#### 4.6. Técnicas de Análisis de Datos

Describe las técnicas estadísticas utilizadas para procesar la información obtenida de la aplicación de los instrumentos. Si bien esta fase es realizada después de la recolección de la información, durante la ejecución de la investigación se planifica con antelación, considerando lo que se hará, en qué consistirá y cómo se ejecutará. En este sentido comprende:

- Estadística descriptiva.
- Herramientas Lean: 5S.
- Validación

En la figura 4.2, muestra las técnicas del análisis de datos para procesar la información obtenida de los instrumentos.

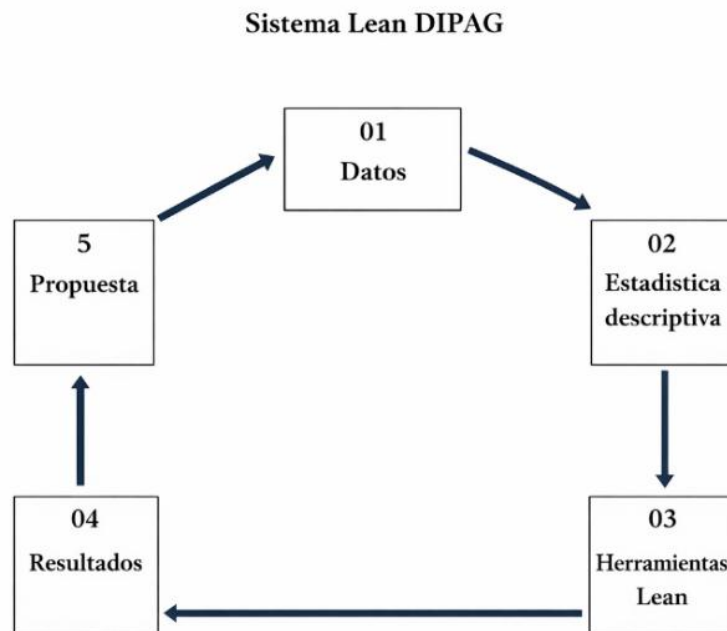


Figura 4.2 Proceso de análisis de datos

#### 4.7. Recursos

Los recursos son aquellos elementos que se requieren para materializar el trabajo de investigación que, para el presente estudio apuntan a la imperiosa necesidad de contar con los investigadores, personal docente que guían y dan la orientación o asesoría acompañando a los estudiantes para la elaboración del proyecto a través de sus conocimientos y experiencia. A continuación, se ilustra los componentes de dichos recursos.

A continuación, en la figura 4.3, ilustra los componentes de dichos recursos

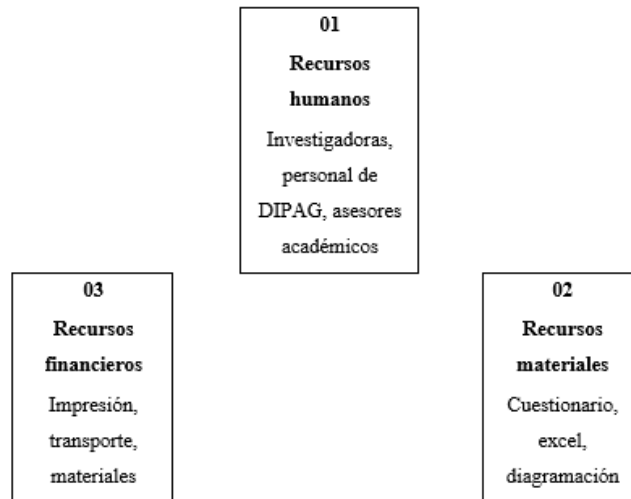


Figura 4.3 Recursos para la investigación

Se observa la clasificación de los recursos necesarios para esta investigación, agrupados en humanos, materiales y financieros, los cuales garantizan la viabilidad del proyecto.

#### 4.8. Toma de decisiones y matriz ponderada

Dentro del campo de la ingeniería y la gestión empresarial, decidir es un paso crucial que consiste en elegir la mejor opción entre varias posibilidades. Este proceso debe fundamentarse en criterios que sean objetivos, cuantificables y coherentes con los objetivos de la organización, con el propósito de reducir riesgos y aumentar beneficios.

Para llevar a cabo esto, se utilizan herramientas de análisis multicriterio que facilitan la evaluación de distintas alternativas teniendo en cuenta varios factores al mismo tiempo.

##### **Análisis multicriterio**

El análisis multicriterio es un enfoque que ayuda a examinar diversas opciones cuando hay múltiples variables o criterios que afectan la decisión. Esta metodología se aplica frecuentemente

en la selección de proyectos, la mejora de procesos y la elección de tecnologías.

Su principal beneficio es que organiza el problema de manera coherente, otorgando una importancia relativa a cada criterio y analizando cada opción de forma metódica.

### **Matriz de ponderación**

La matriz de ponderación es una herramienta de análisis multicriterio que permite la comparación de distintas alternativas al asignar pesos a criterios específicos y evaluar cuantitativamente cada opción.

Se presenta como una tabla donde:

- Se definen criterios de evaluación
- Se otorga un peso a cada criterio según su relevancia
- Se puntúa cada alternativa
- Se determina un puntaje ponderado
- Esta herramienta promueve decisiones objetivas al disminuir la subjetividad al basarse en datos numéricos.

### **Criterios de evaluación**

Los criterios de evaluación son los factores utilizados para examinar las diferentes opciones. Estos deben ser:

Relevantes para la situación

Cuantificables

Comparables entre sí

En el análisis realizado, se tomaron en cuenta criterios como:

Impacto en desperdicios

Viabilidad técnica

Costo de implementación

Cada criterio afecta de manera diferente la decisión final, por lo que es fundamental asignarles un grado de importancia.

## **4.9. Definiciones**

### **¿Qué es el checklist?**

Se trata de un método de revisión que engloba varias labores, criterios o pautas a chequear con el fin de comprobar si se cumplen o no dentro de alguna actividad o área de trabajo.

### Los beneficios que tiene los checklist

- Mejora en la organización y planificación
- Reducción de errores y olvidos humanos
- Aumento de la calidad de seguridad
- Mantener el orden y la organización

### ¿Qué es la tarjeta roja?

Estos sirven como un medio de vigilancia visual aplicados en la fase inicial, la primera "S" (clasificar), de la metodología 5S. Su propósito es identificar y señalar aquellas cosas sobrantes halladas en el sitio de labor que requieren ser quitadas, puestas en otro sitio o tiradas.

### Beneficios que tiene las tarjetas rojas

- Reducción de objetos innecesarios
- Mejor organización
- Mejoría en la seguridad
- Aumento de la productividad


## 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 5.1. Levantamiento de información de la empresa

#### 5.1.1. Procesos estratégicos

En la tabla 5.1 muestra los procesos estratégicos de la empresa DIPAG Sociedad Civil.


Tabla 5.1 Procesos estratégicos DIPAG

		DIPAG Sociedad Civil
		Procesos estratégicos (PE)
Codificación	Proceso	Subproceso
CPE22	Planificación estratégica	Informes necesarios. Analizar las necesidades y oportunidades que se puede presentar en el mercado a nivel nacional e internacional. Delegar responsables de área. Realizar control de seguimiento y cumplimiento.
CPED22	Evaluación de desempeño	Informes de seguimiento y desempeño a cada jefe de área.

#### 5.1.2. Procesos operativos

En la tabla 5.2 muestra todos los procesos operativos que se encuentra dentro de la empresa DIPAG, juntamente con sus subprocesos establecidas para cada una de ellas.


Tabla 5.2 Procesos operativos DIPAG

		DIPAG Sociedad Civil
		Procesos operacionales
Codificación	Proceso	Subproceso
CPI22	Importación	Considerar los requerimientos de la máquina. Verificar los contactos para tener en cuenta las necesidades de los proveedores. Recepción de las maquinas
CPL22	Logística	Check-list para verificar las condiciones en el que llega la máquina. Realiza el orden de pedido Asignación de responsable del área de trabajo y herramientas.
CPEI22	Área de producción	Preparación, corte de materiales, rolado y conformado del tambor, soldadura, maquinado y perforaciones, almacenamiento, pintura, inspección y pruebas, instalación eléctrica y del motor, ensamble mecánico.
CPV22	Ventas	Ventas de los equipos/máquinas Tomar lo que requiere el cliente Inducción del uso de la maquinaria
CPSPV22	Servicio post-venta	Disponibilidad de la máquina Verificación del servicio Verificación de la conformidad de los clientes sobre las maquinas Generar y aceptar solicitudes de disponibilidad de posventa

### 5.1.3. Procesos de apoyo

En la tabla 5.3 muestra los procesos de apoyo de la empresa DIPAG con sus subprocesos y códigos correspondientes.

Tabla 5.3 Procesos de apoyo DIPAG

		DIPAG Sociedad Civil
		Procesos de apoyo (PA)
Codificación	Proceso	Subproceso
CPH22	Talento humano	Velar por los trabajadores de la empresa. Realizar capacitaciones necesarias para el mejoramiento de cada área. Realizar acercamientos y envíos de solicitudes.
CPC22	Contabilidad	Reportes mediante la plataforma Fénix Realizar plan de cuenta Realizar y solicitar información financiera Realizar declaraciones
CPP22	Marketing	Realizar páginas web donde se promocionen los productos de la empresa con un impacto mayor. Atracción del mercado.

### 5.1.4. Mapa de procesos

Tras identificar y clasificar cada una de las actividades y fases menores de la compañía, se procedió a crear un mapa de procesos, el que se muestra en la figura 5.1.

- Procesos estratégicos: Se ubican arriba en el esquema y su fin es asegurar que se cumplan todos los objetivos de la entidad.
- Procesos operativos: Estos se relacionan con el propósito principal de la empresa y ocupan el área media del diagrama.
- Procesos de apoyo: Se colocan abajo en el esquema y sirven de ayuda a los procesos operativos y a los estratégicos.

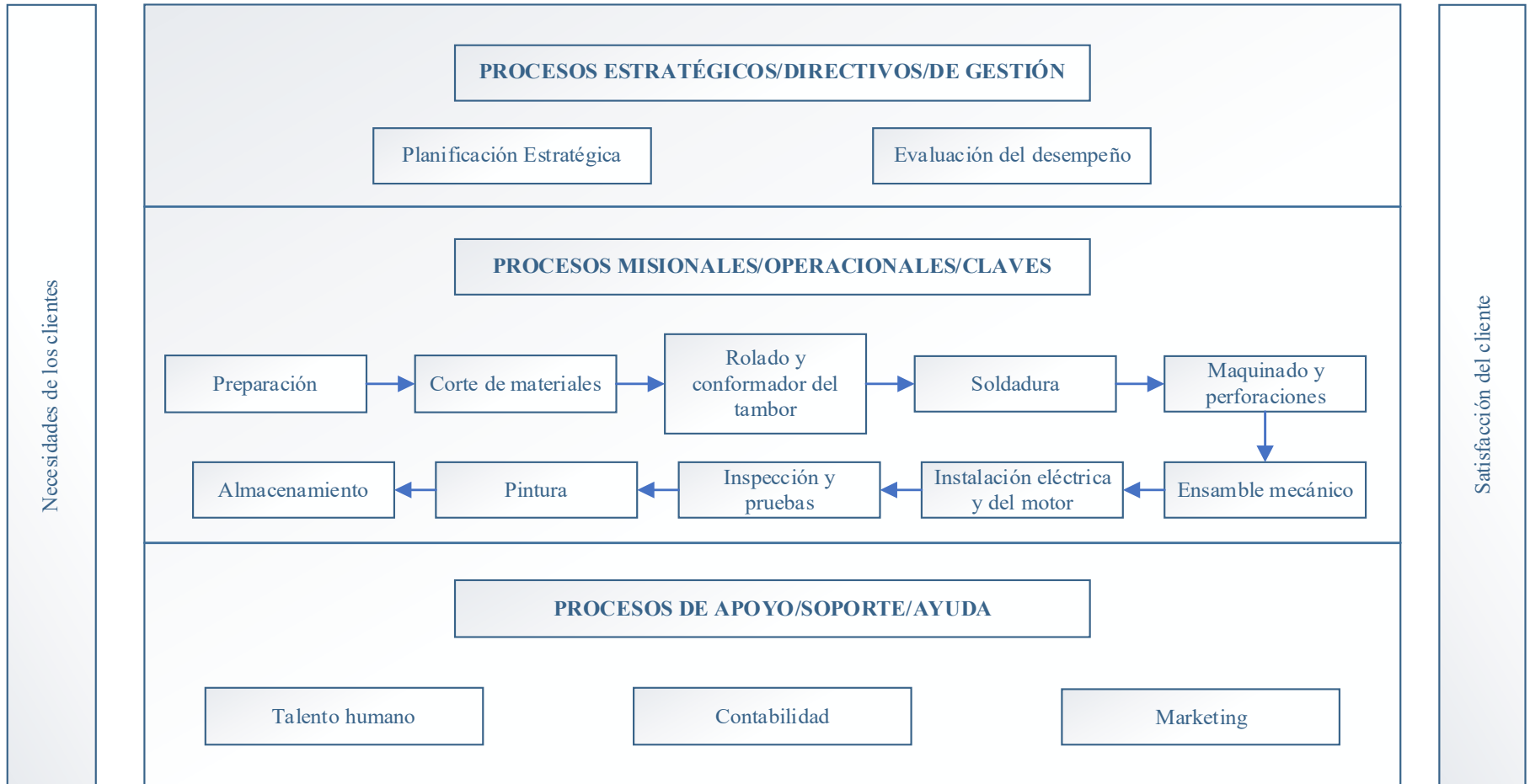


Figura 5.1 Mapa de proceso DIPAG

### 5.1.5. Layout de la empresa DIPAG

En la siguiente figura 5.2, muestra el Layout de la empresa DIPAG.

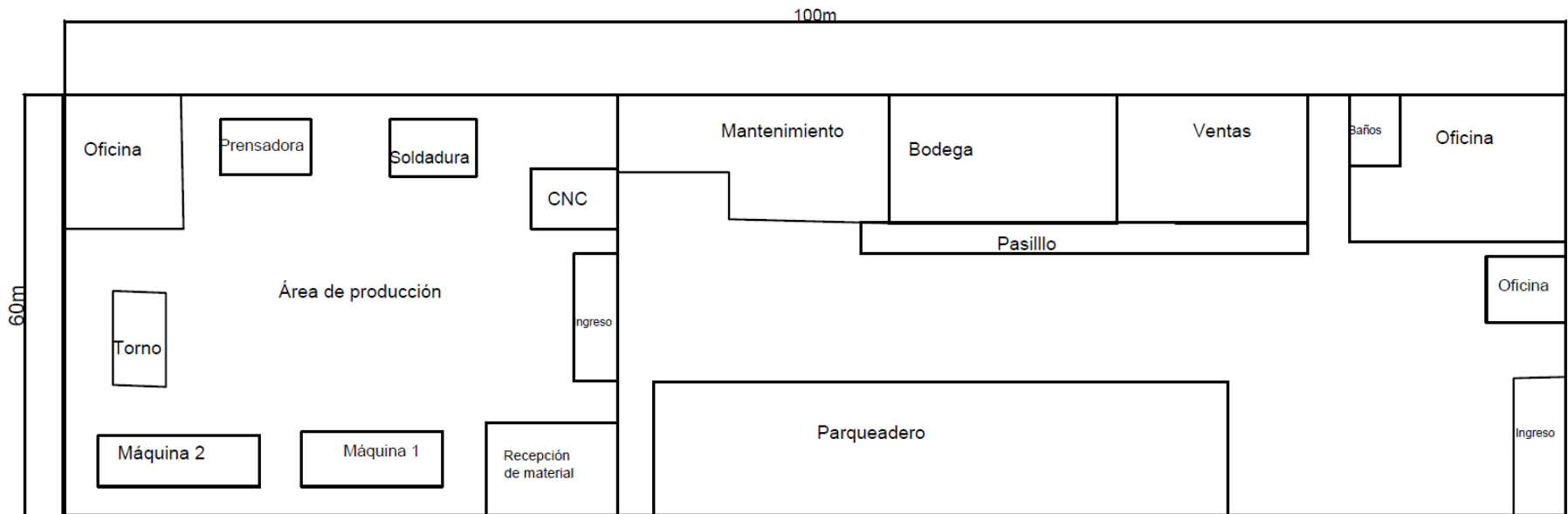


Figura 5.2 Layout DIPAG

## **5.1.6. Descripción de los procesos productivos de la empresa**

### **5.1.6.1.Línea de producción de la concretera mezcladora**

- **Proceso de recepción de materia prima**

El proceso para obtener el material base arranca con la arribada del vehículo que trae los elementos cruciales para armar la concretera. Seguidamente, se bajan dichos elementos al área asignada en las instalaciones. Durante este paso, se mira todo para asegurar que los componentes estén bien y cumplan con lo requerido. También se comprueba que la cantidad recibida sea justo lo que se pidió. Tras terminar de revisar todo, se anota que ya llegó el material. Finalmente, los elementos quedan preparados para usarse en las próximas partes de la fabricación.

- **Proceso de corte de material**

La tarea de cortar el material consiste en preparar las piezas de metal que se usarán para fabricar la concretera. Primero, se selecciona el metal requerido basándose en lo que indica el plano. Después, se miden y se señalan las marcas de cada pieza con sus tamaños precisos. Una vez fijadas las medidas, se procede a cortar usando las herramientas o máquinas adecuadas. Tras el corte, se revisa que las medidas obtenidas sean exactas y cumplan con lo marcado en el diseño. Por último, las piezas ya cortadas se mueven al sitio correcto para continuar con la elaboración. En la figura 5.1 muestra el corte del material en una máquina CNC.

- **Procesos de rolado y conformado del tambor**

La forma de curvar y moldear el tambor busca darle una figura cilíndrica a las planchas de metal que irán en la concretera. Al principio, se seleccionan las planchas metálicas que ya se cortaron antes. Luego, se ajusta la máquina curvadora según el ancho que necesita tener el tambor. Después, se introduce la plancha en la máquina para hacer el curvado y lograr la forma buscada. Cuando este paso se termina, se comprueba que la forma y el tamaño logrados sean los apropiados. Finalmente, el tambor ya formado se lleva al lugar donde continuará su elaboración.

- **Proceso de almacenamiento**

La etapa de guardado significa ordenar y resguardar los materiales o los artículos ya listos en la zona prevista para eso. En esta parte, se reciben los artículos creados en las etapas previas de manufactura. Después, se examina el estado del artículo para asegurarse de que no tenga fallas ni golpes. Una vez confirmada su aprobación, el artículo se pone en el sitio asignado dentro del sector

de guardado. Asimismo, se anota su entrada en el registro de existencias pertinente. Así se logra tener un manejo eficaz sobre los materiales y artículos listos para usarse o despacharse.

- **Proceso de soldadura**

En este proceso de la soldadura consiste en unir las partes metálicas que sirven de soporte durante la fabricación de la concreteira, esto se hace mediante el uso del calor y electrodos. Esta forma de trabajar ayuda a obtener una estructura fuerte y bien balanceada que garantiza que la maquina funcione correctamente.

- **Maquinado y perforaciones**

En esta parte del proceso va el trabajo por parte del torno y taladro que se encarga de hacer los ajustes y orificios necesarios en los trozos metálicos. Estas labores permiten que las piezas encajen bien al armar la concreteira.

En la figura 5.2, ilustra lo del proceso de maquinado y perforado.

- **Ensamble mecánico**

En esta parte se basa en la contricción física que requiere juntar los distintos componentes de la concreteira, como el tambor, los rodamientos y el sistema de engranajes. Durante este proceso se arman todas las secciones para obtener el resultado final.

- **Instalación eléctrica y del motor**

En este proceso incluye instalar la unidad de potencia y conectar el cableado que hace que la concreteira funcione, se realizan los enlaces precisos para garantizar que el trabajo sea seguro m eficiente.

- **Inspección y pruebas**

El momento de la inspección y pruebas son la parte clave para seguir al siguiente proceso. Se efectúa revisiones detalladas y pruebas operativas para comprobar que la maquinaria satisfaga los estándares de calidad de su uso.

- **Proceso de la pintura**

En el proceso de la pintura prácticamente se basa en aplicar la cubierta en la concreteira para así proteger de los óxidos y mejorar su aspecto visual. Además este paso ayuda a que la maquina dure mas tiempo.

En la figura 5.3 ilustra el proceso de la pintura


## 5.1.7. Levantamiento de procesos

### 5.1.7.1. Línea de producción de concreteira mezcladora para concreto

#### Proceso de preparación

En la tabla 5.4 muestra el proceso en el que se recibe, descarga e inspeccionan la materia prima necesaria para la fabricación de la concreteira.

Tabla 5.4 Levantamiento de procesos. Recepción de materia prima

		<b>Proceso</b>	Preparación
		<b>Subproceso</b>	Recepción de materia prima
		<b>Código</b>	LP-RMP-01
<b>Objetivo</b>		Realizar la recepción y verificación de la materia prima necesaria para la fabricación de una concreteira.	
<b>Entradas</b>		Planchas de acero, estructuras metálicas, ejes, motor, rodamientos, tornillos, pintura.	
<b>Recursos</b>		Trabajadores, equipos de descarga, zona de almacenamiento, registro de entrada.	
<b>Salidas</b>		Materia prima revisada y anotada en el inventario para el proceso de producción.	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	
1	Ingreso del vehículo	Se registra el ingreso del vehículo que transporta la materia prima hacia la planta.	
2	Descarga de materia prima	Se procede a la descarga de los materiales (planchas de acero, perfiles, motores, accesorios) confirmando que haya suficiente espacio en la zona de almacenamiento.	
3	Inspeccionar materia prima	Se revisa el estado físico, las dimensiones y la cantidad de los materiales que han llegado para garantizar que se ajusten a las especificaciones requeridas.	
4	Registrar ingreso de materia prima	Se anota la cantidad de materiales recibidos en el sistema o en el formato de control de inventario.	

La figura 5.3 muestra el diagrama de flujo del subproceso al final indica el modelo actual de la recepción de la materia prima.

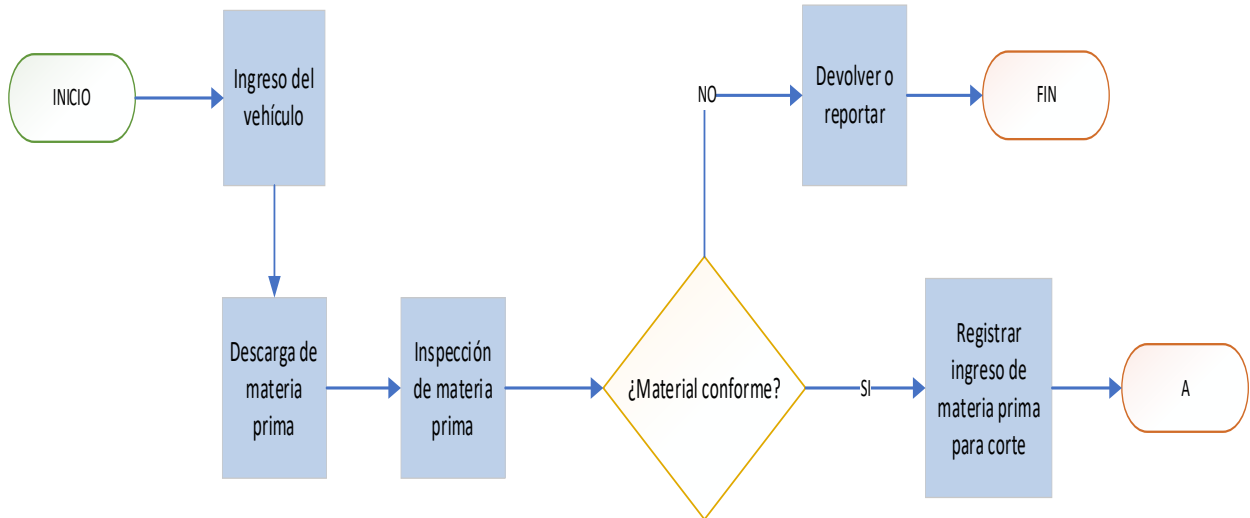


Figura 5.3 Diagrama de flujo: Recepción de materia prima

#### Proceso de corte de material

En la tabla 5.5 detalla el proceso donde se selecciona, mide y carta las piezas metálicas según las

dimensiones establecidas en el diseño.

Tabla 5.5 Levantamiento de procesos. Corte de piezas metálicas

		<b>Proceso</b>	Corte de material
		<b>Subproceso</b>	Corte de piezas metálicas
		<b>Código</b>	LP-CM-02
<b>Objetivo</b>		Realizar el corte de los materiales metálicos según las dimensiones establecidas en el diseño de la concretera.	
<b>Entradas</b>		Placas de acero, perfiles de metales, ejes y varillas metálicas.	
<b>Recursos</b>		Trabajadores, máquinas de corte (CNC), herramientas de medición, zona de trabajo.	
<b>Salidas</b>		Componentes metálicos cortados a las medidas necesarias para la fabricación.	
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	
1	Seleccionar material	Se escoge el metal necesario de acuerdo con el diseño y las especificaciones técnicas de la concretera.	
2	Medir y marcar material	Se realizan las mediciones y se indica las dimensiones sobre el material antes de proceder al corte.	
3	Realizar corte del material	Se lleva a cabo el corte utilizando la máquina o herramienta apropiada según el tipo de metal.	
4	Verificar dimensiones de las piezas	Se verifica que las piezas cortadas estén dentro de las medidas establecidas en el diseño.	
5	Traslado de piezas a el área de trabajo	Las piezas que han sido cortadas se trasladan a la zona correspondiente para continuar con el proceso de producción.	

La figura 5.4 muestra el diagrama de flujo del subproceso a fin de representar el modelo actual del corte de piezas metálicas.

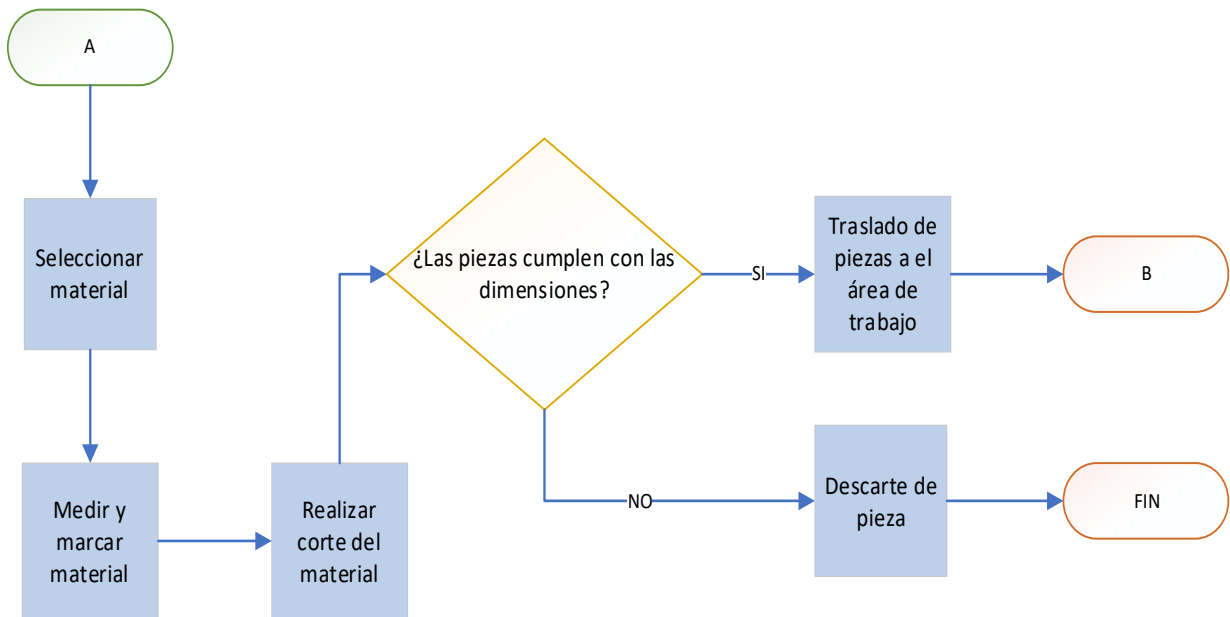



Figura 5.4 Diagrama de flujo: Corte de piezas metálicas

### Proceso de rolado y conformado de tambor

En la tabla 5.6 muestra el proceso en el que las planchas metálicas se moldean mediante máquinas roladora para obtener la forma cilíndrica del tambor de la concretera.

Tabla 5.6 Levantamiento de procesos. Conformado de planchas metálicas

		<b>Proceso</b>	Rolado y conformado del tambor
		<b>Subproceso</b>	Conformado de planchas metálicas
		<b>Código</b>	LP-RCT-03
<b>Objetivo</b>		Realizar el rolado y conformado de las planchas metálicas para formar el tambor de la concretera según las dimensiones del diseño.	
<b>Entradas</b>		Planchas de acero que ya han sido recortadas.	
<b>Recursos</b>		Trabajadores, máquina de rodillos, instrumentos de medición en el área de producción.	
<b>Salidas</b>		Tambor metálico moldeado con la forma cilíndrica necesaria para la concretera.	
Nº	Actividad	Descripción	
1	Seleccionar planchas metálicas	Se eligen las planchas de metal que están recortadas y se usarán para dar la forma al tambor.	
2	Ajustar máquina roladora	La máquina roladora se ajusta según las medidas del diámetro necesario para el tambor.	
3	Realizar el rolado del material	La plancha de metal se coloca en la máquina roladora para modelar la forma cilíndrica.	
4	Verificar dimensiones del tambor	Se verifica que el diámetro y la forma del tambor este de acuerdo con las especificaciones del diseño.	
5	Traslado al área de ensamblaje	El tambor moldeado se envía al área correspondiente para proseguir con el proceso de fabricación.	

La figura 5.5 muestra el diagrama de flujo del subproceso a fin de representar el modelo actual de conformado de planchas metálicas.

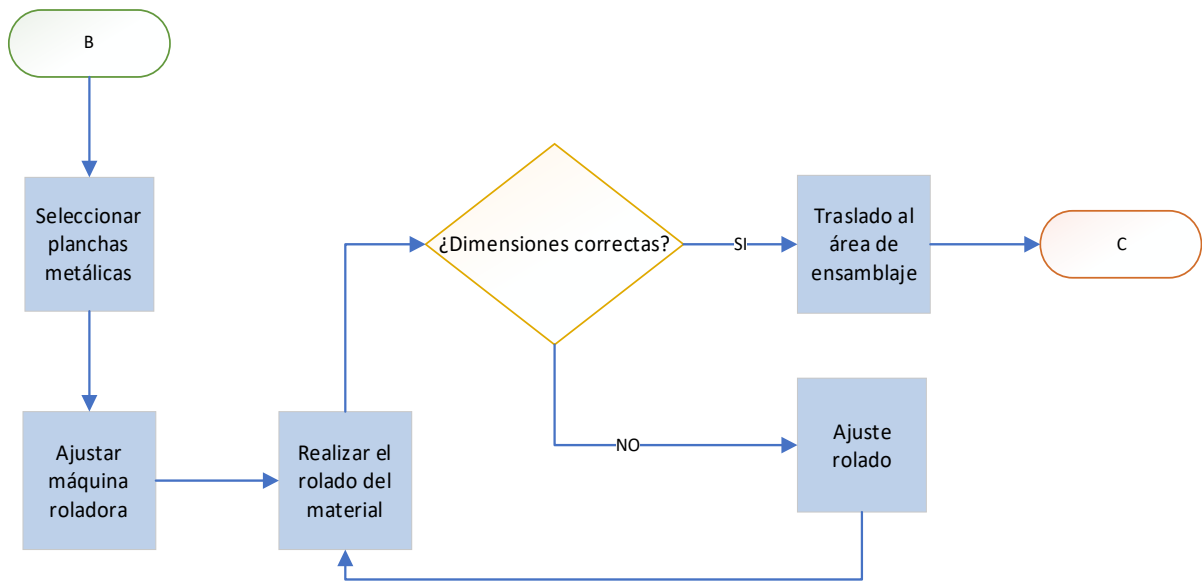



Figura 5.5 Diagrama de flujo: Conformado de planchas metálicas

### Proceso de soldadura

En la tabla 5.7 detalla el método de soldadura, que une las partes metálicas que forman la estructura de la máquina de hormigón. Este método garantiza la fortaleza y la estabilidad del equipo, asegurando su adecuado desempeño.

Tabla 5.7 Levantamiento de procesos. Unión de piezas metálicas

		<b>Proceso</b>	Soldadura
		<b>Subproceso</b>	Unión de piezas metálicas para una concretera.
		<b>Código</b>	LP-SOL-04
<b>Objetivo</b>		Unificar las piezas metálicas mediante soldadura para garantizar la resistencia y rigidez de la concreta.	
<b>Entradas</b>		Piezas metálicas preparadas, electrodos para soldadura, diagramas de manufactura, suministro eléctrico.	
<b>Recursos</b>		Equipos de soldadura, operario soldador, electrodos, herramientas manuales y EPP.	
<b>Salidas</b>		Estructura de una concretera listo para el siguiente proceso.	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	
1	Recepción de piezas	Se reciben las piezas metálicas que fueron cortadas anteriormente y que se unirán a través de soldadura.	
2	Revisión de planos	Se revisan los diseños de producción para localizar los lugares donde se llevará a cabo la soldadura.	
3	Disposición del material	Las superficies de la parte que se va a utilizar se limpian correctamente para obtener una fusión adecuada	
4	Ajuste de las piezas	Las piezas se ajustan correctamente utilizando herramientas de fijación.	
5	Punteo de soldadura	Se aplica soldaduras breves para que las partes no se mueva.	
6	Unión principal	Se coloca pequeñas uniones de soldadura y así fijar las partes de la concretera.	
7	Limpieza de soldadura	Se retiran las impurezas y restos generados al soldar las piezas.	
8	Revisión del acabado	Se comprueba el buen estado de los puntos soldados buscando cualquier defecto.	
9	Aprobación final	Las piezas ya soldadas se da un buen visto y pasan para el siguiente proceso	

En la figura 5.6 muestra los pasos del trabajo de la soldadura iniciando con alistar las partes y finalizando con dar un buen visto para el siguiente proceso.

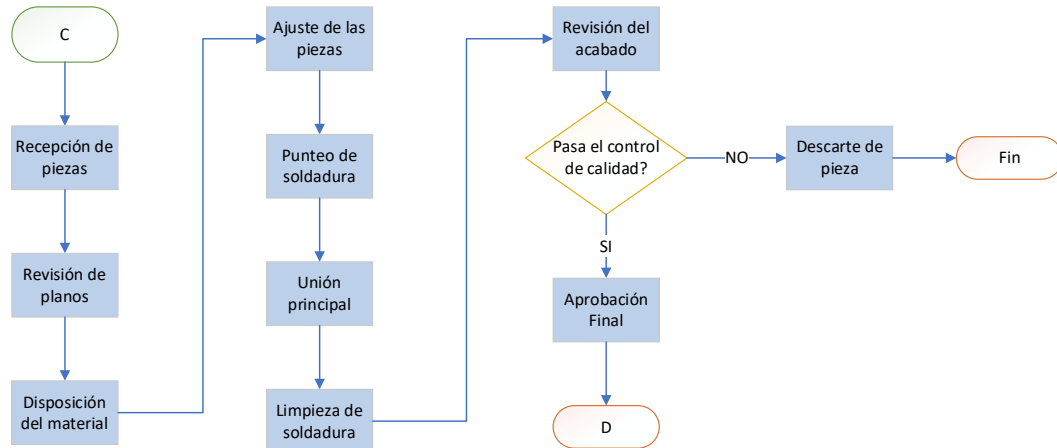



Figura 5.6 Diagrama de flujo: Unión de piezas metálicas

### Proceso de Maquinado y perforaciones

En la tabla 5.8 describe el proceso de fabricación y taladro, en el cual se realizan las perforaciones y las medidas precisas y necesarias en las partes metálicas para la construcción de una concretera.

Tabla 5.8 Levantamiento de procesos. Perforación y mecanizado de piezas metálicas

		<b>Proceso</b>	Maquinado y perforaciones
		<b>Subproceso</b>	Perforación y mecanizado de piezas metálicas
		<b>Código</b>	PL-MAQ-05
<b>Objetivo</b>		Ejecutar la mecanización y perforación de las partes metálicas de la máquina de concreto para habilitar su adecuado ensamblaje y operatividad.	
<b>Entradas</b>		Piezas de metal ya cortadas, brocas para taladrar, energía eléctrica, herramientas de trabajo.	
<b>Recursos</b>		Personal de máquina, taladro de grado industrial, máquina de torno, brocas, aparatos de medición, y EPP	
<b>Salidas</b>		Piezas metálicas ya perforadas de acuerdo a cada una de las necesidades.	
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	
1	Recepción de piezas	Se reciben las piezas metálicas que necesitan ser mecanizadas o perforadas.	
2	Verificación de planos	Se verifica las medidas, los emplazamientos y el ancho de los orificios según a lo que se necesita.	
3	Señalización de puntos	Se marca los puntos donde se realizará los orificios	
4	Ajuste del equipo	Se selecciona las brocas y se prepara el taladro juntamente con todas las herramientas de trabajo	
5	Perforación de piezas	Se perforan los orificios siguiendo los detalles especificados.	
6	Maquinado de superficies	Se realiza los arreglos o mecanizados requeridos para que las partes encajen correctamente.	
7	Limpieza de piezas	Se quitan los desechos generados a lo largo de la labor.	
8	Revisión de las medidas	Se comprueban los orificios con herramientas de medición.	
9	Liberación de piezas	Se aprueban las piezas mecanizadas para seguir adelante con el proceso de ensamblaje.	

En la figura 5.7 detalla el proceso de maquinado y perforaciones, donde se efectúan los agujeros y se comprueban las dimensiones de las piezas metálicas.

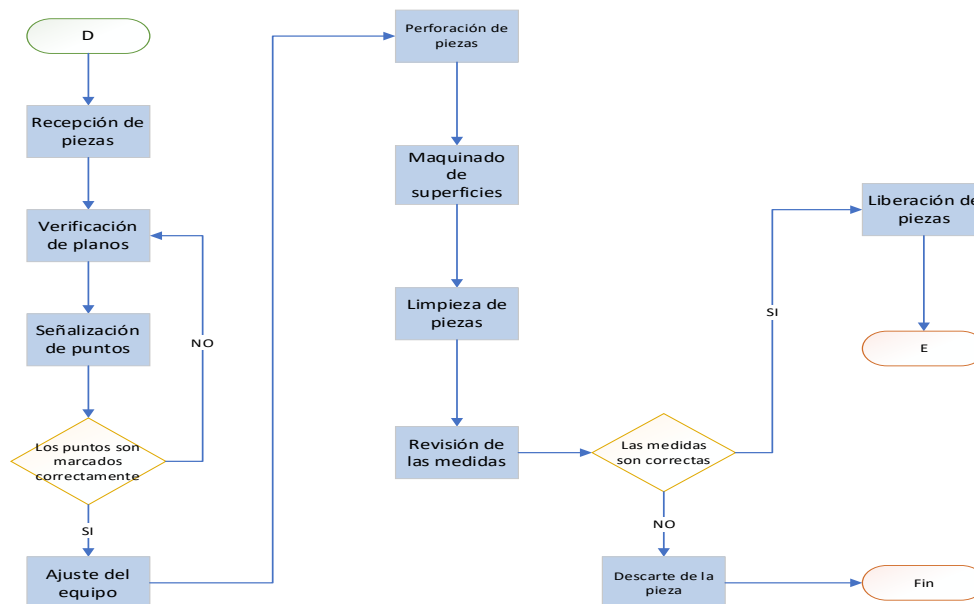



Figura 5.7 Diagrama de flujo: Perforación y mecanizado de piezas metálicas

## Proceso de Ensamble mecánico

En la tabla 5.9 muestra el procedimiento de ensamblaje mecánico, donde se unen las diversas partes de la máquina de concreto, tales como el tambor, el eje y el mecanismo de transmisión. Este procedimiento posibilita la unión de todas las piezas para constituir el equipo.

Tabla 5.9 Levantamiento de procesos. Montaje de componentes de la concrettera

		<b>Proceso</b>	Ensamble mecánico
		<b>Subproceso</b>	Montaje de componentes de concrettera
		<b>Código</b>	LP-ENS-06
<b>Objetivo</b>		Llevar a cabo la unión de los elementos mecánicos de la mezcladora de concreto para asegurar su correcto desempeño y estabilidad durante el proceso de mezcla.	
<b>Entradas</b>		Estructuras metálicas de ensamble, motor, ruedas de transmisión, piezas roscadas, disco de ajuste y diagramas de instalación.	
<b>Recursos</b>		Operarios de ensamblaje, herramientas necesarias, instrumentos de medición, base de soporte y EPP	
<b>Salidas</b>		La concrettera completamente ensamblada lista para el siguiente proceso.	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	
1	Recepción de piezas	Se reciben los componentes y piezas necesarios para armar la concretadora.	
2	Revisión de piezas	Se asegura que todos los elementos estén presentes y en buen estado listo para empezar el ensamblaje.	
3	Montaje del armazón	Se posiciona el soporte inicial y el armazón donde se colocará los demás elementos.	
4	Colocación del tambor	Se coloca de manera segura el recipiente de mezcla sobre la estructura.	
5	Instalación del sistema de transmisión.	Se instalan poleas, bandas o engranaje que permitirá el movimiento del tambor.	
6	Ajustes de fijación	Se acopla el motor al armazón y se enlaza con el sistema para el movimiento.	
7	Montaje de motor	Se ajustan todos los pernos, tuercas y sujetadoras para asegurar que la máquina este firme.	
8	Verificación del ensamble	Se comprueba que cada parte este colocada perfectamente y nivelada.	
9	Prueba de funcionamiento	Se realiza una prueba para confirmar que el barril gire correctamente y que la concrettera funcione como se debe.	

La figura 5.8 explica el proceso de ensamblaje de los elementos de la concrettera para formar la máquina.

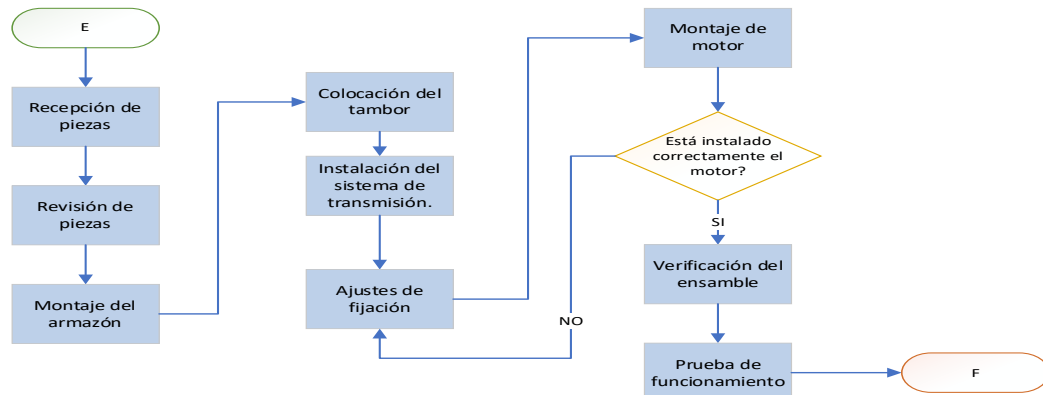



Figura 5.8 Diagrama de flujo: Montaje de componentes de la concrettera

## Proceso de Instalación eléctrica y del motor

En la tabla 5.10 detalla cómo llevar a cabo la instalación eléctrica y del motor, incluyendo la colocación del motor y las conexiones eléctricas que se requieren. Esto garantiza que la máquina de concretar cuente con la energía indispensable para operar.

Tabla 5.10 Levantamiento de procesos. Montaje y conexión del sistema eléctrico

		<b>Proceso</b>	Instalación eléctrica y del motor
		<b>Subproceso</b>	Montaje y conexión del sistema eléctrico.
		<b>Código</b>	LP-IE-07
<b>Objetivo</b>		Colocar e instalar el motor y el sistema eléctrico de la concretadora para garantizar que funcione de forma segura y eficaz.	
<b>Entradas</b>		Motor eléctrico, alambres, fusibles, caja de mandos, bandas, pernos y planos eléctricos.	
<b>Recursos</b>		Un técnico electricista, aparatos eléctricos, herramientas necesarias, medidor de corriente y EPP	
<b>Salidas</b>		El sistema eléctrico y el motor colocados correctamente en la concretadora para su funcionamiento.	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	
1	Recepción de componentes.	Se reciben el motor eléctrico y los elementos necesarios para la instalación de la electricidad.	
2	Revisión de diagramas eléctricos	Se revisa los esquemas eléctricos para asegurar que se coloquen perfectamente.	
3	Instalación del motor.	El motor es asegurado a la base de la concretadora mediante pernos y piezas de apoyo.	
4	Instalación del sistema de movimiento.	Se instala las bandas que unen al motor así permitiendo el movimiento correctamente.	
5	conexión del cableado	Se conecta el cableado eléctrico que va del motor, apagado y el punto de energía.	
6	Instalación del interruptor	Se fija el mecanismo de arranque para controlar la unidad.	
7	Comprobación de conexiones	Se revisa todas las uniones eléctricas para evitar problemas o fallas del circuito.	
8	Prueba eléctrica	Se lleva a cabo una prueba para asegurar que el motor opere de forma correcta.	
9	Liberación del equipo.	Se da por finalizada la instalación eléctrica y la concretadora está lista para ser utilizada.	

En la figura 5.9 exhibe las tareas relacionadas con la instalación del motor y las conexiones eléctricas necesarias para el funcionamiento de la concretadora.

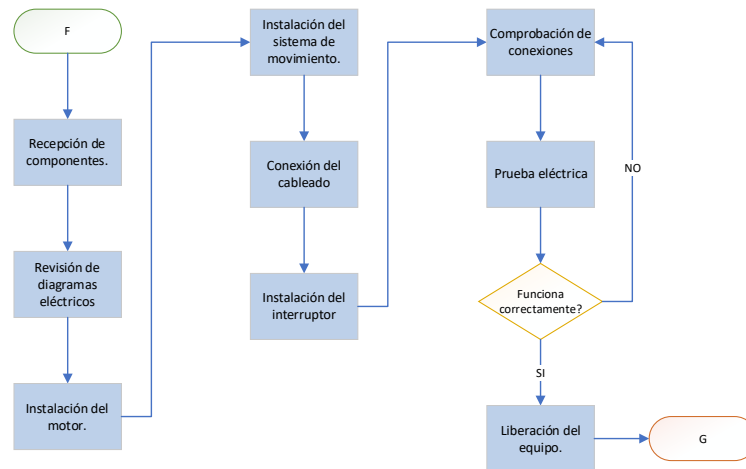



Figura 5.9 Diagrama de flujo: Montaje y conexión del sistema eléctrico

### Proceso de Inspección y pruebas de la concretora

En la tabla 5.11 muestra el procedimiento de revisión y pruebas, en el que se confirma el adecuado rendimiento de la concretadora a través de inspecciones y pruebas funcionales. Este procedimiento asegura que el equipo se adhiera a las normas de calidad y seguridad.

Tabla 5.11 Levantamiento de procesos. Verificación del funcionamiento de la concretora

		Proceso	Inspección y pruebas
		Subproceso	Verificación del funcionamiento de la concretora
		Código	LP-INS-08
<b>Objetivo</b>		La concretora correctamente instalada mediante la configuración del sistema eléctrico y herramientas de evaluación.	
<b>Entradas</b>		La concretora correctamente instalada mediante la configuración del sistema eléctrico y herramientas de evaluación.	
<b>Recursos</b>		Personal experto en aseguramiento de control de calidad, herramientas de medición, aparatos de ensayos y EPP	
<b>Salidas</b>		Concretera aprobada para el uso o comercialización.	
Nº	Actividad	Descripción	
1	Recepción de la máquina	Se recibe la mezcladora de concreto montada para llevar a cabo la revisión final.	
2	Inspección visual	Se revisa la condición de la estructura en general, las soldaduras, los elementos y el acabado.	
3	Comprobación de elementos	Se garantiza que todos los elementos estén correctamente instalados y ajustados.	
4	Evaluación del sistema eléctrico.	Se verifica que las conexiones eléctricas estén seguras y sean correctas	
5	Prueba del encendido	Se pone en marcha el motor para verificar su operación	
6	Examen de rotación del tambor	Se comprueba que el tambor gire de manera silenciosa y sin inconvenientes.	
7	Evaluación de operación.	Durante el diagnóstico se evalúa la productividad de la máquina	
8	Registro de resultados	Se registra los resultados de las inspecciones y las pruebas efectuadas.	
9	Aprobación de la máquina	Si la máquina cumple con todos los requisitos se le permite continuar al siguiente proceso	

En la figura 5.10 ilustra la revisión final del funcionamiento de la concretera antes de su autorización.

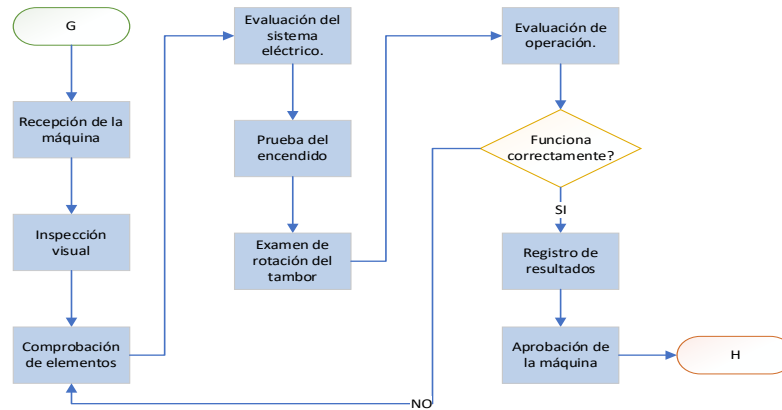



Figura 5.10 Diagrama de flujo: Verificación del funcionamiento de la concretera

### Proceso de Pintura de la concretera

En la tabla 5.12 detalla el procedimiento de pintado, en el cual se coloca una capa protectora sobre la estructura metálica de la planta de concreto. Este paso contribuye a evitar la oxidación y realza la apariencia del equipo.

Tabla 5.12 Levantamiento de procesos. Aplicación de pintura y acabado de la estructura

		<b>Proceso</b>	Pintura
		<b>Subproceso</b>	Aplicación de pintura y acabado de la estructura
		<b>Código</b>	LP-PIN-09
<b>Objetivo</b>		Realizar la aplicación de pintura en la estructura metálica de la planta de concreto para salvaguardarla de la corrosión y mejorar su apariencia visual.	
<b>Entradas</b>		Estructura metálica de la planta de concreto, pintura resistente a la corrosión, pintura para acabado, solvente o diluyente, aire a presión.	
<b>Recursos</b>		Personal de pintura, compresor, pistola rociadora, espacio o sala de pintura, brochas, papel de lija, equipo de protección personal (mascarilla, guantes, gafas de seguridad).	
<b>Salidas</b>		Concretera pintada lista para el siguiente proceso.	
<b>Nº</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	
1	Recepción de estructura.	Se recibe la estructura metálica, completamente soldada y preparada para comenzar el proceso de pintado.	
2	Desinfección del área	Para asegurar una buena adherencia es necesario realizar la limpieza del área (polvo, pelusas, etc.)	
3	Lijado de la superficie	Se lija el metal para mejorar el acabado y promover la adhesión de la pintura.	
4	Preparación de la pintura	Siguiendo las normas técnicas se continúa con la preparación de la pintura.	
5	Aplicación de la pintura base	Se aplica una capa anticorrosiva para proteger el metal.	
6	Secado de la pintura	Se deja que la pintura base se seque durante el tiempo indicado.	
7	Implementación de la pintura de acabado.	Para mejorar la apariencia visual, se utiliza una pistola o brocha para aplicar la capa de acabado	
8	Inspección	Se verifica que la pintura esté libre de imperfecciones y sea uniforme.	
9	Liberación del producto	Se da el visto bueno a la estructura pintada para proceder con el montaje final de la concretadora.	

En la figura 5.11 revela el proceso de pintura, empezando con la preparación de la superficie y terminando con la revisión del acabado.

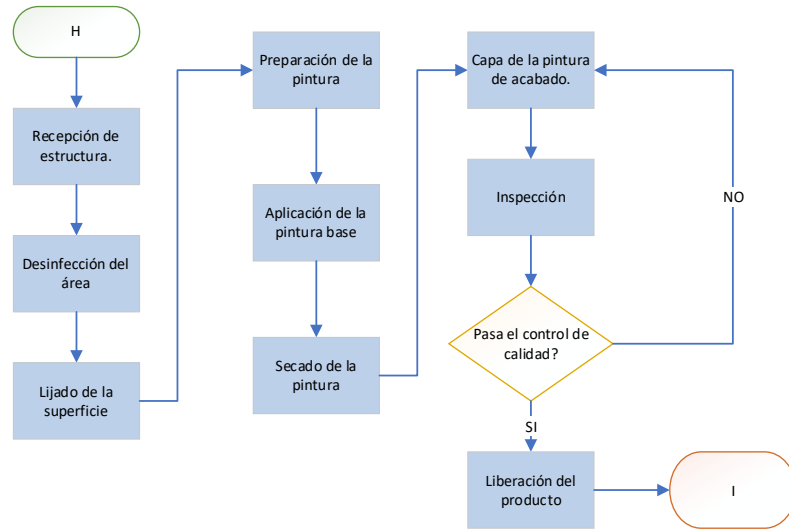



Figura 5.11 Diagrama de flujo: Aplicación de pintura y acabado de la estructura

### Proceso de almacenamiento

En la tabla 5.13 muestra el proceso final donde se organiza y registra los materiales o productos terminados en el área de almacenamiento para su control y posterior uso o despacho.

Tabla 5.13 Levantamiento de procesos. Almacenamiento de producto final

		<b>Proceso</b>	Almacenamiento
		<b>Subproceso</b>	Almacenamiento de producto final
		<b>Código</b>	LP-ALM-10
<b>Objetivo</b>		Almacenar y resguardar las concreteras terminadas en condiciones adecuadas hasta su posterior despacho o entrega.	
<b>Entradas</b>		Concreteras completadas provenientes del proceso de producción.	
<b>Recursos</b>		Trabajadores, zona de almacenamiento, control de existencias.	
<b>Salidas</b>		Concreteras almacenadas y registradas listas para su distribución o entrega al cliente.	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>	
1	Recepción del producto terminado	Se recibe las concreteras provenientes del área de fabricación.	
2	Inspeccionar del producto final	Se comprueba que el producto final esté en correcto estado antes de guardarlo.	
3	Ubicar en área de almacenamiento	Las concreteras se colocan en el área destinada para productos terminados.	
4	Registro de entrada en inventario	Se anota la cantidad de artículos guardados en el sistema de gestión.	
5	Reportar falla	Registro y notificación de defectos detectados en el proceso.	
6	Reproceso	Corrección de productos defectuosos mediante retrabajo.	

La figura 5.12 muestra las actividades para recibir, verificar y ubicar el producto o material en el área de almacenamiento, registrándolo en el inventario para su control.

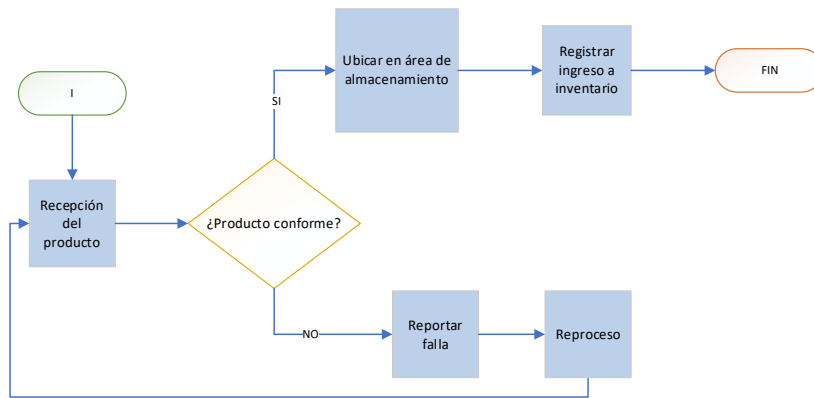


Figura 5.12 Diagrama de flujo: Almacenamiento de producto final

### 5.1.8. Cursograma

#### 5.1.8.1. Línea de producción de concretera mezcladora para concreto

En la siguiente figura 5.13 muestra el cursograma analítico presenta el desglose detallado de la fabricación de una concretera, bajo el método de trabajo actual, el mismo permite cuantificar 11 actividades del ciclo productivo sumando un tiempo estimado total. A través de esta presentación grafica se establecen las bases operativas.

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO						
Hoja N° __1__ De: __1__ Diagrama N°: __1__		Operat. <input checked="" type="checkbox"/> Mater. <input type="checkbox"/> Maqui. <input type="checkbox"/>				
Proceso: Pintura Electroestática			RESUMEN			
Fecha: Marzo 01 de 2026			SÍMBOLO	ACTIVIDAD	Act.	Pro. Econ.
El estudio Inicia: Fabricación de una concretera			●	Operación	7	
Método: Actual			→	Transporte	0	
Producto: Concretera			■	Inspección	2	
Nombre del operario: Área de producción			■	Espera	1	
Elaborado por: Diana Lema. Abigail Tituaña			▼	Almacenaje	1	
Tamaño del Lote: 1			Total de actividades realizadas		11,0	
			Distancia total en metros		0,0	
			Tiempo sg/hombre		5.250,2	
NUMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS	
1	Recepción de materia prima	1		19080	●	
2	Corte prensadora plasma	1		38415	●	
3	Soldadura	1		43545	●	
4	Armado de chasis	1		35410	●	
5	Colocación de tambores al piñon	1		37820	●	
6	Colocacion de cabinas y motor	1		52840	●	
7	Prueba inicial	1		21340	●	
8	Pintura	1		34500	●	
9	Engrasado			14125	●	
10	Prueba final			14155	●	
11	Almacenamiento			3780	●	
12						
13						
Tiempo Minutos: 5250,2		m	0,0	315.010,0	s	
Observaciones: El proceso se encuentra estandarizado						

Figura 5.13 Diagrama Analítico

### 5.1.9. Resultados de la encuesta de la pregunta 1 a la 15

Se muestra los resultados de la encuesta (Anexo 3) practicado a los trabajadores y jefes de áreas de DIPAG se facilitó la identificación de la frecuencia con que se presentan los desperdicios en dicha empresa, tal como son mostrados de seguidas, el mismo se encuentra en el anexo 4.

**Pregunta 1** -. ¿En qué área de trabajo se desempeña dentro de la empresa?

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la siguiente tabla 5.14 muestra el resultado de la encuesta de acuerdo con la primera pregunta.

Tabla 5.14 Área del desempeño laboral

	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Producción	5	83,33%
Almacén		
Calidad		
Administración	1	16,67%
Otro		
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.14 muestra el porcentaje de acuerdo a los resultados obtenidos de la primera pregunta de la encuesta en un diagrama de pastel.

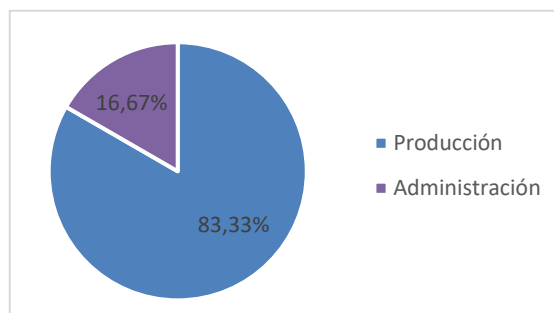


Figura 5.14 Área del desempeño laboral

#### **Análisis e interpretación:**

A partir de los resultados obtenidos muestra que el 83,33% (cinco) pertenecen al área de producción; y el 16,67% (uno) labora en el área de administración. Se puede ver que la gran mayoría de los trabajadores pertenecen a la producción, un área neurálgica de la empresa, y solo un trabajador labora en el área administrativa.

**Pregunta 2** -. ¿Qué cargo ocupa dentro de la empresa?

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 5.15 muestra el cargo del desempeño laboral dentro de la empresa Dipag.

Tabla 5.15 Cargo de desempeño laboral

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Jefe de área	2	33,33%
Trabajador	4	66,67%
Otro		
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.15, muestra los resultados de la misma en una gráfica de pastel.

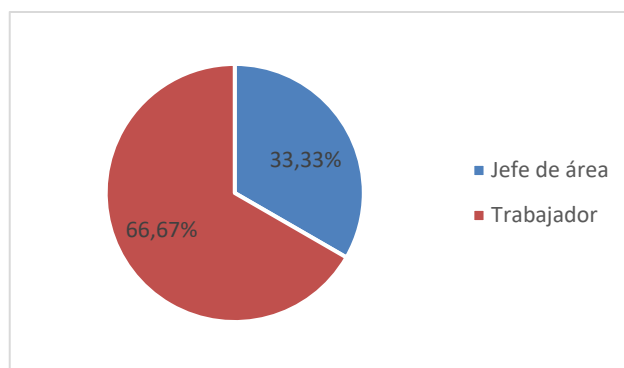


Figura 5.15 Cargo de desempeño laboral. Extraído de los resultados obtenidos del cuestionario aplicado

### Análisis e interpretación:

A partir de los resultados muestra que el 33,33% (dos) ejercen el cargo de jefe de área; y el 66,67% (cuatro) laboran con un cargo de trabajador. Se puede ver que la gran mayoría son trabajadores, es decir, pertenecen a la gerencia baja, y sólo dos ejercen el cargo de jefes de área, es decir, pertenecen a la gerencia media.

**Pregunta 3** -. ¿Cuántos años de experiencia tiene en la empresa?

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 5.16 muestra el tiempo de desempeño laboral del personal operativo y un administrativo.

Tabla 5.16 Tiempo de desempeño laboral

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Menos de 1 año	4	66,67%
1 a 3 años	1	16,67%
4 a 6 años		
Más de 6 años	1	16,67%
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.16, ilustra los resultados del tiempo de desempeño laboral en un diagrama de pastel.

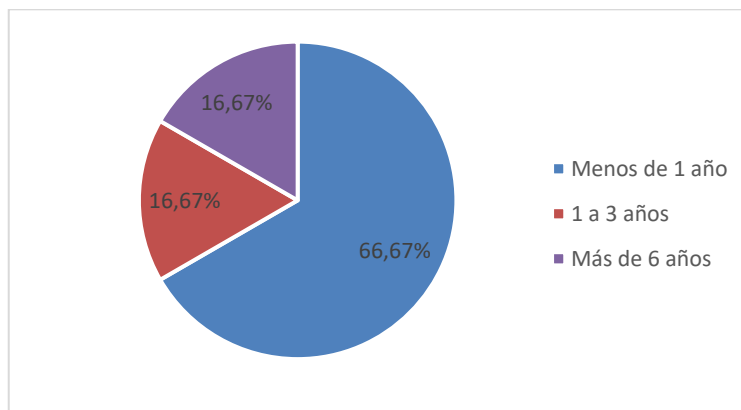


Figura 5.16 Tiempo de desempeño laboral

**Análisis e interpretación:**

A base del resultado indica que el 66,67% (cuatro) su experiencia dentro de la empresa no pasa de un año; el 16,67% (uno) sus años de experiencia laboral pasa de un año y menos de tres años; y otro 16,67% (uno) tiene una amplia experiencia laboral de más de seis años acumulados. Se puede ver que la gran mayoría de los trabajadores tiene una experiencia laboral de mayor a un año, sólo dos empleados superan el año de experiencia, el primero entre uno a tres años, y el segundo más de seis años.

De acuerdo a la encuesta realizada en la pregunta 4 omitimos un trabajador del personal administrativo ya que esta pregunta aporta directamente al personal operativo.

**Pregunta 4 -** En su área de trabajo se producen más unidades de las necesarias (sobreproducción).

Respondidas: 5 Omitidas: 1

En la tabla 5.17 muestra la sobreproducción en el área de trabajo.

Tabla 5.17 Sobreproducción de unidades

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Nunca	1	20%
Rara vez		
A veces	2	40%
Frecuentemente	2	40%
Siempre		
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.17 muestra los resultados obtenidos de la pregunta de sobreproducción en un diagrama de pastel.

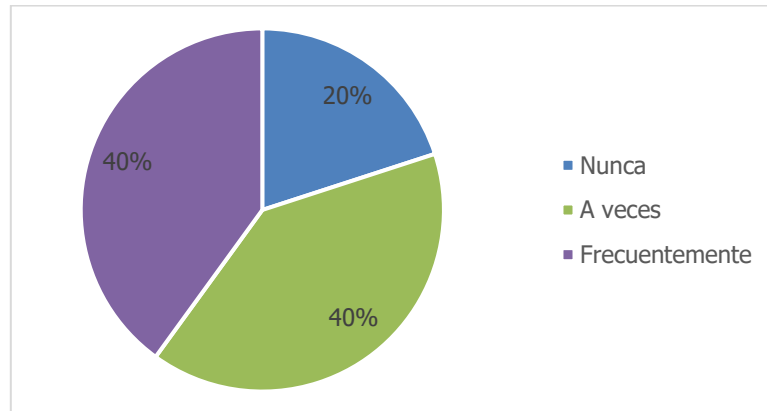


Figura 5.17 Sobreproducción de unidades

**Análisis e interpretación:**

En base a los resultados muestra que el 20% (uno) nunca se ha sobre producido unidades; el 40% (dos) a veces hay sobreproducción de unidades; y otro 40% (dos) con frecuencia se producen unidades demás. Se puede ver que la mayoría de los trabajadores respondieron que ocasionalmente se sobre producen unidades adicionales más de lo establecido, en contradicción de una minoría que sólo se producen unidades de acuerdo al plan de producción de la semana.

**Pregunta 5** -. Los trabajadores deben esperar materiales, herramientas o instrucciones para continuar con su labor (tiempos de espera).

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 5.18 presenta el tiempo de espera para iniciar el proceso productivo.

Tabla 5.18 Tiempo de espera para iniciar el trabajo

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Nunca	2	33,33%
Rara vez	4	66,67%
A veces		
Frecuentemente		
Siempre		
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.18, muestra los resultados de tiempo de espera para iniciar el proceso.

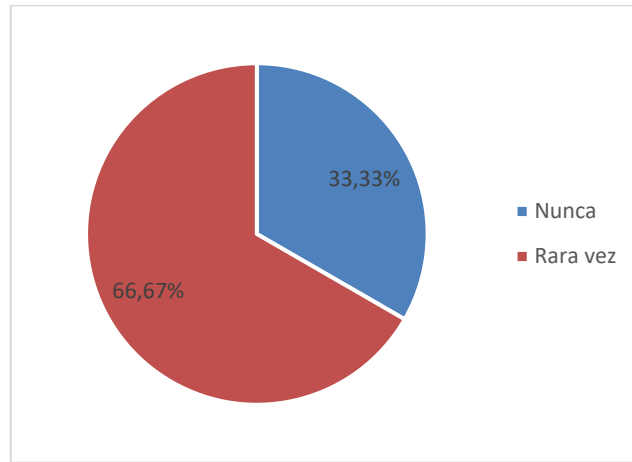


Figura 5.18 Tiempo de espera para iniciar el trabajo

### Análisis e interpretación:

Después de análisis se obtiene como resultado que el 33,33% (dos) nunca han tenido ningún tipo de esperas para inicial su jornada laboral; el 66,67% (cuatro) muy rara veces han tenido que esperar por entrega de materiales o por instrucciones para comenzar a trabajar. Se puede ver que la mayoría pocas veces a la semana tienen que esperar por alguna nueva instrucción para poder inicial la jornada del día; mientras que la minoría nunca ha tenido un tiempo de espera para el comienzo de su trabajo.

**Pregunta 6** -. Se realizan traslados innecesarios de materiales o productos dentro de la planta (transporte innecesario).

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 5.19 muestra el transporte innecesario dentro del área de producción.

Tabla 5.19 Transporte innecesario

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Nunca	4	66,67%
Rara vez	1	16,67%
A veces	1	16,67%
Frecuentemente		
Siempre		
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.19 muestra los resultados en porcentajes de la pregunta de los transportes innecesarios en un diagrama de pastel.

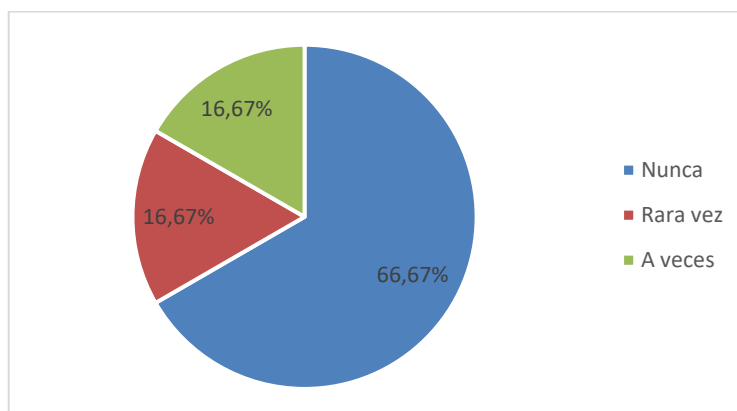


Figura 5.19 Transporte innecesario

### **Análisis e interpretación:**

En los resultados que se obtuvo muestra que el 66,67% (cuatro) nunca han tenido la necesidad de realizar algún traslado innecesario de ningún tipo de materiales o productos; el 16,67% (uno) raras veces realiza algún tipo de traslado innecesario; y otro 16,67% (uno) a veces se tiene necesidades innecesarias de realizar traslados de materiales o productos. Se puede ver que la mayoría nunca han realizado traslados innecesarios de materiales y productos de un departamento a otro, mientras que, otros expresaron que algunas o pocas veces han realizado traslados innecesarios de materiales o productos ya sean en procesos o terminados.

**Pregunta 7** -. Se acumulan inventarios excesivos que no se utilizan de inmediato (inventarios).

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 5.20 presenta la acumulación de inventario en exceso dentro del proceso de producción.

Tabla 5.20 Acumulación de inventarios en exceso

<b>RESPUESTA</b>	<b>FRECUENCIA ABSOLUTA</b>	<b>FRECUENCIA RELATIVA</b>
Nunca	2	33,33%
Rara vez	2	33,33%
A veces	1	16,67%
Frecuentemente		
Siempre	1	16,67%
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.20 muestra los resultados representados en un diagrama de pastel.

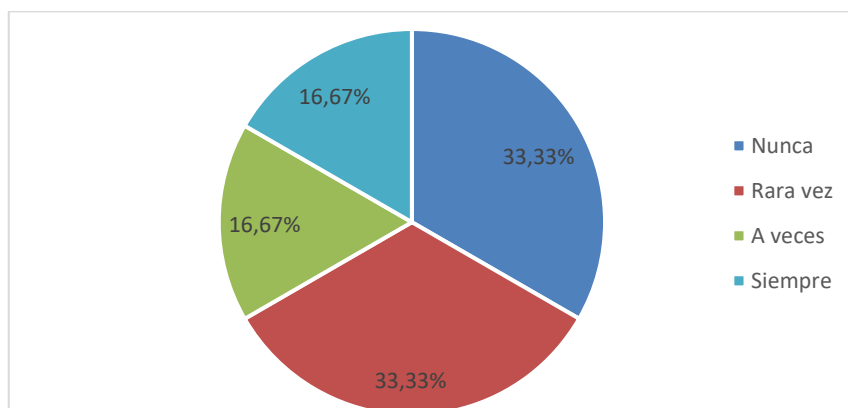


Figura 5.20 Acumulación de inventarios en exceso

**Análisis e interpretación:**

El 33,33% (dos) muestra que nunca han tenido acumulado o exceso en inventarios de materiales o de productos; otro 33,33% (dos) raras veces se ha acumulado un excesivo número inventario; el 16,67% (uno) a veces se ha dejado acumular un cierto o excesivo nivel de inventario; otro 16,67% (uno) siempre se deja acumular un número de materiales y/o productos en cantidades excesivas. Se puede ver que la mayoría de las veces o raras veces en menor o mayor grado se deja acumular una cantidad excesiva de inventario, motivado casi siempre a retraso en el proceso productivo, mientras que, una minoría nunca ha visto en el almacén un inventario acumulado en exceso.

**Pregunta 8** -. Se generan productos defectuosos que requieren reproceso o se descartan (defectos).

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 5.21 muestra los porcentajes de reprocesos por falta de calidad del producto.

Tabla 5.21 Reproceso o descarte de productos defectuosos

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Nunca	1	16.67%
Rara vez	3	50%
A veces	1	16.67%
Frecuentemente	1	16.67%
Siempre		
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.18, se ilustra los resultados obtenidos en un diagrama de pastel, de acuerdo a la encuesta realizada en la empresa DIPAG.

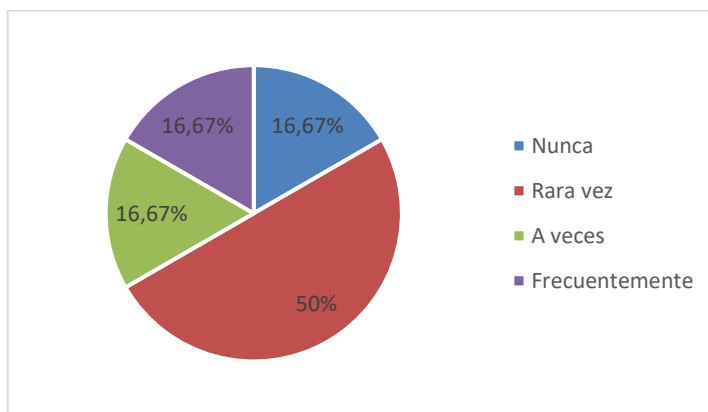


Figura 5.21 Reproceso o descarte de productos defectuosos

### **Análisis e interpretación:**

De acuerdo con el análisis se indica que el 16,67% (uno) nunca se ha generado productos defectuosos durante el proceso productivo; 50% (tres) raras veces se han generado productos que se tengan que enviar a reproceso o descartarlos por defectuosos; el 16,67% (uno) a veces se ha tenido que llevar a reproceso o descartarlos totalmente productos defectuosos; y otro 16,67% (uno) con frecuencia es necesario el envío de productos elaborados con defectos ha reproceso. Se puede ver que mayoritariamente los productos terminados que tengan algún defecto son enviados a reproceso o sencillamente descartados en su totalidad, mientras que, una minoría nunca han tenido que descartar algún producto por defecto o enviarlo a reproceso.

**Pregunta 9** -. Los trabajadores realizan movimientos innecesarios que no agregan valor (movimientos).

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 5.22 muestra los resultados de los movimientos innecesarios.

Tabla 5.22 Movimiento que no añade valor

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Nunca	2	33,33%
Rara vez	3	50%
A veces	1	16,67%
Frecuentemente		
Siempre		
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.22 ilustra los resultados obtenidos sobre la pregunta de los movimientos que no agregan valor.

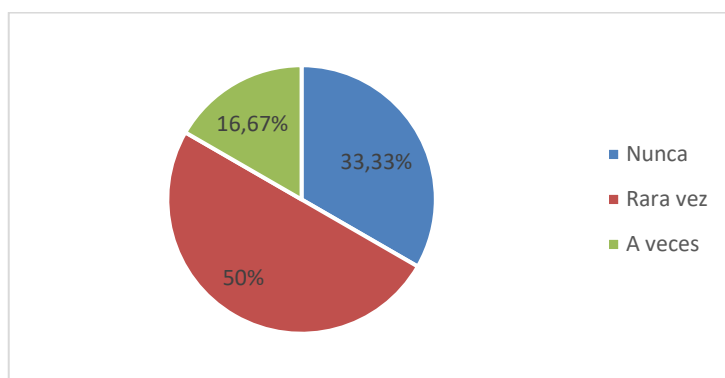


Figura 5.22 Movimiento que no añade valor

### **Análisis e interpretación:**

A partir de este análisis se muestra que el 33,33% (dos) nunca se han generado movimientos innecesarios; 50% (tres) raras veces se han producidos movimientos que no agregan valor a la producción; 16,67% (uno) a veces se ha tenido que realizar movimientos innecesarios los cuales no agregan ningún tipo de valor al producto. Se puede ver que la mayoría concuerdan que muy raras veces o a veces se realizan movimientos innecesariamente que no le agrega valor al producto final o en proceso, mientras que la minoría nunca han realizados innecesariamente movimientos que no da valor añadido al producto final o en proceso.

**Pregunta 10** -. El conocimiento y las habilidades de los trabajadores no son aprovechados adecuadamente (talento desaprovechado).

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 5.23 muestra el porcentaje de los resultados de las habilidades de los trabajadores que no son aprovechados.

Tabla 5.23 Capacitación de los trabajadores desaprovechada

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Nunca	3	50%
Rara vez	1	16,67%
A veces	1	16,67%
Frecuentemente		
Siempre	1	16,67%
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.23, muestra los resultados obtenidos en un diagrama de pastel.

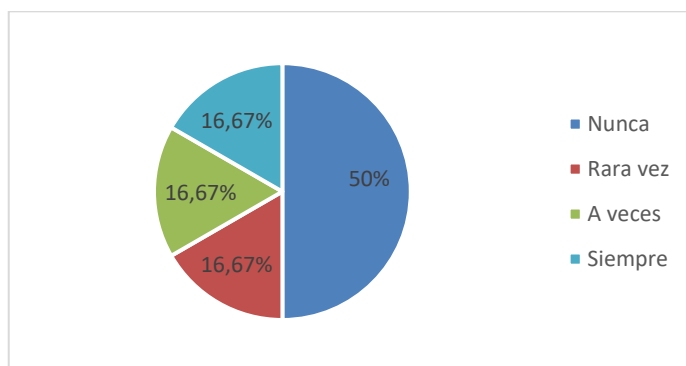


Figura 5.23 Capacitación de los trabajadores desaprovechada

### Análisis e interpretación:

Se muestra que el 50% (tres) nunca los trabajadores han sido menospreciados por sus conocimientos o habilidades; el 16,67% (uno) raras veces se ha sentido que sus conocimientos o habilidades han sido desaprovechados en un momento determinado; otro 16,67% (uno) a veces se ha sentido menospreciado por no tomar en cuenta sus capacidades técnicas; y un 16,67% (uno) siente que siempre los conocimientos intelectuales y habilidades técnicas son despreciados por sus superiores. Se puede ver que un 50% nunca han considerado que sus capacidades intelectuales y técnicas han sido desaprovechadas por sus superiores; y otro 50% consideran que sus conocimientos intelectuales y habilidades técnicas no son tomadas en cuenta en la mayoría de las veces por sus supervisores.

**Pregunta 11** -. ¿Considera que los procesos actuales de la empresa son eficientes?

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 5.24 indica los porcentajes de los procesos eficientes.

Tabla 5.24 Procesos de producción

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Nunca		
Rara vez		
A veces		
Frecuentemente	4	66,67%
Siempre	2	33,33%
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.24, muestra los resultados obtenidos sobre los procesos de producción en un diagrama de pastel.

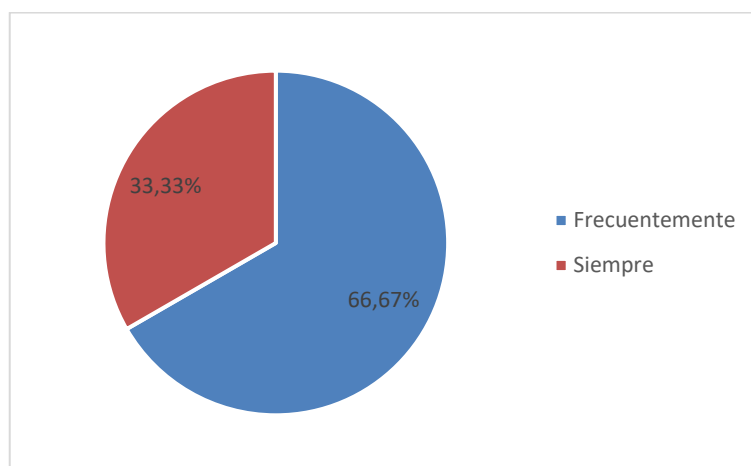


Figura 5.24 Procesos de producción

#### **Análisis e interpretación:**

Según el análisis realizado dice que el 66,67% (cuatro) frecuentemente los procesos actuales que posee la empresa son eficientes; el 33,33% (dos) los procesos de producción actuales siempre son eficientes. Se puede ver que la mayoría de los procesos son eficientes por lo cual se repiten con intervalos cortos de tiempo, y una minoría considera que los procesos siempre son eficientes sin importar el nivel de producción.

**Pregunta 12** -. ¿Está satisfecho con la organización del área de trabajo?

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 2.25 muestra la satisfacción del área laboral.

Tabla 5.25 Satisfacción laboral

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Nunca	1	16,67%
Rara vez		
A veces		
Frecuentemente	4	66,67%
Siempre	1	16,67%
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.25, muestra los resultados obtenidos en un diagrama de pastel

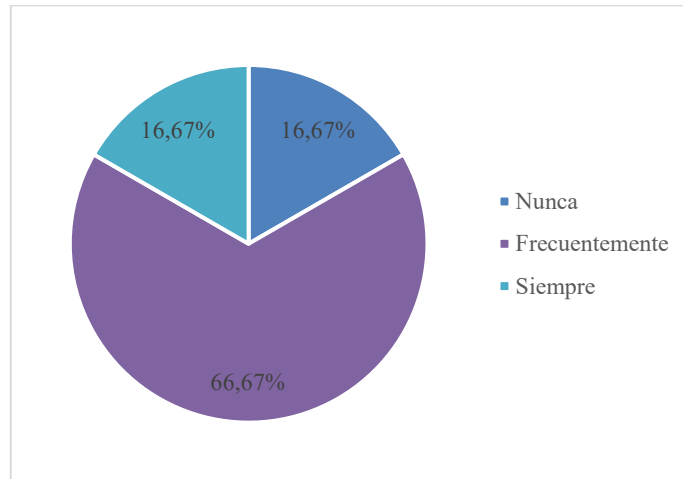


Figura 5.25 Satisfacción laboral

**Análisis e interpretación:**

Se muestra que el resultado es de 16,67% (uno) nunca está satisfecho con la organización del área de trabajo; el 66,67% (cuatro) frecuentemente hay satisfacción en la organización del área laboral; y el 16,67% (uno) siempre existe satisfacción entre los trabajadores por la organización del área de trabajo. Se puede ver que la mayoría de los trabajadores con frecuencia y siempre existen un nivel de satisfacción por la organización de las áreas de trabajo, y una minoría nunca estará satisfecha por el cómo se han organizado las áreas de producción y de trabajo.

**Pregunta 13** -. ¿Con qué frecuencia se aplican mejoras continuas en su área?

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 5.26 presenta las mejoras continuas del área de trabajo.

Tabla 5.26 Mejoras continuas en el área de trabajo

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Nunca	1	16,67%
Rara vez		
A veces	2	33,33%
Frecuentemente	3	50%
Siempre		
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.26, muestra los resultados obtenidos en un diagrama de pastel sobre las mejoras continuas realizadas en DIPAG.

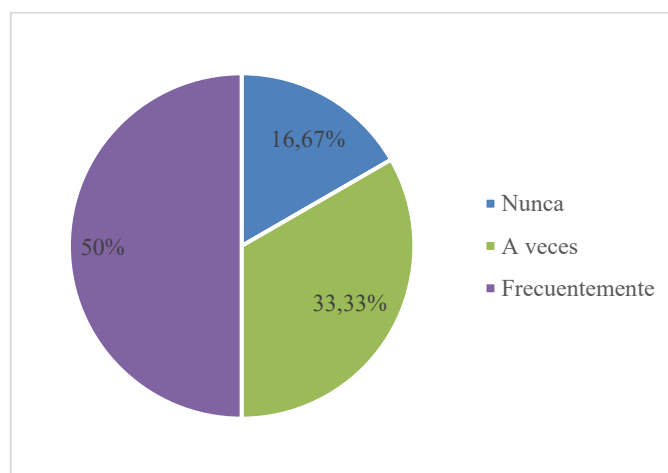


Figura 5.26 Mejoras continuas en el área de trabajo

#### **Análisis e interpretación:**

De acuerdo con el análisis se obtiene que el 16,67% (uno) nunca está establecidos mejoras continuas en el área donde se desempeña; el 33,33% (dos) a veces se han implementado mejoras continuas en algunas áreas de trabajo; y el 50% (tres) con frecuencia se realizan mejoramiento continuo en las áreas laborales. Se puede ver la mayoría de las veces y con frecuencia se realizan mejoras continuas a pedido de los trabajadores en sus áreas de producción, y una minoría nunca ha visto que se hayan hecho ni lo más mínimo en mejorar continuas en las áreas de trabajo.

#### **Pregunta 14 -.** ¿Ha recibido capacitación sobre Lean Manufacturing?

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 5.27 muestra el porcentaje del personal que han obtenido capacitaciones sobre Lean Manufacturing.

Tabla 5.27 Capacitación sobre Lean Manufacturing

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Nunca	2	33,33%
Rara vez	1	16,67%
A veces	1	16,67%
Frecuentemente	1	16,67%
Siempre	1	16,67%
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.27, muestra los resultados obtenidos en un diagrama de pastel.

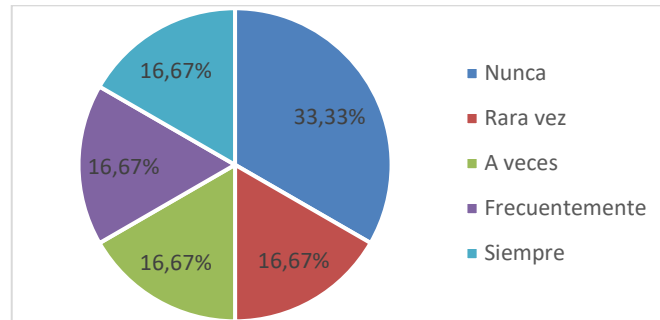


Figura 5.27 Capacitación sobre Lean Manufacturing

### Análisis e interpretación:

Con el resultado obtenido muestra que el 33,33% (dos) nunca han recibido un curso de capacitación técnica en Lean Manufacturing, es decir, metodología en producción ajustada o esbelta; el 16,67% (uno) rara vez lo han tomado en cuenta para la realización de una capacitación en Lean Manufacturing; otro 16,67% (uno) a veces cuando cuenta con tiempo disponible para ser capacitado en talleres de Lean Manufacturing; también otro 16,67% (uno) con mucha frecuencia es tomado en cuenta para hacer talleres de capacitación en Lean Manufacturing; y finalmente un 16,67% (uno) siempre lo eligen para realizar cursos de actualización continua en Lean Manufacturing. Se puede ver la mayoría de los empleados han realizado por lo menos una o más veces talleres y cursos de capacitación y en la mayoría de los casos actualizada en Lean Manufacturing, mientras que una minoría nunca han sido tomados en cuenta para realizar dicho talleres o cursos de capacitación técnica.

**Pregunta 15** -. ¿Conoce alguna de las siguientes herramientas Lean?

Respondidas: 6 Omitidas: 0

En la tabla 5.28 muestra el resultado de que herramientas tienen conocimiento el personal operativo y administrativo.

Tabla 5.28 Herramientas Lean

RESPUESTA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
5S	4	36,36%
Kaizen	2	18,18%
Kanban	1	9,09%
TPM	1	9,09%
VSM	1	9,09%
Ninguna	2	18,18%
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>100%</b>

En la figura 5.28, muestra los resultados obtenidos en un diagrama de pastel.

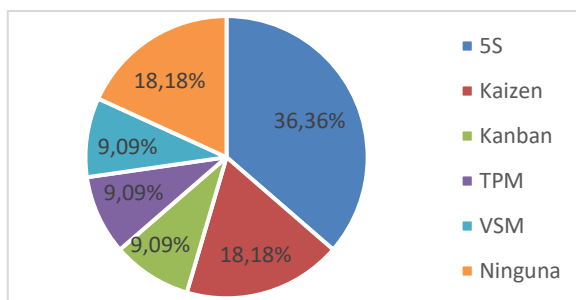


Figura 5.28 Herramientas Lean

### Análisis e interpretación:

Según el análisis realizado muestra que el 36,36% (cuatro) conocen las 5S; el 18,18% (dos) Kaizen; el 9,09% (uno) Kanban; otro 9,09% (uno) TPM; también otro 9,09% (uno) VSM; y un 9,09% (dos) Ninguno. Se puede ver que la mayoría de los empleados conocen y han realizado cursos de capacitación en distintas herramientas de Lean, mientras que apenas dos trabajadores no conocen ninguna.

Por las razones expuestas, se presenta la tabla 5.29, que concentra varias herramientas LM de las cuales, y con posterioridad se selecciona la mejor y más adaptable para hacer la propuesta respectiva que beneficiará a la empresa Dipag, objeto del estudio, conjuntamente de los resultados que fueron considerados de la revisión bibliográfica que se mencionó en acápites anteriores y que responden a los resultados del primer objetivo.

Tabla 5.29 Priorización de acciones Lean

Desperdicios críticos detectados	Herramientas Lean recomendables	Objetivo principal	Beneficio esperado
Procesos ineficientes	Kanban	Mejorar la eficiencia y estandarización	Minimización de reprocesos y tiempos improductivos
Satisfacción organizacional baja	5S + Gestión visual	Ordenar con disciplina y motivación al personal	Más compromiso y cultura para mejora continua
Carencia de mejoras continuas	Kaizen	Fomentar hábitos de mejora constante	Aumento de productividad
Exceso de inventarios	Kanban + JIT	Controlar de flujo de materiales	Minimización de costos por almacenamiento
Tiempos de espera prolongados	Mapa de valor + JIT	Identificar cuellos de botella	Flujo ágil y oportunas entregas
Movimientos innecesarios	5S + Estandarización de procesos	Optimizar la disposición de la planta	Reducción de fatiga y tiempos muertos
Defectos en la calidad	Poka Yoke	Prevenir errores y faltas	Mejora en satisfacción del cliente por gestión de calidad

En la figura 5.29, muestra un diagrama que sirve para visualizar de forma sencilla lo que se viene

expresando y que, coadyuva para presentar más adelante dicha propuesta para resolver las dificultades encontradas en la empresa DIPAG.

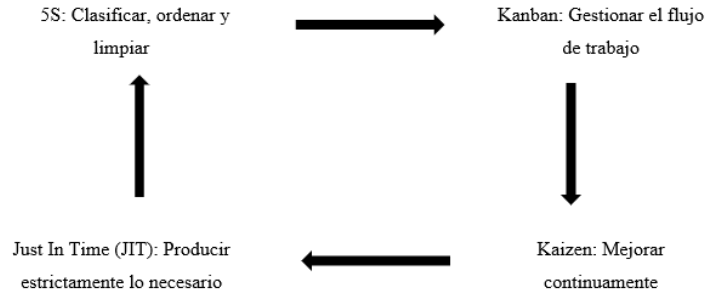


Figura 5.29 Diagrama de sistema Lean propuesto. Basado en las LM

Nota. Este esquema refleja la estructura y la integración de herramientas Lean dentro de un ciclo continuado partiendo del diagnóstico de desperdicios que finaliza en una mejora sostenida, por la conexión y refuerzo entre ellas. Esto sugiere un flujo cíclico y retroalimentarlo que asegura la sostenibilidad en el tiempo.

Igualmente, al observar directamente a la empresa Dipag, se encontraron los aspectos que se detallan de seguidas.

### **Resultados de observación en el lugar de la empresa**

En la visita a la planta de Dipag y mediante la investigación que se hizo, destacó lo siguiente:

#### **5.1.10. Detalles del proceso**

- **Adquisición de materiales**

#### **Materiales usados para fabricación del tambor:**

Planchas 1200 x 2400 y 3 mm (acero negro o hierro dulce)

Planchas de 6 mm

Plancha de 500 mm

- **Mezcladoras**

#### **Materiales usados:**

Platinas de 3,16 x 38 mm o 1 pulgada y ½

Varillas redondas de 5/8

- **Construcción de chasis**

**Materiales usados para la fabricación del chasis:**

Tubería 100 mm x 2 mm

Soldadura mig 0,8 mm

Acero negro

Plancha 3/8 para las manzanas de 135 mm de diámetros

**Materiales usados para las manzanas:**

Tubería 60 mm

Pernos 1 pulgada y ½

2 rodamientos 52 mm interior 1 plg

- **Tiros**

**Materiales usados:**

Tuberías de 250 mm x 2 mm

Tubería 1000 mm x 2 mm

1 guía para tambor o platos 50 mm x 100 mm

Placas de 100 mm x 6 mm para unión de chasis

16 tuercas de ½

4 pernos de ½ x 1 pulgada y ½

- **Base del tambor**

Planchas de 6 mm

4 placas

Tubería de 90 mm

Espesor 5,5 mm; longitud 235 mm

Tapa macho 102 mm x 6 mm

Tapa hembra

- Externo 114 mm

- Interior 98 mm

- **Cabinas para la concretetera**

**Material usado:**

Plancha 1 mm

**Proceso**

Corte a plasma CNC

Dobladora

Soldadura mig 0,8 mm

Armado

- **Bases de las tapas**

**Material usado:**

Tubería 1 plg x 2 mm cuadrado

**5.1.11. Proceso**

El proceso es en serie

Recepción de materiales

- Corte (prensadora; plasma CNC)
- Soldadura
- Armado de chasis macho y hembra
- Colocación de tambores
- Colocación de llantas
- Colocación de plato
- Centrar el tambor o plato con piñón del volante
- Colocación de guías de las poleas
- Colocación de la llanta y soldadura (rematado)
- Fajamiento de la olla
- Colocación de cremallera (rodamientos)
- Colocación del piñón de la cremallera
- Colocación del volante o sistema de pedal
- Colocación de las cabinas

- Colocación del motor
- Prueba (si o no)
- Pintura
- Engrasado general
- Prueba final
- Almacenamiento

### 5.1.12. Personal encargado

2 armado

1 pintura

1 operador CNC

1 jefe de producción (Torno, soldadura, supervisor)

### 5.1.13. Tiempos

Al realizar las visitas en la empresa DIPAG se destacó que para realizar una concretera el total es de 109 horas, detallando los tiempos según sus procesos.

En la tabla 5.30, muestra los tiempos realizados para cada proceso para la construcción de una concretera.

Tabla 5.30 Tiempos de los Procesos

Etapa del Proceso	Actividad Principal	Duración	Categoría (Lean)
Entrada	Recepción de materiales	06h 20m 15s	Espera/ Transporte
Transformación	Corte (Prensadora/Plasma)	12h 30m 20s	Operación
Transformación	Soldadura	14h 10m 30s	Operación (Cuello de Botella)
Ensamble 1	Armado de chasis macho y hembra	40h 00m 50s	Operación
Ensamble 2	Colocación de las cabinas	09h 00m 10s	Operación
Ensamble 3	Colocación de motor	08h 30m 15s	Operación
Calidad	Prueba (Si o No)	07h 00m 25s	Inspección (No agrega valor)
Acabado	Pintura	05h 30m 30s	Operación
Mantenimiento	Engrasado general	03h 40m 20s	Operación
Calidad Final	Prueba Final	01h 17m 15s	Inspección (No agrega valor)
Salida	Almacenamiento	01h 10m 00s	Inventario / Espera

Adicionalmente, hay movimientos que no son necesarios al momento de trasladar materiales,

agrupación de productos durante procesamiento en los pasillos y, defectos por falta de mantenimiento preventivo.

Específicamente y en virtud de los materiales que emplean en Dipag, se realizaron los cálculos de estos, los cuales se muestran en las siguientes tablas:

En la tabla 5.31 muestra el estudio de los recursos indicados en metros cuadrados, teniendo en cuenta su grado de uso eficiente y el desperdicio generado.

Tabla 5.31 Eficiencia y PRIM de materiales de Dipag en metros

Nº	Material	Material utilizado (PRIM)	Cálculo	Material Aprovechado	Fórmula aplicada	Eficiencia
1	Varilla redonda 5/8"	6,00 m	$Lu = 6 \times 0,85$	5,10m	$\eta = Lu / L$	85%
2	Tubería Ø100 mm × 2 mm	6,00 m	$Lu = 6 \times 0,85$	5,10m	$\eta = Lu / L$	85%
3	Tubería Ø60 mm	6,00 m	$Lu = 6 \times 0,93$	5,58m	$\eta = Lu / L$	93 %
4	Tubería Ø250 mm × 2 mm	6,00 m	$Lu = 6 \times 0,85$	5,10 m	$\eta = Lu / L$	85 %
5	Tubería Ø1000 mm × 2 mm	6,00 m	$Lu = 6 \times 0,87$	5,22 m	$\eta = Lu / L$	87%
6	Tubería 1"×2 mm cuadrada	6,00 m	$Lu = 6 \times 0,91$	5,46 m	$\eta = Lu / L$	91%
	<b>TOTAL</b>	36 m		31,56 m		

Entonces para calcular la eficiencia de los materiales se utiliza la ecuación 5.1.

Ecuación 5.1 Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum(\text{PRIM}_i \times \eta_i)}{\sum \text{PRIM}_i} \quad (5.1)$$

$$\text{Eficiencia} = 87,60\% = 88\%$$

En la siguiente tabla 5.32 se analizan los materiales medidos en metros lineales, evaluando su eficiencia en función del material utilizado y aprovechado. Estos elementos incluyen tuberías y perfiles que requieren ajustes durante el proceso productivo.

Tabla 5.32 Eficiencia y PRIM de materiales de Dipag en metros cuadrados

Nº	Material	Material utilizado (PRIM)	Cálculo	Material Aprovechado	Fórmula aplicada	Eficiencia
1	Plancha 1200×2400×3 mm	2,88 m <sup>2</sup>	$Au = 2,88 \times 0,90$	2,59m <sup>2</sup>	$\eta = Au / A$	90%
2	Planchas 6 mm (4 placas)	11,52 m <sup>2</sup>	$Au = 11,52 \times 0,85$	9,79 m <sup>2</sup>	$\eta = Au / A$	85%
3	Plancha 500 mm × 1 m	0,50 m <sup>2</sup>	$Au = 0,50 \times 0,90$	0,46 m <sup>2</sup>	$\eta = Au / A$	90%
4	Plancha 3/8" (manzanas Ø135 mm)	0,0286 m <sup>2</sup>	$Au = 0,0286 \times 0,90$	0,026m <sup>2</sup>	$\eta = Au / A$	90%
5	Plancha 1 mm (cabinas)	3,36 m <sup>2</sup>	$Au = 3,36 \times 0,85$	2,86 m <sup>2</sup>	$\eta = Au / A$	85 %
6	Platina 3,16×38 mm	0,1938 m <sup>2</sup>	$\eta = Lu / L$	Lu = 6×0,97	5,82 m	97%
7	Guía tambor 50×100 mm	0,09 m <sup>2</sup>	$\eta = Lu / L$	Lu = 1×0,95	0,95 m	95 %
8	Placas 100×6 mm (unión chasis)	0,09 m <sup>2</sup>	$\eta = Lu / L$	Lu = 1×0,95	0,95 m	95%
	<b>TOTAL</b>	18,66m <sup>2</sup>		15,73 m <sup>2</sup>		

Entonces para obtener la eficiencia de los materiales en m<sup>2</sup> se utiliza la ecuación 5.1.

$$\text{Eficiencia} = 84,24\% = 84\%$$

A continuación, en la tabla 5.33, se presentan los materiales cuantificados en unidades, los cuales no requieren transformación durante el proceso. Su análisis permite identificar el nivel de aprovechamiento directo sin generación de desperdicio.

Tabla 5.33 Eficiencia y PRIM de materiales de Dipag en unidades

Nº	Material	Material utilizado (PRIM)
1	Pernos 1½"	4 u
2	Rodamientos (Ø52 mm int.)	2 u
3	Platos (concretera)	4 u
4	Tuercas ½"	16 u
5	Pernos ½" × 1½"	4 u
6	Tubería Ø90 mm × 5,5 mm	1 u
7	Tapa macho 102×6 mm	1 u
8	Tapa hembra (Ø114/98 mm)	1 u
	TOTAL	33 u

#### 5.1.14. Análisis de Desperdicios

Partiendo de lo expuesto anteriormente, se identifican materiales que generan desperdicio como planchas con eficiencia entre 85% y 90%, tuberías, platinas y varillas con eficiencia comprendida entre 85% y 91%, debido a pérdida por corte, conformado, ajuste y manipulación. De igual manera, los elementos comerciales como pernos, tuercas, rodamientos y tapas presentan una eficiencia del 100%, ya que se utilizan en su totalidad sin generar desperdicio. Para calcular la eficiencia en promedio se emplea la eficiencia ponderada  $\eta_{total} = \frac{\sum \text{eficiencias}}{2}$  obteniendo las eficiencias en (m) = 88%, (m<sup>2</sup>) = 84%. De acuerdo a los resultados obtenidos de cada uno de las unidades de longitud se obtiene la eficiencia total que es de 86%. Con el resultado de la eficiencia total calculamos el desperdicio que se obtiene como resultado 14 %. Esto se explica mediante ecuación 5.2:

Ecuación 5.2 Desperdicio Total

$$\text{Desperdicio total (\%)} = 100 - \text{Ntotal} \quad (5.2)$$

$$\text{Desperdicio total (\%)} = 100 - 86 = 14\%$$

De ello cabe decir que, del consolidado de materiales que se usa en Dipag, se determina una eficiencia de uso de materia prima del 91% que, representa desperdicio total de 9%. Tal desperdicio se genera fundamentalmente en procesos de corte y ajustes en planchas y tuberías, que son propios

del proceso productivo actual y guardan relación con los cortes de planchas grandes, ajustes manuales en el armado y soldadura y anidado de cortes CNC.

### 5.1.15. Posibles pérdidas en relación del % de desperdicios

Conforme a los materiales, eficiencias y precios aproximados dentro del mercado ecuatoriano, se estima que ese 9% de desperdicio presente en la empresa DIPAG y cuyos valores son solo referenciales podrían indicar cierto efecto a nivel económico.

En la tabla 5.34 muestra los costos estimados por material obteniendo como resultado el valor de desperdicio en dinero.

Tabla 5.34 Costos de Materiales

Material	Unidad	Material utilizado	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Plancha 1200×2400×3 mm	m <sup>2</sup>	2,88	25,00	72,00
Plancha 6 mm	m <sup>2</sup>	11,52	38,00	437,76
Plancha 1 mm (cabina)	m <sup>2</sup>	3,36	18,00	60,48
Platina 3,16 × mm	m <sup>2</sup>	6,00	6,50	39,00
Varilla redonda 5/8 m	m <sup>2</sup>	6,00	7,00	42,00
Tuberías varias (en promedio)	m <sup>2</sup>	30,00	9,00	270,00
Otros materiales metálicos y fijaciones lote		-----	-----	120,00
Costo total estimado en materia prima				1.041,24

Nota. El cálculo de la pérdida de acuerdo con el análisis promedio ponderado de eficiencia de Dipag fue determinado con 86%, lo cual equivale al 14%, para poder calcular la pérdida económica se utiliza la ecuación 5.3:

Ecuación 5.3 Pérdida Económica

$$\text{Pérdida económica} = \text{Costo total de materia prima} * \text{Cantidad de desperdicio} \quad ( 5.3 )$$

$$\text{Pérdida económica} = 1.041,24 * 0,86 = \$ 895,47$$

Por ende, esta empresa tendría pérdida aproximada de \$ 895,47 por unidad de producción. De allí, se puede interpretar también que el valor tiende a ser moderado a nivel unitario, significando cierto impacto al considerar la producción acumulada mensual o anual. De este modo, el desperdicio surgido de los procesos de corte de planchas y tuberías, los arreglos que se realizan manualmente en el proceso de armado y soldadura, por carecer de estandarización para manejo de materiales. Cabe destacar que, con un enfoque 5S podría mejorarse el desempeño operativo sin afectar el flujo productivo que existe, concentrado en optimización del entorno laboral, control visual y disciplina organizacional.

### **5.1.16. Informe diagnóstico de hallazgos y oportunidades de mejora**

A través de los hallazgos provenientes de los resultados de los cuestionarios, representados en apartado anterior, se puede confirmar que los desperdicios detectados coinciden con los que han sido descritos teóricamente respecto del Lean Manufacturing, esto refleja que la empresa Dipag tiene una situación de no aplicación de herramientas LM.

Por medio de los resultados se refleja cierta ausencia del conocimiento técnico acerca de los desperdicios, es una limitada percepción del problema que podría deberse a tener un poco de resistencia de reconocer falencias a nivel interno, por falta de conciencia o de formación de desperdicios físicos y operativos, así como, cierta acumulación innecesaria de planchas y tuberías que deben concentrarse para optimizar resultados que pueden influir en las ventas o percepción de los clientes de Dipag, e incluso, en los propios talentos humanos que deben tener una mejor participación para expresar sus opiniones en función de mejoras continuas.

De cierto modo, podría haber un problema en el enfoque y organización tras emitir consideraciones sobre la concentración del material por ser, tal vez, mal gestionados y, hacer mejores planificaciones que resulten en una adecuada organización.

Así como también deben actualizar materiales porque repercute en la mejora de gestión de inventarios y, por ende, en la utilidad de algunos insumos para la producción.

En este sentido, se muestran grados de conciencia, aunque sea poco técnica y dispersa, sobre las oportunidades que se tienen y debe hacerse para mejorar.

Sin embargo, mediante la implementación de un diseño del sistema LM, se justifica que permitiría disminuir tiempos de espera, optimización de inventarios y aprovechamiento del talento humano.

Esto evidencia un contraste que revela el no consenso organizacional, en una carencia de visión compartida que, solo restringe la capacidad de priorizar acciones de mejora, entonces, se comprueba que igualmente es necesaria la formación y cultura organizacional que conduzca hacia una observación con mayor criterio de los procesos.

Estos hallazgos confirman que Dipag se enfrenta a un desafío cultural de alineación de percepciones de sus colaboradores hacia una identificación con participación activa sobre desperdicios y búsqueda de soluciones.

Esto significa que debe reforzarse la relevancia de emplear 5S, para capacitación o formación en

LM a fin de que los trabajadores sean capaces de identificar, hacer propuestas y llevar a cabo las mejoras sistemáticas necesarias para minimizar inventarios y tiempos de espera.

En la tabla 5.35, se visualiza este informe analítico de resultados y diagnóstico de hallazgos para, posteriormente, presentar la propuesta de mejora, se muestra la tabla siguiente:

Tabla 5.35 Matriz percepción de desperdicio y acción sugerida [5]

Percepción de desperdicio	Sugerencia de acción	Interpretación
Sobra de planchas	Optimizar/actualizar material	Se identifica un poco de exceso en inventario, inadecuada gestión de material. Se propone mejoras en gestión de insumos. Utilizar herramientas LM: 5S.
Tuberías	Concentración	Se percibe desperdicio específico de material. Se sugiere acción abstracta en formación de técnicas LM. Capacitación en LM al personal
Material y tiempo	Planificación	Reconocimiento parcial de desperdicio físico y operativo. Propuesta de planificación alineada con técnicas LM: 5S para mejorar la organización, el orden y limpieza. Capacitación en LM al personal para formación en cultura de mejora continua.

Al analizar esta matriz, se puede decir que, se evidencia que los desperdicios materiales son planchas y tuberías, que son problemas en clasificación, organización y orden en inventarios; las acciones que se proponen se direccionan hacia planificación y optimización de material para dar soluciones, conjuntamente con la sensibilización o capacitación del personal para superar lo que limitaría a la efectividad de un sistema LM; por último, la oportunidad de intervención mediante procesos, alineados con acciones precisas.

En este orden de ideas, se presenta síntesis de la situación diagnóstica de la empresa objeto de este estudio.

### 5.1.17. Diagnóstico de la situación en Dipag Sociedad Civil

En la tabla 5.36 muestra el diagnóstico inicial detectado de la empresa DIPAG indicando los desperdicios, cuellos de botellas, etc., en si los componentes que no dan valor a la empresa.

Tabla 5.36 Diagnóstico inicial detectado

Componente	Observado
<b>Proceso en la actualidad</b>	Producción seriada en etapas establecidas: recepción, corte, soldadura, armado, ensamblaje, pruebas, pintura, almacenamiento.
<b>Talento humano</b>	5 trabajadores en producción que son distribuidos en: 2 en armado, 1 en pintura, 1 operador CNC y 1 jefe de producción.
<b>Tiempos críticos</b>	Armado de chasis: 40h: 00:50seg, soldadura: 14h:10min:30seg, corte (CNC): 12h:30min:20seg.
<b>Cuello de botella</b>	Armado de chasis con concentración de 36,71% del tiempo total.
<b>Desperdicios: Mudras identificadas</b>	Sobre proceso para armado. Esperas entre las etapas. Movimientos repetitivos. Probable exceso en inventario de insumos.






De manera que, analizando la información que se obtuvo, se desprende que los hallazgos parten

del desperdicio crítico que guardan relación con los tiempos de espera que se reportan como frecuentes en la mayoría del personal encuestado; conduciendo a que las causas se centran en la falta de clasificación y organización y limpieza que se concentra en insumos o materiales, influenciando en desperdicios que generan retrasos para hacer entregas que pueden reducir la productividad de la empresa.

Administrar una empresa corresponde a un alto nivel de obligación y control de desperdicios que deben ir reduciendo a través de la mejora continua. Las empresas tienden a ser receptivas en implementación de estrategias que les ayude a ser más productivas [5], en tal sentido, Dipag, viene dando muestras de mejoras y tiende a recibir propuestas. En contraste con las encuestas efectuadas a pesar del conocimiento que tienen los colaboradores resulta importante seguir con estandarizaciones e incluso las capacitaciones en LM para su aplicación permanente.

A los fines de hacer visible los mismos, se representa a continuación la tabla 5.37, práctica que facilita la observación de dichos hallazgos.

Tabla 5.37 Consolidación visual basado en los resultados de cuestionarios aplicados

Categoría	Causas identificadas
 Métodos	-Falta de estandarización -Procesos repetitivos -Ausencia de planificación visual
 Materiales	-Exceso de inventarios por falta de clasificación, organización y limpieza -Acumulación sin necesidad, carece de limpieza y orden
 Talento humano	-Capacidad desaprovechada -Poca o ninguna participación de propuestas
 Maquinaria	-Sin mantenimiento
 Entorno	-Exceso de almacenamiento y falta de clasificación y organización de materiales -Tiempos prolongados por falta de orden y organización

De acuerdo con ello, se exhibe un esquema en donde se aprecia el desperdicio y el tiempo que se invierte para proponer la reducción de los mismos.

En la figura 5.30, muestra un flujograma de procesos para la construcción de una concretera,

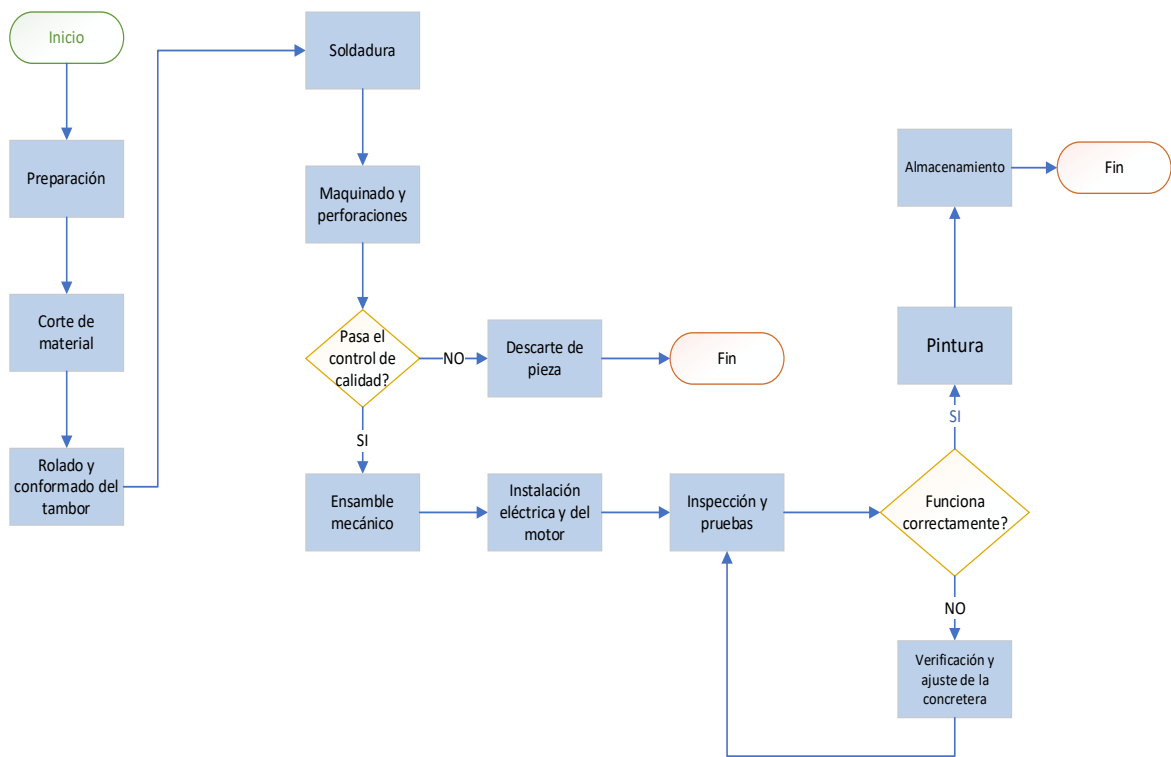


Figura 5.30 Flujograma del proceso actual de DIPAG, basado en los resultados de instrumentos aplicados

Nota. Los datos del esquema fueron extraídos de la información arrojada del cuestionario aplicado y de los detalles del proceso, trabajadores a cargo y tiempos que el propio personal compartió, el cual corresponde a la etapa diagnóstica o previa del estudio para luego observar, dentro de la propuesta, los posibles cambios que pueden conducir a mejoras.

En razón a ello, se puede interpretar que en cuanto a los materiales, las grandes dimensiones de insumos pueden ser lentas, a pesar de contar con un talento humano constituido por 5 operarios, 1 administrativo, la carga de trabajo no es balanceada, en virtud de los métodos, la extensa secuencia con ausencia de estandarización genera reproceso o retrabajo, acerca de la maquinaria, al usar la soldadura manual y sin fijaciones, incrementa los tiempos y, respecto del entorno conformado por el espacio y la organización, ocasionan movimientos innecesarios.

Teniendo el diagnóstico de la situación de esta empresa, se ilustra una matriz de las mudas centrales que se encontraron, observando la tabla 5.38, siguiente.

Tabla 5.38 Matriz Muda de DIPAG y causas que deben solucionarse

<b>Desperdicios</b>	<b>Muda</b>	<b>Causas</b>
Armado de chasis con demora de 40h:00:50s	Sobre procesos	Secuencia amplia, carencia de clasificación, retrabajo por falta de organización
Tiempo retraso en soldadura	Espera	Soldadura manual, falta plantilla para fijación rápida, falta orden y limpieza
Movimientos reiterados para manipulación	Movimiento innecesario	Dimensión grande de tuberías y planchas en espacio limitado y no clasificado
Espera en etapa corte → soldadura	Espera	Poca organización y sincronización
Inventario en exceso de materiales	Inventario	Recepción sin control visual, acumulación en el taller sin clasificar, organizar y ordenar
Retrabajo en prueba inicial	Defectos	Falta control intermedio de calidad, errores de montaje
Uso limitado de CNC solamente en corte	Subutilización de recursos	No aprovechamiento automatizado en el resto de etapas, no existe limpieza ni orden ni clasificación

Nota. De allí se desprenden los elementos que en resumen conforman desperdicios y mudas detectados: actualizar las nuevas horas

- Cuello de botella base en: armado de chasis → sobreprocesos y espera, concentrando 40h:00:50seg del tiempo total.
- Soldadura con mucho tiempo por proceso manual que genera espera.
- Movimiento reiterado por manipulación de materiales pesados sin adecuada ergonomía.
- Esperas en etapas por falta de flujo continuo entre corte → soldadura → armado
- Inventario excesivo por acumulación de insumos sin control visual.
- Defectos en pruebas por retrabajo/reproceso por inexistencia de control intermedio.
- Subutilización CNC que solamente se usa en corte → desaprovecho de capacidad tecnológica.
- Herramientas puntuales: 5S.

La implementación del sistema 5S permitirá reducir progresivamente los porcentajes de desperdicio, mejorando el orden, el control visual y el aprovechamiento de la materia prima, lo cual contribuirá a una reducción directa de costos y, mejorar la competitividad de la empresa en el contexto productivo ecuatoriano. Ante esto, existe oportunidad de mejorar a través de herramientas LM que se proponen seguidamente y de acuerdo con el tercer objetivo planteado en el presente estudio.

## **5.2. Selección de la herramienta para la minimización de desperdicios**

Para seleccionar la herramienta de mejora continua más adecuada, se utilizó una matriz de

ponderación que facilitó la evaluación de las opciones 5S, Justo a Tiempo (JIT) y Mantenimiento Productivo Total (TPM). Se establecieron cuatro parámetros para el análisis: impactos de desperdicios, factibilidad técnica y costos de implementación.

En la tabla 5.39 muestra la asignación de importancia de criterios, para esta asignación se utilizó el método de la importancia relativa, considerando el impacto de la misma.

Tabla 5.39 Asignación de importancia de criterios

Criterio	Importancia	Peso %
Impacto en desperdicios	4	40%
Factibilidad técnica	3	30%
Costo de implementación	2	20%
Tiempo de resultado	1	10%
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

Donde para calcular el peso se utilizó la ecuación 5.3

Ecuación 5.4 Peso

$$\text{Peso} = \frac{\text{Importancia del criterio}}{\text{Suma total del criterio}} \quad (5.4)$$

Para determinar la herramienta más efectiva para reducir el desperdicio en la empresa, se utilizó la escala de evaluación, con el objetivo de analizar cómo percibe el personal la implementación de varias metodologías de mejora continua como TPM (Mantenimiento Productivo Total), Just in Time y 5S.

En la tabla 5.40 muestra una escala que va del 1 al 5, la cual ayudó a medir el rendimiento de cada opción (5S, Just in Time y TPM). Esta escala hace posible comparar las distintas herramientas teniendo en cuenta su eficacia, viabilidad y la sencillez de su aplicación dentro de la organización.

Tabla 5.40 Escala de Linkert

Valor	Interpretación
1	Muy bajo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Muy alto

En la tabla 5.41 muestra los parámetros que se le asignó un porcentaje de peso según su relevancia en el análisis, asegurando que la suma total sea del 100%. Luego, se aplicó una escala de evaluación que va del 1 al 5, donde 1 indica el nivel más bajo y 5 el más alto.

Tabla 5.41 Evaluación comparativa de herramientas Lean mediante matriz ponderada de criterios

Indicadores	Peso %	Herramientas		
		5S	JIT (Just in time)	TPM (Mantenimiento Total)
Impacto en desperdicios	40%	5 (Alto impacto en búsqueda y movimiento)	4 impacto en inventarios	3 impacto solo en maquinas
Factibilidad técnica	30%	5 (Conceptos básicos y visuales)	2 (Requiere flujo perfecto)	3 (Requiere conocimientos técnicos)
Costo de implementación	20%	5 (Muy bajo: pintura y limpieza)	3 (Medio: Software/Logística)	3 (Medio: Repuestos)
Tiempo de resultado	10%	5 (Inmediato: 1-2 semanas)	2 (Largo plazo: Meses)	2 (Largo plazo)

En la tabla 5.42 muestra la matriz de evaluación ponderada de alternativas

Tabla 5.42 Matriz de evaluación ponderada

Indicadores	Peso (%)	5S	Resultado 5S	JIT	Resultado JIT	TPM	Resultado TPM
Impacto en desperdicios	40%	4,5	1,80	4	1,60	3	1,20
Factibilidad Técnica	30%	3	0,90	2	0,60	3	0,90
Costo de Implementación	20%	4	0,80	3	0,60	3	0,60
Tiempo de Resultados	10%	5	0,50	2	0,20	2	0,20
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>		<b>4,00</b>		<b>3,00</b>		<b>2,90</b>

Al final, se determinó el valor ponderado al multiplicar cada calificación por su peso correspondiente, lo que permitió obtener un puntaje total para cada opción. Los hallazgos muestran que la metodología 5S obtuvo la mayor calificación, destacándose como la alternativa más efectiva gracias a su gran impacto, bajo costo y rápida implementación.

Nota. Si bien todas contribuyen a reducir desperdicios, la 5S viene a ser la más adecuada en virtud del contexto operativo de Dipag por el bajo nivel de complejidad, siendo más fácil de implementar, con una incidencia de alto impacto para mejorar su entorno productivo.

Es decir, la metodología 5S resalta en el impacto directo para reducir desperdicios que se asocian a movimientos innecesarios, tiempos de espera, inventarios excesivos y reprocesos, creando entornos de trabajo visualmente organizados y controlados. Por tales motivos, se deduce que 5S es la herramienta apropiada para empresas que requieren madurez lean como es Dipag.

Por otra parte, es importante destacar que, para lograr el orden y la citación de las fuentes bibliográficas, se utilizó la automatización de citas y bibliografía de IEEE, misma que fue aplicada en todo el documento.

De los resultados del segundo objetivo específico, se hizo el diagnóstico de la situación de la empresa DIPAG Sociedad Civil usando un cuestionario y aplicándolo a la población, recopilando datos para luego analizarlos con la intención de identificar áreas críticas de desperdicios. En función a ello, efectivamente, se conoció el estado actual de los procesos y, por ende, se presenta

un informe diagnóstico de hallazgos y oportunidades de mejora, donde la herramienta estadística fue realizado con el programa Excel para considerar los respectivos datos.

### 5.3.Propuesta de diseño del sistema Lean Manufacturing para DIPAG sociedad civil

Continuando con los objetivos de estudio, se presenta el último, correspondiente a proponer un diseño LM después de haber observado los espacios de trabajo, almacenamiento y tiempos de producción, determinando las áreas a mejorar y enfocado en eliminar desperdicios.

De los detalles identificados, deriva hacer una propuesta que enfatiza el tratamiento para solucionar la problemática y mejorar el proceso en la entidad de estudio.

En la siguiente tabla 5.43, se presenta una matriz de tiempos y personal a cargo de acuerdo a la observación realizada en la visita realizada a DIPAG.

Tabla 5.43 Matriz de Tiempos y Personal a cargo de la actividad. Basado en lo observado en la visita realizada a Dipag

Actividad	Tiempo (horas)	Personal
Recepción de materiales	06h 20m 15s	Personal administrativo (1)
Corte (Prensadora/Plasma)	12h 30m 20s	Operador CNC (1)
Soldadura	14h 10m 30s	Producción (2)
Armado de chasis macho y hembra	40h 00m 50s	Producción (3) + Armado (2)
Colocación de las cabinas	09h 00m 10s	Producción (2)
Colocación de motor	08h 30m 15s	Producción (3)
Prueba (Si o No)	07h 00m 25s	Jefe de producción (1)
Pintura	05h 30m 30s	Pintura (1)
Engrasado general	03h 40m 20s	Producción (2)
Prueba Final	01h 17m 15s	Jefe de producción (1)
Almacenamiento	01h 10m 00s	Personal administrativo (1)
Total	109 h	6

Nota. Este es el tiempo en que el personal a cargo desarrolla el proceso, evidenciando la situación actual de Dipag, destacando principalmente, la cantidad de horas que toma la armadura de chasis y, de donde se estima efectuar una reducción notable, sin dejar a un lado el resto del tiempo que se utiliza en otras partes del proceso.

Por medio de la siguiente tabla 5.44, se puede ver el tiempo del proceso que llevarán a cabo y la minimización de los tiempos, incidiendo especialmente, en el proceso fundamental que parte de aplicar 5S, obsérvese en la tabla siguiente.

Tabla 5.44 Proceso de aplicarse 5S. Basado en la metodología 5S y de los resultados obtenidos de Dipag

5S	Denominación	Descripción
1 Seiri	Clasificar	Separar lo necesario de lo que no lo es: suprimir herramientas, materiales y objetos que no se usan ni son útiles
2 Seiton	Organizar y ordenar	Ordenar visiblemente todo lo que se necesite para que sea accesible. Colocar etiquetas, usar tableros visuales, organizar estanterías.
3 Seiso	Limpiar	Conservar limpio los espacios. Detectar irregularidad durante la limpieza
4 Seiketsu	Estandarizar	Elaborar normas y procedimientos para conservar el orden y la limpieza
5 Shitsuke	Disciplinar	Promover hábitos de disciplina operativa y cultura LM para mejorar continuamente. Hacer supervisiones y reforzar el cumplimiento

Nota. Esta esquematización constituye la base Lean en concordancia con las necesidades actuales de Dipag, el cual puede fijarse en carteles en la infraestructura interna de la empresa, incorporarse en manuales o guías de inducción, o formar parte en las capacitaciones.

En la siguiente tabla 5.45 muestra las 5S con su respectiva descripción, esta tiene como fin obtener la eficiencia de cada una.

Tabla 5.45 Las 5S básicas con tiempos de Eficiencia

Pilar	Descripción	Responsable	Tiempo meta	Tiempo real	Eficiencia
<b>Clasificar (Seiri)</b>	Eliminar lo innecesario (Herramientas obsoletas)	Supervisor	5min búsqueda	1min	80%
<b>Ordenar (Seiton)</b>	Organizar con etiquetas	Equipo	3min Identificación	2 min	33%
<b>Limpiar (Seiso)</b>	Rutina diaria de limpieza de maquinas	Todos	10 min Inspección	4min	60%
<b>Estandarizar (Seiketsu)</b>	Checklists visuales para mantener el orden	Gerente	15 min diario	12 min	20%
<b>Disciplina (Shitsuke)</b>	Auditorias semanales y capacitación	RH	20 min entretenimiento	15min	25%

Nota: El tiempo total diario destinado a la aplicación de las 5S es de 34 minutos por trabajador, calculado a partir de la suma de los tiempos reales de cada tarea. Para un grupo de 6 trabajadores, esto equivale a un total de 204 minutos al día, lo que demuestra una efectiva administración del tiempo y ayuda a aumentar la eficiencia operativa en la empresa DIPAG.

En la tabla 5.46 muestra el esquema de resultados de acuerdo a las 5S

Tabla 5.46 Esquema de 5S de resultados esperados. Basado en la información proporcionada en la visita y de la funcionalidad del 5S

Recepción de materiales (2)	Producción (5) Clasificar: separar y verificar los materiales
Colocación de motor (2)	Producción (5) clasificación y verificación de componentes críticos.
Corte CNC (3)	Operador CNC (1) Ordenar: Herramienta CNC
Colocación de cabinas (5)	Producción (5): Ordenar: Piezas, etiquetas y accesibles
Colocación del motor (6)	Producción (5) Estandarizar: procedimientos visuales y secuencias claras
Prueba inicial (3)	Jefe de producción (1) Estandarizar: Check list pruebas técnicas
Prueba final (3)	Jefe de producción (1) Estandarizar: Protocolo de evaluación final
Soldadura (6)	Producción (5) Limpiar: zonas libres de residuos metálicos
Pintura (5)	Pintura (1) Limpiar: cabina limpia y ventilada
Almacenamiento (1)	Jefe de producción (1) Disciplinar: Ubicación definida y registro

Para hacer posible este proceso y acortar los tiempos, se propone realizar ciertos Cambios para la mejora respectiva, partiendo de ello, en adelante se podrán observar las herramientas a implementar.

### **5.3.1. Diseño del Sistema Lean Manufacturing**

#### **Equipo de área de producción**

En la tabla 5.47 muestra el personal del área de producción de la empresa DIPAG, el cual incluye a pocas personas y se representan a continuación.

Tabla 5.47 Responsables de la implementación de la metodología 5S

<b>Cantidad</b>	<b>Equipo</b>
1	Jefe de área
4	Operarios
1	Personal administrativo

El jefe de esa sección debe organizar y vigilar todas las actividades relacionadas con la propuesta del sistema 5S en el área de producción, asegurándose de que se cumplan las metas establecidas antes.

Los empleados tienen la obligación de ejecutar las labores concretas de cada etapa del método 5S, tales como ordenar suministros, disponer bien los instrumentos, asear las áreas de labor y conservar el orden en sus lugares.

El personal administrativo se encarga de ayudar con la parte de papeleo del proyecto, lo que implica hacer formatos, listas de chequeo y revisar las actividades hechas al poner en marcha el sistema 5S.

### **5.3.2. Desarrollo de la metodología 5S**

#### **a. SEIRI (clasificación)**

Al revisar el área de producción de la empresa DIPAG, se nota que hay cosas y suministros que no ayudan a que el trabajo avance y, peor aún, solo estorban y gastan lugar sin sentido. Al mirar bien, vimos que se juntaron herramientas que nadie usa, sobra material y otras cosas que dificultan tener orden en los puestos de labor. Este asunto afecta qué tan bien se hacen las cosas y podría causar pausas en la fabricación.

Una barrera grande para aplicar bien la parte de clasificar (Seiri) de las 5S es que no hay reglas claras para saber qué cosas o instrumentos son verdaderamente importantes en el sitio de trabajo. Por eso, para mejorar, proponemos crear instrumentos como el checklist y tarjetas rojas para

separar basándose en qué tan seguido se usa cada material o útil. Así será más fácil decidir con hechos cuáles cosas se van, liberando espacio y poniendo en mejor orden toda la sección de producción, a continuación, se explicará cómo funciona estas herramientas y que beneficios tienen. En la tabla 5.48 muestra un checklist para la clasificación de elementos necesarios e innecesarios en el área de producción.

Tabla 5.48 Checklist de elementos necesarios e innecesario

Categorización de elementos necesarios e innecesarios						
Fecha:		Elaborado por:				
Área:		Verificado por:				
N°	ARTÍCULO	CANTIDAD	CATEGORÍA	RECUENCIA DE USO	ACCIÓN	OBSERVACIÓN
			<b>Necesario</b> <input type="checkbox"/>	Diaria <input type="checkbox"/>	Desechar <input type="checkbox"/>	
			Máquina/Equipo <input type="checkbox"/>	Semana <input type="checkbox"/>	Reubicar <input type="checkbox"/>	
			Herramientas <input type="checkbox"/>	Mensual <input type="checkbox"/>	Reparar <input type="checkbox"/>	
			Instrumento <input type="checkbox"/>	Anual <input type="checkbox"/>	Reciclar <input type="checkbox"/>	
			Partes Eléctricas <input type="checkbox"/>	Nunca <input type="checkbox"/>	Vender <input type="checkbox"/>	
			Artículos <input type="checkbox"/>		N/A <input type="checkbox"/>	
			<b>Innecesario</b> <input type="checkbox"/>			
			Partes Mecánicas <input type="checkbox"/>			
			Materia Prima <input type="checkbox"/>			
			Producto Terminado <input type="checkbox"/>			
			Documentos <input type="checkbox"/>		Fecha de inicio:	
			Otros: <input type="checkbox"/>		Fecha de fin:	

En la tabla 5.49 muestra una tarjeta roja la cual se utilizará para clasificar dentro del área de producción.

Tabla 5.49 Tarjeta roja

TAJETA ROJA – 5S			
Área:			
Fecha:		N°	
		Item:	
CATEGORÍA		ACCIÓN	
Máquina/Equipo	<input type="checkbox"/>	Desechar	<input type="checkbox"/>
Herramienta	<input type="checkbox"/>	Reubicar	<input type="checkbox"/>
Partes Eléctricas	<input type="checkbox"/>	Reparar	<input type="checkbox"/>
Partes Mecánicas	<input type="checkbox"/>	Reciclar	<input type="checkbox"/>
Materia Prima	<input type="checkbox"/>	Otros:	<input type="checkbox"/>
Producto Terminado	<input type="checkbox"/>		
Otras:			
MOTIVO			
Necesario	<input type="checkbox"/>	Innecesario	<input type="checkbox"/>
Elaborado por:			
COMENTARIOS			

Fuente: Dayana Romero (2022)

### b. SEITON (organización)

En la etapa dos de la metodología 5S, conocida como Seiton o poner en orden, se organizará de forma correcta todo lo necesario como insumos, utensilios y maquinaria dentro de la planta de fabricación de DIPAG. Luego de que se identificaron y quitaron las cosas sobrantes en el paso de clasificación, se definirá un lugar fijo para cada instrumento o recurso que se utilice durante la elaboración del producto.

Con el fin de conseguirlo, se llevará a cabo poniendo letreros y marcando las zonas para que sea sencillo ubicar dónde va cada artículo dentro del lugar de trabajo. Esta colocación mejorará la facilidad para alcanzar los implementos, reducirá la cantidad de minutos gastados buscándolos y permitirá conservar un movimiento laboral más eficiente en las tareas de fabricación.

En la figura 5.31 muestra las señaléticas que se utilizarán para organizar dentro del área de producción.



Figura 5.31 Señaléticas para organización dentro del área de producción

Las partes clave sobre lo que se obtiene al poner señalizaciones son estas:

- Este elemento visual es súper importante porque ayuda muchísimo a hacer más seguras las áreas de trabajo. Al marcar bien, se pueden señalar caminos seguros, lugares prohibidos y sitios con posibles riesgos, lo que baja la probabilidad de problemas en las operaciones. También guía al personal sobre cómo usar el espacio físico de la mejor manera. Aparte de evitar accidentes, esto promueve tener una mentalidad de orden y ser responsable en el grupo, algo clave para que el almacén funcione bien y por mucho tiempo.
- Permite hallar cosas de volada: Si todo está bien identificado visualmente, el personal halla lo que necesita enseguida, ahorrando tiempo y haciendo más fluidas las actividades diarias.
- Impulsa la organización y que todo se haga igual: Tener etiquetas, avisos y códigos a la vista refuerza las costumbres de ordenar entre todos, ayudando a mantener consistencia en el trabajo y garantizando que cada cosa esté en su sitio fijo.

### c. SEISO (limpieza)

La etapa número tres del sistema 5S, llamada Seiso (limpiar), implica dejar reluciente la zona de producción en la empresa DIPAG, buscando mantener un lugar de trabajo organizado y libre de peligros. Durante este paso, se asearán los puestos donde se labora, los instrumentos, la maquinaria y todo el lugar ocupado al fabricar.

Hacer esto ayuda a quitar el polvo, la basura y cosas que podrían afectar cómo marchan las actividades. Además, cuando se limpia seguido, es más fácil notar si algo anda mal con las máquinas o las herramientas, previniendo problemas en la elaboración y garantizando un área apta

para trabajar.

Para poder tener el control más regido en la limpieza del área de producción se decidió proponer una tabla de registro y control de limpieza.

En la tabla 5.50 muestra un registro de control de limpieza que se propone aplicar en el área de producción.

Tabla 5.50 Registro de control de limpieza en el área de producción

REGISTRO DE LIMPIEZA							
Área	Responsable	Frecuencia de limpieza	Realizado por:	Fecha	Verificado por:	Fecha	Observaciones


Establecer un informe de aseo dentro de un depósito de existencias resulta fundamental para garantizar que las operaciones funcionen bien, que el entorno sea seguro y que se sigan las reglas de organización y orden que impulsa el sistema 5S. Dicho mecanismo no solo permite llevar una cuenta ordenada de los trabajos de limpieza hechos, sino que también impulsa un sentimiento de obligación tanto personal como colectivo entre el personal. Así se previene que aparezca el caos y las acumulaciones que sobran, lo cual eleva el rendimiento con el paso del tiempo.

#### Estandarizar

En esta fase de la metodología 5S implica crear reglas, procedimientos y controles visuales que ayuden a sostener de manera continua el orden, la limpieza y la organización en el lugar de trabajo. Al definir ubicaciones específicas para las herramientas, utilizar señaléticas adecuadas y establecer rutinas de limpieza, se asegura que todos los empleados sigan las mismas pautas, lo que facilita el control de actividades. Además, la estandarización ayuda a disminuir y eliminar desperdicios, como el tiempo innecesario en la búsqueda de objetos, la acumulación de materiales y el desorden en los procesos, lo que permite aumentar la eficiencia, hacer un mejor uso de los recursos y mantener un entorno de trabajo más seguro y productivo.

En la tabla 5.51. muestra un registro de control de clasificar, ordenar y limpiar que se propone aplicar en el área de producción para obtener los puntajes totales, esto ayuda mucho para la fase de estandarizar.

Tabla 5.51 Registro para la fase de estandarización 5S

<b>Empresa:</b> DIPAG Sociedad Civil	<b>Área:</b> Producción	<b>Evaluación</b>					
<b>Verificación</b>	<b>Puntuación adquirida</b>		<b>Fecha:</b>				
<b>5S</b>	<b>Punto de revisión</b>	<b>Puntuación</b>					
		0	1	2	3	4	5
Seiri (Clasificar)	Se ha eliminado artículos u objetos necesarios de los innecesario						
	Se diferencian los elementos útiles de los obsoletos						
	Tiene espacios designados para los materiales no útiles						
	El personal operativo conoce criterios para clasificar los materiales						
	Puntaje total						
Seito (Organización)	Todos los materiales están en lugares donde se puede localizar fácilmente.						
	Las herramientas tienen tarjeta, codificación y rotulación						
	Existen señaléticas visibles						
	Puntaje total						
Seiso (Limpiar)	Cada área de trabajo está limpia y sin exceso de residuos						
	se dispone de materiales y objetos de limpieza diaria						
	Se ha eliminado exceso de residuos						
	Existe rutina y cronograma de limpieza						
	Puntaje total						

### Disciplina

Esta etapa busca mantener firmes y hacer crecer los hábitos de clasificar, orden, limpieza y estandarizar en el sitio de trabajo, asegurando que el sistema 5S siga vigente. Lo importante aquí es que si no hay reglas claras y el personal operativo no colabora siempre, los avances conseguidos podrían borrarse con el tiempo, perjudicando lo bien que se hacen las cosas. Por eso, es clave definir formas de hacer las cosas y marcas visibles que guíen lo que hacen los trabajadores y ayuden a alcanzar las metas fijadas, además nos sirve y ayuda para reducir desperdicios, para no perder tiempo buscando o tener desorden en los lugares de labor.

De las cosas más cruciales sobresale hacer avisos, poner etiquetas y marcar los lugares, lo cual

permite ordenar bien las herramientas y elementos en el almacén. Estos hábitos ayudan a prevenir errores, hacer que el trabajo fluya mejor y usar al máximo lo que se tiene a mano. De esta forma, no solo se fortalece la disciplina para operar y la manera de ser de la empresa, sino que también se promueve un entorno más eficiente, donde usar bien las 5S ayuda a tener costos reducidos y a que todo lo que se hace funcione mejor en general.

Algunos desperdicios podrán eliminarse, o al menos, reducirse, mediante 5S para soluciones concretas, mismas que son ilustradas en la tabla 5.52, siguiente.

Tabla 5.52 Herramienta 5S de LM y uso para eliminar desperdicios/mudas

Desperdicios	Muda	Uso
Armado de chasis con demora de 40h:00min:50seg	Sobre procesos	Elaborar una Lista de chequeo o check list, es ideal para seguir procesos adecuadamente. De ese modo, un componente defectuoso no puede pasar al paso siguiente.
Tiempo retraso en soldadura	Espera	El proceso manual y de traslado o búsqueda de materiales produce espera, pero precisando automatización y haciendo asignación de trabajo correctamente por medio de 5S, reduciría tiempo de preparación para producir solamente lo necesario y en la cantidad necesaria para reducir cola y eliminar tiempos de espera, mejorando el proceso con pedidos reales: materiales-partes fabricadas-montaje-artículo terminado-venta.
Movimientos reiterados para traslado de material y uso limitado de CNC solamente en corte	Movimiento innecesario y subutilización de recursos	Elaborar un Tablero para el equipo: “reponer material”- “material suficiente”. Estandarización de stock.
Espera en etapa corte soldadura y por defectos	Espera	Incorporar Tarjetas de señalamiento indicar que se ha realizado el corte y debe pasar a soldar. Esto evita el retraso y reproceso
Inventario en exceso de materiales	Inventario	Organizar el inventario con la cantidad de materiales que siempre se requieren, apartando aquellos que se necesitan en menor cantidad. Se seleccionan, luego se ordenan en el mismo espacio de los que comprenden la misma característica, se apartan, y al terminar cada trabajo deben guardarse en el mismo lugar para mantener todo organizado, con ello se fomenta la autodisciplina.
Retrabajo/reproceso en prueba inicial	Defectos	Revisar producción en el mismo momento y por el propio personal de la obra evita defectos o los detecta a tiempo para no volver a retrabajar o reprocesar. Planificar los pedidos que se tengan para hacer la producción y proceso acorde para hacer la respectiva entrega al cliente.

Nota. Estos desperdicios se reducirán una vez sea implementado 5S

### 5.3.3. Diagrama de Pert

En la siguiente tabla 5.53 detalla los pasos necesarios para fabricar la concretera, indicando la secuencia de cada actividad y qué labor precedía a la actual. Además, se especifican las duraciones estimadas para cada operación: el tiempo óptimo ( $T_o$ ), el tiempo más factible ( $T_m$ ) y el tiempo pesimista ( $T$ ).

Tabla 5.53 Datos para calcular el Te

Actividad ABC...	Actividad	Actividad precedente	To (Sem)	Tm (Sem)	Tp (Sem)
A	Recepción de materiales	----	1	2	6
B	Corte CNC/Prensadora	A	3	5	10
C	Soldadura	B	5	6	11
D	Armado de chasis	C	18	20	40
E	Colocación de cabinas	D	5	5	9
F	Colocación de llantas	D	2	2	7
G	Colocación de plato	D	1	2	5
H	Centrar el tambor o plato con piñón del volante	E, G	2	3	8
I	Colocación de guías de las poleas	H	1	1,5	7
J	Colocación de la llanta y soldadura (rematado)	F	4	6	10
K	Fajamiento del tambor	H	3	4	7
L	Colocación de cremallera (rodamientos)	K	1	2	5
M	Colocación del piñón de la cremallera	L	2	3	7
N	Colocación del volante o sistema de pedal	M	2,5	3	8
O	Colocación de motor	I	4	4	9
P	Prueba de inicio	O	1,5	2	4
Q	Pintura	P	3	4	9
R	Engrasado general	O	1	2	9
S	Prueba final	R	2	2	8
T	Almacenamiento	J, N, Q, S	1	1	9

Siguiendo los pasos para poder realizar el diagrama de Pert procedemos a calcular Te.

Para calcular (Te), se utiliza la ecuación 5.5:

Ecuación 5.5 Tiempo Esperado

$$Te = \frac{to + 4tm + tp}{6} \quad ( 5.5 )$$

Dónde:

Te = Tiempo esperado

To (a): Tiempo optimista

Tm (m): Tiempo más probable

Tp (b): Tiempo pesimista

Entonces para poder empezar a realizar la red no se utiliza ninguno de los tres si no se utilizará un promedio ponderado que obtenemos en el apartado de Te que se presenta en la siguiente tabla 5.54.

Tabla 5.54 Cálculos del Te en el diagrama de Pert

Actividad ABC...	Actividad	Actividad precedente	To (Sem)	Tm (Sem)	Tp (Sem)	Te
A	Recepción de materiales	----	1	2	6	2,5
B	Corte CNC/Prensadora	A	3	5	10	5,5
C	Soldadura	B	5	6	11	6,7
D	Armado de chasis	C	18	20	40	23,0
E	Colocación de cabinas	D	5	5	9	5,7
F	Colocación de llantas	D	2	2	7	2,8
G	Colocación de plato	D	1	2	5	2,3
H	Centrar el tambor o plato con piñón del volante	E, G	2	3	8	3,7
I	Colocación de guías de las poleas	H	1	1,5	7	2,3
J	Soldadura (rematado de llantas)	F	4	6	10	6,3
K	Fajamiento de la olla	H	3	4	7	4,3
L	Colocación de cremallera (rodamientos)	K	1	2	5	2,3
M	Colocación del piñón de la cremallera	L	2	3	7	3,5
N	Colocación del volante o sistema de pedal	M	2,5	3	8	3,8
O	Colocación de motor	I	4	4	9	4,8
P	Prueba de inicio	O	1,5	2	4	2,3
Q	Pintura	P	3	4	9	4,7
R	Engrasado general	O	1	2	9	3,0
S	Prueba final	R	2	2	8	3,0
T	Almacenamiento	J, N, Q, S	1	1	9	2,3

En la figura 5.32 muestra el camino crítico calculado a través de los datos de te.

Camino crítico: A-B-C-D-G-H-I-O-R-S-T = 59,20 semanas.

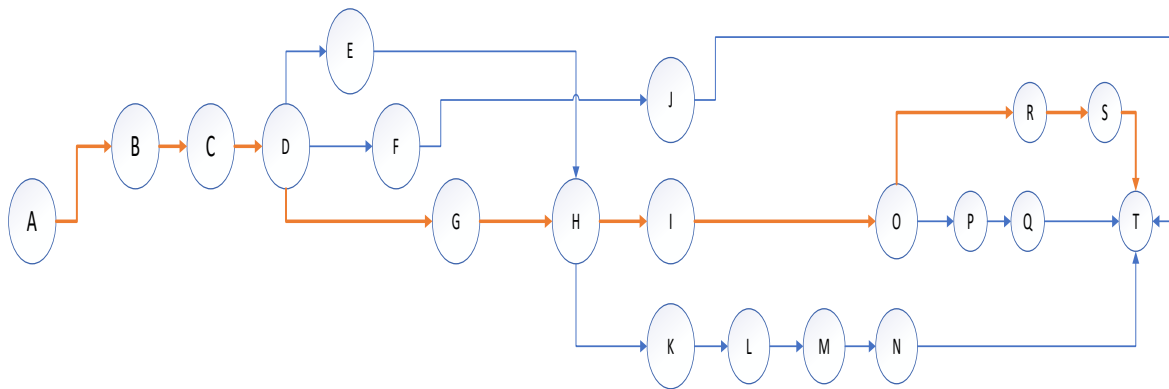


Figura 5.32 Red de Camino crítico

Continuando con los pasos, en esta tabla 5.55 muestra las holguras, el camino crítico de la red realizada y las varianzas.

Tabla 5.55 Datos de la holgura, camino crítico y varianza

ES	EF	LS	LF	AF	RC	$\sigma^2$
0	2,5	2,5	0	2,5	SI	34,028
2,5	8	5,5	2,5	8	SI	90,250
8,0	14,7	6,7	8	14,7	SI	103,361
14,7	37,7	23	14,7	3,7	SI	1369,000
37,7	43,3	5,7	53,5	40	-----	0,000
37,7	40,5	2,8	50	52,9	-----	0,000
37,7	40	2,3	37,7	40	SI	23,361
40	43,7	3,7	40	43,7	SI	58,778
43,7	46	2,3	43,7	46	SI	46,694
40,5	46,8	6,3	52,9	59,2	-----	0,000
43,7	48	4,3	45,3	49,6	-----	0,000
48	50,3	2,3	49,6	52	-----	0,000
50,3	53,8	3,5	52	55,5	-----	0,000
53,8	57,6	3,8	55,5	59,2	-----	0,000
46	50,8	4,8	46	50,9	SI	69,444
50,8	53,1	2,3	52,3	54,5	-----	0,000
53,1	57,8	4,7	54,5	59,2	-----	0,000
50,8	53,8	3	50,9	53,9	SI	78,028
53,8	56,8	3	53,9	56,9	SI	58,778
56,8	59,2	2,3	56,9	59,2	SI	78,028
					TOTAL	1931,722

Continuando con este procedimiento, ahora calculamos la desviación estándar del total de la varianza con la siguiente ecuación 5.6:

Ecuación 5.6 Desviación Estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (5.6)$$

$$S = 300,77$$

En la siguiente tabla 5.56 muestra las actividades propuestas para las 5S que tiene un total de duración de 59 semanas.

Tabla 5.56 Tiempo propuesto

<b>Actividades</b>	<b>Duración (Semanas)</b>
Planificación del proyecto 5S	4
Preparar, y diagnosticar el área aplicable	5
Socialización sobre el proyecto con el personal	3
Capacitación sobre las 5S al personal operativo	5
Identificación de problemas en el área	4
Clasificar (Seiri)	7
Ordenar (Seiton)	6
Limpiar (Seiso)	6
Implementación de la señalización y control visual	4
Estandarizar (Seiketsu)	5
Evaluación de procedimiento y normas 5S	3
Disciplina ( Shitsuke)	3
Mejoras establecidas y corrección	2
Evaluación de seguimientos	2
Total	59

En la tabla 5.57 muestra los tiempos, por los cuales se decidió realizar un diagrama de Gantt.

Tabla 5.57 Diagrama de Gantt por Semanas

Actividades	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22	Semana 23	Semana 24	Semana 25	Semana 26	Semana 27	Semana 28	Semana 29	Semana 30	Semana 31
Planificación del proyecto 5S	■	■	■	■																											
Preparar, y diagnosticar el área aplicable					■	■	■	■	■																						
Socialización sobre el proyecto con el personal										■	■	■																			
Capacitación sobre las 5S al personal operativo													■	■	■	■	■														
Identificación de problemas en el área																		■	■	■	■										
Clasificar (Seiri)																						■	■	■	■	■	■	■			
Ordenar (Seiton)																													■	■	■
Limpiar (Seiso)																															
Implementación de la señalización y control visual																															
Estandarizar (Seiketsu)																															
Evaluación de procedimiento y normas 5S																															
Disciplina (Shitsuke)																															
Mejoras establecidas y corrección																															
Evaluación de seguimientos																															

Continuación Tabla 1.54 Diagrama Gantt

Actividades	Semana 32	Semana 33	Semana 34	Semana 35	Semana 36	Semana 37	Semana 38	Semana 39	Semana 40	Semana 41	Semana 42	Semana 43	Semana 44	Semana 45	Semana 46	Semana 47	Semana 48	Semana 49	Semana 50	Semana 51	Semana 52	Semana 53	Semana 54	Semana 55	Semana 56	Semana 57	Semana 58	Semana 59
Planificación del proyectos 5S																												
Preparar, y diagnosticar el área aplicable																												
Socialización sobre el proyecto con el personal																												
Capacitación sobre las 5S al personal operativo																												
Identificación de problemas en el área																												
Clasificar (Seiri)																												
Ordenar (Seiton)																												
Limpiar (Seiso)																												
Implementación de la señalización y control visual																												
Estandarizar (Seiketsu)																												
Evaluación de procedimiento y normas 5S																												
Disciplina (Shitsuke)																												
Mejoras establecidas y corrección																												
Evaluación de seguimientos																												

### 5.3.4. Indicadores de éxito KPI's

Con estos KPI's que se presentan a continuación ayudaríamos a dejar más claro sobre nuestra propuesta y los costos estimados de la misma.

En la tabla 5.58, el porcentaje de eficiencia en el uso del material y el nivel de desperdicio.

Tabla 5.58 Primera S Clasificar y seleccionar Kpi (N) Eficiencia de Material

Actividad a Mejorar	Recursos	Cantidad	Costo Unitario	Tiempo Total	Costo MO	Costos de materiales	Costo Total	Horas Ahorradas	Eficiencia
Clasificación de material en el área de corte	Personal de producción Checklist Esfero	2 personas 10 hojas 2 esferos	\$ 2.98 por hora \$0.15 \$0.30	156h	\$929,76	\$2.10	\$931,86	2h:25min :6seg	Valor actual 91 % y el valor meta 95%
Eliminación de herramientas obsoletas	Personal de producción Tarjetas rojas marcadores	2 personas 50 tarjetas rojas emplasticadas (4 tarjetas por hoja) 2 marcadores	\$ 2.98 por hora \$1.25 \$0.43	152h	\$905,92	\$17.11	\$923,03	2h:30min :6seg	Espacio útil
Total, de seiri				308h			1854,89	4h:55min :12seg	Menos scrap y más espacio

En la siguiente tabla 5.59 muestra la eficiencia del tiempo de transición durante el proceso.

Tabla 5.59 Segunda S Ordenar Kpi (Tt) Tiempo de transición

Actividad a Mejorar	Recursos	Cantidad	Costo Unitario	Tiempo Total	Costo MO	Costos de materiales	Costo Total	Horas ahorradas por máquina	Eficiencia
Verificación y clasificación de materiales	Personal de producción Etiquetas Marcadores	2 personas 20 etiquetas 2 marcadores	\$ 2.98 por hora 0.15 ctvs 0.43ctvs	160 h	\$953,6	\$ 3.83	\$957,43	4h:29min :24seg	1,70%
Señalización de pasillos, ubicación de materiales	Personal de producción Cinta doble faz Pintura para el piso Señaléticas	1 persona 5 cintas doblegas 3 balde de pintura (amarilla, verde y negra) 3 brochas 2 rodillos 15 señaléticas	\$ 2.98 por hora \$3.43 \$13.00 \$2.00 \$4.00 \$1.75	104 h	\$309,92	\$ 95.4	\$405,32	5h:20min :24seg	2,02%
Total, de seiton				264h			\$1362,75	9h:49min :48seg	3,72%

En la tabla 5.60 muestra el rendimiento durante el proceso.

Tabla 5.60 Tercera S Limpiar Kpi (R) Rendimiento

Actividad a Mejorar	Recursos	Cantidad	Costo Unitario	Tiempo Total	Costo MO	Costos de materiales	Costo Total	Horas ahorradas por maquina	Eficiencia
Limpieza profunda de boquillas plamas, equipos de soldar	Personal de producción Cepillos de acero 4 filas	2 personas 2 cepillos	\$2.98 por hora \$1.50	180h	\$1072,8	\$ 3	\$1075,8	3h:00min:36seg	1.14%
Implementar una rutina de limpieza diaria	Personal de producción Registro de control de limpieza Escobas Trapeadores Detergente Balde	2 personas 2 registros de limpieza 2 escobas 2 trapeadores 1 detergente	\$2.98 por hora 0.15 ctvs \$2.51 \$5.00 \$1.00	84 h	\$500,64	\$ 16.82	\$517,46	3h:33min:00seg	1.34%
Total, de seison				264h			\$1593,26	6h:33min:36seg	2,48%

En la tabla 5.61 muestra el kpi para la estandarización es decir el tiempo de ciclo.

Tabla 5.61 Cuarta S Estandarizar Kpi (Tc) Tiempo de Ciclo

Actividad a Mejorar	Recursos	Cantidad	Costo Unitario	Tiempo Total	Costo MO	Costos de materiales	Costo Total	Horas ahorradas por maquina	Eficiencia
Creación de hoja de ruta estándar, para corte y armado	Personal administrativo y de producción Computadora Hojas Esferos	2 personas 2 computadoras 10 hojas 2 esferos	\$2.98 por hora 0.15 ctvs 0.30 ctvs	100 h	\$596	\$ 2.11	\$598,11	5h:11min:0seg	2,36%
Ayudas visuales planos visibles en cada estación	Personal de producción Impresiones de planos Cinta doblefaz	2 personas 6 planos 2 cintas	\$2.98 por hora 0.25 ctvs \$3.43	120 h	\$715,2	\$ 8.36	\$723,56	3h:00min:24seg	1,37%
Total, de Seiketsu				220h			\$2044,93	8h:11min:24seg	3,73%

En la tabla 5.62 muestra el KPI para el cumplimiento general.

Tabla 5.62 Quinta S Disciplina Kpi (Cumplimiento general)

Actividad a Mejorar	Recursos	Cantidad	Costo Unitario	Tiempo Total	Costo MO	Costos de materiales	Costo estimado \$	Horas ahorradas por maquina	Eficiencia
Capacitación cultural lean y nuevos estándares.	Personal de producción y administración	6 personas Materia de apoyo	\$2.98 por hora	44 h	\$786,72	\$ 5	\$791,72	Sostenible	100%
Auditorias semanales con checklist 5S	Personal de producción Checklist	2 personas 1 checklist 2 esferos	\$2.98 por hora 0.15 ctvs 0.30 ctvs	88h	\$524,48	\$ 0.75	\$ 525,23	Sostenible	Cumplimiento 5s Meta 95 auditorias %
Total, de Shitsuke				132h			\$1316,95	0 h	95%

### 5.3.5. Contextualización de los desperdicios que mediante 5S serán en el sistema de producción en Dipag

La implementación del sistema 5S dentro de la empresa Dipag se plantea no se plantea como una mejora estética, si no como estrategia operativa que va dirigida a erradicar los desperdicios críticos identificados.

### 5.3.6. Esperas

Un despilfarro significativo es el tiempo de espera que se hace en paradas de máquina esperando instrucciones del jefe de área para encender maquinaria. Se propone dos supervisores responsables de la mejora en esta labor e incorpore sensor o tarjetas indicadores de procesos en curso.

### 5.3.7. Defectos

Para disminuir productos con detalles defectuoso o con baja calidad, una medida correctiva es seleccionar el producto y que sea el propio operador de la máquina que lo evalúe y, efectúe la tarea necesaria para su corrección.

### 5.3.8. Inventario

Con objeto de reducir inventarios se propone que se cuente diariamente la existencia de insumos o materiales.

### **5.3.9. Sobreproducción**

A fin de reducirla, pueden enmarcarse las limitaciones de cada máquina para que se haga una sola carga por lote, es decir, ajustando demanda según capacidad de maquinaria disponible. Puede crearse un equipo de calidad entre jefes de área y operador de máquina para trabajar en la calidad.

De lo expuesto, el diseño de un sistema LM para Dipag actuaría del modo siguiente.

### **5.3.10. Aplicación de 5S**

#### **5.3.11. Redistribución**

- Manejo de pocos lotes
- Distribución de mano de obra directa
- Trabajar con moldes para armadura de chasis y con respaldo de otro trabajador podría reducir tiempo de espera posterior.
- Preparar máquinas con anticipación evita esperar instrucciones para cortes, soldaduras y armado de chasis para obtener mejor rendimiento verificando la capacidad de la maquinaria y contar con moldes para evitar defectos al momento del montaje o armadura de chasis y saber la cantidad que se puede entregar en un plazo específico.

#### **5.3.12. Capacitación**

- Capacitar al personal administrativo y mano de obra más seguido.
- Crear cultura LM.

#### **5.3.13. Normalización de ciclos**

- Señalizar áreas y recorridos
- Ajustar velocidad de transferencia de materiales y lugares de cortes, soldaduras y otros.

En este sentido, las estrategias LM son usadas para disminuir pérdidas e incrementando la productividad de empresa, generando mayor eficiencia. La perspectiva está en el proceso interno con el objetivo de capacitar a los trabajadores con más frecuencia, por ejemplo, mensualmente, procurando mejora en sistema productivo para eliminar desperdicios, cuya calificación dependerá de la empresa y de acuerdo con la cantidad de participantes y capacitaciones realizadas.

En la tabla 5.63 muestra los KPIS que se utiliza en DIPAG.

Tabla 5.63 KPIS que se utilizan en DIPAG

Indicador (KPI)	Definición / Objetivo	Fórmula (Según Autor) [9]	Unidad	Valor ACTUAL (DIPAG)	Valor META (Con 5S)
Rendimiento	Medir la capacidad de las máquinas y el sistema para acercarse a 1 (eficiencia pura).	Eficiencia=Material útil/Material total	%	91%	95%
Tiempo de Ciclo	Tiempo que tarda la fabricación de una unidad (Maquinaria completa). Se busca que sea MENOR.	TC= Tiempo total del proceso	Horas	109h	79,5h
Tiempo de Transición	Mide el tiempo perdido entre operaciones (esperas/transportes) reducirlo.	TT= Tiempo no productivo/Tiempo total	%	27%	15%

Así mismo, es relevante considerar KIP de transición que indica el tiempo necesario para pasar de una operación a otra, esto es el tiempo perdido. Cabe destacar que, a mayor tiempo de transición, más pérdida para la empresa.

En la ecuación 58:

Ecuación 5.7 Tiempo de Transición

$$Tt (\text{tiempo de transición}) = \frac{TN (\text{tiempo disponible neto})}{TP (\text{tiempo de producción})} [9, \text{p. 67}]. \quad (5.7)$$

### Resultados esperados:

- Reducción de tiempos en armado de chasis (40h:00min:50seg→ 14h:00min:00seg).
- Disminución de desperdicios de movimiento y espera.
- Incremento de productividad
- Balance entre personal y actividades.

En la siguiente tabla 5.64, se podrá observar los tiempos actuales y los tiempos sugeridos, la formula principal para el cálculo de las horas Reducción esperada (h)=Tiempo actual-Tiempo propuesto. Seria tiempo estimado / número de trabajadores esto me sumaria trabajo sin interrupciones, si las jornadas de trabajo son de 8 horas la eficiencia se mediría según la experiencia de 80% a 95%.

Tabla 5.64 Tiempos actual y tiempos propuestos según las 5S

Actividad	Tiempo actual (h)	Tiempo propuesto (h)	Reducción (h) esperado	Agrega valor	
				Si	No
Recepción de materiales	06h 20m 15s	05h 20m 15s	01h 00m 00s		x
Corte (Prensadora/Plasma)	12h 30m 20s	10h 30m 20s	02h 00m 00s	x	
Soldadura	14h 10m 30s	12h 10m 30s	02h 00m 00s	x	
Armado de chasis macho y hembra	40h 00m 50s	26h 00m 50s	14h 00m 00s	x	
Colocación de las cabinas	09h 00m 10s	08h 00m 10s	01h 00m 00s	x	
Colocación de motor	08h 30m 15s	07h 30m 15s	01h 00m 00s	x	
Prueba (Si o No)	07h 00m 25s	06h 30m 25s	00h 30m 00s		x
Pintura	05h 30m 30s	04h 30m 30s	01h 00m 00s	x	
Engrasado general	03h 40m 20s	03h 10m 20s	00h 30m 00s	x	
Prueba Final	01h 17m 15s	10h 17m 15s	01h 00m 00s		x
Almacenamiento	01h 10m 00s	00h 40m 00s	00h 30m 00s	x	
Total	109 h	79.5 h	46.5 h		

La clasificación de las actividades que aportan valor se llevó a cabo a través del estudio de cada fase del proceso de producción, evaluando si estas provocan un cambio directo en el producto final o si se relacionan con funciones de apoyo o supervisión. Operaciones tales como el corte, la soldadura, el ensamblaje del chasis, la instalación de componentes y la pintura son identificadas como actividades que añaden valor, dado que participan de manera directa en la creación de la máquina de concreto. Por otro lado, tareas como la recepción de materiales, los controles de calidad y el almacenamiento se consideran actividades que no generan valor, puesto que no producen transformación en el artículo, aunque algunas sean imprescindibles para el manejo del proceso.

Vale resaltar que, de los actuales tiempos, lo propuesto y lo esperado que llevará el proceso, se proyecta un estimado de reducción; sin embargo, la mejora continua puede conllevar a potenciar los resultados en la minimización del tiempo.

El balance entre el personal y tareas se encuentra referido a la distribución eficiente de la cantidad de trabajadores y las actividades para fluya el proceso continuamente, sin tiempos muertos, ni sobrecarga en algunas operaciones. Esto significa, evitar cuellos de botella, buscando alineación de los tiempos de cada labor y el personal no se quede esperando ni se acumule todo el trabajo. Así como asignar proporcionalmente al personal, pues, no todas las tareas necesitan igual número de trabajadores. De esta manera, el balance se entiende colocar más en actividades largas, ejemplo: soldadura, armado de chasis y; menos en tareas cortas como en recepción y almacenamiento.

El fin es que cada colaborador desarrolle una carga equivalente a la duración de la tarea y evitar la subutilización o sobreutilización. Esto quiere decir, ajuste de trabajadores y distribución para cumplir con los tiempos, se reducen las horas y se aumenta la productividad.

Antes de terminar con esta propuesta, es relevante advertir el posible escenario de desperdicio y pérdidas si se implementa este diseño en Dipag.

En la figura 5.34 ilustra el diagrama de pert con el fin de que se visualicen los tiempos y tareas estimadas que presenta la empresa Dipag.

En la tabla 5.65 muestra las mejoras realizadas de acuerdo a las 5S

Tabla 5.65 Mejora de las pérdidas en Dipag, basado en las pérdidas y costos de unidad

Escenario	% de desperdicio	Pérdida	\$/unidad
Actual	14	\$895,47	-----
Mejora moderada 5S	8	\$511,69	\$383,78
Mejora optimizada 5S	5	\$319,81	\$575,66

Nota. Partiendo del costo base de desperdicio proporcional al porcentaje del mismo que, representa un 14% tomándose como base también el 895,47 \$ por unidad y luego, con la ecuación 5.9 se efectuó una regla de tres sencilla y directa:

Ecuación 5.8 Regla de tres Sencilla y Directa

$$\text{Pérdida escenario} = \text{Pérdida actual} \times \% \text{ Desperdicio escenario} / \% \text{ Desperdicio actual} \quad (5.8)$$

En virtud de la probabilidad de mejora, se tomó un 8%

$$\text{Pérdida}_{8\%} = \$895,47 \times \left(\frac{8}{14}\right)$$

$$\text{Pérdida}_{8\%} = 511,69 \text{ \$/unidad}$$

Y bajo una estimación de mayor mejora, se consideró un 3%.

$$\text{Pérdida}_{5\%} = \$895,47 \times \left(\frac{5}{14}\right)$$

$$\text{Pérdida}_{5\%} = 319,81 \text{ \$/unidad}$$

Se formuló para ahorro por unidad la siguiente ecuación 5.8:

$$\text{Ahorro} = \text{Pérdida actual} - \text{Pérdida} \quad (5.9)$$

Se escenario mejorado, donde con 5S se puede ahorrar moderadamente en un 8%, se aplicó una resta simple:  $\$895,47 - \$511,69 = 383,78 \text{ \$/unidad}$ . Si se continúa mejorando, se podría estimar un 5%, quedando entonces:  $\$895,47 - \$319,81 = 575,66 \text{ \$/unidad}$ .

A todo evento, son valores cruzados entre pérdida y ahorro, es decir, como se muestra en la tabla: 383,78 y 575,66 dólares. Esto significa una relación proporcional directa entre porcentaje de desperdicio y pérdida por unidad, que a partir de esa pérdida actual con un 14% de desperdicio pueden proyectarse escenarios para mejora con 5S, considerando posibles reducciones entre 8% y 5%, a su vez, el ahorro por unidad se obtiene como diferencia entre la actual y la estimada. Y ello

es coherente con 5S, no requiriendo inversión de máquinas porque ataca causas de la realidad (reprocesos, desorden, movimientos innecesarios, falta de clasificación, limpieza, disciplina), impactando de manera directa en competitividad, costos, etc.

Esto quiere decir que, de ser aplicada la metodología 5S podrá reducirse el desperdicio de 9% (surgido de procesos de corte, ajustes manuales, movimientos innecesarios y falta de estandarización en lo productivo) a un nivel moderado de 8%, permitiendo ahorrar aproximadamente a Dipag 383,78\$ por cada unidad, pero si se minimiza a un 5% podría generarse un ahorro de 575,66\$ por unidad. Entonces, dentro de un entorno de producción continuo, los valores supondrían una mejora aún más significativa de su rentabilidad, subrayando categóricamente que para reducir los desperdicios no requiere de alta inversión porque son enfocadas a nivel organizacional y operativa que ofrece el método 5S.

En este sentido, impacta de modo directo en costos operativos y competitividad de la empresa, empero, con 5S se tiende a un potencial de reducción de desperdicios que oscilan, como se indicó, entre 8% y 5% de ahorro sin requerir cambios estructurales en su proceso productivo.

Bajo estos posibles resultados que a futuro obtenga Dipag es, igualmente, menester mencionar que indiscutiblemente las herramientas para hacer una propuesta de esta índole, como se señaló por Bravo-Fernández [22] sugiere que, tanto 5S como JIT y Poka-Yoke son ideales para el orden, organización e indicadores que ayudan a visualizar materiales y el propio proceso en función de la demanda, igualmente, como refiere De la Vega Rodríguez [13], los factores críticos pueden corregirse mediante varias herramientas y sumando valor a la capacitación del personal, pero principalmente que, mediante 5S se instruye hacia la mayor eficiencia en todo el sistema productivo, reduciendo tiempos y movimientos innecesarios conllevando a eliminar o disminuir desperdicios, obteniendo así mayores beneficios.

Al respecto, Valencia-Jarama resalta que 5S es una herramienta muy completa que ofrece la mejora en distintos aspectos del proceso productivo de cualquier empresa, asimismo, Bravo-Fernández y Álava-Merchán la sugieren como una estrategia que además de servir para la clasificación, organización, el orden, la limpieza y, la disciplina que contribuyen a la efectividad y el progreso sostenible.

En virtud de ello, la viabilidad que brinda la implementación de 5S en Dipag resultará conveniente para lograr subsanar errores y minimizar los desperdicios encontrados en su situación actual.

En la tabla 5.66 muestra un resumen de lo que fue identificado, deriva hacer una propuesta que enfatiza el tratamiento para solucionar la problemática y mejorar el proceso en la entidad de estudio.

Tabla 5.66 Propuesta de LM para DIPAG

<b>Propuesta de LM</b>	
Objetivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Minimizar tiempos críticos con atención especial en armado de chasis de 40h:00min:50seg. → 14h:00min:00seg.</li> <li>Eliminar desperdicios y balancear carga de trabajo.</li> </ul>
Diagnóstico inicial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Proceso en serie de cuellos de botella en armado de chasis y soldadura: personal distribuido en producción (5 trabajadores) que comprende: armado (2), pintura (1), CNCN, (1), jefe de producción (1).</li> </ul>
Principios LM de aplicación en el proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>Valor: capacidad de pruebas y almacenamiento.</li> <li>Flujo: secuencia lineal desde recepción hasta almacenamiento.</li> <li>Pull: Producción bajo demanda, evitando acumulación de inventario.</li> <li>Perfección: mejora continua en reducción de tiempos y eliminación de desperdicios.</li> </ul>
Selección de herramientas LM	<ul style="list-style-type: none"> <li>5S: orden y limpieza en áreas de corte, soldadura y armado, mejora continua en tiempos de armado y soldadura, reducción en tiempos de preparación en corte y armado, prevención con dispositivos para evitar errores en colocación de piezas, control visual de materiales y etapas del proceso.</li> </ul>
Cuellos de botella detectados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Armados de chasis (40h:00min:50seg.)</li> <li>Soldadura (14h:10min:30seg)</li> <li>Corte (12h:30min:20seg)</li> </ul>
Propuesta para la mejora en Dipag	<ul style="list-style-type: none"> <li>Estandarizar secuencia de armado</li> <li>Redistribuir tareas</li> <li>Tarjetas de fijación rápida</li> <li>Aplicar 5S en talleres</li> <li>Pruebas intermedias para evitar retrabajos o reprocesos</li> </ul>
Cronograma LM	<ul style="list-style-type: none"> <li>59 semanas: S5</li> <li>Preparar → Organizar → Reducir tiempos → Mejorar la calidad → Balance de carga → Evaluar → Mejora continua</li> </ul>
Indicadores de éxito (KPIs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eficiencia del material: 91% al 95%</li> <li>Tiempo transición: 3,78%</li> <li>Rendimiento: 2,48%</li> <li>Tiempo de ciclo: 3,73%</li> <li>Cumplimiento genral: 95%</li> </ul>
Resultados esperados	<ul style="list-style-type: none"> <li>Flujo mucho más eficiente, minimización de desperdicios, mayor productividad, cultura LM instalada en equipo.</li> </ul>

Nota. Del diagnóstico que se tiene inicialmente de DIPAG, se plantea el objetivo central que es reducir tiempos y, evitar errores que se pudieran conseguir en el proceso en base a los principios de LM, seleccionando la herramienta apropiada se determinan los cuellos de botellas a fin de presentar una propuesta viable bajo un cronograma que, posteriormente, podría medirse para obtener los resultados deseados.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- La investigación realizada en la empresa DIPAG permitió identificar y cuantificar las ineficiencias en su sistema productivo, el cual operaba bajo un ciclo de 109 horas por unidad a través del diagnóstico con los 5 trabajadores del área operativa y 1 de área administrativa,

se determinó que el manejo de materiales como planchas, platinas, varillas, acero negro, y tuberías entre otros, carecían de una estandarización técnica, lo que genera cuellos de botella críticos en la fase de soldadura (14h:10min:30seg) más el corte de CNC/ prensadora (12h:30min:20seg). Mediante el diseño de la propuesta Lean Manufacturing, bajo la metodología 5s se proyecta la mejora del flujo de trabajo que reduce el tiempo total del ciclo de 79.5 horas obteniendo un total de 29,5 horas ahorradas, lo que representa una reducción del 27%, esto garantiza una respuesta más ágil ante la demanda eliminando los cuellos de botella identificados. Las herramientas Lean contenidas en la literatura estudiada permitió el amplio conocimiento de estrategias útiles que pueden ser incorporadas en la empresa Dipag, así como también en otras que requieran mejoras en sus procesos productivos, tomando muy en cuenta la participación del talento humano que hace vida en ella. Es así como, se logró identificar el grupo de herramientas de impacto positivo para el desarrollo continuo y de eliminación de desperdicios.

- El objetivo diagnosticar la situación actual en la empresa DIPAG a través de encuestas al personal administrativo. La visita al lugar de la sociedad civil DIPAG, conjuntamente con la aplicación del cuestionario coadyuvó categóricamente a conocer la situación actual permitió identificar y cuantificar las ineficiencias en su sistema productivo, el cual operaba bajo un ciclo de 109 horas por unidad a través del diagnóstico con los 6 trabajadores del área operativa, se determinó que el manejo de materiales como planchas, platinas, varillas, acero negro, y tuberías entre otros, carecían de una estandarización técnica, lo que genera cuellos de botella críticos en la fase del armado del chasis (40h:00min:50seg) de soldadura (14h:10min:30seg) más el corte de CNC/ prensadora (12h:30min:20seg).
- En consecuencia, tomar las medidas pertinentes basadas en Lean Manufacturing para la construcción de la estructura y poder hacer una propuesta adaptada a los requerimientos de la misma y, mediante el levantamiento de la información para definir su sistema productivo, llevando a cabo la clasificación de los materiales, la organización y el orden de los procesos en función de visualizar desperdicios o mudas con el fin de corregirlos a tiempo.
- Se elaboró una propuesta de diseño de herramientas LM específicamente 5S que permite ver la manera en que DIPAG lleva a cabo su producción, la materia prima tiene un costo total estimado \$ 1.041,24 lo que indica que la pérdida económica actual es de 895,47 \$. Por

unidad de producción, pero de modo relevante, aquello que podrá cambiar para obtener mejores procesos e incluyendo la formación de su personal. Es una propuesta de mejora que elimina desperdicios en el proceso productivo de ser aplicada la metodología 5S podrá reducirse el desperdicio de 14% (surgido de procesos de corte, ajustes manuales, movimientos innecesarios y falta de estandarización en lo productivo) a un nivel moderado de 8%, permitiendo ahorrar aproximadamente a Dipag \$383,78 por cada unidad, pero si se minimiza a un 5% podría generarse un ahorro de \$575,66 por unidad, lo que permita que la propuesta sea altamente efectiva dentro de la empresa.

## **6.2. Recomendaciones**

- Se sugiere un análisis exhaustivo de la literatura, de manera amplia y bastante práctica, lo cual es importante seguir para entender el modo en que opera el Lean Manufacturing, siendo necesaria revisar antes de implementar esta clase de estrategias de impacto. La propuesta debe ser detallada.
- En cuanto a la aplicación de encuestas se recomienda que futuras investigaciones se centren en un único procedimiento, lo que permitirá profundizar e identificar los desperdicios que pudieran afectar el sistema de proceso de producción de las empresas.
- Finalmente se propone que este diseño se lleve a la práctica para corroborar su efectividad, con el fin de potenciar el rendimiento en otros entornos corporativos, así perfeccionar la eficiencia en otro tipo de empresas, donde se pueda verificar su funcional y eficiente el uso de tales herramientas como 5s.

## 7. REFERENCIAS

- [1] R. Y. H. Seneviratne, K. Dissanayake, S. P. Premaratna, N. Melegoda, S. Ranwala and A. Fernando, "Lean practices and benefits: study of Sri Lankan small and medium enterprises," *Journal of Business Studies*, vol. 8, pp. 8-19, 2021.
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Censo, «Producción de la Industria Manufacturera,» INEC, 2020-2025.
- [3] A. Becker, *Los desafíos de la transformación productiva en América Latina*, BibliotecaTransformación, 2020.
- [4] A. A. Santafé-Sarzosa, *Determinantes del crecimiento de la Industria Manufacturera en el Ecuador desde el año 2007-2021*, Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador (Plan de Trabajo de Integración Curricular de Economista), 2023.
- [5] J. L. Valencia-Jarama, G. A. Gutierrez-Canchasto y V. M. Flores-Marchán, «Lean Manufacturing en el mejoramiento continuo de la productividad,» *Revista InveCom*, vol. 5, n° 2, p. e502105, 2025.
- [6] C. M. Arias-Pinzón and V. E. Briñez-Castillo, "Propuesta de Implementación del Modelo Lean Management Básico para el Desarrollo de la Mejora Continua en las MiPymes de Manufactura en Colombia," *Ciencia Latina*, vol. 8, no. 5, pp. 8858-8878, 2024.
- [7] D. A. Contreras-Linares, *Aplicación de herramientas de lean manufacturing para mejorar la productividad de la empresa Soquitex*, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2025.
- [8] M. Brito, M. Vale, J. Leão, L. P. Ferreira, F. J. G. Silva and M. A. Gonçalves, "Lean and Ergonomics decision support tool assessment in a plastic packaging company," *Procedia Manufacturing*, vol. 51, no. 2, pp. 613-619, 2020.
- [9] J. J. Muñoz-Arcetales, *Diseño de un sistema Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en pequeñas y medianas empresas PYMES de la parroquia Santa Rosa - Salinas*, Universidad Estatal Península de Santa Elena (Trabajo de integración curricular), 2022.
- [10] M. D. De la Vega Rodríguez, *Factores críticos de éxito para la implementación de lean manufacturing de empresas en México*, Universidad Autónoma de Baja California (tesis

- doctoral), 2020.
- [11] J. Medina, «Lean Manufacturing: ¿qué aplicaciones tiene en la actualidad?,» Toyota, 21 marzo 2022. [En línea]. Available: [blog.toyota-forklifts.es](http://blog.toyota-forklifts.es).
- [12] L. Pérez, Lean Manufacturing en Pymes ecuatorianas, Universidad de Chimborazo (Trabajo de titulación), 2023.
- [13] D. S. Vesga Lizcano, L. L. Gonzalez Ortiz and K. N. Roncancio Bernal, Estudio de Caso: Mejora en Producción de Textiles Colombia S.A., Bogotá: Metodología lean manufacturing en la industria textil. [Trabajo de Grado, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Institucional, 2022.
- [14] F. A. Castaño Lasaosa, G. M. Castaño Doste, M. B. Castaño Doste, D. Comps Almunia, C. Lacadena Martínez and A. Comps Almunia, "Implantación y desarrollo de la metodología Lean en la gestión hospitalaria," Revista Sanitaria de Investigación, pp. ISSN: 2660-7085, 2025.
- [15] C. Sobrino, «Captia,» 5 diciembre 2022. [En línea]. Available: [captia.es](http://captia.es). [Último acceso: 21 noviembre 2025].
- [16] D. S. Vesga, L. L. Gonzalez and K. N. Roncancio, Metodología lean manufacturing en la industria textil, Universidad Santo Tomás [Trabajo de grado], 2022.
- [17] M. A. Pérez Ramírez and J. A. Sivincha Sánchez, Implementación de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa PROCOMSAC-Chiclayo, Perú: Universidad Señor de Sipán (Trabajo de grado), 2025.
- [18] R. F. Álava Merchán and A. C. Goya Chaguay, Implementación de herramientas lean manufacturing para optimizar los costos de producción y aumenta la producuctividad en una empresa productora de absorbentes en la ciudad de Guayaquil, Guayaquil: Universidad Politécnica Salesina (Tesis de Maestría en Producción y Operaciones Industriales), 2022.
- [19] B. Estrada, «SPCPro,» 2025. [En línea]. Available: <https://spcpro.com/blog/lean-manufacturing/>.
- [20] J. A. Bravo-Fernández, «Aplicación de herramientas de lean manufacturing (5S, Andon y

- Tiempo Estándar) para el aumento de la productividad en el área de producción de una empresa metalmecánica,» *Industrial Data*, vol. 26, n° 1, pp. 217-245, 2023.
- [21] J. Serrano, «Sixphere,» Sixphere, 2025. [En línea]. Available: [sixphere.com](http://sixphere.com). [Último acceso: 22 noviembre 2025].
- [22] C. Bernal, *Metodología de la investigación*. (3.a ed.). Pearson., 3ra edición. Pearson, 2010.
- [23] R. Hernández, C. Fernández and P. Baptista, *Metodología de la investigación*, 2010.
- [24] S. Gómez, *Metodología de la investigación*, 1ra edición. Red Tercer Milenio, 2017.
- [25] C. M. Arispe Alburqueque, J. S. Yangali Vicente, M. A. Guerrero Bejarano, O. R. Lozada de Bonilla, L. A. Acuña Gamboa and C. Arellano Sacramento, *La investigación científica. Una aproximación para los estudios de posgrado*, Universidad Internacional del Ecuador, 2020.
- [26] N. García and R. Jhyllsson, Universidad Externado de Colombia, 2017.
- [27] P. Sánchez-Rojas and A. N. Jacome González, *Aplicación de herramientas de Lean Manufacturing para el mejoramiento del proceso productivo de la empresa Del Ben S.A.S. de la ciudad de Cúcuta*, Universidad Libre (trabajo de grado en ingeniería industrial), 2022.
- [28] H. Rodríguez-Galbarro, «ingemecanica,» 2025. [En línea]. Available: [ingemecanica.com/articulos/que-es-el-acero.html](http://ingemecanica.com/articulos/que-es-el-acero.html). [Último acceso: 20 noviembre 2025].
- [29] J. L. García-Alcaraz and G. Cortés-Robles, *Lean Manufacturing in Latin America: Concepts, Methodologies and Applications*, Springer. Arturo Realysvásquez Vargas editores, 2025.
- [30] J. García-Rodríguez, G. A. Bernal-Matos, L. E. Chahua-Soto and F. G. Gibaja-Zela, *Propuesta de mejora del proceso de distribución desde el almacén central hasta los clientes del sector gráfico y distribución usando PDCA, CRM y Lean Management en una empresa de la industria papelería*, UPC, 2023.

## 8. ANEXOS

Anexo 8.1 Resumen de resultados de frecuencia de los desperdicios conforme a la percepción de trabajadores.

Pregunta	Nunca	Anual	Semestral	Trimestral	Mensual	Total
<b>P4. Sobreproducción</b>	1	0	2	2	0	5
<b>P5. Tiempos de espera</b>	3	4	0	0	0	7
<b>P6. Transporte innecesario</b>	4	1	1	0	0	6
<b>P7. Inventarios excesivos</b>	2	2	1	0	1	6
<b>P8. Defectos</b>	1	3	1	1	0	6
<b>P9. Movimientos innecesarios</b>	2	3	1	0	0	6
<b>P10. Talento desaprovechado</b>	3	1	1	0	1	6
<b>P11. Procesos eficientes</b>	0	0	0	4	2	6
<b>P12. Satisfacción organización</b>	1	0	0	4	1	6
<b>P13. Mejoras continuas</b>	1	0	2	3	0	6
<b>P14. Capacitación Lean</b>	2	1	1	1	1	6

Nota. En la tabla se muestra la cantidad de veces en que fueron escogidas las opciones de respuestas conforme a la escala Likert (Nunca, Rara vez, A veces, Frecuentemente, Siempre) de acuerdo con cada una de las 14 preguntas, cuyos hallazgos principales se centran con presencia alta de los desperdicios en los siguientes aspectos.

Respecto de los tiempos de espera, de acuerdo con P5, se dieron seis respuestas que oscilaron entre “Nunca” y “Rara vez”, esto refleja que se reconoce un problema; sin embargo, no resulta frecuente. Acerca del transporte innecesario, contenido en la P6, se dieron cuatro respuestas “Nunca”, ello orienta a no percibirse como un problema de gravedad. En cuanto a procesos eficientes que

desprende de la P11, cuatro fueron “Frecuentemente” y dos “Siempre”, reflejando percepción favorable en esa área.

Esto sugiere que las áreas más críticas radican en talento desaprovechado de acuerdo con P10, donde tres respuestas fueron “Nunca” y una “Siempre”, es decir, una percepción dividida de la probable carencia en aprovechamiento del personal. Por último, en capacitación Lean contenida en P14 fueron dispersas entre las categorías, considerando no uniformidad en cuanto a la formación.

Anexo 8.2: Resumen de resultados de porcentajes de los desperdicios conforme a la percepción de trabajadores.

Pregunta	Nunca	Rara vez	A veces	Frecuentemente	Siempre	Total
<b>P4. Sobreproducción</b>	20 %	0	40 %	40 %	0%	66 %
<b>P5. Tiempos de espera</b>	33 %	67 %	0 %	0 %	0 %	66 %
<b>P6. Transporte innecesario</b>	67 %	17 %	17 %	0 %	0 %	66 %
<b>P7. Inventarios excesivos</b>	33 %	33 %	17 %	17 %	0 %	65 %
<b>P8. Defectos</b>	14 %	57 %	14 %	14 %	0 %	100 %
<b>P9. Movimientos innecesarios</b>	29 %	57 %	14 %	0 %	0 %	100 %
<b>P10. Talento desaprovechado</b>	50 %	17 %	17 %	0 %	17 %	100 %
<b>P11. Procesos eficientes</b>	0 %	0 %	0 %	67 %	17 %	100 %
<b>P12. Satisfacción organización</b>	17 %	0 %	0 %	67 %	17 %	100 %
<b>P13. Mejoras continuas</b>	17 %	0 %	33 %	50 %	0 %	100 %
<b>P14. Capacitación Lean</b>	33 %	17 %	17 %	17 %	17 %	100 %

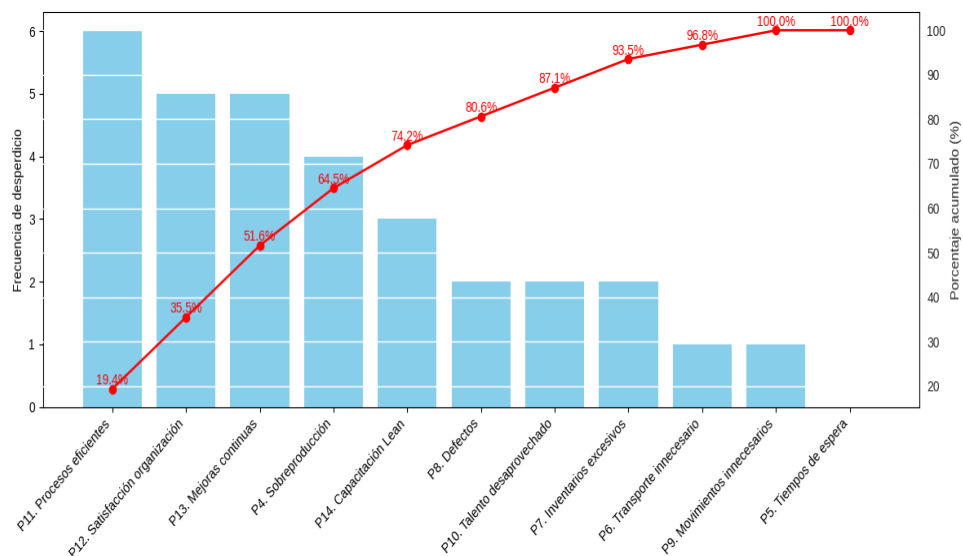
Nota. En esta tabla puede visualizarse fácil y comparativamente las proporciones de respuestas

derivadas de las preguntas contenidas del instrumento cuestionario aplicado, destacando las tendencias siguientes:

Los desperdicios críticos comprenden: procesos eficientes en P11 con 100 % de respuestas favorables entre “frecuentemente y siempre”, señalando que trabajadores perciben mejoras en procesos. Respecto de satisfacción organizacional en P12, con 84 % positivas, sugiriendo buen clima organizacional. En mejoras continuas conforme a P13, el 83 % fueron favorables respuestas, pese a dispersión mínima. Ahora bien, de allí que persistan ciertos problemas en transporte innecesario reflejada en P6 con 67 % indicando “nunca”, es decir, no es reconocido como problema, pero puede estar oculto. Otro son movimientos innecesarios de acuerdo con P9, para un 86 % oscilando en “nunca y rara vez”, reflejando falta de observación o desconocimiento. Por otro lado, en capacitación Lean se ilustra en P14 una distribución con equilibrio entre las categorías, observándose con ello la falta de estandarización en formación del talento humano.

En resumidas cuentas, hay percepción positiva de procesos eficientes y satisfacción organizacional, conduce a ser sólido para implementarse estrategias Lean. Existe desperdicios solapados como transporte y movimientos innecesarios requiriéndose profundidad para un diagnóstico más profundo. En cuanto a capacitación Lean resulta insuficiente y esto podría limitar la efectividad del sistema que se proponga. Las Lean tienen que ser priorizadas conforme con hallazgos: 5S, Kaizen, Kanban y JIT apuntando a ser las apropiadas para problemas identificados.

Anexo 8.3: Consolidación de desperdicios de la empresa en estudio: Desperdicios en DIPAG representado en gráfico de Pareto.



Nota. Mediante este gráfico es útil mostrar la concentración de problemas y, en consecuencia, determinar las herramientas Lean adecuadas para hacer la propuesta, entonces, se sintetizan resultados que desprenden del cuestionario empleado, mostrándose cuáles son los desperdicios que apuntan a ser los más críticos dadas las respuestas “A veces”, “Frecuentemente” y “Siempre” y, de cómo son acumulados en cuanto a los porcentajes totales en problemas revelados. Dentro de los puntos críticos, se encuentran: procesos sin eficiencia, baja satisfacción organizacional, mejoras que continuamente son ineficientes y consolidan más frecuencia de desperdicios conformados por inventarios excesivos, tiempos de espera y movimientos no necesarios en menor escala. De ello, se observa que un 80 % de los inconvenientes son concentrados en mínimas categorías, confirmando regla de Pareto de 80/20, es decir, que de ese 80 %, la causa proviene del 20%. De allí que la prioridad es combatir en primer lugar aquellos desperdicios de procesos ineficientes y carencia de mejoras continuas.

En razón de lo expuesto, se pueden vislumbrar recomendaciones a ciertas herramientas Lean como 5S en función del orden, la disciplina y para una cultura de mejora; Kanban y JIT dirigidos a minimizar los tiempos de espera y de inventarios excesivos e innecesarios y; PDCA y estandarización visual en virtud de procesos sostenibles y eficientes.

A los efectos de dar un valor práctico a esta gráfica, se presentan las principales acciones de la manera siguiente.

Anexo 8.4 Cuestionario

### **Sección A: Datos generales del encuestado**

1. ¿En qué área de trabajo se desempeña dentro de la empresa?
  - Producción
  - Almacén
  - Calidad
  - Administración
  - Otro: \_\_\_\_\_
2. ¿Qué cargo ocupa dentro de la empresa?
  - Jefe de área
  - Trabajador
  - Otro: \_\_\_\_\_
3. ¿Cuántos años de experiencia tiene en la empresa?
  - Menos de 1 año
  - 1 a 3 años
  - 4 a 6 años
  - Más de 6 años

### **Sección B: Identificación de desperdicios**

Respuesta aplicando la Escala de Likert de cinco ítems donde:

1 = Nunca

2 = Rara vez

3 = A veces

4 = Frecuentemente

5 = Siempre

4. En su área de trabajo se producen más unidades de las necesarias (sobreproducción).

1\_\_

2\_\_

3\_\_

4\_\_

5\_\_

5. Los trabajadores deben esperar materiales, herramientas o instrucciones para continuar con su labor (tiempos de espera).

1 hora\_\_

2 horas\_\_

3 horas\_\_

4 horas\_\_

5 horas\_\_

6. Se realizan traslados innecesarios de materiales o productos dentro de la planta (transporte innecesario).

1\_\_

2\_\_

3\_\_

4\_\_

5\_\_

7. Se acumulan inventarios excesivos que no se utilizan de inmediato (inventarios).

1\_\_

2\_\_

3\_\_

4\_\_

5\_\_

8. Se generan productos defectuosos que requieren reprocesos o se descartan (defectos).

1\_\_

2\_\_

3\_\_

4\_\_

5\_\_

9. Los trabajadores realizan movimientos innecesarios que no agregan valor (movimientos).

1\_\_

2\_\_

3\_\_

4\_\_

5\_\_

10. El conocimiento y las habilidades de los trabajadores no son aprovechados adecuadamente (talento desaprovechado).

1\_\_

2\_\_

3\_\_

4\_\_

5\_\_

Cantidad observada: \_\_\_\_\_

### **Sección C: Percepción de eficiencia**

11. ¿Considera que los procesos actuales de la empresa son eficientes?

1\_\_

2\_\_

3\_\_

4\_\_

5\_\_

12. ¿Está satisfecho con la organización del área de trabajo?

1\_\_

2\_\_

3\_\_

4\_\_

5\_\_

13. ¿Con qué frecuencia se aplican mejoras continuas en su área?

Nunca\_\_

Anual\_\_

Semestral\_\_

Trimestral\_\_

Mensual\_\_

Semanal\_\_

#### **Sección D: Conocimiento sobre Lean Manufacturing**

14. ¿Ha recibido capacitación sobre Lean Manufacturing?

Si\_\_

No\_\_

Nunca\_\_

15. ¿Conoce alguna de las siguientes herramientas Lean? (marque las que aplique)

5S

Kaizen

Kanban

TPM

VSM

Ninguna

**Nota:** El cuestionario se aplica de forma anónima para garantizar la sinceridad y evitar cualquier tipo de compromiso para el trabajador o participantes del mismo.

Es importante decir que, toda vez que, sea aplicado a la muestra representativa de trabajadores y personal directivo o jefes de áreas, se analizarán los resultados mediante estadística descriptiva que constituye: frecuencias, porcentajes, gráficos.

Anexo 8.5 Proformas

## CIBER Y BAZAR (ALAIÁ)

0501584908

ALAQUEZ- LATACUNGA - COTOPAXI

Fecha: 12/03/2026

Datos del cliente	Dirección de envío
<b>Cliente:</b> ABIGAIL TITUAÑA  <b>DNI/CIF:</b> 504186057  BARRIO EL BANCO SAN ISIDRO  <b>Dirección:</b>  ALAQUEZ  <b>Teléfono:</b> 0969076295	<b>Destinatario:</b>   <b>Dirección:</b>   <b>Teléfono:</b>

Cantidad	N.º de referencia	Descripción	Precio unitario	Descuento	Totales
40		COPIAS A COLOR	0,25		10
112		COPIAS A COLOR	0,15		16,8
40		EMPLASTICADAS	1		40
					0
					0
					0
					0
Total Base					66,8
NOTA: El IVA es opcional en las proformas			15	% de IVA	10,02
Total IVA					
Total					76,82

**¡Gracias por su operación!**



Su factura electronica favor revise  
en su correo electronico

<<< DISTRIBUIDORA CENTRO >>>  
RUC: 0501447734001

Dir: Juan Abel Echeverris 444 y dos  
Telf: 2813518 2813518  
Obligado a llevar Contabilidad: SI

Suc: PRINCIPAL CENTRO  
Doc. Sin Val Trib

TICKET Nro.- 005000000503

Datos Cliente:

Nombre: CONSUMIDOR FINAL  
Ruc/CI: 99999999999999  
Fecha: 2026/03/12 11:05:00  
Dir:

CANT	CORIGO	PVP	V. TOTAL
2.00	7862109410011	2.85	5.70
PAPEL COPYLASER 75GRS A4 500UND			
2.00 *	7861123906029	11.26	22.52
MICA A4 216X303MM DE 175MIC			
2.00 *	7861123905633	.43	.87
MARCADOR DOBLE PUNTA B-130			
25.00 *	7862102030889	3.43	85.87
CINTA DOBLE FAZ 18MMX5MX1MM			
2.00 *	7861186200119	.30	.61
ESFERO BIC PUNTA FINA AZUL CAJA X24			

Sub Total Base IVA 0% \$: 5.70  
Sub Total Base IVA 15% \$: 109.87  
Sub Total \$: 115.57  
Total IVA \$: 16.48  
TOTAL \$: 132.05

Revise su pedido por favor



EMPRESA: DIPAG S.C.

ROL DE PAGOS – OPERARIO DE PRODUCCIÓN

DATOS DEL TRABAJO			
<b>Nombre:</b>	Juan Carlos Pérez		
<b>Cargo:</b>	Operario de Producción		
<b>Área:</b>	Producción		
<b>Cédula:</b>	0501234567		
<b>Periodo:</b>	Marzo 2026		
INGRESOS		DESCUENTOS	
Sueldo básico	460,00	Aporte IESS (9.45%)	\$43,47
Horas extras	45,00	Anticipo	\$30,00
Bonificación	20,00	<b>Total Descuentos</b>	<b>\$73,47</b>
<b>Total Ingresos</b>	<b>\$525,00</b>	<b>TOTAL A RECIBIR</b>	<b>\$451,53</b>

Total Ingresos	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px; text-align: center;"> <p>RESUMEN</p> <p><b>DIPAG S.C.</b></p> <p>Departamento RRHH</p> <p>LATACUNGA</p> </div>
Total Descuentos	
<b>TOTAL A RECIBIR</b>	

Firma del trabajador: \_\_\_\_\_

Firma del responsable: \_\_\_\_\_



# PROFORMA

Saquisilí, 13 de Marzo del 2026

*Esta proforma va dirigida a:*  
**Wilson Latacunga**  
**C.I. 0503389587**

SL	DESCRIPCIÓN	PRECIO UND.	TOTAL
15	Señaleticas	\$ 1,75	\$ 26,25

**Dirección**  
Calles Gonzales Suarez  
y Marsical Sucre a pocos  
pasos de la Plaza Jhon F. Kenedy  
**Contactos**  
0998321278  
**E-mail**  
marcounaicho21@gmail.com

TOTAL

**\$ 26,25**

**Ing. Marco Antonio Unaicho**  
**GERENTE**

[www.grupomaug.com](http://www.grupomaug.com)