

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN LA  
EMPRESA PAPELERA TISSU S.R.L.**

Proyecto de Grado presentado para la obtención de Grado de Licenciatura en Ingeniería  
Industrial

**POR: GABRIEL FERNANDO LEGUA ONOFRE**

**TUTOR: ING. M.SC. ANACELI ESPADA SILVA**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2024**



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE INGENIERIA**



**LA FACULTAD DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS AUTORIZA EL USO DE LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN ESTE DOCUMENTO SI LOS PROPÓSITOS SON ESTRICTAMENTE ACADÉMICOS.**

**LICENCIA DE USO**

El usuario está autorizado a:

- a) Visualizar el documento mediante el uso de un ordenador o dispositivo móvil.
- b) Copiar, almacenar o imprimir si ha de ser de uso exclusivamente personal y privado.
- c) Copiar textualmente parte(s) de su contenido mencionando la fuente y/o haciendo la cita o referencia correspondiente en apego a las normas de redacción e investigación.

El usuario no puede publicar, distribuir o realizar emisión o exhibición alguna de este material, sin la autorización correspondiente.

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS. EL USO NO AUTORIZADO DE LOS CONTENIDOS PUBLICADOS EN ESTE SITIO DERIVARA EN EL INICIO DE ACCIONES LEGALES CONTEMPLADAS EN LA LEY DE DERECHOS DE AUTOR.**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Proyecto de Grado:

**“MEJORAMIENTO DE SISTEMA PRODUCTIVO EN LA EMPRESA  
PAPELERA TISSU S.R.L.”**

Presentado por: Univ. Gabriel Fernando Legua Onofre

Para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Nota Numeral.....

Nota Literal.....

Ha sido.....

Director de la carrera de Ingeniería Industrial:

Ing. M.Sc. Franz Zenteno Benítez .....

Tutor: Ing. M.Sc. Anaceli Espada Silva .....

Tribunal: Ing. M.Sc. Nelson Bellot Kalteis .....

Tribunal: Ing. M.Sc. Félix Orellana Sánchez .....

Tribunal: Ing. M.Sc. Fernando Sanabria Camacho .....

Tribunal: Ing. M.Sc. Jorge Velasco Tudela .....

## **DEDICATORIA**

A Dios, por siempre estar presente en cada paso que doy y fortalecerme cada día más.

A mi padre Feliciano Legua Tarqui (+) por haberme apoyado y confiado en mí y sé que desde el cielo está orgulloso.

A mi Madre Ancelma Onofre Yujra por apoyarme y confiar en mí e inculcarme buenos valores.

A mi hermana Fanina Legua Onofre y a mi novia Eva Catari Quispe por el apoyo emocional e incondicional brindado.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, agradecer a Dios, en guiar mis pasos y fortalecer mi corazón para seguir luchando en la vida.

A mis padres Feliciano Legua Traqui (+) y Ancelma Onofre Yujra por siempre confiar en mis decisiones y apoyarme, agradecerlo por lo mucho que hicieron por mi dándome consejos para no rendirme y no olvidare lo que me dijeron “el estudio es para uno mismo”.

A mis amigos(as) y compañeros(as) que estuvieron a lo largo de este tiempo apoyándome y ayudándome a nivel académico y social. Y fundamentalmente agradezco a mi novia que estuvo en los buenos y malos momentos de mi vida.

A mi tutora ingeniera Anaceli Espada Silva por apoyarme y ayudarme a realizar este proyecto de grado, y agradecer por los consejos y la enseñanza que me dio.

Agradecer a la universidad y a mi carrera, como el plantel administrativo Docentes por la enseñanza académica y consejos de vida tanto personales como profesionalmente.

## CONTENIDO

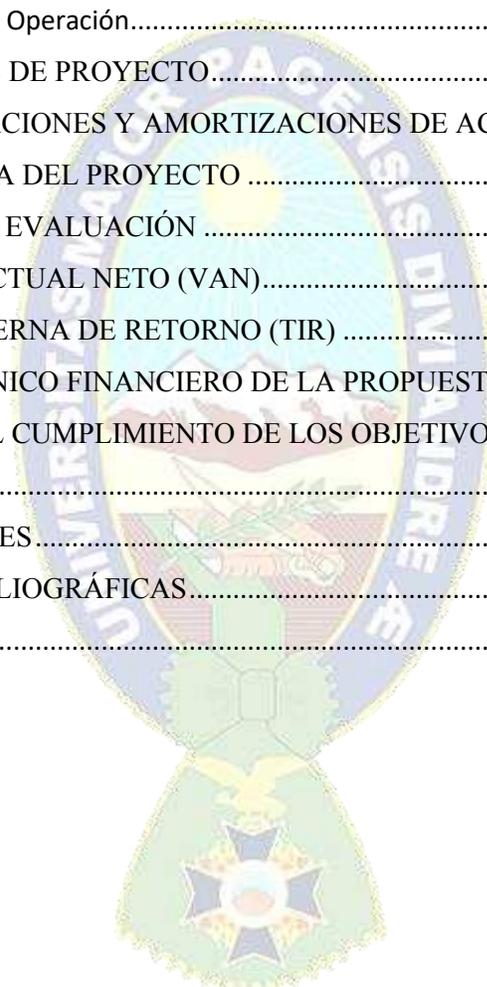
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. ANTECEDENTES .....	1
1.2. LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA.....	2
1.3. MISIÓN, VISIÓN.....	3
1.3.1. MISIÓN .....	3
1.3.2. VISIÓN .....	3
1.4. MERCADO ACTUAL .....	3
1.5. ASPECTOS TÉCNICOS DE PRODUCCIÓN.....	3
1.5.1. PROCESO DE TRANSFORMACIÓN .....	3
1.5.1.1. Descripción del proceso de transformación .....	8
1.5.1.2. Control de calidad .....	15
1.6. MATERIA PRIMA E INSUMO.....	15
1.6.1. MATERIA PRIMA.....	15
1.6.2. INSUMOS.....	16
1.7. PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA.....	17
1.7.1. SISTEMA DE TRANSPORTE .....	17
1.7.2. PROVEEDORES .....	17
1.7.3. EVALUACIÓN DE PROVEEDORES DE PAPEL RECICLADO .....	18
1.8. MAQUINARIA Y EQUIPO.....	21
1.9. PRODUCTOS.....	27
1.9.1. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA .....	30
1.9.2. MANO DE OBRA.....	31
CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y DEFINICIÓN DE OBJETIVOS .....	32
2.1. PROBLEMÁTICA .....	32
2.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	32
2.2. LOS 6 PASOS PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS .....	32
2.2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA .....	32
2.2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	32
2.2.3. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA .....	32

2.2.4.	DIAGRAMA DE PARETO.....	35
2.2.5.	SOLUCIONES TENTATIVAS DEL PROBLEMA .....	36
2.2.6.	TOMA DE DECISIONES .....	37
2.3.	OBJETIVOS .....	37
2.3.1.	OBJETIVO GENERAL.....	37
2.3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	37
2.4.	JUSTIFICACIÓN .....	37
2.4.1.	JUSTIFICACIÓN ECONÓMICO-SOCIAL .....	38
2.4.2.	JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	39
CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO.....		40
3.1.	MARCO TEÓRICO.....	40
3.1.1.	INGENIERÍA DE MÉTODOS .....	40
3.1.2.	DIAGRAMA DE LOS PROCESOS.....	40
3.1.3.	MEDICIÓN DE TRABAJO .....	41
3.1.4.	ESTUDIO DE TIEMPOS .....	41
3.1.4.1.	Estudio de Tiempos Por Cronómetro.....	41
3.1.4.2.	Suplementos. ....	42
3.1.5.	CÁLCULO DE PRODUCTIVIDAD.....	42
3.1.6.	DETERMINACIÓN DEL CUELLO DE BOTELLA .....	42
3.1.7.	MANUFACTURA ESBELTA .....	44
3.1.8.	MEJORAMIENTO DE PROCESOS.....	44
3.1.8.1.	Kanban. ....	44
3.1.8.2.	Las 5´s.....	45
3.1.8.3.	SMED (Single Minute Exchange of Dies).....	46
3.1.9.	MANTENIMIENTO.....	46
3.1.9.1.	Mantenimiento Preventivo .....	46
3.1.9.2.	Objetivo de mantenimiento Preventivo (MP).....	46
3.1.9.3.	Categoría de Mantenimiento Preventivo (MP).....	47
3.1.9.4.	Fases para la realización de Mantenimiento preventivo (MP) .....	47
3.2.	MARCO CONCEPTUAL.....	48
3.3.	MARCO PRÁCTICO .....	49

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD E INGENIERÍA DE MÉTODOS.....	50
4.1. PRODUCTIVIDAD.....	50
4.1.1. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN .....	50
4.2. ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD.....	51
4.2.1. CÁLCULO DE LA CANTIDAD VENDIDA .....	51
4.2.2. CANTIDAD DE RECURSOS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN.....	52
4.2.3. CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD .....	52
4.3. ANÁLISIS DE EFICIENCIA OPERATIVA .....	54
4.4. ESTUDIO DE MÉTODOS.....	56
4.4.1. ANÁLISIS DEL CUELLO DE BOTELLA .....	60
4.4.2. MEDICIÓN DEL TRABAJO.....	61
4.4.2.1. Muestreo del trabajo .....	61
4.4.2.1.1. Muestreo Preliminar.....	61
4.4.2.1.2. Presentación de resultados .....	62
4.4.2.2. Estudio de Tiempo .....	63
4.4.2.2.1. Estudio de tiempos para la máquina rebobinadora convencional .....	64
4.5. CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO 4.....	71
CAPÍTULO 5. IMPLEMENTACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN	73
5.1. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS MAQUINARIAS.....	73
5.1.1. MÉTODO ACTUAL .....	73
5.1.1.1. Máquinas y Equipos .....	73
5.1.1.2. Tiempos de paro imprevisto por la máquina .....	73
5.1.1.3. Problemas en las maquinarias .....	74
5.1.1.4. Observación y análisis de las máquinas .....	81
5.1.1.5. Máquinas Críticas.....	83
5.1.2. MÉTODO PROPUESTO.....	83
5.1.2.1. Unidad de mantenimiento .....	83
5.1.2.2. Perfiles de Cargo .....	83
5.1.2.3. Plan de mantenimiento preventivo propuesto.....	85
5.1.2.4. Plan de mantenimiento correctivo propuesto.....	87
5.1.2.5. Trabajo de reparación de máquinas .....	88

5.1.2.6.	Checklist .....	89
5.1.2.7.	Cronograma de plan de mantenimiento.....	89
5.1.2.8.	Instructivo de mantenimiento .....	91
5.1.2.9.	Tiempo mejorado.....	93
5.1.2.10.	Instalación de equipo.....	94
5.1.2.11.	Válvula Brida .....	96
5.1.2.12.	Bomba Centrífuga .....	97
5.2.	SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE) .....	100
5.2.1.	FASE 1: DIFERENCIACIÓN DE LA PREPARACIÓN EXTERNA E INTERNA .....	100
5.2.2.	FASE 2: REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN INTERNA MEDIANTE LA MEJORA DE LAS OPERACIONES .....	101
5.2.3.	FASE 3: REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN INTERNA PARA LA MEJORA DEL EQUIPO .....	101
5.2.4.	FASE 4: PREPARACIÓN CERO .....	101
5.3.	REGISTRO DE INVENTARIO DE LOS MATERIALES .....	103
5.3.1.	MÉTODO ACTUAL .....	103
5.3.1.1.	Problemas en materia prima .....	103
5.3.2.	MÉTODO PROPUESTO.....	104
5.3.2.1.	Inventario .....	104
5.3.2.2.	Mejoramiento de tiempos del proceso de pulper .....	106
5.4.	5S .....	108
5.5.	KANBAN .....	115
5.5.1.	PRIMERA FASE DE IMPLEMENTACIÓN .....	116
5.5.2.	SEGUNDA FASE DE LA IMPLANTACIÓN.....	116
5.5.3.	TERCERA FASE DE IMPLEMENTACIÓN .....	117
5.5.4.	CUARTA FASE DE IMPLEMENTACIÓN .....	118
5.6.	DEFINICIÓN DE LOS TIEMPOS PREPARATORIOS Y CONCLUSIVOS DEL PROYECTO .....	118
5.6.1.	TIEMPOS PREPARATORIOS: .....	118
5.6.2.	TIEMPOS CONCLUSIVOS: .....	119
5.7.	BALANCE DE MASA.....	119

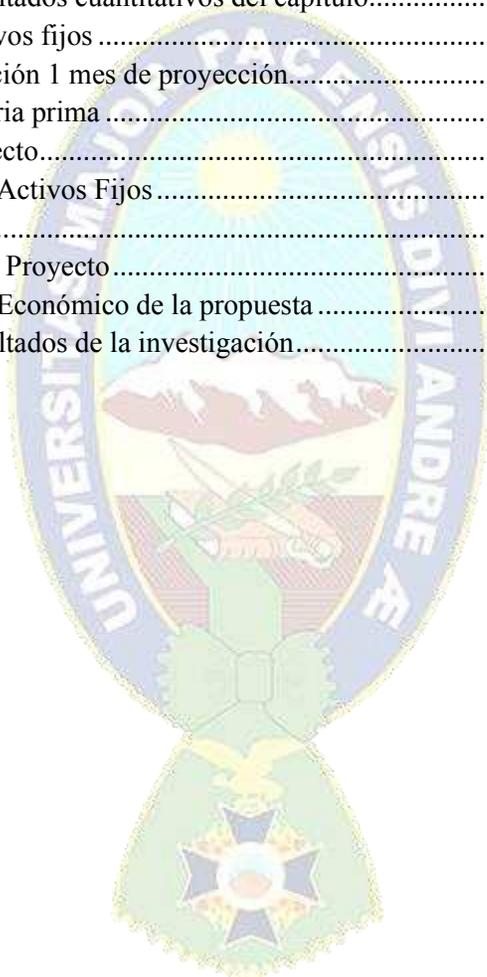
5.8.	RESUMEN DE RESULTADOS CUANTITATIVOS DEL CAPÍTULO.....	122
CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO.....		123
6.1.	EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO .....	123
6.2.	ESTRUCTURA DE INVERSIÓN DEL PROYECTO.....	123
6.2.1.	INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS.....	123
6.2.2.	ACTIVOS CIRCULANTES.....	124
6.2.2.1.	Capital Operación.....	124
6.2.3.	INGRESOS DE PROYECTO.....	125
6.2.4.	DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES DE ACTIVOS FIJOS.....	126
6.3.	FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO .....	126
6.4.	CRITERIOS DE EVALUACIÓN .....	127
6.4.1.	VALOR ACTUAL NETO (VAN).....	128
6.4.2.	TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) .....	128
6.5.	ESTUDIO TÉCNICO FINANCIERO DE LA PROPUESTA.....	128
6.6.	RESUMEN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS .....	131
7.	CONCLUSIONES .....	134
8.	RECOMENDACIONES.....	135
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136
10.	ANEXOS .....	139



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de calidad de las bobinas de papel higiénico .....	15
Tabla 2. Tipo de papel reciclado que se utiliza como materia prima.....	15
Tabla 3. Proveedores de materia prima de papel reciclado.....	17
Tabla 4. Proveedores de materia prima de almidón de maíz .....	17
Tabla 5. Matriz de evaluación de proveedores.....	20
Tabla 6. Resultados del método ponderado para la evaluación de proveedores .....	21
Tabla 7. Dificultades con las máquinas y equipos .....	22
Tabla 8. Descripción de las maquinarias .....	22
Tabla 9. Productos de la empresa.....	27
Tabla 10. Detalle de la Mano de obra .....	31
Tabla 11. Criterio de Evaluación .....	35
Tabla 12. Causas a Analizar.....	35
Tabla 13. Producción mensual.....	50
Tabla 14. Mix producción de la empresa de papel higiénico.....	51
Tabla 15. Cantidad Vendida Anual.....	51
Tabla 16. Recursos utilizados en el año 2022 .....	52
Tabla 17. Análisis de la utilización de máquinas (horas).....	54
Tabla 18. Cálculo de tiempo de la máquina de rebobinadora convencional.....	55
Tabla 19. Medición de eficiencia de la producción de papel higiénico .....	55
Tabla 20. Análisis de pérdida de tiempo en la producción de papel higiénico .....	58
Tabla 21. Determinación del cuello de botella.....	60
Tabla 22. Muestreo Preliminar.....	61
Tabla 23. Muestreo de trabajo.....	62
Tabla 24. Descripción de operaciones en la Máquina Rebobinadora Convencional .....	64
Tabla 25. Observaciones preliminares de la máquina rebobinadora.....	65
Tabla 26. Ritmo de trabajo – Escala Británica.....	67
Tabla 27. Resumen de la tabla .....	68
Tabla 28. Tiempo Básico de la máquina rebobinadora convencional.....	69
Tabla 29. Tiempo Suplemento para máquina rebobinadora .....	70
Tabla 30. Tabla de resumen de conclusiones del capítulo .....	71
Tabla 31. Tiempos de paro de la máquina .....	73
Tabla 32. Problemas principales de las máquinas.....	75
Tabla 33. Checklist plan de mantenimiento.....	89
Tabla 34. Cronograma de plan de mantenimiento .....	90
Tabla 35. Checklist para las máquinas críticas .....	92
Tabla 36. Tiempo propuesto para el mantenimiento preventivo.....	93
Tabla 37. Actividades para mejorar la productividad en la maquinaria.....	94
Tabla 38. Especificaciones de la bomba centrífuga.....	99
Tabla 39. Preparación Interna y Externa en el área de Destintado .....	100
Tabla 40. Aplicación de SMED en el área de destintado.....	102

Tabla 41. Registro de inventario de materia prima.....	105
Tabla 42. Implementación de las 5s.....	109
Tabla 43. Planilla de Inspección para el Control Visual de las 5 “S” para la producción de planchas de higiénico.....	111
Tabla 44. Áreas de la falta de implementación de las 5s .....	113
Tabla 45. Tarjeta de Kanban de producción .....	117
Tabla 46. Tarjeta de Kanban de Almacenamiento .....	117
Tabla 47. Tarjeta de Kanban de producto terminado.....	118
Tabla 48. Resumen de resultados cuantitativos del capítulo.....	122
Tabla 49. Inversión en activos fijos .....	123
Tabla 50. Capital de operación 1 mes de proyección.....	124
Tabla 51. Costo de la materia prima .....	125
Tabla 52. Ingreso del proyecto.....	125
Tabla 53. Depreciación de Activos Fijos.....	126
Tabla 54. Flujo de caja.....	127
Tabla 55. Flujo de Caja del Proyecto.....	127
Tabla 56. Estudio Técnico Económico de la propuesta .....	130
Tabla 57. Resumen de resultados de la investigación.....	132



## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ubicación de PAPELERA TISSU SRL en la ciudad de La Paz.....	3
Ilustración 2. Proceso de transformación de papel higiénico.....	4
Ilustración 3. Proceso de transformación Destintado.....	5
Ilustración 4. Proceso de transformación Laminado.....	6
Ilustración 5. Proceso de transformación conversión .....	7
Ilustración 6. Determinación del gramaje .....	10
Ilustración 7. Proceso de tratamiento de agua en el Área de clarificado .....	12
Ilustración 8. Tanque semi círculo.....	13
Ilustración 9. Insumos para el tratamiento de agua (Coagulante y Floculante) .....	13
Ilustración 10. Tanque DAF .....	14
Ilustración 11. Tanque 80 .....	14
Ilustración 12. Organigrama de la PAPELERA TISSU S.R.L. ....	30
Ilustración 13. Diagrama Ishikawa del área de producción .....	34
Ilustración 14. Diagrama de Pareto .....	36
Ilustración 15. Implantación de mantenimiento preventivo.....	47
Ilustración 16. Cursograma analítico de la línea de papel higiénico.....	57
Ilustración 17. Diagrama de recorrido Actual.....	59
Ilustración 18. Muestreo de trabajo de la producción de papel higiénico.....	63
Ilustración 19. Propuesta de mejora del proceso de producción área de destintado .....	95
Ilustración 20. Manómetro que marca la presión correcta.....	96
Ilustración 21. Válvula brida.....	96
Ilustración 22. Rango de presión y temperatura .....	97
Ilustración 23. Hidrociclón alto .....	98
Ilustración 24. Bomba centrífuga.....	99
Ilustración 25. Área de materia prima.....	104
Ilustración 26. Ficha de la materia prima.....	106
Ilustración 27. Carro transportador incorporado en el proceso.....	107
Ilustración 28. Diagramas Gantt, antes y después.....	107
Ilustración 29. Área de la máquina rebobinadora (conversión) .....	111
Ilustración 30. Balance de masico del proceso .....	121

## RESUMEN

El objetivo principal del proyecto es elaborar una propuesta de mejora del sistema productivo para minimizar los desperdicios en el proceso de fabricación de papel higiénico en la empresa PAPELERA TISSU S.R.L. mediante la aplicación de Ingeniería de Métodos, Lean Manufacturing reduciendo los tiempos y logra una mejor productividad.

Se desarrolla una investigación cuantitativa como cualitativa en el área de producción obteniendo la información y realizar un análisis para la implantación de mejoras y realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa identificando áreas de oportunidad y puntos críticos en el proceso de producción como las fallas en maquinaria, materia prima no seleccionado y la falta de una cultura de 5s e identificación del cuello de botella en máquina de conversión para el cual se diseña una propuesta de mejora detallada adaptada a las necesidades específicas de la empresa, integrando practicas eficientes y sostenibles para optimizar el sistema productivo y reducir desperdicios con el cual ayudara a cumplir el objetivo principal.

En ese sentido, los resultados obtenidos con la elaboración de las propuestas de mejora, señalando que cumplieron todos los objetivos y se mejora los tiempos de parada de las maquinas a través de la propuesta de un mantenimiento preventivo de 201,96 h/año a 101,16 h/año y realizando un cronograma de plan de mantenimiento. En el proceso con la colocación de la válvula brida bridada se regula el manómetro a una presión de 0,1 bar a 2,5 bar. En el pulpeo se aumenta un ciclo debido a reducción de tiempo de 55 min a 48,88 min, y con la implantación de 5s y Kanban se reduce el tiempo de 45 min a 21 min y en proceso aumentando la producción de 1136 paquetes/día a 1432 paquetes/ día para el cual el proyecto requiere una inversión de 50000 Bs con un Valor Actual Neto (VAN) de 43.705,94 Bs y Tasa Interna de Retorno (TIR) de 30,5% mostrando la rentabilidad y viabilidad de la inversión.

Palabra clave: Productividad, sistema empresarial, programación de la producción.

## SUMMARY

The main objective of the project is to develop a proposal for improving the production system to minimize waste in the toilet paper manufacturing, in the company PAPELERA TISSU S.R.L. process by applying Methods Engineering, Lean Manufacturing, reducing times, and achieving better productivity.

A quantitative and qualitative investigation is conducted in the production area, gathering information and performing an analysis to implement improvements and diagnose the current situation of the company. This involves identifying areas of opportunity and critical points in the production process, such as machinery failures, unselected raw materials, and the lack of a 5S culture, as well as identifying bottlenecks in the conversion machine. A detailed improvement proposal is designed to meet the specific needs of the company, integrating efficient and sustainable practices to optimize the production system and reduce waste. This will help achieve the main objective.

In this regard, the results obtained from the development of the improvement proposals indicate that all objectives were met and machine downtime was improved through the proposal of a preventive maintenance plan, reducing from 201.96 hours/year to 101.16 hours/year, and by creating a maintenance schedule. In the process, by installing the flanged valve, the pressure gauge was regulated from 0.1 bar to 2.5 bar. In the pulping process, an additional cycle was introduced due to a reduction in time from 55 minutes to 48.88 minutes. With the implementation of 5S and Kanban, the time was reduced from 45 minutes to 21 minutes, increasing production from 1,136 packages/day to 1,432 packages/day. The project requires an investment of 50,000 Bs, with a Net Present Value (NPV) of 43,705.94 Bs and an Internal Rate of Return (IRR) of 30.5%, demonstrating the profitability and viability of the investment.

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. ANTECEDENTES

En los primeros tiempos del uso del papel higiénico, se utilizaban diversos materiales como hojas de coco o maíz, lechuga, césped, trapos e incluso piedras. Los antiguos griegos usaban piedras y trozos de arcilla, mientras que en la antigua Roma se empleaba un utensilio llamado "Tersorium", que consistía en una esponja atada a un palo y empapada en agua salada o vinagre. En Grecia y Roma también se utilizaban "pessoi", pequeñas piedras ovaladas o cerámica rota.

La primera referencia documentada del uso de un material similar al papel higiénico se encuentra en China, donde se descubrió papel de cáñamo en la tumba del emperador Wu Di en el siglo II d.C. Sin embargo, este papel era demasiado tosco y áspero para escribir, por lo que se usaba con fines higiénicos.

Fue en 1393 cuando se comenzó a producir papel higiénico a base de arroz para la familia imperial china. En Estados Unidos, la comercialización del papel higiénico inició en 1857 de la mano del inventor Joseph Gayetty, cuyo producto original consistía en hojas de papel humedecido con aloe vera y era conocido como el "papel medicinal de Gayetty", reemplazando así materiales como papel periódico, mazorcas de maíz, catálogos y otros usados para la misma finalidad.

El papel higiénico “comenzó a utilizarse en China en el siglo VI, se popularizó en Occidente en el siglo XIX con la invención de productos específicos como el "papel medicado" de Joseph Gayetty en 1857. Además, narra la evolución de su comercialización y aceptación en la sociedad estadounidense, destacando los desarrollos clave como la introducción del papel higiénico en rollo por los hermanos Scott en 1890 y el marketing innovador de la marca Charmin en la década de 1920.” (McRobbie, 2020)

En Bolivia, la producción de papel higiénico ha experimentado cambios notables en los últimos años. En 2020, hubo un aumento significativo en la producción debido a la alta demanda causada por la pandemia de COVID-19. Empresas como COPELME S.A.

incrementaron su producción en un 25%, procesando alrededor de 4,000 toneladas de papel higiénico mensualmente.

En 2021, Kimberly-Clark reportó un crecimiento del 16% en sus ventas respecto al año anterior, incrementando su producción anual de rollos de 66,7 millones a 79,5 millones (RC Noticias de Bolivia). Esta tendencia de crecimiento se mantuvo en 2022, con la empresa ampliando sus paquetes de 20 a 24 rollos para satisfacer mejor la demanda del mercado boliviano.

Estos datos evidencian cómo la industria del papel higiénico en Bolivia ha tenido que adaptarse y aumentar su capacidad de producción para cubrir las necesidades de higiene de la población, enfrentándose a desafíos logísticos y de suministro globales.

La empresa Papelera TISSU S.R.L. es una de pocas industrias del rubro que está en la ciudad de La Paz, la cual compra papel reciclado, ya que se preocupa del cuidado del medio ambiente, promoviendo de esta manera la concientización para el reciclaje.

La empresa surge en el año 1995 creada por la sociedad boliviano-chilena con el nombre de “FABOPEL SRL” esta sociedad se formó por los ingenieros Edgar Dueri y Leonardo Rufatt, y la empresa “IZAFE-CHILE”.

En 2003 del mes de septiembre se cambió el nombre a PAPELERA TISSU SRL. Donde el único socio es el Ingeniero Wilson Espinoza Claire quedando como dueño de la empresa a cargo de la misma. En la actualidad es dueño de las dos empresas que se encuentran en el mismo domicilio que son empresa de cartón “WILED PAPER SRL” y la empresa de papel higiénico “PAPELERA TISSU SRL”.

En 1997 se empezó al montaje de las máquinas y equipo a medio uso proveniente de Chile y en junio de 1998 inicia con la producción de papel higiénico rosado “AMIPEL” posterior a este se empezó a producir papel higiénico natural y de color blanco.

## **1.2. LOCALIZACIÓN DE LA EMPRESA**

La empresa PAPELERA TISSU SRL, se encuentra ubicada en la Avenida Chacaltaya Zona Achachicala #1185 de la ciudad de La Paz – Bolivia.

Ilustración 1. Ubicación de PAPELERA TISSU SRL en la ciudad de La Paz



*Fuente:* Google Maps

### **1.3. MISIÓN, VISIÓN**

#### **1.3.1. MISIÓN**

“PAPELERA TISSU SRL. es una empresa familiar de papelería, dedicada a la comercialización y distribución de productos papeleros con la mejor calidad, comprometida en mejorar continuamente el producto y ser responsable con el medio ambiente y la sociedad”.

#### **1.3.2. VISIÓN**

“Lograr convertirse en una empresa reconocida en el rubro papelerero y ser capaz de satisfacer las necesidades de sus clientes”.

### **1.4. MERCADO ACTUAL**

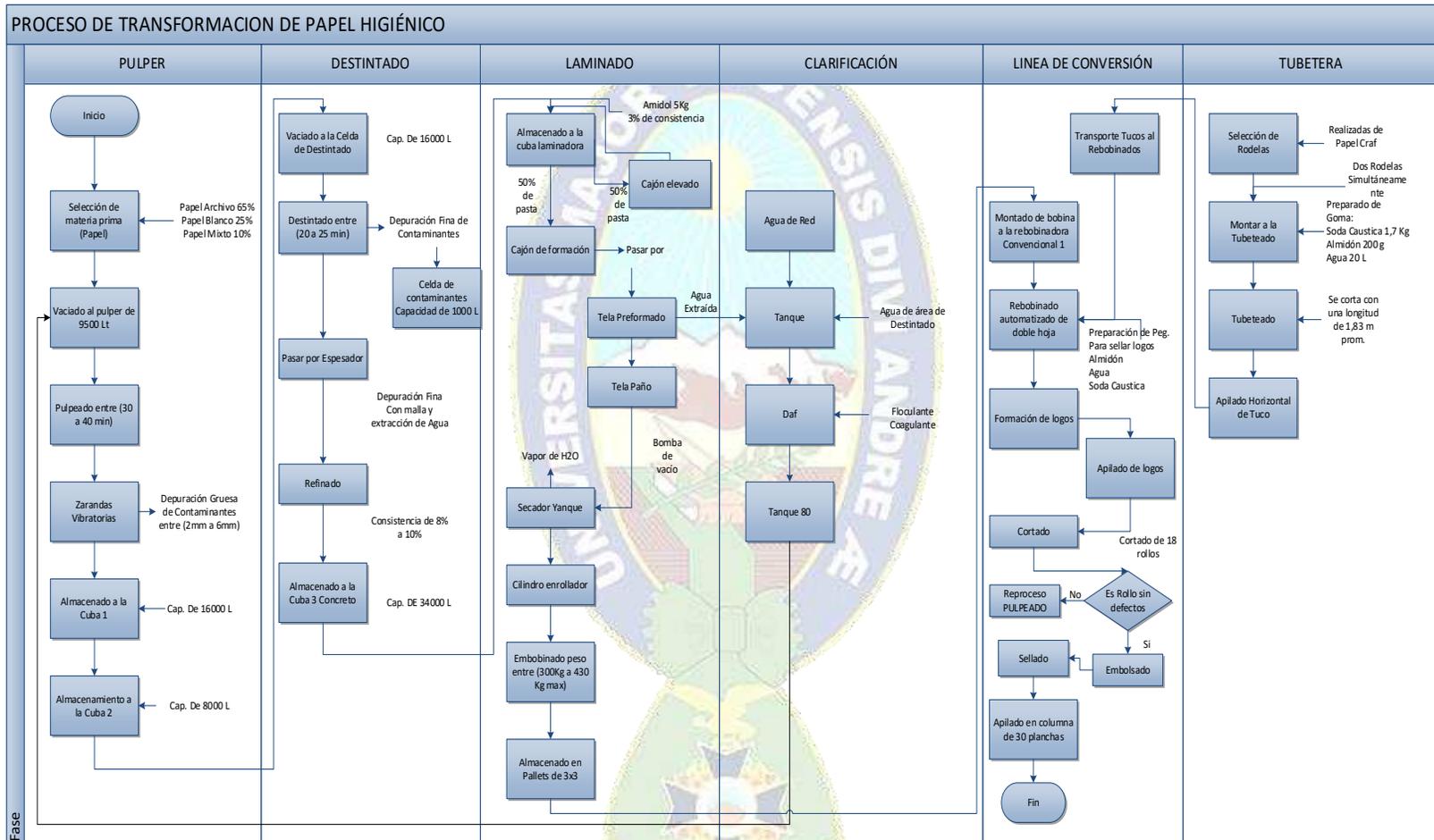
La empresa PAPELERA TISSU SRL abarca los mercados de La Paz, El Alto y Oruro y el producto está destinado para las personas de un ingreso medio, bajo. Los productos se distribuyen a Oruro, Potosí y Sucre en un 25% y a la Paz y el Alto 75%.

### **1.5. ASPECTOS TÉCNICOS DE PRODUCCIÓN**

#### **1.5.1. PROCESO DE TRANSFORMACIÓN**

El proceso de transformación cuenta con 6 etapas para obtener el papel higiénico, las cuales se muestran en las ilustraciones siguientes, para brindar más detalles del proceso de transformación en el área de Destintado, laminado y conversión se detalla en la ilustración 3, 4, 5 respectivamente

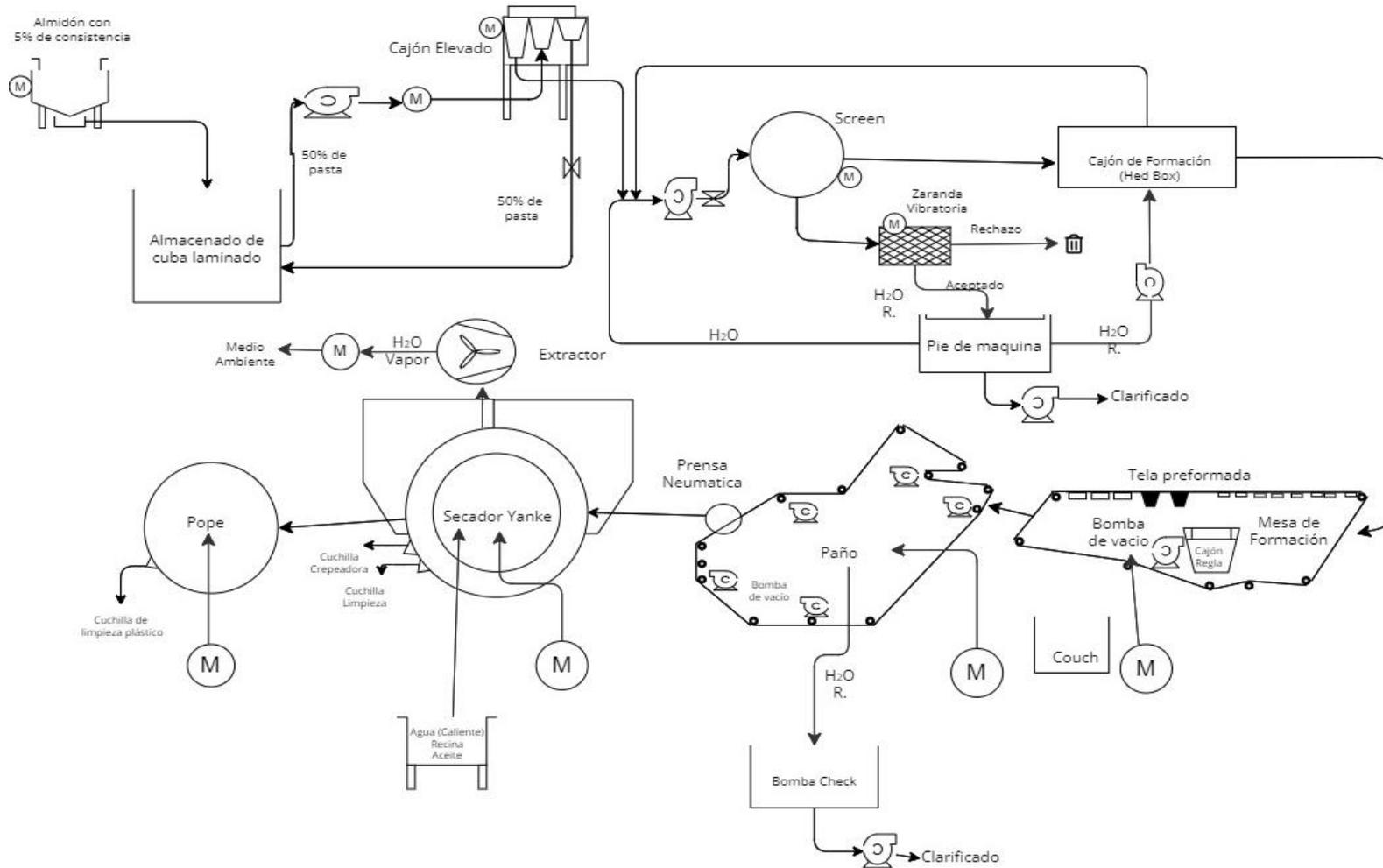
Ilustración 2. Proceso de transformación de papel higiénico



Fuente: Elaboración con la información proporcionada por la empresa

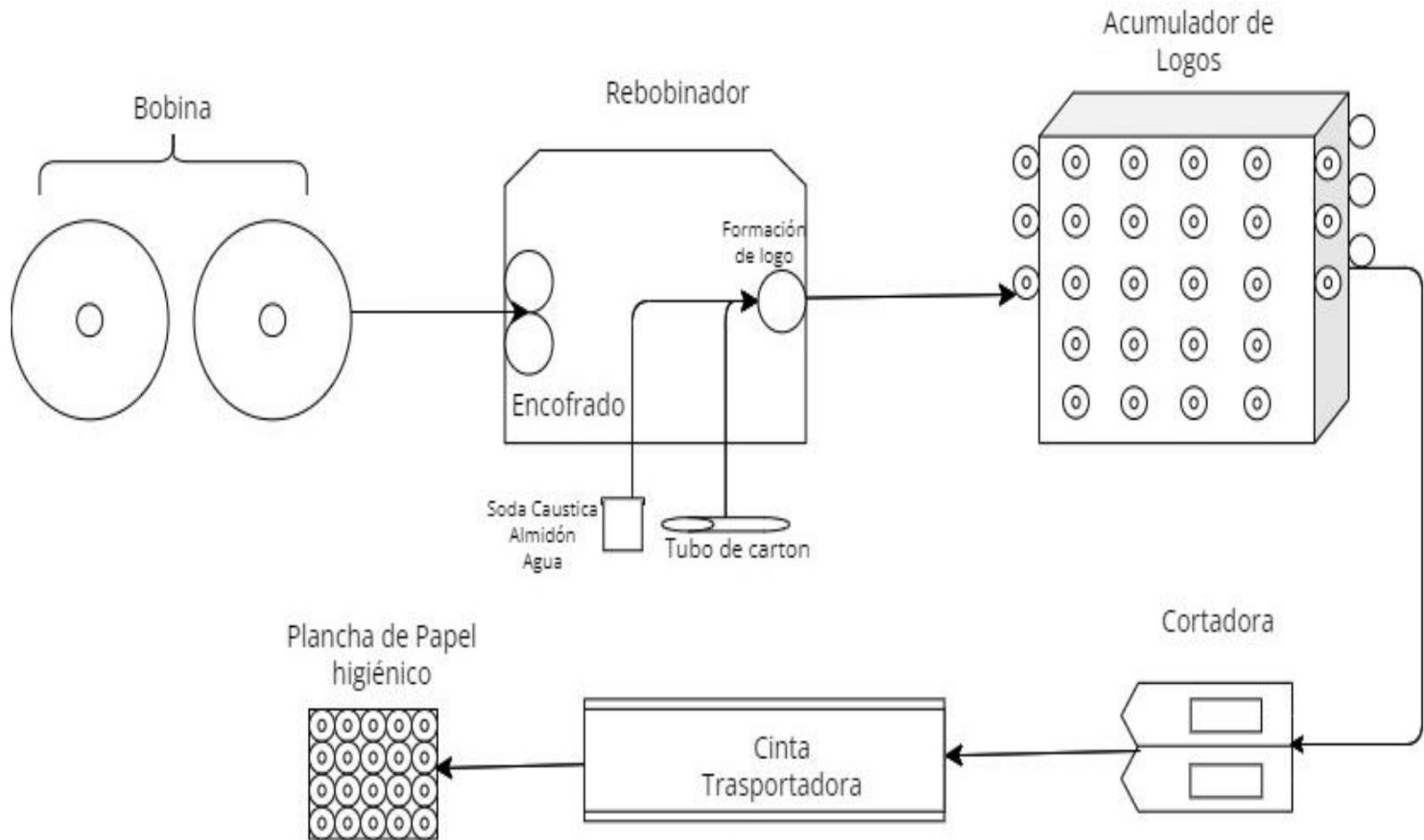


Ilustración 4. Proceso de transformación Laminado



**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizada a la empresa

Ilustración 5. Proceso de transformación conversión



**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizada a la empresa

### 1.5.1.1. Descripción del proceso de transformación

#### Proceso de destintado

Preparación de la Pasta

- **Selección de materia prima:** En este proceso primero es ver qué materia prima se utilizará (papel blanco, archivo, mixto o celulosa).
- **Pulper:** La materia prima seleccionada con una cantidad de 400 Kg (capacidad máxima) se meterá al pulper y este agitará la materia prima con agua unos 30 a 40 min para obtener una pulpa de fibra, donde se almacenará en tanque #1 (la consistencia debe ser 4%).
- **Zarandeo de la pasta:** Después del Tanque #1, la pulpa pasa por la zaranda vibratoria para realizar la primera limpieza por donde se tiene un cernidor que retiene las partículas y solo pasa la pasta por los pequeños orificios, el aceptado pasa a una tina #1.
- **Hidrociclón Alto:** La pasta de la Tina #1 pasa por el Hidrociclón para realizar una limpieza más de esa manera no pase ninguna partícula.
- **Screems:** Una vez pasado por el Hidrociclón Alto pasa por el Screems es tanque pequeño que tiene su motor y selecciona la pasta en aceptado y rechazado (vuelve a la zaranda vibratoria para repetir el proceso anterior).
- **Destintado:** La Pasta aceptada del Screems pasa a la tina de destintado donde se agitará.
- **Celda de Destintado:** de la tina de destintado pasa a la Celda para destintar los pigmentos que podrían contener, En esta Parte se añade el jabón líquido para formar una espuma con tintas y el extractor va sustraer toda la espuma y este pasara al tanque de espuma. (La consistencia debe ser de 0.8 a 1%).
- **Hidrociclón Bajo:** Del proceso de destintado pasa al Hidrociclón bajo para realizar otra limpieza, donde aún hay residuos como arena piedritas u otros que cae todo lo pesado y la pulpa aceptada está en suspensión para pasar al espesador, Se cuenta con 3 etapas en la primera lo aceptado pasa al espesador (con una

consistencia de 0,7%) y el rechazo pasa a la segunda etapa donde lo aceptado pasa al espesador (con una consistencia del 0,5%) y el rechazo pasa a la tercera etapa lo aceptado pasa directamente al rechazo de la primera etapa (con una consistencia de 0,3%) y su rechazo se va al tanque de espuma.

- **Espesador:** La Pasta obtenida del hidrociclón pasa por el espesador para tener una mayor consistencia ya que se filtra el agua (la consistencia debe ser 4%).
- **Cuba de concreto:** Es darle forma final a la pasta Ya que en esta cuba se da un refinado, las cuales son como discos que disgregan para no tener grumos, antes de pasar al almacenado de cuba de laminado. (La consistencia debe ser 4% o mayor).

### Proceso de Laminación

Laminación de la Pasta

- **Almacenado de Cuba de Laminado:** Añadir almidón a la pasta para tener una mejor consistencia.
- **Cajón Elevado:** Del almacenado de la Cuba de concreto solo pasa el 50% al cajón elevado, y la pasta aceptable que es aproximadamente 50% pasa Screen y lo rechazado vuelve a la Cuba de Laminado.
- **Screen:** Una vez pasado del Cajón elevado se introduce al screen donde se va realizar el ablandado de fibras y se tendrá un aceptado que pasará al Cajón de Formación y el rechazo pasará por una Zaranda Vibratoria para realizar una limpieza mediante un cernidor que detendrá las partículas y lo que pasa será el aceptado e ira al Pie de máquina.
- **Cajón de Formación (Het Box):** Se va almacenado la pasta y su consistencia no debe ser mayor a 1%
- **Mesa de Formación:** Se regula el gramaje que se quiere obtener, son dos planchas una fija y la otra se puede regular y va pasando por el polin de volteo y las regletas que son para alisar de ahí vamos sacando toda el agua que se ira al cajón de regla donde se reutilizara para la pasta y la otra agua que se ira al clarificador. Se cuenta

con y tres extractores de agua (Se verificará si se forma un espejo para saber si hay o no hay agua).

Ilustración 6. Determinación del gramaje



**Fuente:** Foto tomada en la empresa

- **Tela preformada:** Se comienza en la mesa de formación donde succiona toda el agua y comienza el secado.
- **Paño:** Pasara por una tela de paño para absorber la humedad que se sigue teniendo en la pasta.
- **Prensa Neumática:** Después de estar en el paño se pasa a un cilindro que es parte del secador Yanque para pegarse la pasta en forma de papel.
- **Secador Yanque:** Se envuelve en el cilindro y se va secando y humedad (vapor) es absorbido por un extractor y se va al medio ambiente el vapor.
- **Cuchilla Crepeadora:** Es para tener una textura más fina y no tener fallas y este pasara al rebobinador (Pope).
- **Pope:** El papel fabricado se enrolla en grandes bobinas para realizar los productos finales de aproximadamente 450 Kg.

Pesar las bobinas y almacenar con sus respectivas etiquetas.

## **Proceso de Conversión**

En el área de conversión se realizan las planchas de papel higiénico y se dividen en 3 etapas principales que son:

1. Rebobinado Convencional y manual
2. Cortado automática y manual
3. Embolsado

### **Primera Etapa:**

En la Rebobinadora automática se realiza hoja doble (HD) el proceso que se sigue se dará cuando se ponga la bobina a la máquina rebobinadora y se empezara primero el pegado de las dos hojas y hacer sellado de figuras, también los tamaños de corte que tendrá y luego se procederá a realizar el enrollado en los tubos de cartón, antes de enrollar se colocara el pegamento y luego empezar a enrollar el papel higiénico y al final colocar otra cantidad de pegamento al final del enrollado y se forma el logo.

En la Rebobinadora Manual se realiza hoja simple (HS) Se pondrá una bobina con ayuda del montacarga a la máquina, se realizará figuras, también los tamaños de corte que se tendrá y luego se procederá a hacer el enrollado en los tubos de cartón, empezar a enrollar el papel higiénico y colocar una cantidad de pegamento al inicio y final del enrollado y se forme el logo.

El proceso a más detalle:

- a) Se recoge las bobinas del almacenamiento de bobinas.
- b) Se transporta hasta la máquina de Rebobinadora
- c) Se procede al montaje de la bobina a la Rebobinadora
- d) Se transporta los tucos de papel Kreft (tubos de cartón) hasta la máquina para rebobinar.
- e) Se prepara pegamento que sella los logos (soda Caustica, Almidón y Agua) a la rebobinadora.
- f) Se rebobina sobre los tucos, formando logos de papel.

- g) Se apila horizontalmente en el acumulador de logos para la hoja doble.
- h) Se apilan verticalmente los logos para simple hoja (HS)

### Segunda Etapa

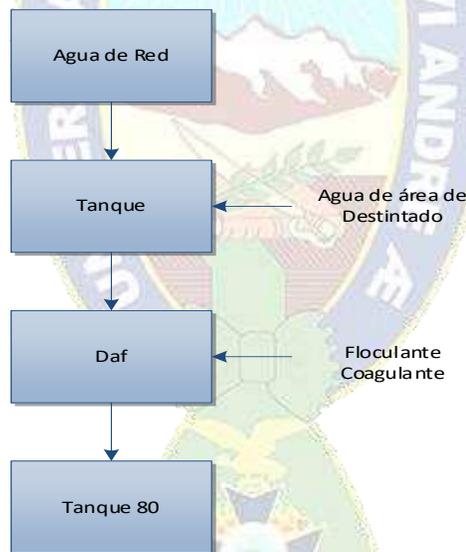
En la Cortadora Automática y Manual se cortan los logos el tamaño que se desea y se tiene los rollos de papel higiénico.

### Tercera Etapa

El embolsado se realizará en bolsas de plástico de baja densidad para tener las planchas de papel higiénico y se almacenaran y se aplicaran en una fila de 30 palancas.

### Proceso de tratamiento de agua

Ilustración 7. Proceso de tratamiento de agua en el Área de clarificado



**Fuente:** Elaboración en base a la información de la empresa

Para empezar la producción los lunes, se utiliza a el agua de la red, posterior al primer ciclo que recorre el agua (que debe ser tratada para clarificar) se almacena en el tanque de forma semi circulo que es la que viene del área de laminado (de la mesa de formación “tela preformada”) y del área de destinado (Espesador).

Ilustración 8. Tanque semi círculo



**Fuente:** Foto tomada de la empresa

Después del tanque semi círculo pasa al Tanque pasa al Daf que tiene aproximadamente 18 m<sup>3</sup> y en ahí se le adiciona los reactivos o insumos como:

- Floculante 300g en 1000L de agua de red
- Coagulante 5kg en 200 L de agua de red

Al día se hace 4 preparadas de los insumos con la misma cantidad en cada ciclo.

Ilustración 9. Insumos para el tratamiento de agua (Coagulante y Floculante)



**Fuente:** Foto tomada de la empresa

Nota: Si en caso de que el agua es turbia en el Daf se añade más Floculante dependiendo de la turbidez. El turril azul se realiza la mezcla de coagulante y agua y este abierto, así como se ve la imagen y se ase agitar con una bomba de aire para que se

mezclen. En los dos tanques se prepara flocúlate cada tanque tiene un volumen de 1000L cada tanque, y estos tanques se encuentra cerrados o tapados y con una bomba de aire se hace agitar para que se mezclen.

Ilustración 10. Tanque DAF



Fuente: Foto tomada de la empresa

Ilustración 11. Tanque 80



Fuente: Foto tomada de la empresa

Del tanque 80 es el que distribuye al área de pulper y al destintado además en este tanque se añade agua de la red cuando no se alcanza a la cantidad que se desea para el proceso.

### 1.5.1.2. Control de calidad

El reporte de pruebas de producción de bobinas de papel higiénico (Control de calidad), muestra en comportamiento de las siguientes variables:

Tabla 1. Parámetros de calidad de las bobinas de papel higiénico

Parámetro	Diámetro (cm)	Peso (g)	Gramaje (g/m <sup>2</sup> )	Humedad (%)
Valor medio	120	420	21	5

Fuente: Reporte de pruebas de producción de bobinas de la empresa

## 1.6. MATERIA PRIMA E INSUMO

### 1.6.1. MATERIA PRIMA

La materia prima en el proceso de producción es el papel reciclado y el almidón y se clasifica según la información de la tabla 2:

Tabla 2. Tipo de papel reciclado que se utiliza como materia prima

TIPO DE PAPEL	DESCRIPCIÓN
Papel Blanco	Es papel blanco de cualquier tamaño que no tenga nada impreso o escrito.
Papel Archivado	Son papeles de oficina que están escritos e impreso ya sea con tinta negra o de color que sea de menor porcentaje.
Papel mixto	Son papeles que se reciclan como; cuadernos, libros, revistas, etc y además puede tener cualquier porcentaje de color (menos periódico).
Papel celulosa	Consiste en residuos o desechos del papel higiénico. Estos residuos se generan durante el proceso de producción del papel higiénico y pueden ser reutilizados de varias maneras.

Fuente: Elaboración en base a la información de la empresa

El almidón de maíz: Se utiliza como aditivo en la fabricación de papel para mejorar sus propiedades de resistencia y durabilidad. Actúa como aglutinante, ayudando a unir las fibras de celulosa durante la formación de la hoja de papel higiénico, lo que da como resultado un papel más resistente y con mejor retención de agua. Esta adición de almidón no solo refuerza la estructura del papel, sino que también contribuye a una mayor calidad y rendimiento del producto final.

### **1.6.2. INSUMOS**

Los insumos que se utilizan en la producción se detallan a continuación:

- Agua: Es uno de los componentes principales en la producción de papel. Se utiliza en varias etapas del proceso, como en el pulpeo de la celulosa, la formación de la hoja de papel en la máquina de papel y en los procesos de lavado y secado. El agua actúa como vehículo para transportar y dispersar la celulosa y otros aditivos a lo largo del proceso de fabricación del papel.
- Soda cáustica: Se emplea en el proceso de pulpeo de la celulosa. La soda cáustica actúa como un agente alcalino que ayuda a disolver las ligninas y otros componentes no celulósicos de la madera, permitiendo la separación de las fibras de celulosa.
- Tubos de Cartón: Se utilizan como núcleo o mandril en los procesos de enrollado y empaque del papel. Estos tubos proporcionan estabilidad estructural al rollo de papel y facilitan su manejo y almacenamiento. Los tubos de cartón se producen por Papel Kraft y miden aproximadamente 1,93 m y se realizaron en la misma empresa.
- Nylon: Se utiliza como material para envolver el producto final, proporcionando protección y facilitando su manipulación y transporte. El nylon es un material resistente y flexible que se adapta bien a diferentes formas y tamaños de productos, ofreciendo una barrera adicional contra la humedad, el polvo y otros contaminantes durante el almacenamiento y la distribución. Su uso como material de embalaje contribuye a mantener la

integridad y la calidad del papel durante su manipulación y transporte hasta llegar al consumidor final.

En el presente proyecto no se realizará el estudio en el área de tubetero debido a que la máquina de tubos no presenta problemas produciendo aproximadamente 2500 tubos el proceso y esto no perjudicaría en el proceso de producción de la línea de papel higiénico.

## **1.7. PROVEEDORES DE MATERIA PRIMA**

### **1.7.1. SISTEMA DE TRANSPORTE**

El transporte de las diferentes materias primas de papel reciclado lo realiza los proveedores, quienes entregan el pedido de material en la fabricación, una vez a la semana, llegando 4 camiones al mes.

### **1.7.2. PROVEEDORES**

Actualmente los principales proveedores son recolectores de papel reciclado que luego vende a la empresa, contamos con 10 proveedores.

Tabla 3. Proveedores de materia prima de papel reciclado

<b>Ciudad</b>	<b>Proveedores</b>	<b>Cantidad (Kg)</b>
<b>La Paz</b>	4	9.520,6
<b>Oruro</b>	2	14.880
<b>Santa Cruz</b>	1	9.520
<b>Sucre</b>	3	7.705

**Fuente:** Elaboración en base a la información de la empresa

La ciudad de Oruro es el provee la mayor cantidad de materia prima de papel reciclado, con un total de 14880 Kg/mes.

Tabla 4. Proveedores de materia prima de almidón de maíz

<b>Ciudad</b>	<b>Proveedor</b>	<b>Cantidad (Kg)</b>
<b>SANTA CRUZ</b>	CODIPSA	25
<b>ARGENTINA</b>	INGREDION	25

**Fuente:** Elaboración en base a la información de la empresa

El único proveedor de soda cáustica de la empresa es VERIQUIM LA PAZ. es un proveedor boliviano que distribuye soda cáustica y otros productos químicos. Esta compañía se enfoca en suministrar insumos químicos a diversas industrias, destacándose por la alta calidad y confiabilidad de sus productos. La empresa se ha establecido como un socio clave para muchas empresas locales, asegurando un suministro regular y seguro de productos químicos esenciales, incluyendo la soda cáustica, vital en múltiples procesos industriales y de manufactura.

Al ser el único proveedor de la empresa, con volúmenes pequeños, no es necesario hacer evaluación de proveedores.

En el contexto específico del almidón de maíz para la fabricación de papel higiénico, la evaluación de proveedores puede no ser necesaria cuando el volumen necesario es abrumadoramente superior al de otros materiales alternativos, como el papel reciclado. Esto se debe a varias razones clave: en primer lugar, el papel reciclado maneja volúmenes masivos que permiten economías de escala significativas, resultando en costos más bajos por unidad. En contraste, los proveedores de almidón de maíz, aunque pueden ofrecer un producto de calidad, no pueden competir en términos de costo y disponibilidad a gran escala. Además, concentrar recursos en evaluar proveedores de almidón de maíz puede no justificarse administrativamente debido a los costos relativamente altos asociados con dicha evaluación, que podrían superar cualquier beneficio en términos de costos o calidad. Así, priorizar la evaluación de proveedores con volúmenes significativos asegura una cadena de suministro eficiente y rentable para la producción de papel higiénico.

### ***1.7.3. EVALUACIÓN DE PROVEEDORES DE PAPEL RECICLADO***

La evaluación de proveedores es un proceso fundamental para asegurar la calidad, confiabilidad y eficiencia de la cadena de suministro de una empresa. En un entorno empresarial cada vez más competitivo y globalizado, la selección y gestión adecuada de proveedores se convierte en una prioridad estratégica para garantizar la satisfacción del

cliente y la viabilidad del negocio. Para ello se definen 5 indicadores para realizar la evaluación de proveedores de papel reciclado, los cuales son:

- Calidad del producto: Evalúa la calidad de la materia prima por el proveedor, considerando aspectos como la suavidad, resistencia, absorbencia y aspectos sanitarios.
- Cumplimiento de especificaciones: Verifica si el proveedor cumple con las especificaciones técnicas y requisitos establecidos por la empresa en términos de tamaño, peso, grosor, entre otros.
- Tiempo de entrega: Evalúa la puntualidad del proveedor en la entrega de los productos. Un retraso en la entrega puede afectar la cadena de suministro y la capacidad de producción de la empresa.
- Costo: Analiza el costo total de adquisición de los productos del proveedor, considerando no solo el precio unitario de la materia prima, sino también los costos de envío, impuestos y cualquier otro cargo asociado.
- Servicio al cliente: Evalúa la capacidad del proveedor para brindar un buen servicio al cliente, incluyendo la capacidad de respuesta a consultas, la resolución de problemas y la disposición para colaborar en caso de necesidad.

En la industria del papel reciclado, los proveedores no suelen ser grandes empresas, sino individuos que se dedican a la recolección y comercialización de este material. Estas personas naturales juegan un papel crucial en la cadena de suministro, recopilando papel usado de diversas fuentes, como hogares, oficinas y comercios, para luego venderlo a las plantas de reciclaje. Su labor no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir los residuos, sino que también permite a las empresas manufactureras obtener la materia prima necesaria para producir nuevos productos de papel, en este caso en particular, se cuenta con 10 proveedores, que abastecen a la empresa y aseguran la entrega constante y continua de materia prima (papel reciclado).

Se determina un comité de expertos, formado por la gerencia de la empresa, para evaluar los proveedores según los indicadores definidos, quedando plasmados los resultados en la tabla 5.

Tabla 5. Matriz de evaluación de proveedores

Proveedor		Cantidad Kg	Calidad del producto	Cumplimiento de especificaciones	Tiempo de entrega	Costo	Servicio al cliente
	<b>Ponderación</b>		0.35	0.25	0.15	0.15	0.10
<b>Oruro</b>	Jhony	9.380	10	10	8	9	7
<b>La Paz</b>	German	4.138	7	3	7	4	6
<b>La Paz</b>	Hugo	2.227,6	7	9	6	4	5
<b>Oruro</b>	Issac	5.500	4	2	5	4	7
<b>Sucre</b>	Estefanie	1.940	7	3	4	4	4
<b>Sucre</b>	Coronel	1.260	10	9	6	10	7
<b>Santa Cruz</b>	Liset	9.520	4	10	5	4	6
<b>Sucre</b>	David	4.505	7	9	5	4	7
<b>La Paz</b>	Organización de las Naciones Unidas	2.120	4	8	10	7	9
<b>La Paz</b>	Embajada de Suiza	1.035	7	8	8	8	8
	<b>Total</b>	41.625.6					

**Fuente:** Elaboración en base a los datos de la empresa

El total de la materia prima entregada por los proveedores es de 41.625.6 kg/mes.

Con estos resultados se procede a determinar el valor de cada proveedor, según la ponderación y el valor de cada indicador, obteniendo los resultados de la tabla 8, donde se demuestra que:

- Jhony de Oruro tiene la calificación más alta (9.25), lo que indica un alto nivel de rendimiento en comparación con los demás proveedores.

- Issac de Oruro tiene la calificación más baja (3.95), lo que sugiere un rendimiento inferior en el criterio evaluado en comparación con los demás proveedores.

Tabla 6. Resultados del método ponderado para la evaluación de proveedores

<b>Proveedor</b>		
<b>Oruro</b>	Jhony	9.25
<b>Sucre</b>	Coronel	8.85
<b>La Paz</b>	Embajada de Suiza	7.65
<b>Santa Cruz</b>	Liset	6.9
<b>La Paz</b>	Organización de las Naciones Unidas	6.85
<b>Sucre</b>	David	6.75
<b>La Paz</b>	Hugo	6.7
<b>La Paz</b>	German	5.45
<b>Sucre</b>	Estefanie	4.8
<b>Oruro</b>	Issac	3.95

**Fuente:** Elaboración en base a los datos de la empresa

### 1.8. MAQUINARIA Y EQUIPO

En 1997 se empezó al montaje de las máquinas y equipo a medio uso proveniente de Chile, por eso no se cuenta con la vida útil y actualmente no se tiene un plan de mantenimiento preventivo ni correctivo que permita reducir los tiempos de parada de las máquinas.

Las máquinas como los equipos que se utiliza actualmente tienen algunas dificultades y problema como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Dificultades con las máquinas y equipos

<b>DIFICULTAD</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Obsolescencia de máquina y equipo	X	
Compra de maquinaria y equipos usados	X	
Insuficiente capacidad de producción		X
Subutilización de maquinaria		X
Inadecuada distribución de la planta		X
Falta de un plan de mantenimiento	X	

**Fuente:** Elaboración en base a las visitas en la empresa

La empresa realiza pocas actividades para prevenir los desperfectos en su máquina, el proceso es que, si la máquina se daña, se reporta el problema al gerente, pero no se soluciona inmediatamente por lo que, si el daño a la máquina es grave se para la producción y se espera la reparación, el repuesto, provoca retrasos en la producción general de la empresa.

En la tabla 8 se realiza las descripciones y fotos de las maquinarias y equipo de la empresa TISSU S.R.L.

Tabla 8. Descripción de las maquinarias

<b>MÁQUINAS</b>	<b>DESCRIPCION</b>	
Pulpeadora	Esta máquina es eléctrico, se encarga de formar la pasta de papel, mezclando con el agua y el papel reciclado, tiene un volumen de 15m <sup>3</sup> y una potencia de 40 HP	

<p>Bomba de Descarga pulper</p>	<p>Sirve para extraer la pulpa de papel ya formada dentro del pulper, mezclando agua y papel reciclado para crear la pasta de papel y tiene una potencia de 30 HP.</p>	
<p>Zaranda Vibratoria Grande</p>	<p>En este proceso se retienen las partículas y sólidos, que no forman parte de la pasta, mediante vibraciones y tiene una potencia de 10HP.</p>	
<p>Hidrociclón Alto</p>	<p>Se realiza la purificación de la pasta separando las impurezas de alta concentración y trabaja con una consistencia de 3%.</p>	
<p>Screen</p>	<p>Es un pequeño tanque equipado con un motor que separa la pasta de papel en fracciones aceptadas y rechazadas según sus características y calidad, permitiendo así un proceso de refinamiento.</p>	

<p>Celda de destintado</p>	<p>Se utiliza jabón industrial para separar las impurezas de tinta de la pasta de papel, eliminando la espuma resultante antes de enviarla al hidrociclón.</p>	
<p>Hidrociclón Bajo</p>	<p>Se utiliza para purificar la pasta de papel al separar impurezas de baja concentración, como partículas de tinta, plástico espumado y aire, y este tiene una presión de 2,5 a 5 bar pro la ingresa la pasta.</p>	
<p>Espesador</p>	<p>Se utiliza para filtrar el agua de la pasta de papel, permitiendo obtener una consistencia más uniforme y controlada.</p>	
<p>Cajón de formación</p>	<p>También conocido como Hed Box, tiene una capacidad de 15 toneladas por día y un ancho de 1,70 metros. Está fabricado en acero inoxidable y su función principal es distribuir la pasta de papel de manera uniforme.</p>	

Laminado	<p>La pasta de papel distribuida pasa a través de la tela de preformado y la tela de paño. Estas permiten que se retenga el agua en exceso y se drenen eficientemente, formando y consolidación de la lámina de papel.</p>	
Secador Yanke	<p>Con una potencia de 50 HP y operando a una presión de 3 bar, tiene un diámetro de 3m Su función principal es secar el papel durante el proceso de fabricación. Con una velocidad de operación de 120 m/min.</p>	
Bomba de vacío	<p>Con una potencia de 40 HP, se utiliza para extraer el agua de la pasta de papel durante el proceso de fabricación.</p>	
Caldero	<p>Tiene una capacidad de producción de 5000 kg/ hora y opera a una presión de 4,5 bar. Su función principal es suministrar vapor al secador Yanke durante el proceso de secado del papel.</p>	

<p>Rebobinador a Convencional</p>	<p>Es una máquina que toma dos bobinas de papel junto con los tubos de cartón correspondientes. Estas bobinas son desenrolladas y luego se forma el logo de papel higiénico.</p>	
<p>Rebobinador as Manual</p>	<p>Se utiliza para realizar el rebobinado del papel, asegurando que los logos de papel higiénico se alineen correctamente.</p>	
<p>Cortadoras (Consani)</p>	<p>Tiene la función de dividir el logo en rollos individuales de papel higiénico durante proceso de fabricación.</p>	
<p>Selladora mecánica</p>	<p>Se utiliza para sellar las planchas del producto terminado, asegurando un cierre hermético y protegiéndolo.</p>	

Fuente: Elaboración en base a la información de la empresa

## 1.9. PRODUCTOS

La empresa PAPELERA TISSU SRL ofrece los siguientes productos.

Tabla 9. Productos de la empresa

PRODUCTO	FAMIPEL		
	DIMENSIONES		
	ESTANDAR	MAXIMO	
	PESO DEL ROLLO (gr)	58,7	60
	ALTURA DEL ROLLO	9,1	-
	METRAJE (m)	25	-
	PESO DE PAQUETE (gr)	1175	1200

### DESCRIPCIÓN:

El papel higiénico es de hoja simple de color blanco chantilly con gofrado y es de 100% de papel archivo, la plancha (paquete 20 u) embaladas de polietileno de baja densidad.

PRODUCTO	NATURAL (PAPELER)		
	DIMENSIONES		
	ESTANDAR	MAXIMO	
	PESO DEL ROLLO (gr)	58,7	60
	ALTURA DEL ROLLO	9,1	-
	METRAJE (m)	25	-
	PESO DE PAQUETE (gr)	1175	1200

### DESCRIPCIÓN:

El papel higiénico es de hoja simple de color blanco hueso con gofrado y es de 70% de papel mixto y 30% de papel archivo, la plancha (paquete 20 u) embaladas de polietileno de baja densidad.

**PRODUCTO****ECONOMICO (ECO FAMIPEL)****DIMENSIONES**

	ESTANDAR	MAXIMO
<b>PESO DEL ROLLO (gr)</b>	43,7	45
<b>ALTURA DEL ROLLO</b>	8,25	-
<b>METRAJE (m)</b>	18	-
<b>PESO DE PAQUETE (gr)</b>	875	900
<b>UNIDADES</b>	20 u	

**DESCRIPCION:**

El papel higiénico es de hoja simple de color blanco hueso con gofrado y es de 70% de papel mixto y 30% de papel archivo, la plancha (paquete) embaladas de polietileno de baja densidad.

**PRODUCTO****MEGA ROLLO HS****DIMENSIONES**

	ESTANDAR	MAXIMO
<b>PESO DEL ROLLO (gr)</b>	114,6	116,7
<b>ALTURA DEL ROLLO</b>	9,5	-
<b>METRAJE (m)</b>	45	-
<b>PESO DE PAQUETE (gr)</b>	1375	1400
<b>UNIDADES</b>	12 u	

**DESCRIPCION:**

El papel higiénico es de hoja simple de color blanco chantilly con gofrado y es de 100% de papel archivo, la plancha (paquete) embaladas de polietileno de baja densidad.

PRODUCTO	NUBE		
	DIMENSIONES		
	ESTANDAR	MAXIMO	
	PESO DEL ROLLO (gr)	62,5	65
	ALTURA DEL ROLLO	9,1	-
	METRAJE (m)	16	-
	PESO DE PAQUETE (gr)	1250	1300
	UNIDADES	20 u	

**DESCRIPCIÓN:**

El papel higiénico es de hoja doble de color blanco marfil con gofrado y es de 100% de papel celulosa, la plancha (paquete) embaladas de polietileno de baja densidad.

PRODUCTO	NUEVO MEGA ROLLO HD (NUEVO FAMIPEL)		
	DIMENSIONES		
	ESTANDAR	MAXIMO	
	PESO DEL ROLLO (gr)	95	97
	ALTURA DEL ROLLO	8,53	-
	METRAJE (m)	25	-
	PESO DE PAQUETE (gr)	870	890
	UNIDADES	9 u	

**DESCRIPCIÓN:**

El papel higiénico es de hoja doble de color blanco con gofrado y es de 60% de papel archivo y 40% papel blanco, la plancha (paquete) embaladas de polietileno de baja densidad.

PRODUCTO	FAMIPEL HD (HOJA DOBLE)	
	DIMENSIONES	
	ESTANDAR	MAXIMO
		
PESO DEL ROLLO (gr)	57,5	60
ALTURA DEL ROLLO	9,1	-
METRAJE (m)	14,5	-
PESO DE PAQUETE (gr)	1200	1200

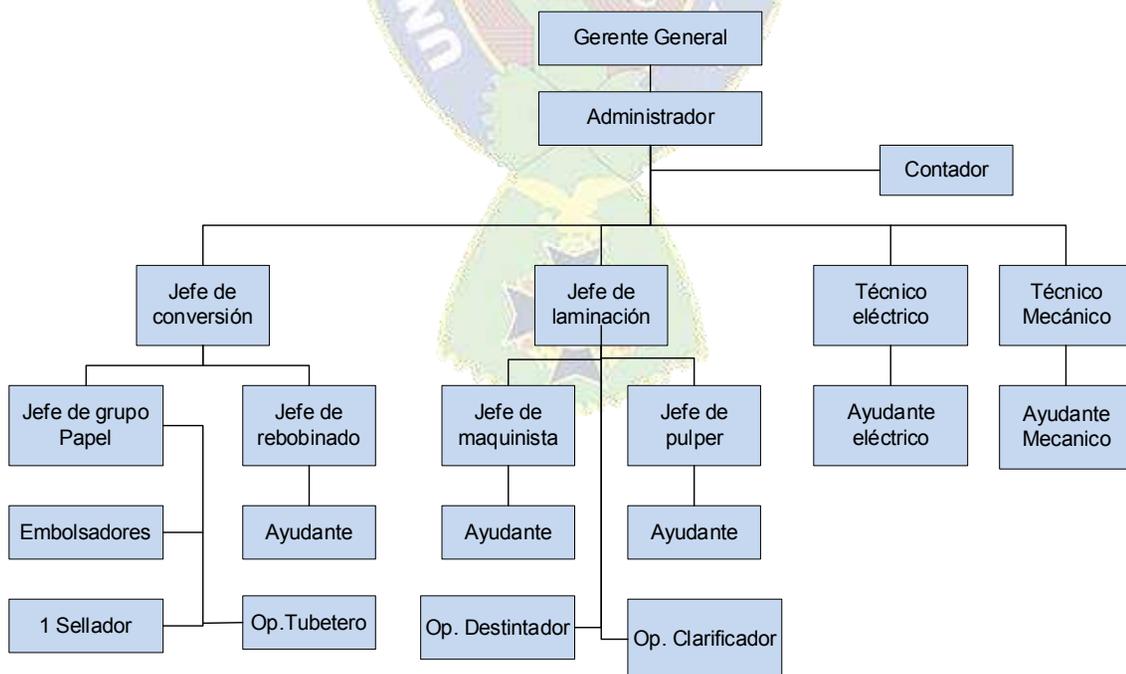
**DESCRIPCIÓN:**

El papel higiénico es de hoja doble de color blanco chantilly con gofrado y es de 60% de papel archivo y 40% papel blanco, la plancha (paquete 20 u) embaladas de polietileno de baja densidad.

**Fuente:** Elaboración en base a la información de la empresa

**1.9.1. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA**

Ilustración 12. Organigrama de la PAPELERA TISSU S.R.L.



**Fuente:** Elaboración en base a la información de la empresa

### 1.9.2. MANO DE OBRA

Actualmente la empresa está compuesta por 23 trabajadores, bajo la supervisión del Administrador. En la tabla se detalla la mano de obra directa y la mano de obra indirecta.

Tabla 10. Detalle de la Mano de obra

<b>MANO DE OBREA DIRECTA</b>	<b>NÚM. DE PERSONAL</b>
Jefe de Laminado	1
Jefe de Pulper	1
Ayudante de Pulper	1
Operario de Destintado	1
Operario de Clarificado	1
Jefe Maquinista	1
Ayudante de Maquinista	1
Jefe de conversión	1
Jefe de rebobinado	1
Ayudante de rebobinado	1
Cortador	1
Operarios de embolsado	3
Operario tubetero	1
Sellador	1
Técnico mecánico	1
Ayudante mecánico	1
Técnico eléctrico	1
Ayudante eléctrico	1
<b>Total</b>	<b>20</b>
<b>MANO DE OBRA INDIRECTO</b>	<b>NÚM. DE PERSONAL</b>
Gerente General	1
Administrador	1
Jefe de contabilidad	1
<b>Total</b>	<b>3</b>

**Fuente:** Elaboración en base a la información de la empresa

## **CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DEL PROBLEMA Y DEFINICIÓN DE OBJETIVOS**

### **2.1. PROBLEMÁTICA**

#### **2.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La empresa PAPELERA TISSU S.R.L., especializada en la producción y comercialización de papel higiénico, está experimentando dificultades relacionadas con el mantenimiento, la falta de información adecuada sobre los procesos operativos y problemas de organización. Estos inconvenientes impactan negativamente en la producción de la empresa.

### **2.2. LOS 6 PASOS PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

#### **2.2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

En base a las visitas realizadas a la empresa se identifican inconvenientes en el área de producción (Almacenamiento de Materia Prima, Pulpeado, Destintado, Laminado y Conversión), donde se pudo evidenciar los siguientes problemas:

- Paradas en la maquinaria
- Materia prima no es seleccionada correctamente
- Desorden en los ambientes de trabajo.
- Falta de señaléticas

#### **2.2.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La empresa PAPELERA TISSU S.R.L enfrenta desafíos en su desempeño que resultan en una baja producción, ocasionados por paradas en las maquinarias, deficiencias en la materia prima, desorden en los ambientes de trabajo y falta de señalética adecuada.

#### **2.2.3. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA**

A continuación, se analizan las principales causas del problema identificadas en el epígrafe 2.2.1:

- Paradas en la maquinaria: La falta de un plan de mantenimiento preventivo y correctivo ha ocasionado interrupciones en la operatividad de las máquinas.
- Materia prima no seleccionada correctamente: El uso de sacos de polipropileno para almacenar papel reciclado ha resultado en una selección deficiente de la materia prima.
- Desorden en los ambientes de trabajo: Existe un nivel de desorden significativo en los entornos de trabajo.
- Falta de señalización adecuada: La ausencia de señalética conforme a las normativas vigentes es notable

En la ilustración 13 se detalla el Diagrama Ishikawa donde se desglosan las causas del problema

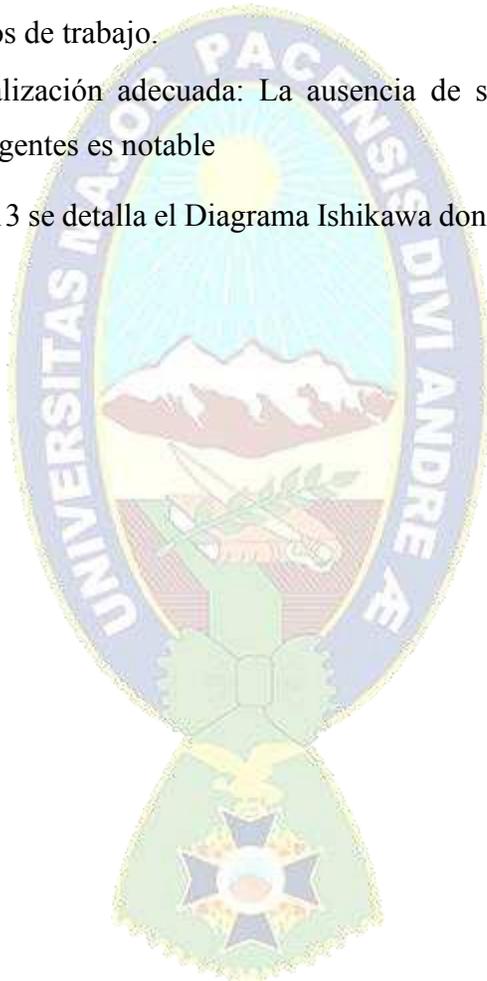
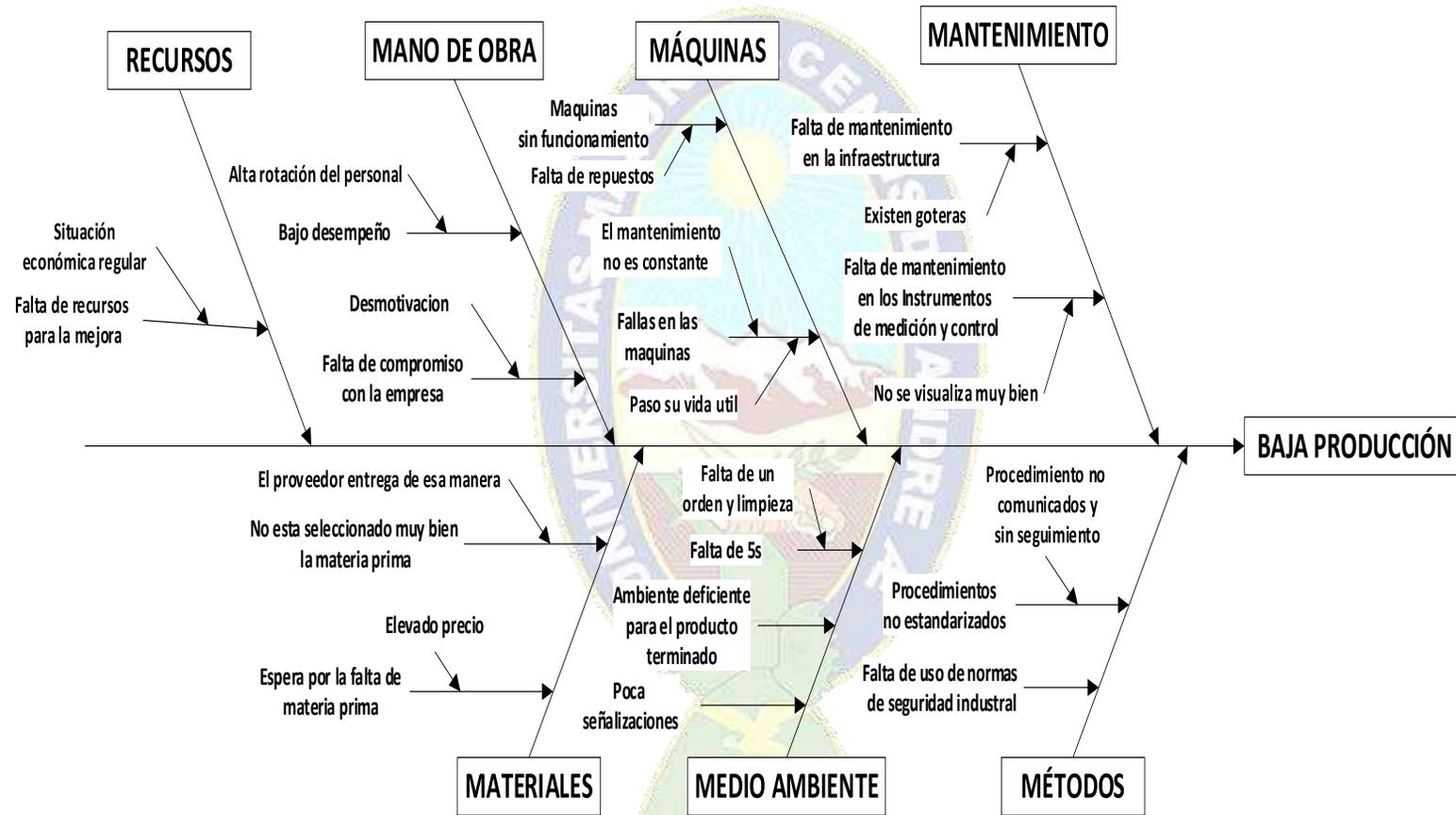


Ilustración 13. Diagrama Ishikawa del área de producción



**Fuente:** Elaboración con datos de la empresa con base en deficiencias vistas en la empresa

#### 2.2.4. DIAGRAMA DE PARETO

Se analiza la indica el 80% de los problemas que existe en área de producción se deben al 20% de las causas, se realiza la evaluación de las causas mencionadas en el Anexo A-1 y A-2 analizando el grado de influencia que tienen con los problemas, resultados mostrados en la Tabla 11.

Tabla 11. Criterio de Evaluación

Nº	CRITERIOS (C)	PONDERACION (P)
1	Tiempo de operación	10
2	Tiempo de preparación	8
3	Afecta el proceso	6

**Fuente:** Elaboración en base a visitas a la empresa

Luego de determinar los criterios de evaluación se identifican las principales causas que contribuyen a los problemas o desafíos específicos en nuestro proceso. La tabla 12 ofrece una visualización clara y organizada de estas causas prioritarias, permitiendo enfocar los esfuerzos de mejora en áreas específicas para lograr un impacto significativo en la eficiencia y la calidad.

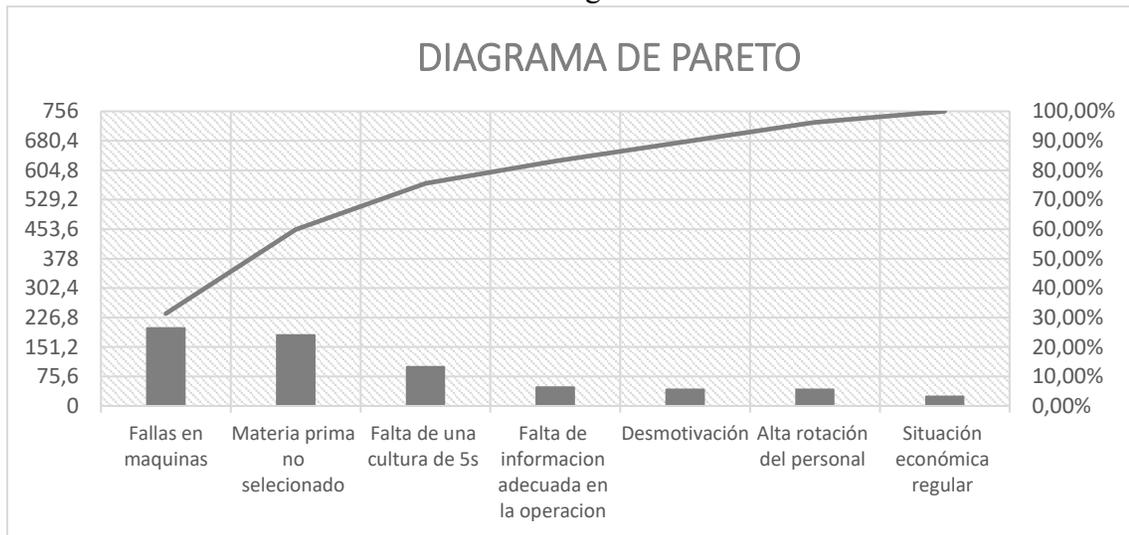
Tabla 12. Causas a Analizar

Nº	CAUSAS
A	Fallas en maquinaria
B	Materia prima no seleccionado
C	Falta de una cultura 5s
D	Alta rotación del personal
E	Desmotivación
F	Situación económica regular
G	Falta de información adecuada en la operación

**Fuente:** Elaboración en base a la ilustración 1

Como se observa el resultado del Diagrama Pareto de la ilustración 14, las causas A, B y C son críticas y los demás (D, E, F y G) son de crítica baja, mediante ese análisis se enfocará en las primeras 3 causas A, B y C que se priorizarán para mejorar el sistema productivo de papel higiénico.

Ilustración 14. Diagrama de Pareto



**Fuente:** Elaboración en base a la tabla 12

### 2.2.5. SOLUCIONES TENTATIVAS DEL PROBLEMA

Se proponen las siguientes soluciones tentativas para abordar el problema:

- Implementar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para reducir las fallas en las máquinas.
- Establecer un sistema de control de inventario para gestionar eficazmente la materia prima.
- Introducir herramientas y métodos para mejorar la organización en el proceso productivo.
- Ofrecer capacitación a los operarios sobre las normas de seguridad industrial y prácticas seguras en el lugar de trabajo.

### **2.2.6. TOMA DE DECISIONES**

Una vez realizado el análisis, se ve necesario realizar la mejora del sistema productivo en la planta PAPELERA TISSU S.R.L. para una fabricación eficiente.

## **2.3. OBJETIVOS**

### **2.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Elaborar una propuesta de mejora del sistema productivo para minimizar los desperdicios en el proceso de fabricación de papel higiénico en la empresa PAPELERA TISSU S.R.L.

### **2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Desarrollar un marco teórico integral que abarque tanto la investigación cuantitativa como cualitativa en el área de producción, proporcionando una base sólida para el análisis y la implementación de mejoras.
- b. Diagnosticar la situación actual de la empresa, identificando áreas de oportunidad y puntos críticos en el proceso de producción de papel higiénico.
- c. Diseñar una propuesta de mejora detallada y adaptada a las necesidades específicas de la empresa, integrando prácticas eficientes y sostenibles para optimizar el sistema productivo y reducir desperdicios.
- d. Realizar una evaluación económico-financiera que respalde y valide los puntos planteados en la propuesta de mejora, asegurando su viabilidad y beneficios tanto a corto como a largo plazo.

## **2.4. JUSTIFICACIÓN**

El presente proyecto se enfoca en el área de producción específicamente en el mejoramiento del sistema productivo, por el incremento de la demanda en los últimos años de este producto, también por las maquinaria y equipo para realizar un plan de mantenimiento y Seleccionar adecuadamente la materia prima y organizar y limpiar las áreas de trabajo, se realizará implementando las técnicas de manufactura esbelta para mejorar la producción.

### ***2.4.1. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICO-SOCIAL***

El mejoramiento del sistema productivo en la Empresa Papelera TISSU S.R.L. es fundamental no solo para su viabilidad económica, sino también para su impacto social y ambiental. Una mayor eficiencia en la producción no solo implica una reducción de costos y un aumento en la rentabilidad, sino que también puede generar empleo y contribuir al desarrollo económico local. Además, al optimizar sus procesos, la empresa puede reducir su huella ambiental, promoviendo así la responsabilidad social empresarial y mejorando su competitividad en un mercado cada vez más exigente y consciente del medio ambiente. En resumen, el mejoramiento del sistema productivo no solo beneficia a la empresa en términos económicos, sino que también tiene repercusiones positivas en la sociedad y el medio ambiente.

Al mejorar el sistema productivo, se anticipa un aumento en los ingresos de la empresa. Además de esto, se espera lograr los siguientes beneficios adicionales:

- Impulsar el desarrollo de productos de alta calidad para satisfacer las demandas del mercado actual.
- Mejorar la comunicación y la organización interna de las áreas, lo que se traducirá en reducción de tiempos de producción y costos, reflejándose en una mayor eficiencia operativa.
- Establecer una sólida relación con los proveedores es fundamental para garantizar un adecuado abastecimiento de materia prima e insumos, lo que contribuirá a cumplir con los objetivos de planificación y ventas.
- Fomentar un ambiente laboral seguro y saludable para los operarios, protegiendo su bienestar físico y mental.
- Salvaguardar a las personas y al medio ambiente de posibles riesgos directos o indirectos que puedan afectar la salud, la seguridad y el equilibrio ecológico.

### **2.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La metodología propuesta se justifica en su enfoque integral y sistemático para abordar los desafíos del sistema productivo de Papelera TISSU S.R.L., garantizando la efectividad y la sostenibilidad de las mejoras implementadas. Además, esta metodología permitirá generar conocimiento práctico y transferible que contribuirá al desarrollo continuo de la empresa y al fortalecimiento de su posición en el mercado.

Bernal (2010), plantea que “...Se utilizará el método empírico es la observación, como técnica de investigación científica, es un proceso riguroso que consiste en la percepción directa del objeto de investigación y permite conocer, de forma efectiva, el objeto de estudio para luego describir y analizar situaciones sobre la realidad estudiada. Estos métodos posibilitan al estudio de un objeto, en el cual el investigador crea las condiciones necesarias o adecua las existentes, para el esclarecimiento de las propiedades o relaciones del objeto, que son de utilidad en la investigación...”

Se utilizará la investigación de tipo descriptiva, que según Hernández Sampieri (2014): “Esto es, en un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así valga la redundancia de describir lo que se investiga”. Para lograr establecer las características de proceso de producción y todas sus áreas para poder realizar un mejoramiento del sistema productivo.

Este mismo autor Hernández Sampieri (2014), comenta que se utilizará el enfoque mixto de investigación que “es un proceso que recolecta, analiza y vincula datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, en una serie de investigaciones para responder a un planteamiento de un problema”.

## **CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO**

Estas investigaciones previas ofrecen un contexto relevante para el presente estudio, proporcionando ideas y enfoques que pueden ser adaptados y aplicados en el contexto específico de la empresa Papelera TISSU S.R.L.

### **3.1. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1.1. INGENIERÍA DE MÉTODOS**

Según Cardona Henao (2013):

Se refiere a los a sistemas de procesos para desarrollar actividades con el objetivo de mejorar el problema que se presentan al realizar cualquier producto, al aplicar este estudio se lograra mejorar los métodos de trabajo reduciendo los movimientos de los materiales y operarios. (Henao, 2013)

Por eso, los métodos y un ineficaz proceso implican a aplicar herramientas de ingeniería de métodos para que la técnica sea el registro de información y obtener una clara visión de verificación de los datos que se generen y saber que están completos.

#### **3.1.2. DIAGRAMA DE LOS PROCESOS**

Para García Criollo (2005), el diagrama de procesos es:

Es una representación gráfica de los pasos que se siguen en una secuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificándolos mediante símbolos de acuerdo a su naturaleza, para analizar se considera toda la información necesaria, tal como distancias recorridas, tiempo requerido con fines analíticos como ayuda para descubrir y eliminar ineficiencias. (García, 2005)

El diagrama es una representación de imagen clara de los pasos del proceso. Permite mejorar la disposición de las áreas y el manejo de los materiales llegando a disminuir las demoras, durante el proceso dando cinco categorías como la Operación, Transporte, Inspección, Demora, Almacenamiento y Actividad Combinada.

### **3.1.3. MEDICIÓN DE TRABAJO**

Para Chase & Jacobs (2009), la medición del trabajo “Consiste en aplicar los métodos para mejorar la productividad del proceso y que basado en diversas técnicas de aplicación, para determinar el tiempo de un trabajo que se tiene en el proceso se fija el tiempo que un trabajador calificado y capacitado emplea a llevar a cabo con una norma de rendimiento preestablecida.”

El objetivo de la medición de trabajo es investigar, tiempo que demora en realizar el trabajo, Esta información es importante por dos motivos:

- Programar el trabajo y asignar la capacidad, se observará que los criterios de medición y programación requieren que se considere la cantidad de tiempo que tomara en realizar el trabajo programado.
- Ofrecer una base objetiva para motivar y Evaluar el desempeño de los trabajadores.

### **3.1.4. ESTUDIO DE TIEMPOS**

Chase & Jacobs (2009) comentan que si se considera que:

El empleo para registrar los tiempos y de trabajo que se desarrolla en diferentes actividades que son efectuadas en condiciones que se determinan y utilizan para analizar los datos con la finalidad de tener el tiempo requerido para desarrollar la actividad según una norma de ejecución establecida. (Chase & Jacobs, 2009)

#### **3.1.4.1. Estudio de Tiempos Por Cronómetro.**

Para García Criollo (2005):

El estudio de tiempo por cronometro es la técnica que ayuda a establecer el tiempo que dura una tarea a partir datos que se registra por el cronometro. Estos datos son resultados de la observación de ciclos de trabajo que se elegidos

previamente. Un ciclo de trabajo es la sucesión completa que es necesaria para realizar una tarea en donde se obtiene una unidad de producción.

#### 3.1.4.2. *Suplementos.*

Ortiz Pimiento (2006), define los suplementos como “Es el trabajo que realizan las personas en un tiempo adicional que muestra el cronometro. El propósito de asignar suplementos es para obtener un valor más real de tiempo que se emplea por una persona que realiza su trabajo”.

Los valore registrados por cronometro se refiere al tiempo de trabajo, sin embargo, el operario para en sus tareas de manera eventual, para descansar, necesidades personales, características del proceso estas acciones afectan el cálculo de los tiempos.

#### 3.1.5. **CÁLCULO DE PRODUCTIVIDAD**

Franco-López et. al (2021) plantea sobre la productividad:

Se entiende la relación entre lo producido y lo que es requerido para producir; es la búsqueda hacia el mejoramiento de todo cuanto existe, es la convicción en los procesos donde hoy se deben hacer mejor que ayer, y mañana mejor que hoy. Mientras más productiva sea una economía, tanto mayor será su competitividad en el mercado internacional y menor su tasa de desempleo. (Franco-López et. al, 2021)

$$Productividad\ total = \frac{Producto\ total}{Insumo\ total}$$

$$Productividad\ parcial = \frac{Producto\ total}{Insumo\ parcial}$$

“La productividad total es la media de la productividad del trabajo y del capital; ponderada y ajustada a las fluctuaciones de los precios.” (Franco-López et. al, 2021)

#### 3.1.6. **DETERMINACIÓN DEL CUELLO DE BOTELLA**

Según (Richard B. Chase, 2009, citado en Gavilanes 2018)

Un cuello de botella se define como cualquier recurso cuya capacidad sea menor que su demanda. Un cuello de botella es una restricción en el sistema que limita la producción. En el proceso de manufactura, es el punto donde el caudal se adelgaza hasta ser una corriente flaca. (p.1)

Taguchi (1985) plantea que para determinar el estado de la situación actual se debe primero aclarar y explicar tres conceptos fundamentales, los cuales son:

- Capacidad efectiva: Es la capacidad que una empresa espera alcanzar dadas las restricciones de operaciones existentes. A partir de este indicador, se calcula la eficiencia del proceso.
- Tiempo de ciclo: Es el tiempo promedio entre la producción de dos unidades consecutivas.
- Tiempo takt: Es el máximo tiempo de ciclo permitido para producir un elemento y poder cumplir la demanda. La situación ideal es que el takt time sea igual al tiempo de ciclo, de lo contrario se puede incurrir en costos de faltantes o sobreproducción.
- Lead time (LT): Es el tiempo que transcurre desde que el cliente pide una orden hasta que la empresa emite la factura, se representa en unidad de tiempo.
- Valor agregado: El valor agregado se mide en %, se le agrega valor a un servicio o producto cuando está en transformación.

Rosas (et al. 2022) plantea que “El cálculo del tiempo útil de cada máquina se calculó considerando el tiempo disponible de las máquinas como el tiempo en el cual no se le realiza mantenimiento preventivo, dicho mantenimiento ya está programado por el departamento de mantenimiento anualmente”.

$$Tiempo \acute{U}til = \frac{Tiempo \text{ disponible de m\u00e1quinas}}{Tiempo \text{ total}}\%$$

### **3.1.7. MANUFACTURA ESBELTA**

Villaseñor Contreras & Galindo Cota (2007), analizan la manufactura esbelta y su concepto de hacer más con menos, cuando plantean que “es actividad que se realiza día a día con menor utilización de recursos, tiempo, maquinaria, personal, etc. Esto no tiene que ver con las falencias al momento de entregar el producto al cliente”, mientras que Hernández Matías & Vizán Idolpe, (2013), plantean que:

Lean es la aplicación de herramientas que busca mejorar los procesos de producción de cualquier tipo desperdicios. El objetivo es generar una cultura donde se aplique mejoras en la empresa, todo ello debe ser relacionado a los problemas que se tiene, para eso es necesario la colaboración y de los operarios y directivos. (Hernández & Idolpe, 2013)

### **3.1.8. MEJORAMIENTO DE PROCESOS.**

Los procesos se deben de mejorar frecuentemente sin olvidar el objetivo de reducir las mermas, lo cual no llega a afectar la calidad de los productos.

Si existe mermas se tiene dos tipos de mejora:

Mejoras reales que son aquellas que atacan la causa raíz de las mermas solucionando el problema definitivamente y mejoras parche que son aquellas que eliminan el síntoma visible del problema, pero este se volverá a presentar en el futuro, es decir son acciones inmediatas (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007).

#### **3.1.8.1. Kanban.**

Para Villaseñor Contreras & Galindo Cota (2007)

Kanban es una herramienta que encuentra los problemas del proceso de organización y se basa en utilizar las tarjetas para mejorar el control de los inventarios. El sistema Kanban llega a tener cuatro principales propósitos

fundamentales, prevenir la sobreproducción, dar indicaciones adecuadas entre procesos, herramienta de fácil control visual para los operarios como supervisores y aprovechar esta herramienta para la mejora continua.

Se tiene dos tipos de Kanban:

**KANBAN DE PRODUCCION**, el cual indica la señal de que se debe realizar una acción necesaria en base a ciertos productos o lotes de productos, así como la información necesaria para cumplir con los requerimientos de ese producto.

**KANBAN DE RETIRO**, el cual indica la necesidad de retirar cierto objeto, material o producto del inventario de modo que se permita el flujo del proceso. Generalmente se usa de la mano con el Flujo continuo.

#### 3.1.8.2. *Las 5's*

Villaseñor Contreras & Galindo Cota (2007) comentan que

Las 5's va implicar los esfuerzos que se desarrolla para lograr beneficios, manteniendo un área de trabajo bajo condiciones, para disminuir desperdicios y reprocesos, así como mejorar la moral del personal. Su importancia es tener un ambiente adecuado de trabajo que es importante para buena organización con bajos costos y entregas inmediatas. Además de que la clasificación, organización, limpieza, disciplina y estandarización son aspectos que representan una necesidad importante en cualquier organización. Entonces las 5's implican la realización de esfuerzos relativamente simples a aplicar tanto en el área física de trabajo, como en la persona y en la empresa misma. (Villaseñor Contreras & Galindo Cota, 2007)

Las 5's son:

- Seiri (Clasificar)
- Siton (Ordenar)
- Seiso (Limpiar)
- Seiketsu (Estandarizar)
- Shitsuke (Disciplinar)

### 3.1.8.3. *SMED (Single Minute Exchange of Dies)*

Para Rajadell Carreras & Sánchez García (2010)

Es una herramienta que busca reducir los tiempos de preparación de la máquina con cambios rápidos. Con el fin de llegar a un tiempo corto reduciendo los tiempos de preparación por lo que se podría minimizar los tamaños de lotes y reducir los stocks para un trabajo en serie que sean cortas de productos. (Carreras & Gracia, 2010)

### 3.1.9. **MANTENIMIENTO**

Es toda actividad que se lleva a cabo por los responsables en esa área, con el objetivo de garantizar que las maquinarias, equipos elementos e instalaciones utilizados en el proceso industrial estén en condiciones requeridas para funcionamiento.

#### 3.1.9.1. *Mantenimiento Preventivo*

El mantenimiento preventivo se basa en una cadena de actividades planificada, que se llevaran a cabo en un determinado plazo, con el fin de asegurar que los activos de las empresas efectúen lo requerido dentro de la operación para mejorar la eficiencia de los procesos y para anticipar y prevenir los posibles fallos en los elementos, equipo o máquinas, mediante acciones como cambios, adaptación restauración, evaluación y son establecidos a través de calendarios o tiempo dirigidos.

#### 3.1.9.2. *Objetivo de mantenimiento Preventivo (MP)*

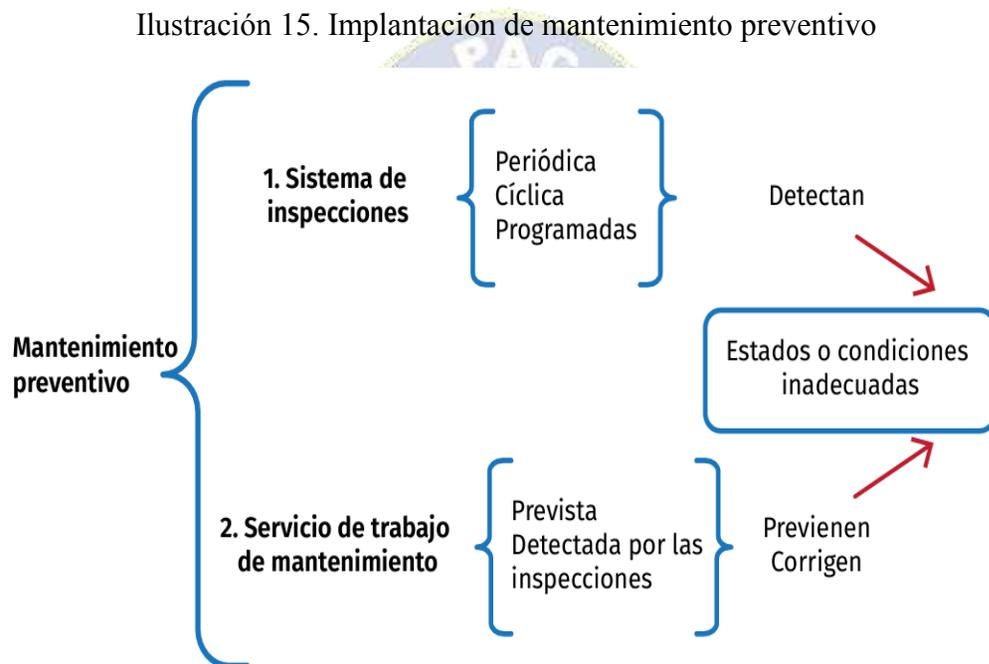
- Disponibilidad: Se puede describir como la posibilidad de que una máquina sea capaz para trabajar cada vez que se necesite para utilizar
- Confiabilidad: Es la posibilidad de que la máquina esté funcionando satisfactoriamente, todo el tiempo que requiera el operario.
- Incrementar: Llegar al máximo la disposición de las máquinas, mediante un mantenimiento planeado.

### 3.1.9.3. Categoría de Mantenimiento Preventivo (MP)

Las categorías de mantenimiento preventivo son:

- Cubrimiento MP
- Ejecución MP
- Trabajo causado por las reiteraciones.

Ilustración 15. Implantación de mantenimiento preventivo



**Fuente:** En base al libro Conceptos Generales en la Gestión de Mantenimiento (Pérez 2021)

### 3.1.9.4. Fases para la realización de Mantenimiento preventivo (MP)

- La Planeación
- La Programación
- La Ejecución
- El Control

### 3.2. MARCO CONCEPTUAL

Los términos más importantes que ayudarán a un mejor entendimiento de la investigación son:

- **Cuello de botella:** Es aquel elemento que retrasa el procesamiento del producto.
- **Productividad:** Es una medida que se emplea para conocer cómo se usan los recursos, el rendimiento de las operaciones.
- **Despilfarro.** Es todo aquello que al producto no añade valor.
- **Las 5S:** Se refiere a las actividades que se realizan en la empresa a través de la excelencia organizacional, orden y limpieza en el puesto de trabajo.
- **Takt time:** Indica al cumplimiento de la demanda mediante el ritmo de funcionamiento en la empresa.
- **Tiempo estándar:** Es el tiempo necesario para que un operario de ciertas condiciones, trabaje a un ritmo normal lleve a una operación.
- **Tiempo de ciclo:** Es el tiempo que transcurre del inicio de una operación hasta su final, en otras palabras, es el tiempo de proceso que se ejecuta.
- **SMED:** Cambio rápido de herramientas. Es una metodología de mejora, con el objetivo de disminuir el tiempo de preparación o set up.
- **Layout:** Es la distribución de la planta, la cual está dispuesta dentro de la fábrica los recursos productivos.
- **Lead-time de fabricación:** Es el tiempo que las operaciones duran en la fabricación del producto.
- **Cuba:** Está hecho de concreto de forma rectangular es donde se almacena pasta.
- **Pasta:** Es la mezcla de los materiales
- **Gramaje:** Medida que mide el peso de una hoja por su área cuadrada.
- **Rebobinado:** Es el material papel de envolver en forma curva
- **Bobina:** Es como rollos de papel higiénico grandes como su diámetro y su altura.
- **Logo:** Es como rollos de papel higiénico pero largos su diámetro es igual al rollo.
- **Plancha:** Son los paquetes de rollo de higiénico que estarán embozados.

- **Sellador:** Es donde se sella con la máquina la bolsa para hacer una plancha de papel higiénico.
- **Plancha:** Son los paquetes embozados.
- **Área de conversión:** Es donde se realizará el mejoramiento del sistema productivo, que se encuentra conformado por el montado a la Rebobinadora, apilados de logos (papel higiénico), cortadora, embolsado y sellado.

### 3.3. MARCO PRÁCTICO

El marco práctico para el proyecto es el siguiente:

- **Método.** El método será la aplicación de manufactura esbelta, para mejorar el sistema de producción.
- **Técnica.** Se tendrá la información cualitativa y cuantitativa de la observaciones y análisis, que se verá en la empresa “PAPELERA TISSU SRL”. Se analizará la técnica documentada que ayudará a recopilar la información mediante una entrevista a los trabajadores relacionados en el área de producción. En la parte cuantitativa se tiene datos donde se realizará el procesamiento.
- **Población.** En este proyecto se refiere a las personas que trabajan en la empresa “PAPELERA TISSU SRL” de la ciudad de La Paz, Bolivia. Las 23 personas llegan a aportar información necesaria con la que cuenta la empresa como realizar el diagnóstico actual de la empresa, identificando los principales problemas en el proceso del área de conversión para la realizar este proyecto.

## CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD E INGENIERÍA DE MÉTODOS

### 4.1. PRODUCTIVIDAD

La productividad es el cociente que se obtiene de dividir el monto de lo producido entre alguno de los factores de producción. Así es posible hablar de productividad del capital, de la inversión o de las materias primas, en función de que el monto de lo producido se considera en relación con el capital, la inversión o las materias primas. (Medina Fernández de Soto 2007)

#### 4.1.1. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN

La producción de papel higiénico durante el año 2022, se detalla la en la tabla 13.

Tabla 13. Producción mensual

MES	FAMIPEL	NATURAL	ECONOMICO	MEGA ROLLO HS	NUBE	MEGA ROLLO HD NUEVO	FAMIPEL HD	TOTAL
ENERO	1.537	5.345	8.346	300	4300	548	9.150	29.526
FEBRERO	5.384	5.515	2.150	500	0	483	9.247	23.279
MARZO	0	8.450	3.200	200	2.493	224	7.484	22.051
ABRIL	4.200	9.848	4.067	400	3.460	2.345	5.546	29.866
MAYO	2.569	9.512	8.240	363	4.465	0	8.248	33.397
JUNIO	2.456	5.554	5.202	746	4.567	304	5.566	24.395
JULIO	2.378	6.456	3.275	257	4.000	1.200	8.577	26.143
AGOSTO	0	5.874	8.401	9.331	0	2.614	9.231	35.451
SEPTIEMBRE	4.021	9.100	4.500	825	0	1.256	8.251	27.953
OCTUBRE	0	4.587	7.545	458	2.675	2.000	9.860	27.125
NOVIEMBRE	1.200	4.542	4.245	1.340	3.178	1.122	8.145	23.772
DICIEMBRE	2.858	9.455	0	325	3.456	490	8.466	25.050
<b>TOTAL</b>	<b>26.603</b>	<b>84.238</b>	<b>59.171</b>	<b>15.045</b>	<b>32.594</b>	<b>12.586</b>	<b>97.771</b>	<b>328.008</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a la información de la empresa

Tabla 14. Mix producción de la empresa de papel higiénico

<b>PRODUCTO</b>	<b>Vol. Producción (Kg/año)</b>	<b>Cantidad de planchas (u/año)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>FAMIPEL</b>	31.923,6	26.603	8,11%
<b>NATURAL</b>	101.085,6	84.238	25,68%
<b>ECONOMICO</b>	53.253,9	59.171	18,04%
<b>MEGA ROLLO HS</b>	21.063	15.045	4,59%
<b>NUBE</b>	42.372,2	32.594	9,94%
<b>MEGA ROLLO HD NUEVO</b>	11.201,54	12.586	3,84%
<b>FAMIPEL HD</b>	117.325,2	97.771	29,81%
<b>TOTAL</b>	260.899,84	328.008	100,00%

**Fuente:** Elaboración en base a la tabla 13

En la tabla 14, la mayor producción en el año 2022 es FAMIPEL HD con 29,81% se considera el producto estrella, seguido de NATURAL y ECONÓMICO.

## 4.2. ÍNDICE DE PRODUCTIVIDAD

### 4.2.1. CÁLCULO DE LA CANTIDAD VENDIDA

Para el cálculo de la cantidad vendida se multiplicará las cantidades planchas por el precio de cada plancha.

Tabla 15. Cantidad Vendida Anual

<b>PRODUCTO</b>	<b>Cantidad de planchas (u/año)</b>	<b>Precio (Bs/u)</b>	<b>Cantidad Vendida (Bs/año)</b>
<b>FAMIPEL</b>	26.603	12	319.236
<b>NATURAL</b>	84.238	12,5	1.052.975
<b>ECONOMICO</b>	59.171	8	473.368
<b>MEGA ROLLO HS</b>	15.045	17	25.5765
<b>NUBE</b>	32.594	15	488.910
<b>MEGA ROLLO HD NUEVO</b>	12.586	12	151.032
<b>FAMIPEL HD</b>	97.771	9	879.939
<b>TOTAL</b>	<b>328.008</b>		<b>3.621.225</b>

**Fuente:** Elaboración en base a la tabla 14 e información de la empresa

La cantidad vendida de los siete productos en 2022 es de 3.621.225 Bs y el producto más vendido es FAMIPEL HD seguido de NUBE y NATURAL.

#### 4.2.2. CANTIDAD DE RECURSOS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN

La información del recurso utilizado para la elaboración de producto, es proporcionado por el área de contabilidad durante la gestión 2022.

Tabla 16. Recursos utilizados en el año 2022

DESCRIPCION	MONTO (Bs)
Mano de Obra Indirecta	207.168
Mano de Obra Directa	720.000
Materia Prima e Insumo	1.320.000
Agua	480.000
Energía Eléctrica	840.000
<b>Total</b>	<b>3.576.168</b>

Fuente: Elaboración en base a la información de la empresa

#### 4.2.3. CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD

Productos: Es la cantidad vendida en un año (tabla 15)

Insumos: son los recursos (Mano de obra, Materia prima, Agua y energía Eléctrica) (tabla 16)

$$Productividad = \frac{Productos}{Insumos}$$

$$Productividad = \frac{3.621.225 \left( \frac{Bs}{año} \right)}{3.567.168 \left( \frac{Bs}{año} \right)}$$

$$Productividad = 1,02$$

La productividad calculada es del 1,02%, que indica que, por cada unidad de recurso invertido o utilizado en el proceso productivo, se obtiene un retorno ligeramente superior a esa unidad, en este caso, un 2% más. Es un indicador de eficiencia que muestra que los recursos están siendo utilizados de manera efectiva, pero con un margen de mejora muy pequeño. Una productividad de 1,02 significa que la empresa está obteniendo un rendimiento positivo, pero la ganancia es marginal, por lo que podría necesitar optimizar más sus procesos para lograr mayores incrementos en la productividad.

Si bien una productividad de 1,02 indica que la empresa está operando con un ligero beneficio en términos de eficiencia, este margen reducido sugiere que hay un potencial considerable para optimizar aún más los procesos productivos. Para incrementar significativamente la productividad, es esencial analizar detenidamente cada etapa del proceso productivo, identificando áreas donde los recursos no están siendo utilizados de la manera más eficiente posible. Aquí es donde entra en juego la identificación del cuello de botella, que es el punto en el proceso que limita la capacidad total de producción. Un cuello de botella actúa como una restricción que frena el rendimiento de todo el sistema, impidiendo que la productividad aumente más allá de cierto umbral, incluso si otros aspectos del proceso están funcionando de manera óptima.

Determinar y abordar el cuello de botella es crucial para mejorar la eficiencia general. Una vez identificado, se pueden aplicar diversas técnicas, como la redistribución de recursos, la mejora de la capacidad en esa etapa específica, o la implementación de soluciones tecnológicas que reduzcan el tiempo o los costos asociados al cuello de botella. Al eliminar o minimizar el impacto del cuello de botella, no solo se mejora la eficiencia de esa parte del proceso, sino que se desbloquea el potencial para incrementar la productividad de todo el sistema. Esto puede llevar a un incremento significativo en la productividad global, mucho más allá del modesto 1,02, permitiendo que la empresa maximice el retorno de su inversión en cada unidad de recurso utilizado.

Por lo que se hace necesario realizar un análisis de eficiencia operativa para conocer los tiempos de operación y paradas en el 2022 y poder determinar el posible cuello de botella en el proceso.

#### 4.3. ANÁLISIS DE EFICIENCIA OPERATIVA

En la Tabla 17 se verán las actividades desarrolladas en el año 2022.

Tabla 17. Análisis de la utilización de máquinas (horas)

<b>PARADAS PLANEADAS</b>	<b>Hr/año</b>
<b>Horas de Inicio de la producción</b>	92,4
<b>Limpieza</b>	44,4
<b>Horas de finalización</b>	54
<b>TOTAL DE PARADAS PLANEADAS</b>	<b>192</b>
<b>PARADAS NO PLANEADAS INTERNAS</b>	
<b>Eléctricas</b>	24
<b>Mecánicas</b>	177,98
<b>TOTAL DE PARADAS NO PLANEADAS INTERNAS</b>	<b>201,98</b>
<b>PARADAS NO PLANEADA EXTERNA</b>	
<b>Paradas no planeadas externas</b>	100
<b>TOTAL DE PARADAS NO PLANEADAS EXTERNAS</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Elaboración en base a datos de la empresa

De la tabla 17 se realizan los siguientes cálculos:

**Tiempo total de trabajo de un año:**

$$1 \text{ mes} * \frac{24 \text{ días}}{1 \text{ mes}} * \frac{8 \text{ horas}}{1 \text{ día}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} = 2.304 \left( \frac{\text{horas}}{\text{año}} \right)$$

Capacidad Nominal: 1,8 Ton/día = 225 Kg/hr

Volumen de producción: 260.899,84 Kg/año

Capacidad Real: 1,139 Ton/día = 142,36 Kg/hr

Tabla 18. Cálculo de tiempo de la máquina de rebobinadora convencional

<b>Tiempo de Producción Teórico</b>	
Tiempo de Produccion Teorico = $\frac{\text{Volumen de produccion}}{\text{Capacidad Nominal}}$	1.391,47 $\left(\frac{\text{horas}}{\text{año}}\right)$
<b>Tiempo Disponible</b>	
Tiempo Disponible = Tiempo de produccion actual + Tiempo de paradas no planeadas externas	1.932,62 $\left(\frac{\text{horas}}{\text{año}}\right)$
<b>Tiempo de Utilización</b>	
Tiempo Utilización = Tiempo de produccion Disponible + Paradas Planeadas	2.124,62 $\left(\frac{\text{horas}}{\text{año}}\right)$
<b>Tiempo de Producción Actual</b>	
Tiempo de Produccion Actual = $\frac{\text{Volumen de produccion}}{\text{Capacidad Actual o real}}$	1.832,62 $\left(\frac{\text{horas}}{\text{año}}\right)$

**Fuente:** Elaboración en base a la tabla 17

En la tabla 19 se observa los indicadores para medir la eficiencia de la producción.

Tabla 19. Medición de eficiencia de la producción de papel higiénico

<b>INDICADOR</b>	<b>%</b>
$\%Eficacia = \frac{\text{Tiempo de Producción Teórico}}{\text{Tiempo de Producción Disponible}} * 100$	60,00%
$\%Efectividad = \frac{\text{Tiempo de Producción Disponible}}{\text{Tiempo de Producción Utilización}} * 100$	90,96%

$\%Utilización = \frac{Tiempo\ Planificado\ de\ Utilizacion}{Tiempo\ Total} * 100$	92,29%
$\%Performance = \frac{Tiempo\ de\ Producción\ Teórico}{Tiempo\ de\ Producción\ Actual} * 100$	63,27%

**Fuente:** Elaboración en base a la tabla 19

- La eficiencia en la producción de Papel higiénico, indica que el 60,00% se utilizó de manera eficiente y el restante 40% se destinó a paradas no planeadas, indicador desfavorable para el cumplimiento de la producción.
- La efectividad indica que el 90,96% del tiempo planificado de utilización se programa para la producción y el 9,04% es para paradas planificadas.
- La Utilización es del 92,29% del tiempo total disponible.
- La Performance indica el tiempo que se produce es del 63,27% del tiempo se estuvo en condiciones de producir.

#### **4.4. ESTUDIO DE MÉTODOS**

##### **CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO ACTUAL DE LA PLANCHA DE PAPEL HIGIÉNICO**

El cursograma analítico del proceso para la producción de los siete productos es similar, con la única variación en el pulpeado, donde se ajusta el porcentaje de materia prima de papel reciclado utilizado, que incluye papel blanco, papel archivado, papel mixto y papel de celulosa.

En la etapa de conversión, se detallan las características y dimensiones específicas del logo, lo que es crucial para garantizar una correcta identificación del producto final. Una vez definidas estas especificaciones, el logo se corta y se integra en el proceso, dando como resultado el rollo de papel higiénico.

Ilustración 16. Cursograma analítico de la línea de papel higiénico

CURSOGRAMA ANALITICO							
PRODUCTO:	PAPEL HIGIENICO		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA	
ACTIVIDAD:	PULPEAR, DESTINTADO, LAMIANDO Y CONVERSION		Operación	16			
LUGAR:	PRODUCCION		Inspeccion	3			
METODO:	Actual		Espera	0			
COMPUESTO POR:	Gabriel Legua		Transporte	5			
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	ACTIVIDAD				OBSERVACION
			●	→	D	V	
<b>Pulpeado</b>							
Almacenamiento de materia prima						X	
Trasportar la materia prima al pulper	7	15,00	X			Manual	
Formacionde pasta en el pulper		40,00	X			Maquina	
<b>Destintado</b>							
Almacenmiento a la cuba de pulper	12					Por tuberia	
Zaranda vibratoria elimanado particulas grandes	2	1,00	X			Por maquina	
Agitador de la pasta en la tina	2	2,00	X			Por motor	
Hidrociclon alto elimina particulas grandes	5	5,00	X			Maquina y trasladado por tuberia	
Seleccionar de la pasta screen	4	4,00			X	Maquina y trasladado por tuberia	
Destintar en la tina de Destintado	5	4,00	X			Maquina y trasladado por tuberia	
Celda de destintado se extrae la tinta	2	7,00	X			Maquina y trasladado por tuberia	
Hidrociclon bajo elimina particulas pequeñas	8	4,00	X			Maquina y trasladado por tuberia	
Espesador de la pasta	10	0,50				X	
Almacenamiento a la cuba de concreto	3	2,00				X	
<b>Laminado</b>							
Almacenamiento de cuba de laminado	14	4,00				X	
Cajon elevado	3	5,00	X			Por tuberia	
Seleccionador de pasta screen	3	4,00			X	Por tuberia	
Cajon de formación	5	1,00	X			Maquina	
Ispeccion de la pasta en hoja		2,00			X	Visual	
Secador yanke			X			Maquina	
Enrolla en el pope	2	100,00	X			Maquina	
Transporte al almacenamiento	30	4,32	X			Por montacarga	
<b>Conversión</b>							
Transporte de la bobina a la rebobinadora	4	6,21	X			Por operario	
Union de las hojas en la rebobinadora	1	5,00	X			Por operario	
Transporte de tubos a la rebobinadora	10	1,00	X			Por operario	
Formacion de logo		0,42	X			Maquina	
Acumulado de logo	2	0,08				X	
Cortar los logos en las dimensiones requeridas	5	0,30	X			Maquina	
Embolsar unidades de rollos de papel higienico		0,45	X			Manual	
Sellar las de papel higienico	3	0,13	X			Manual	
Trasportar al almacenamiento las panchas	5	1,50	X			Por operario	
<b>Total</b>	<b>147</b>	<b>219,91</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3 3 2</b>	

Fuente: Elaboración en base a las visitas en la empresa

Tabla 20. Análisis de pérdida de tiempo en la producción de papel higiénico

Tiempo de pérdida de tiempo	Nº	Actividad	Tiempo de ejecución (min)	Tiempo total (min)
Falta de organización	1	Organizarse en el puesto de trabajo	15 min	35 min
	2	Limpiar área de trabajo	20 min	

**Fuente:** Elaboración en base a datos de la empresa

Los tiempos de organización y limpieza del área de trabajo son excesivos, por lo que se recomienda disminuir a 15min el tiempo de organización del puesto de trabajo y a 15min el de limpieza.

El tiempo de organización en el puesto de trabajo se debe distribuir de la siguiente manera: Los primeros 3 minutos se dedicarán al acondicionamiento del área, asegurando que todas las herramientas y materiales necesarios estén dispuestos de manera adecuada y accesible. Los 2 minutos restantes se emplearán en la organización personal de los operarios, asegurando que estén debidamente equipados.

Por otro lado, el tiempo de limpieza de 16 minutos estarán enfocados en el retiro de residuos y la limpieza del área.

Esto, permitirá aprovechar 15 minutos en la jornada laboral, en el cual se aumenta la capacidad total del proceso, la cual tiene una norma de producción de 187,5 kg/h (según el balance de masas) por lo que estos 15min representan 46,875 kilogramos que se pueden producir diariamente, y con ello, utilizar toda la materia prima que envían los proveedores y no dejar excedente en el inventario.

### **Diagrama de recorrido actual**

El Diagrama de Recorrido es una gráfica de distribución de los procesos en la empresa, y se mostrara los lugares donde se realizan cada operación del proceso de producción.



#### 4.4.1. ANÁLISIS DEL CUELLO DE BOTELLA

La identificación del cuello de botella en el proceso de producción es un paso crucial, ya que permite detectar las limitaciones que afectan la eficiencia general del sistema. A través de este análisis, se podrán proponer mejoras específicas que optimicen el flujo de trabajo y aumenten la capacidad productiva.

Para el análisis se tomará el peso de la bobina de aproximadamente 430Kg, para formar los rollos de papel higiénico.

Tabla 21. Determinación del cuello de botella

Descripción	Peso	Tiempo (h)
<b>Pulper</b>	430 kg	0,91
<b>Destintado</b>	430 kg	1,15
<b>Laminado</b>	430 kg	2,5
<b>Conversión (rebobinado)</b>	430 kg	4,5
<b>Cortado</b>	430 kg	4
<b>Almacenado</b>	430 kg	2

**Fuente:** Elaboración en base a la visita realizadas en la empresa

Utilizando la fórmula para la determinación del cuello de botella, basada en ciclos, el tiempo útil por unidad de 430kg de cada máquina es de:

$$\text{Número de ciclos} = \frac{\text{Tiempo disponible de máquinas}}{\text{Tiempo total unitario}}$$

$$\text{Tiempo útil pulper} = \frac{8 \text{ h/día}}{0,92 \text{ h/ciclo}} = 8,70 \text{ ciclos al día}$$

$$\text{Tiempo útil destintado} = \frac{8 \text{ h/día}}{1,15 \text{ h / ciclo}} = 6,95 \text{ ciclos al día}$$

$$\text{Tiempo útil laminado} = \frac{8 \text{ h/día}}{2,5 \text{ h/ciclo}} = 3,2 \text{ ciclos al día}$$

$$\text{Tiempo útil rebobinado} = \frac{8 \text{ h/día}}{4,5 \text{ h/ciclo}} = 1,78 \text{ ciclos al día}$$

$$\text{Tiempo útil cortado} = \frac{8 \text{ h/día}}{2,2 \text{ h/ciclo}} = 2 \text{ ciclos al día}$$

$$\text{Tiempo útil almacenado} = \frac{8 \text{ h/día}}{2 \text{ h/ciclo}} = 4 \text{ ciclos al día}$$

Donde se observa que el área de conversión en la rebobinadora como en el corte se presenta un tiempo largo de producción por lo que el rebobinado se convierte en nuestro principal cuello de botella.

#### 4.4.2. MEDICIÓN DEL TRABAJO

##### 4.4.2.1. Muestreo del trabajo

Se llevará a cabo un muestreo y observaciones detalladas en el cuello de botella identificados, específicamente en el área de conversión y la rebobinadora. Durante este análisis, se registrará el tiempo de producción a lo largo del proceso para evaluar su rendimiento y detectar posibles áreas de mejora.

Se realizará el muestreo y las observaciones en el cuello de botella(rebobinadora), proceso durante un tiempo el cual se registra.

##### 4.4.2.1.1. Muestreo Preliminar

Para realizar las observaciones preliminares en la maquina rebobinadora se calcula las probabilidades “p” y “q” y se calcula el tamaño de muestra. Las observaciones se realizan en 5 días, del 8 al 12 de agosto y se tomó 25 observaciones.

Tabla 22. Muestreo Preliminar

	Días					Total	
	1	2	3	4	5		
<b>Máquina Activa</b>	4	3	3	4	3	<b>17</b>	<b>68%</b>
<b>Máquina Inactiva</b>	1	2	2	1	2	<b>8</b>	<b>32%</b>

**Fuente:** Elaboración en base a la información de la empresa

En la tabla muestra la probabilidad de la máquina en funcionamiento (activa) que es de 68% y 32% parada (inactiva) en la fabricación de papel higiénico.

El cálculo del número de observaciones se realiza por la fórmula:

$$n = \frac{p * q * Z_{\frac{\alpha}{2}}^2}{E^2}$$

Donde:

n= Número de observaciones

p=% Probabilidad de la máquina activa (68%)

q=%Probabilidad de la máquina inactiva (32%)

E= Error Estadístico (10%)

$Z_{\frac{\alpha}{2}}^2$  = Nivel de confianza (1,96)

$$n = \frac{0,68 * 0,32 * 1,96}{0,1^2}$$

$$n = 42,65 \cong 43$$

Se realizan las observaciones en el mes de agosto y setiembre en horas de 08:00 am a 16:00 pm de forma aleatoria como en el Anexo B-8

#### 4.4.2.1.2. Presentación de resultados

Se realizan las observaciones en el cuello (rebobinadora convencional) de botella de la línea de producción de papel higiénico, los resultados se presentan en la tabla 23 y muestra las principales causas.

Tabla 23. Muestreo de trabajo

ÁREA	PRODUCCIÓN DE PAPEL HIGIÉNICO			
	CAUSA	Nº de Observaciones	Porcentaje	Probabilidad
<b>ACTIVO</b>	Máquina rebobinadora en funcionamiento	31	72,09%	72,09%
<b>INACTIVO</b>	Falla Mecánica	6	13,95%	27,91%
	Adición de Soda caustica, almidón y agua	2	4,65%	
	Materia prima no seleccionado	4	9,30%	
		<b>43</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración en base a la información de la empresa

En el resultado de muestreo de trabajo de la operación de rebobinadora se encuentra activa un 72,09% y se encuentra inactiva 27,91% las causas por la que se encuentra inactivan la operación de rebobinado es por la falla mecánica con 16,28% esto debido a que no se cuenta con un plan de mantenimiento preventivo y un 9,30% debido a que la materia prima no se seleccionó adecuadamente y esto hace que la máquina pare porque el papel que se produce no se encuentra en buenas condiciones y un 4,65% es la adición de soda cáustica, almidón y agua.

En la ilustración 18 se muestra de mejor manera las causas por las que la rebobinadora se encuentra inactiva.

Ilustración 18. Muestreo de trabajo de la producción de papel higiénico



**Fuente:** Elaboración en base a la tabla 23

En la ilustración se muestra las causas por las que la máquina de rebobinado está inactiva o para estas causas son falla de máquina (13,95%), materia prima no seleccionada (9,30%) y Adición de soda caustica almidón y agua (4,65%).

#### 4.4.2.2. Estudio de Tiempo

“El estudio de tiempo es una técnica para determina con la mayor exactitud posible, con bases en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido” (García criollo, 2007)

El estudio de tiempo se realizar en el área de conversión en la máquina convencional rebobinadora y cortadora ya que se necesita determinar nuevas metas diarias.

Para la máquina convencional se realizará un estudio de tiempo considerando los productos que se manejan, debido a la cantidad y dimensiones del producto y que se une las hojas de la bobina.

Para Máquina cortadora de la misma manera se manejar bajo stock y no así bajo pedido esto las diferentes dimensiones de logo que se puede tener.

#### 4.4.2.2.1. Estudio de tiempos para la máquina rebobinadora convencional

El realizado de logo se hace en dos máquinas rebobinadoras la primera automática que trabaja con dos operarios, y los operarios cumplen la misma función de manejar la máquina y el producto desde que llega a su estación de trabajo hasta que se va a la cortadora y posterior a eso se embolsa los rollos. El estudio de tiempo se realizará en ambas operaciones de trabajo.

Una vez que se traslada las bobinas a la máquina rebobinadora en un tiempo de aproximadamente 6,21 min luego se carga y se acomoda en su lugar es para la unión de 2 hojas y forme las doble hojas.

Tabla 24. Descripción de operaciones en la Máquina Rebobinadora Convencional

N.º	CODIGO	ELEMENTOS (OPERACIÓN A REALIZAR)
1	A	Se une las dos hojas manualmente para así pasar al encofrado y formarse el logo
2	B	El operario transporta los tucos (tubos) y están apilados secuencialmente para después se unan con el pegamento las hojas dobles y así formar los logos.
3	C	Se forma los logos de doble hoja, depende de la velocidad que se le da a la rebobinadora.
4	D	Acomodar secuencialmente, ya se manualmente o con la máquina los logos para ser cortado en rollos

**Fuente:** Elaboración en base a la visita realizadas en la empresa

### Tamaño de muestra

“En el presente caso, sin embargo, no se trata de establecer una proporción, sino de calcular el valor del promedio representativo para cada elemento.” (OIT, 1996)

Se calcula el tamaño de la muestra con la formula estadística con un nivel de confianza de 95%, de esa manera saber la cantidad de observaciones que se deba realizar y también tomando un margen de error de 5%.

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

$n$  = *Tamaño de la muestra que deseamos determinar*

$n'$  = *Número de observaciones del estudio preliminar*

$\sum$  = *Suma de valores*

$X$  = *Valores de las observaciones*

Para el estudio preliminar se tomará una muestra 20 observaciones.

Tabla 25. Observaciones preliminares de la máquina rebobinadora

Nº de Observaciones	Elemento A	Elemento B	Elemento C	Elemento D	Totales
1	6,00	1,50	0,42	0,08	8,00
2	2,00	0,42	0,45	0,08	2,95
3	9,00	0,42	0,46	0,08	9,96
4	0,08	0,42	0,42	0,08	1,00
5	0,08	1,45	0,43	0,08	2,04
6	1,50	0,42	0,45	0,08	2,45
7	2,05	0,42	0,41	0,08	2,96
8	1,00	0,42	0,45	0,08	1,95

<b>9</b>	2,00	2,45	0,41	0,10	<b>4,96</b>
<b>10</b>	1,00	1,34	0,44	0,10	<b>2,88</b>
<b>11</b>	0,07	0,42	0,44	0,10	<b>1,03</b>
<b>12</b>	0,07	0,42	0,43	0,10	<b>1,02</b>
<b>13</b>	2,00	0,42	0,45	0,10	<b>2,97</b>
<b>14</b>	0,07	0,42	0,46	0,10	<b>1,05</b>
<b>15</b>	8,30	1,45	0,49	0,10	<b>10,34</b>
<b>16</b>	3,00	0,42	0,42	0,10	<b>3,94</b>
<b>17</b>	0,07	0,42	0,45	0,08	<b>1,02</b>
<b>18</b>	5,80	0,42	0,47	0,08	<b>6,77</b>
<b>19</b>	0,07	0,42	0,42	0,08	<b>0,99</b>
<b>20</b>	3,80	1,33	0,45	0,08	<b>5,66</b>
<b>Valor medio (x)</b>	<b>2,40</b>	<b>0,77</b>	<b>0,44</b>	<b>0,09</b>	<b>3,70</b>
$\sum x$	<b>47,96</b>	<b>15,40</b>	<b>8,82</b>	<b>1,80</b>	<b>73,98</b>
$\sum x^2$	<b>263,46</b>	<b>18,49</b>	<b>3,90</b>	<b>0,16</b>	<b>286,01</b>
<b>n</b>					<b>72</b>

**Fuente:** Elaboración en base a la visita realizadas en la empresa

De la tabla 25 se tomará el tamaño de la muestra del número total de minutos por ciclo que es de 72, esto debido a que el tiempo es variable de cada elemento, lo cual nos llevaría a tomar un tamaño de muestra muy grande.

### **Tiempo básico para la máquina rebobinadora convencional**

En el ANEXO B-10 se llevará a cabo un estudio de tiempo hasta calcular el tiempo básico, para realizar se utilizará la escala británica y evaluar el ritmo, en donde el valor se obtiene la calificación, la velocidad normal, apropiada o media.

Tabla 26. Ritmo de trabajo – Escala Británica

<b>ESCALA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL DESEMPEÑO</b>
<b>0%</b>	Actividad nula
<b>50%</b>	Muy lento; movimientos torpes, inseguros; el operario parece medio dormido y sin interés en el trabajo.
<b>75%</b>	Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo, pero bien dirigido y vigilado; parece lento, pero no pierde el tiempo.
<b>100 %</b>	Activo, capaz, como del obrero calificado medio, pagado a destajo; logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado.
<b>125%</b>	Muy rápido; el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos.
<b>150%</b>	Excepcionalmente rápido; concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos; actuación de “virtuoso”.

**Fuente:** Introducción al estudio de Trabajo-OIT

En el ANEXO B-10 se realiza un registro de los tiempos observados, en donde se obtiene el tiempo básico de cada elemento, en la Tabla 27 se mostrará un resumen de resultados de tiempos básicos, promedio y el ciclo total.

Donde:

V= Valoración de la Escala Británica

T.C. = Tiempo de ciclo

T.B. = Tiempo Básico

T.C.C. = Tiempo total por ciclo

Tabla 27. Resumen de la tabla

ESTUDIO DE TIEMPO										
CUADRO RESUMEN										
TIEMPO BASICO										
CICLO	A		B		C		D		TMC	TMC
	TB (seg)	TB (min)	TB (seg)	TB (min)	TB (seg)	TB (min)	TB (seg)	TB (min)	TB (seg)	TB (min)
1	90	1,5	49,50	0,825	25,00	0,4	4,32	0,07	168,82	2,814
2	0,6	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	4,50	0,08	35,50	0,592
3	0,6	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	3,38	0,06	34,38	0,573
4	0,6	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	2,54	0,04	33,54	0,559
5	0,6	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	4,01	0,07	35,01	0,583
6	315	5,25	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	347,46	5,791
7	0,6	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	3,42	0,06	31,92	0,532
8	0,6	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
9	0,6	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	3,32	0,06	31,82	0,53
10	0,6	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
11	0,6	0,01	45,00	0,75	21,76	0,4	3,52	0,06	70,88	1,181
12	0,6	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	5,45	0,09	33,21	0,554
13	0,6	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	4,59	0,08	32,35	0,539
14	196,2	3,27	5,40	0,09	21,76	0,4	4,61	0,08	227,97	3,799
15	0,6	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	4,32	0,07	32,08	0,535
16	0,6	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,31	0,07	33,00	0,55
17	0,6	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,45	0,07	33,14	0,552
18	0,6	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,35	0,07	33,04	0,551
19	0,6	0,01	49,50	0,825	22,69	0,4	4,60	0,08	77,39	1,29
20	0,6	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,60	0,08	33,29	0,555
21	0,6	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,60	0,08	34,16	0,569
22	0,6	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,84	0,08	34,40	0,573
23	0,6	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	3,83	0,06	33,39	0,556
24	0,6	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	3,23	0,05	32,79	0,547
25	0,6	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	33,60	0,56
26	202,5	3,375	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	235,50	3,925
27	0,6	0,01	4,05	0,068	23,56	0,4	4,04	0,07	32,25	0,537
28	0,45	0,008	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	33,45	0,557
29	0,60	0,01	4,05	0,068	25,00	0,4	4,32	0,07	33,97	0,566
30	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	4,50	0,08	35,50	0,592
31	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	3,38	0,06	34,38	0,573
32	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	2,54	0,04	33,54	0,559
33	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	4,01	0,07	35,01	0,583
34	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	33,60	0,56
35	202,50	3,375	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	235,50	3,925
36	0,60	0,01	4,05	0,068	23,56	0,4	4,04	0,07	32,25	0,537
37	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	33,60	0,56
38	0,60	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	4,32	0,07	32,08	0,535
39	0,60	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,31	0,07	33,00	0,55
40	0,60	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,45	0,07	33,14	0,552
41	0,60	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,35	0,07	33,04	0,551
42	0,60	0,01	49,50	0,825	22,69	0,4	4,60	0,08	77,39	1,29
43	0,60	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,60	0,08	33,29	0,555
44	200,25	3,338	5,40	0,09	23,56	0,4	4,60	0,08	233,81	3,897
45	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
46	0,60	0,01	4,05	0,068	21,76	0,4	3,52	0,06	29,93	0,499
47	0,60	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	5,45	0,09	33,21	0,554
48	0,60	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	4,59	0,08	32,35	0,539
49	0,60	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	4,61	0,08	32,37	0,539
50	0,60	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	4,32	0,07	32,08	0,535
51	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	2,54	0,04	33,54	0,559
52	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	4,01	0,07	35,01	0,583
53	315,00	5,25	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	347,46	5,791
54	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	3,42	0,06	31,92	0,532
55	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
56	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	3,32	0,06	31,82	0,53
57	0,60	0,01	4,05	0,068	22,69	0,4	4,60	0,08	31,94	0,532
58	0,60	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,60	0,08	33,29	0,555
59	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,60	0,08	34,16	0,569
60	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,84	0,08	34,40	0,573
61	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	3,83	0,06	33,39	0,556
62	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	3,23	0,05	32,79	0,547
63	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	33,60	0,56
64	135,00	2,25	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	168,00	2,8
65	0,60	0,01	4,05	0,068	23,56	0,4	4,04	0,07	32,25	0,537
66	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	33,60	0,56
67	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	4,01	0,07	35,01	0,583
68	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
69	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	3,42	0,06	31,92	0,532
70	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
71	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,60	0,08	34,16	0,569
72	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
<b>Total</b>	<b>1695</b>	<b>28,25</b>	<b>552,6</b>	<b>9,21</b>	<b>1670</b>	<b>28</b>	<b>299,72</b>	<b>5</b>	<b>4217</b>	<b>70,28</b>
<b>Veces</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Prome</b>	<b>23,54</b>	<b>0,392</b>	<b>7,675</b>	<b>0,128</b>	<b>23,19</b>	<b>0,4</b>	<b>4,1627</b>	<b>0,07</b>	<b>58,569</b>	<b>0,976</b>

Fuente: Elaboración en base al Anexo B- 10

Tabla 28. Tiempo Básico de la máquina rebobinadora convencional

	<b>CODIGO</b>	<b>ELEMENTO (OPERACIÓN A REALIZARSE)</b>	<b>TIEMPO BASICO (seg)</b>	<b>TIEMPO BASICO (min)</b>
<b>1</b>	<b>A</b>	Unión de dos hojas en la rebobinadora	23,54	0,39
<b>2</b>	<b>B</b>	Tucos apilados secuencialmente	7,67	0,13
<b>3</b>	<b>C</b>	Formación de logos de doble hoja	23,19	0,4
<b>4</b>	<b>D</b>	Acomodar secuencialmente los logos para cortar	4,16	0,07
		<b>Total Tiempo Básico</b>	<b>58,56</b>	<b>0,97</b>

**Fuente:** Elaboración en base a la tabla 24 y 27

El tiempo Básico del ciclo de la máquina rebobinadora es de 58,56 segundos o 0,97 minutos.

### **Tiempo tipo o estándar para la Máquina Rebobinadora Convencional**

El tiempo estándar para calcular se añade los tiempos de suplemento los cuales son:

- Suplemento por descanso
- Suplemento por contingencia

La Organización Internacional del Trabajo (1996), plantea que el tiempo tipo es el “Suplemento por descanso es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo y atender a sus necesidades personales. Suplemento por contingencias es el pequeño margen que se incluye en el tiempo tipo para prever legítimos añadidos de trabajo o demora que no compensa medir exactamente porque aparecen sin frecuencia ni regularidad.”

El tiempo que se considera en los suplementos debido a su peculiaridad que se realiza en el área de producción de papel higiénico, en la siguiente tabla se muestra el

porcentaje de tiempos básicos para así saber el tipo de suplemento según la recomendación de la OIT.

Tabla 29. Tiempo Suplemento para máquina rebobinadora

SUPLEMENTOS	%T.B.
<b>1. Suplemento por descanso</b>	
<b>A. Suplementos fijos</b>	
1. Necesidades personales	5%
2. Fatiga	5%
<b>II. Suplemento por contingencia</b>	2%
<b>TOTAL</b>	12%

**Fuente:** Elaboración en base a la OIT

$$T_{suplementario} = 0,12 * T_{basico}$$

$$T_{suplementario} = 0,12(58,56)(seg) = 7,03 (seg) = 0,12(min)$$

El tiempo suplemento para la máquina rebobinadora convencional es del 12% del Tiempo Básico el valor representa es 7,03 segundo o 0,12 minutos

El tiempo estándar es el tiempo requerido para efectuar una tarea al tipo ritmo, la cual es la suma de todos los tiempos básicos más el tiempo suplementario, mediante la formula:

$$T_{tipo\ o\ estandar} = T_{basico} + \sum T_{suplementario}$$

Remplazando a la formula tendremos:

$$T_{tipo\ o\ estandar} = 58,56 (seg) + 0,12 (seg) = 58,68(seg) = 0,98(min)$$

El tiempo estándar para la producción de un logo es de 58,68 segundos o 0,98 min, teniendo en cuenta que en ese tiempo se realizara un logo para pasar a la cortadora.

#### 4.5. CONCLUSIONES PARCIALES DEL CAPÍTULO 4

A continuación, se presenta un resumen de los principales aportes del capítulo 4, junto con las expectativas correspondientes para los capítulos 5 y 6.

Tabla 30. Tabla de resumen de conclusiones del capítulo

<b>Aspecto</b>	<b>Situación Antes de la Propuesta</b>	<b>Situación Después de la Propuesta</b>
<b>Productividad</b>	Productividad calculada en 1,02, indicando un retorno marginal del 2% sobre la inversión de recursos.	Se identifica la necesidad de optimizar procesos, especialmente eliminando cuellos de botella, para aumentar la productividad y eficiencia general.
<b>Volumen de Producción</b>	Producción total de 260.899,84 Kg/año. Producto estrella: FAMPEL HD (29,81% de la producción total).	La propuesta busca optimizar tiempos de producción, incrementando la capacidad de producción al reducir tiempos de ineficiencia y mejorar la utilización de recursos.
<b>Recursos Utilizados</b>	Costos totales en recursos: 3.567.168 Bs (mano de obra, materias primas, agua y energía eléctrica).	Se propone una mejor utilización de los recursos, especialmente mediante la reducción de tiempos muertos, lo que podría disminuir los costos por unidad de producto.
<b>Índices de Eficiencia Operativa</b>	Eficiencia en producción: 60%; Efectividad: 90,96%; Utilización: 92,29%; Performance: 63,27%.	Se espera que la eficiencia y la performance mejoren significativamente al reducir las paradas no planificadas y optimizar la operación en los cuellos de botella identificados.

<b>Estudio de Métodos y Análisis de Cuello de Botella</b>	El proceso presenta tiempos largos en la rebobinadora y cortadora, identificados como cuellos de botella principales.	Se propone un enfoque en reducir los tiempos de rebobinado y corte, lo que desbloquearía el potencial de incremento de la productividad general.
<b>Muestreo del Trabajo</b>	Muestreo preliminar mostró un 68% de actividad y 32% de inactividad en la máquina rebobinadora convencional.	Con el muestreo detallado y la identificación precisa del cuello de botella, se espera reducir significativamente los tiempos de inactividad, mejorando así la continuidad del proceso.
<b>Propuesta de Mejoras</b>	No se había identificado formalmente el cuello de botella ni optimizado los tiempos de limpieza y organización.	Se propone reducir tiempos de organización y limpieza, liberando 15 minutos diarios para producción adicional (46,875 kg/día), maximizando el uso de materia prima.

**Fuente:** Elaboración a partir de la información de la empresa

## **CAPÍTULO 5. IMPLEMENTACIÓN PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN**

### **5.1. PLAN DE MANTENIMIENTO DE LAS MAQUINARIAS**

La propuesta de un plan de mantenimiento en la empresa PAPELERA TISSU SRL, con el objetivo de prevenir al máximo las fallas de la maquinaria y evitar los paros imprevistos de esa manera las máquinas estarán en estado óptimo para su funcionamiento, Con el plan de mantenimiento se quiere evitar los paros no programados en el proceso de producción y realizar un plan de procedimientos para intervenir con un mantenimiento en las máquinas.

#### **5.1.1. MÉTODO ACTUAL**

##### *5.1.1.1. Máquinas y Equipos*

Se realizará un estudio de las máquinas y equipos en la empresa para implantar un plan de mantenimiento en las máquinas.

##### *5.1.1.2. Tiempos de paro imprevisto por la máquina*

En la tabla 31 se tiene el registro 2022 de los tiempos que paro la producción debido a fallas en la máquina y equipo.

Tabla 31. Tiempos de paro de la máquina

<b>TIEMPO DE PARO DE LA MÁQUINA</b>			
	<b>Tiempo (h)</b>		<b>Tiempo (h)</b>
<b>Enero</b>	12,33	<b>Julio</b>	10,8
<b>febrero</b>	22,45	<b>Agosto</b>	20,08
<b>Marzo</b>	10,32	<b>Septiembre</b>	28,34
<b>Abril</b>	15,5	<b>Octubre</b>	11,2
<b>Mayo</b>	17,45	<b>Noviembre</b>	13,34
<b>Junio</b>	14,11	<b>Diciembre</b>	26,66
<b>TOTAL</b>		<b>201,96</b>	

Fuente: Elaboración en base al registro proporcionados por la empresa

En la tabla se presenta el estudio de tiempo que 201,96 h se para la producción y ocasionan paradas imprevistas, debido a que no tiene un plan de mantenimiento y las fallas en las máquinas y equipo se presentan en cualquier momento del día.

#### 5.1.1.3. *Problemas en las maquinarias*

Como se mencionó anteriormente existe fallas en las máquinas y provoca que baje la producción, y se tiene tiempo perdidos y esto provoca que los productos terminados no se entreguen a tiempo.

Se analizarán:

- Pulper
- Zaranda Vibratoria
- Hidrociclón Alto
- Celda de destintado
- Hidrociclón alto
- Rebobinadora convencional
- Rebobinadora Manual
- Tubetero
- Cortadora Automática
- Cortadora Manual

Si las máquinas funcionan mal, como ruidos extraños o inusuales que ocurren en la máquina, bombas y herramientas, no se tiene un registro ni una planificación para el tipo de mal funcionamiento de modo que se tenga un cronograma fijo para poder realizar mantenimiento o cambiar las piezas anticipadamente o repuestos que se desgastan por su uso, para así prever los problemas que se den respectivamente.

Tabla 32. Problemas principales de las máquinas

<b>Lista de verificación</b>		
<b>Área: Destintado</b>		
<b>Máquina: Pulper</b>		
<b>Principios Básicos</b>	SI	NO
1. La máquina desempeña la función con efectividad	X	
2. La máquina es compatible con el tamaño requerido	X	
3. Los costos de capital y de mantenimiento de esta máquina son razonables		X
<b>Preocupación Anatómicas</b>		
1. Cuando la máquina está mal estado, representa algún riesgo		X
2. Para operar esta maquinaria es necesario contar siempre con ayuda	X	
3. La máquina se puede operar sin protección de seguridad		X
<b>Condiciones generales</b>		
1. La máquina se puede manipular sin guantes		X
2. La máquina se encuentra en una posición adecuada	X	
<b>Lista de verificación</b>		
<b>Área: Destintado</b>		
<b>Máquina: Zaranda Vibratoria</b>		
<b>Principios Básicos</b>	SI	NO
1. La máquina desempeña la función con efectividad	X	
2. La máquina es compatible con el tamaño requerido	X	
3. Los costos de capital y de mantenimiento de esta máquina son razonables		X
<b>Preocupación Anatómicas</b>		
1. Cuando la máquina está mal estado, representa algún riesgo		X

2. Para operar esta maquinaria es necesario contar siempre con ayuda	X
3. La máquina se puede operar sin protección de seguridad	X
<b>Condiciones generales</b>	
1. La máquina se puede manipular sin guantes	X
2. La máquina se encuentra en una posición adecuada	X

### Lista de verificación

**Área: Destintado**

**Máquina: Hidrociclón Alto**

<b>Principios Básicos</b>	SI	NO
1. La máquina desempeña la función con efectividad		X
2. La máquina es compatible con el tamaño requerido	X	
3. Los costos de capital y de mantenimiento de esta máquina son razonables		X
<b>Preocupación Anatómicas</b>		
4. Cuando la máquina está mal estado, representa algún riesgo		X
5. Para operar esta maquinaria es necesario contar siempre con ayuda		X
6. La máquina se puede operar sin protección de seguridad		X
<b>Condiciones generales</b>		
7. La máquina se puede manipular sin guantes		X
8. La máquina se encuentra en una posición adecuada	X	

### Lista de verificación

**Área: Destintado**

**Máquina: Celda de destintado**

<b>Principios Básicos</b>	SI	NO
1. La máquina desempeña la función con efectividad	X	

2. La máquina es compatible con el tamaño requerido	X
3. Los costos de capital y de mantenimiento de esta máquina son razonables	X

#### **Preocupación Anatómicas**

1. Cuando la máquina está mal estado, representa algún riesgo	X
2. Para operar esta maquinaria es necesario contar siempre con ayuda	X
3. La máquina se puede operar sin protección de seguridad	X

#### **Condiciones generales**

1. La máquina se puede manipular sin guantes	X
2. La máquina se encuentra en una posición adecuada	X

#### **Lista de verificación**

**Área: Destintado**

**Máquina: Hidrociclón Bajo**

<b>Principios Básicos</b>	SI	NO
1. La máquina desempeña la función con efectividad		X
2. La máquina es compatible con el tamaño requerido	X	
3. Los costos de capital y de mantenimiento de esta máquina son razonables		X

#### **Preocupación Anatómicas**

1. Cuando la máquina está mal estado, representa algún riesgo	X
2. Para operar esta maquinaria es necesario contar siempre con ayuda	X
3. La máquina se puede operar sin protección de seguridad	X

#### **Condiciones generales**

1. La máquina se puede manipular sin guantes	X
2. La máquina se encuentra en una posición adecuada	X

---

**Lista de verificación**

**Área: Laminado**

**Máquina: Laminado**

<b>Principios Básicos</b>	SI	NO
1. La máquina desempeña la función con efectividad		X
2. La máquina es compatible con el tamaño requerido	X	
3. Los costos de capital y de mantenimiento de esta máquina son razonables		X
<b>Preocupación Anatómicas</b>		
1. Cuando la máquina está mal estado, representa algún riesgo	X	
2. Para operar esta maquinaria es necesario contar siempre con ayuda	X	
3. La máquina se puede operar sin protección de seguridad		X
<b>Condiciones generales</b>		
1. La máquina se puede manipular sin guantes		X
2. La máquina se encuentra en una posición adecuada	X	

---

**Lista de verificación**

**Área: Conversión**

**Máquina: Rebobinadora convencional**

<b>Principios Básicos</b>	SI	NO
1. La máquina desempeña la función con efectividad	X	
2. La máquina es compatible con el tamaño requerido	X	
3. Los costos de capital y de mantenimiento de esta máquina son razonables		X
<b>Preocupación Anatómicas</b>		
1. Cuando la máquina está mal estado, representa algún riesgo	X	

2. Para operar esta maquinaria es necesario contar siempre con ayuda	X
3. La máquina se puede operar sin protección de seguridad	X
<b>Condiciones generales</b>	
1. La máquina se puede manipular sin guantes	X
2. La máquina se encuentra en una posición adecuada	X

### Lista de verificación

**Área: Conversión**

**Máquina: Rebobinadora Manual**

<b>Principios Básicos</b>	SI	NO
1. La máquina desempeña la función con efectividad	X	
2. La máquina es compatible con el tamaño requerido	X	
3. Los costos de capital y de mantenimiento de esta máquina son razonables		X

**Preocupación Anatómicas**

1. Cuando la máquina está mal estado, representa algún riesgo	X	
2. Para operar esta maquinaria es necesario contar siempre con ayuda	X	
3. La máquina se puede operar sin protección de seguridad		X

**Condiciones generales**

1. La máquina se puede manipular sin guantes		X
2. La máquina se encuentra en una posición adecuada	X	

### Lista de verificación

**Área: Conversión**

**Máquina: Tubetero**

<b>Principios Básicos</b>	SI	NO
1. La máquina desempeña la función con efectividad	X	

2. La máquina es compatible con el tamaño requerido	X
3. Los costos de capital y de mantenimiento de esta máquina son razonables	X

### **Preocupación Anatómicas**

1. Cuando la máquina está mal estado, representa algún riesgo	X
2. Para operar esta maquinaria es necesario contar siempre con ayuda	X
3. La máquina se puede operar sin protección de seguridad	X

### **Condiciones generales**

1. La máquina se puede manipular sin guantes	X
2. La máquina se encuentra en una posición adecuada	X

### **Lista de verificación**

#### **Área: Conversión**

#### **Máquina: Cortadora Automática**

<b>Principios Básicos</b>	SI	NO
1. La máquina desempeña la función con efectividad	X	
2. La máquina es compatible con el tamaño requerido	X	
3. Los costos de capital y de mantenimiento de esta máquina son razonables		X

### **Preocupación Anatómicas**

1. Cuando la máquina está mal estado, representa algún riesgo	X
2. Para operar esta maquinaria es necesario contar siempre con ayuda	X
3. La máquina se puede operar sin protección de seguridad	X

### **Condiciones generales**

1. La máquina se puede manipular sin guantes	X
2. La máquina se encuentra en una posición adecuada	X

---

### Lista de verificación

**Área: Conversión**

**Máquina: Cortadora Manual**

<b>Principios Básicos</b>	SI	NO
1. La máquina desempeña la función con efectividad	X	
2. La máquina es compatible con el tamaño requerido	X	
3. Los costos de capital y de mantenimiento de esta máquina son razonables		X
<b>Preocupación Anatómicas</b>		
1. Cuando la máquina está mal estado, representa algún riesgo	X	
2. Para operar esta maquinaria es necesario contar siempre con ayuda		X
3. La máquina se puede operar sin protección de seguridad		X
<b>Condiciones generales</b>		
1. La máquina se puede manipular sin guantes		X
2. La máquina se encuentra en una posición adecuada	X	

**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizadas en la empresa

#### 5.1.1.4. Observación y análisis de las máquinas

**Pulper:** Se puede observar que la máquina se encuentra en un buen estado, solo que no tiene un cronograma de mantenimiento, el problema es la materia prima ya que viene en bolsas de plástico y en algunas bolsas tiene algún material que no se pueda pulpear y daña la máquina.

**Zaranda Vibratoria:** La máquina se encuentra en un buen estado solo que no cuenta con un plan de mantenimiento.

**Hidrociclón Alto:** Se pudo observar que la máquina no desempeña sus funciones con efectividad debido a que no está en funcionamiento a la falta de una bomba de agua y no cuenta con un plan de mantenimiento.

**Celda de destintado:** La máquina se encuentra en un buen estado, solo que para que el extractor, extraiga mejor la espuma que tiene partículas de tinta más jabón industrial y no cuentan con un plan de mantenimiento.

**Hidrociclón Bajo:** Se pudo observar que la máquina no desempeña sus funciones con efectividad debido a que se tapan, debido a que la pasta pasa por un tubo que no cuenta con una válvula para regular la presión de 2,5 bar y eso hace que se presente problemas en el hidrociclón y no cuentan con un plan de mantenimiento. Se propone la implementación de una válvula para regular la presión y que aumente su efectividad.

**Laminado:** Se pudo observar que la máquina no desempeña sus funciones con efectividad esto debido a que la máquina es antigua y se le realizó varias mejoras además cuando presenta algún daño, puede ser un riesgo además que le falta señalizaciones de seguridad y no cuenta con un plan de mantenimiento.

**Rebobinadora Convencional:** La máquina se encuentra en un buen estado, esta máquina debe ser manipulada por más de dos personas y no cuentan con un plan de manteniendo.

**Rebobinadora Manual:** La máquina se encuentra en un buen estado, esta máquina debe ser manipulada por una persona y no cuentan con un plan de manteniendo.

**Tubetero:** Se puede observar que la máquina se encuentra en un buen estado, esta máquina debe ser manipulada por una persona y no cuentan con un plan de manteniendo.

**Cortadora Automática:** La Cortadora Automática es manipulada que se encuentra en un buen estado, solo se cambia la cuchilla, pero no se cuenta con un plan de mantenimiento.

**Cortadora Manual:** La máquina se encuentra en un buen estado, solo que debe ser manipulado por alguien que tenga conocimiento de la máquina ya que es peligrosa al manipular y no cuenta con un plan de mantenimiento.

#### 5.1.1.5. *Máquinas Críticas*

Mediante el análisis realizado a las máquinas en la tabla 32 se puede ver que las máquinas más críticas son:

- Hidrociclón Alto
- Hidrociclón Bajo
- Laminado

#### 5.1.2. **MÉTODO PROPUESTO**

##### 5.1.2.1. *Unidad de mantenimiento*

Para tener un plan de mantenimiento es necesario crear una unidad de mantenimiento, para que tenga mejor información y corrija a tiempo los problemas de la maquinaria antes de que sea perdida en la producción o un peligro para el operario, el personal que se requerirá:

- Jefe de Mantenimiento
- Ayudante de mantenimiento
- Mecánico

Estos atenderán los requerimientos y deberán planificar las intervenciones que se realizarán para garantizar el proceso de producción.

Las funciones de la unidad de mantenimiento serán planificar, dirigir y controlar toda actividad preventiva y correctiva, mediante esto se tendrá en condiciones óptimas las máquinas y así se también se preservará la integridad de los operarios.

##### 5.1.2.2. *Perfiles de Cargo*

A continuación, se detallan los perfiles de cargo de los 3 puestos de trabajo establecidos:

#### 1. **Mecánico de Producción:**

- **Descripción del Cargo:** Responsable del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria en la línea de producción de papel higiénico.

Asegura el buen funcionamiento de todos los equipos mecánicos para minimizar tiempos de inactividad.

- **Requisitos:**
  - Técnico en mecánica industrial o carrera afín.
  - Experiencia mínima de 3 años en mantenimiento de maquinaria de producción.
  - Conocimientos en hidráulica, neumática y sistemas de control.
- **Competencias:**
  - Resolución de problemas.
  - Trabajo en equipo.
  - Atención al detalle.
- **Funciones:**
  - Realizar inspecciones regulares.
  - Diagnosticar y reparar fallos.
  - Colaborar con el jefe de mantenimiento para planificar las intervenciones.

## 2. Jefe de Mantenimiento:

- **Descripción del Cargo:** Dirige el departamento de mantenimiento, coordinando y supervisando todas las actividades relacionadas con el mantenimiento de equipos y maquinarias. Garantiza la operatividad continua de la planta de producción.
- **Requisitos:**
  - Ingeniería en Mecánica, Electrónica o afín.
  - Experiencia mínima de 5 años en gestión de mantenimiento industrial.
  - Conocimiento en gestión de proyectos y manejo de presupuestos.
- **Competencias:**
  - Liderazgo.
  - Planificación y organización.

- Comunicación efectiva.
- **Funciones:**
  - Elaborar y supervisar el plan de mantenimiento.
  - Gestionar el equipo de mantenimiento.
  - Coordinar con proveedores de servicios y repuestos.

### 3. Ayudante de Mantenimiento:

- **Descripción del Cargo:** Apoya en las labores de mantenimiento bajo la supervisión del mecánico y el jefe de mantenimiento. Colabora en las reparaciones y mantenimiento preventivo de los equipos.
- **Requisitos:**
  - Educación técnica en mecánica o electromecánica.
  - Experiencia mínima de 1 año en mantenimiento industrial.
  - Conocimientos básicos en sistemas mecánicos y eléctricos.
- **Competencias:**
  - Trabajo en equipo.
  - Proactividad.
  - Aprendizaje rápido.
- **Funciones:**
  - Asistir en la ejecución de tareas de mantenimiento.
  - Mantener el área de trabajo organizada.
  - Reportar cualquier anomalía al mecánico o jefe de mantenimiento.

#### 5.1.2.3. *Plan de mantenimiento preventivo propuesto*

Implementar este plan de mantenimiento preventivo ayudará a la Empresa PAPELERA TISSU S.R.L. a reducir el riesgo de fallas inesperadas, minimizar el tiempo de inactividad no planificado y prolongar la vida útil de sus equipos y maquinaria, contribuyendo así a una operación más eficiente y rentable.

1. Programación de mantenimiento regular: Establecer un calendario de mantenimiento preventivo para cada equipo y maquinaria utilizado en el proceso de producción de papel higiénico. Esto incluirá inspecciones

periódicas, lubricación, ajustes y cualquier otra actividad preventiva necesaria.

2. Inspecciones visuales frecuentes: Realizar inspecciones visuales regulares en todas las áreas de la planta para identificar posibles problemas antes de que se conviertan en fallas mayores. Esto incluye la búsqueda de fugas, signos de desgaste, corrosión u otros signos de deterioro.
3. Mantenimiento predictivo: Implementar técnicas de monitoreo de estado, como análisis de vibraciones, termografía y análisis de aceite, para identificar posibles problemas antes de que ocurran fallas. Estos datos pueden ayudar a predecir el tiempo de vida útil restante de los equipos y programar el mantenimiento de manera proactiva.
4. Limpieza regular de equipos: Establecer un programa de limpieza regular para eliminar el polvo, los residuos y otros contaminantes que puedan afectar el rendimiento de los equipos. Esto incluirá la limpieza de filtros, ventiladores, rodillos y cualquier otra parte susceptible de acumular suciedad.
5. Calibración de equipos: Programar la calibración regular de equipos de medición y control para garantizar su precisión y fiabilidad. Esto incluye balanzas, medidores de espesor, termómetros, entre otros.
6. Reemplazo de piezas desgastadas: Mantener un inventario de piezas de repuesto y componentes de desgaste para reemplazarlos según sea necesario durante el mantenimiento preventivo. Esto incluye correas, rodamientos, filtros y cualquier otro componente sujeto a desgaste regular.
7. Capacitación del personal: Proporcionar capacitación regular al personal de mantenimiento sobre las mejores prácticas de mantenimiento preventivo, incluyendo técnicas de inspección, lubricación adecuada y procedimientos de limpieza.
8. Seguimiento y análisis de datos: Registrar y analizar los datos de mantenimiento preventivo para identificar tendencias y patrones que

puedan indicar problemas potenciales. Esto puede incluir la utilización de software de gestión de mantenimiento para programar tareas, registrar historiales de mantenimiento y generar informes de análisis.

9. Revisión periódica del plan de mantenimiento: Realizar revisiones regulares del plan de mantenimiento preventivo para asegurarse de que sigue siendo efectivo y hacer ajustes según sea necesario en función de la experiencia y los cambios en las operaciones de la planta.

#### *5.1.2.4. Plan de mantenimiento correctivo propuesto*

Implementar este plan de mantenimiento correctivo ayudará a la Empresa PAPELERA TISSU S.R.L. a minimizar los tiempos de inactividad no planificados y a garantizar una operación continua y eficiente de su proceso de producción de papel higiénico.

1. Identificación de problemas: Establecer un sistema para la identificación rápida y precisa de cualquier problema que surja en los equipos y maquinaria utilizados en el proceso de producción de papel higiénico.
2. Registro y reporte de fallas: Implementar un sistema de registro y reporte de fallas que permita a los empleados notificar cualquier problema que detecten durante sus labores diarias. Esto podría incluir la instalación de formularios de reporte y un protocolo claro para notificar al personal de mantenimiento.
3. Priorización de reparaciones: Una vez que se identifican las fallas, priorizarlas en función de su impacto en la producción y en la seguridad de los empleados. Establecer criterios claros para determinar qué problemas deben abordarse primero y asignar recursos en consecuencia.
4. Equipo de mantenimiento dedicado: Designar un equipo de técnicos de mantenimiento dedicado para abordar las reparaciones correctivas de manera oportuna y eficiente. Este equipo debe estar capacitado y equipado para resolver una amplia gama de problemas técnicos.

5. Procedimientos de reparación estándar: Desarrollar procedimientos estándar para la reparación de equipos y maquinaria comunes. Estos procedimientos deben documentarse claramente y estar disponibles para el personal de mantenimiento.
6. Gestión de repuestos: Mantener un inventario adecuado de repuestos y componentes de reemplazo para equipos críticos. Esto garantizará que el equipo de mantenimiento pueda realizar reparaciones rápidas sin tener que esperar por la entrega de piezas.
7. Seguimiento y evaluación: Realizar un seguimiento regular de las actividades de mantenimiento correctivo para evaluar su eficacia y hacer ajustes según sea necesario. Esto podría incluir la revisión de métricas de tiempo de inactividad, costos de mantenimiento y satisfacción del cliente interno.
8. Capacitación continua: Proporcionar capacitación continua al personal de mantenimiento para mantenerlos actualizados sobre las mejores prácticas y las últimas tecnologías en mantenimiento industrial.

#### 5.1.2.5. *Trabajo de reparación de máquinas*

Cuando se repare una máquina se realizará las actividades como:

- a) Se detendrá antes de realizar el trabajo.
- b) Se implementarán las medidas necesarias para asegurar que las máquinas no se pongan en marcha accidentalmente.
- c) Se señalará para indicar que la máquina está en reparación.

La información que será obtenida de la inspección, intervención y actividades de mantenimientos programados deben ser registradas en un formato accesible.

Al tener la información permite consultar o verificar las acciones correctivas o mantenimiento frecuente a las maquinarias para que se pueda mejorar el plan de mantenimiento y practicarle mejoras.

5.1.2.6. Checklist

Con el checklist se quiere recopilar información para tener historial de fallas e intervenciones de la máquina y este ayudara a planificar un mantenimiento preventivo en las máquinas.

En la siguiente tabla se muestra la propuesta de un checklist para la empresa.

Tabla 33. Checklist plan de mantenimiento

		<b>CHECKLIST PLAN DE MANTENIMIENTO</b>			N°...	
<b>ELABORADO POR:</b>				<b>FECHA:</b>		
<b>DATOS GENERALES</b>						
AREA:		CODIGO DE INVENTARIO:				
EQUIPO:		FECHA DE INSTALACION:				
MARCA:		TIEMPO ACTIVO:				
TIEMPO DE OPERACIÓN:		PROCESO:				
<b>HISTORAL DE REPARACION</b>						
FECHA	RESPONSABLE	DESCRIPCION DE TRABAJO REALIZO	TIPO DE MANTENIMIENTO	HORA		FIRMA
				INICIO	FINAL	

**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

5.1.2.7. Cronograma de plan de mantenimiento

El cronograma de las actividades que se realizara es para tener una guía diario, mensual, trimestral, semestral y anual esto para que el funcionamiento de las máquinas esté en óptimas condiciones y con el cronograma se tendrá un seguimiento adecuado.



El plan de mantenimiento preventivo y su cronograma propuesto son herramientas esenciales que sirven para garantizar el funcionamiento eficiente y continuo de los equipos y sistemas en una empresa. Estos planes permiten prevenir fallas y averías al abordar posibles problemas antes de que se conviertan en averías costosas, lo que reduce significativamente las paradas no planificadas en la producción.

Además, al realizar un mantenimiento regular, se prolonga la vida útil de los equipos, ya que el cuidado continuo asegura que funcionen de manera óptima durante más tiempo. Esto no solo protege las inversiones realizadas en dichos equipos, sino que también mejora la eficiencia operativa y la productividad de la empresa. Asimismo, facilita la planificación y asignación de recursos, permitiendo a la empresa anticiparse a las necesidades de mantenimiento y gestionarlas de manera efectiva.

#### *5.1.2.8. Instructivo de mantenimiento*

Esto se va relacionar con las acciones de mantenimiento que debe realizar a cada máquina, ya sea por requerimiento mecánico, eléctrico de esa manera los encargados de mantenimiento podrán acudir a los instructivos ya sea por una programación de mantenimiento o una falla percibida.

Se tiene una propuesta de un checklist para la empresa para las máquinas críticas.

Tabla 35. Checklist para las máquinas críticas

	<p><i>Fábrica de Papel Higiénico</i> PAPELERA TISSU S.R.L. (PATISU Ltda.)</p>	<p align="center"><b>INSTRUCTIVO PLAN DE MANTENIMIENTO</b></p> <p align="right">N°.....</p>										
<p><b>ELABORADO POR:</b></p>			<p><b>FECHA:</b></p>									
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="675 573 1427 634">DATOS GENERALES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="675 634 997 701">EQUIPO:</td> <td data-bbox="997 634 1427 701">CODIGO DE INVENTARIO:</td> </tr> <tr> <td data-bbox="675 701 997 785">MODELO:</td> <td data-bbox="997 701 1427 785">FECHA DE INSTALACION:</td> </tr> <tr> <td data-bbox="675 785 997 865">ANTIGUEDAD:</td> <td data-bbox="997 785 1427 865">TIEMPO ACTIVO:</td> </tr> <tr> <td data-bbox="675 865 997 947">CRITICIDAD:</td> <td data-bbox="997 865 1427 947">PROCESO:</td> </tr> </tbody> </table>			DATOS GENERALES		EQUIPO:	CODIGO DE INVENTARIO:	MODELO:	FECHA DE INSTALACION:	ANTIGUEDAD:	TIEMPO ACTIVO:	CRITICIDAD:	PROCESO:
DATOS GENERALES												
EQUIPO:	CODIGO DE INVENTARIO:											
MODELO:	FECHA DE INSTALACION:											
ANTIGUEDAD:	TIEMPO ACTIVO:											
CRITICIDAD:	PROCESO:											
<p align="center"><b>MATERIAL Y EQUIPO NECESARIO</b></p>												
<p align="center"><b>PRECEDIMIENTO</b></p>												
<p><b>TIEMPO DE EJECUCION:</b></p>												
<p><b>OBSERVACION:</b></p>												

**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

#### 5.1.2.9. *Tiempo mejorado*

El tiempo propuesto será el siguiente según el cronograma propuesto en la tabla 34.

Tabla 36. Tiempo propuesto para el mantenimiento preventivo

	<b>ACTUAL (h/mes)</b>	<b>PROPUESTO (h/mes)</b>	<b>DIFERENCIA (h/mes)</b>
<b>Enero</b>	12,33	8,4	3.93
<b>febrero</b>	22,45	8,4	14.05
<b>Marzo</b>	10,32	8,4	1.92
<b>Abril</b>	15,5	8,4	7.1
<b>Mayo</b>	17,45	8,4	9.05
<b>Junio</b>	14,11	8,4	5,71
<b>Julio</b>	10,18	8,4	1.78
<b>Agosto</b>	20,08	8,4	11.68
<b>Septiembre</b>	28,34	8,4	19.94
<b>Octubre</b>	11,2	8,4	2.80
<b>Noviembre</b>	13,34	8,4	4.94
<b>Diciembre</b>	26,66	8,4	18.26
<b>TOTAL</b>	<b>201,96</b>	<b>100,8</b>	<b>101.16</b>

**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

El estudio de tiempo se obtiene una diferencia de 101,16 h, para aumentar la productividad anual, se propone un tiempo de 21 min diarias para un mantenimiento en las máquinas debido a que la cae la pasta en las máquinas y las tapa y puede dañarla provocado paro y de la misma manera con el papel higiénico, estos 21min diarios multiplicado por 24 días laborales, nos da un valor de 8,4 horas dedicadas al mantenimiento preventivo.

### 5.1.2.10. Instalación de equipo

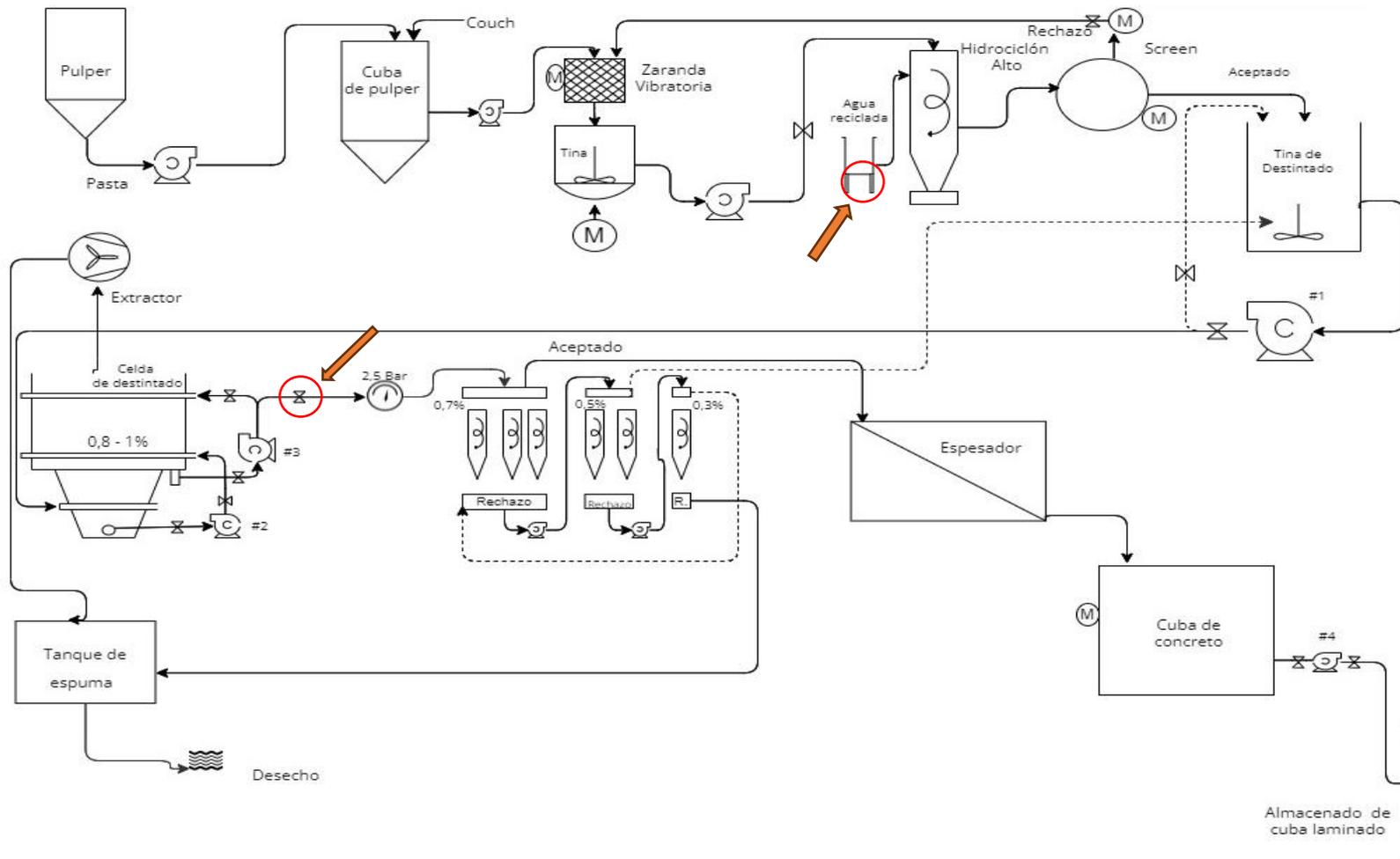
Luego del análisis en el proceso se identificó ciertas falencias en las maquinarias por lo que es necesario realizar ciertas actividades para mejorar la productividad en la maquinaria.

Tabla 37. Actividades para mejorar la productividad en la maquinaria.

ÁREA	MÁQUINAS	ACTIVIDAD	CANTIDAD
<b>Destintado</b>	Celda de destintado	Instalar una válvula brida entre la celda de destintado y el hidrociclón para regular la presión de 2,5 bar a 3 bares. Realizar un plan de manteniendo	1
<b>Destintado</b>	Hidrociclón Alto	Instalar una bomba centrífuga esto para que la pasta pase al hidrociclón Alto y se pueda eliminar mejor las partículas grandes en la pasta. Realizar un plan de mantenimiento.	1

**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

Ilustración 19. Propuesta de mejora del proceso de producción área de destintado



Fuente: Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

#### 5.1.2.11. Válvula Brida

Para el área de destinado, se aplica una válvula brida debido a que se necesita regular la presión ya que como se observa e la imagen no es constante la presión y además no llega a su presión que es de 2,5 a 3 Bar como se muestra en la ilustración 21.

Debido a este problema los hidrociclones se tapan y su consistencia baja en donde no cumple su parámetro, además de que estos hidrociclones deben ser destapados manualmente lo que provoca una pérdida de tiempo en el proceso de destinado.

Ilustración 20. Manómetro que marca la presión correcta



**Fuente:** Fotografía propia sacada en la empresa

Válvula bridada y en sus extremos tiene brida. En la conexión se tiene que evitar fugas y se coloca pernos en la empresa se recomienda soldar la pieza debido a que se cortara el tubo de 3 pulgadas para la instalación de la válvula brida y de esta manera se regula la presión.

Ilustración 21. Válvula brida

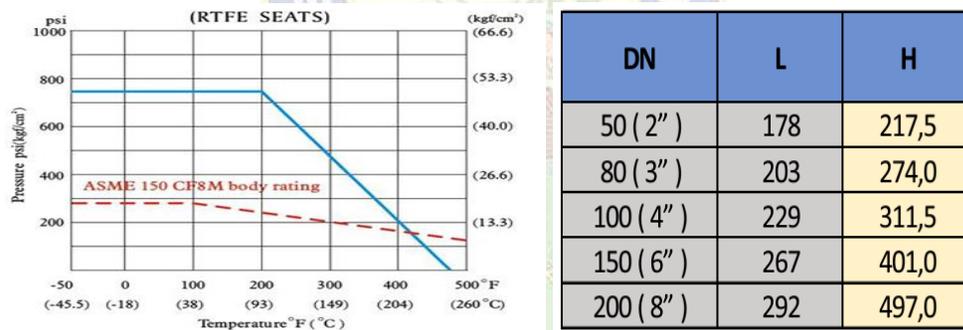


**Fuente:** Imágenes de Google

### Datos técnicos de la válvula brida

- Rango de presión 150 psi
- Cuerpo, tapa y compuerta de hierro dúctil ASTM A-536-65-45-12 8GG-40).
- Anillos tóricos fácilmente reemplazable a presión de trabajo, sin sacar válvula línea.
- Vástago de acero Inoxidable con 13% de cromo. Según la norma DIN 17440.
- Pernos y tuercas según ASTM A-307.
- Recubrimiento epóxido interior y exterior de 250 micras NTP 319.123.
- Pintura Epóxica: Propiedades organolépticas NTP-ISO 10221/ Bs 6920.
- Superficie Interior totalmente lisa.
- Brida según Norma ISO 7005-2.
- 100% probadas según ISO 5208 – 1,5 veces la presión nominal.
- Compuerta cubierta con elastómero EPDM según especificaciones ISO 3601.

Ilustración 22. Rango de presión y temperatura



**Fuente:** Revista de FUMOSAC de válvulas

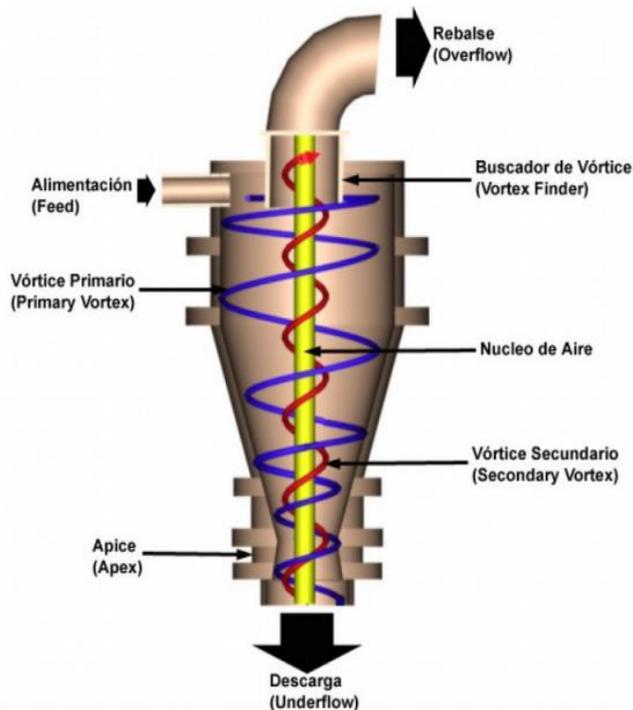
#### 5.1.2.12. Bomba Centrífuga

En el área de destintado, se cuenta con un hidrociclón que actualmente no está en funcionamiento. Para activar este equipo, se instalará una bomba centrífuga que permitirá su operación adecuada. El hidrociclón tiene una forma cilíndrica cónica, con una entrada tangencial y dos salidas ubicadas en los extremos del eje.

La pasta que ingresa de forma tangencial genera una rotación alrededor del eje, formando un torbellino descendente hacia el vértice de la sección cónica. En este proceso,

las partículas más grandes o gruesas se adhieren a las paredes del hidrociclón y son expulsadas a través de una boquilla, resultando en una pulpa espesa. Simultáneamente, un segundo torbellino ascendente transporta la pasta fina, con una consistencia del 4%, que abandona el hidrociclón a través de un tubo central situado en la parte superior del equipo.

Ilustración 23. Hidrociclón alto



**Fuente:** Imágenes de Google

Sin el funcionamiento del hidrociclón alto, la pasta pasa directamente al screen sin que se hayan eliminado las partículas grandes o pesadas, lo que provoca un aumento en el rechazo de la pasta en el screen. Por esta razón, es crucial que este equipo funcione adecuadamente, ya que se espera que opere con una alta eficiencia del 90%.

Las bombas centrífugas son un tipo de bomba hidráulica que transforma la energía mecánica en energía cinética y presión en un fluido. Estas bombas incrementan la velocidad de los fluidos, permitiendo que se desplacen a grandes distancias. Debido a sus características, las bombas centrífugas se encuentran entre las más utilizadas en la industria, ya que son ideales para bombear líquidos en general y facilitan el movimiento de grandes volúmenes de agua.

Ilustración 24. Bomba centrífuga



**Fuente:** Imágenes de Google

Tabla 38. Especificaciones de la bomba centrífuga

<b>ESPECIFICACIONES</b>	
<b>Tipo</b>	Centrífuga
<b>Características</b>	Alta presión
<b>Potencia (HP)</b>	5 HP
<b>RPMS MAX</b>	3450
<b>Alimentación</b>	Monofásico 220V
<b>Corriente</b>	21 A
<b>Entrada/Salida</b>	3X3
<b>Diámetro</b>	Impulsor hierro gris
<b>Temp. Max.</b>	40°C
<b>Altura Max.</b>	18 m
<b>Litros/minuto</b>	1080
<b>Categoría</b>	F
<b>Línea</b>	Bombeo

**Fuente:** En base a revista de mercado libre

## 5.2. SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)

Para la implantación de SMED se tiene en cuenta las causas que originarían los tiempos elevados en la empresa son:

- El método de preparación no se estandarizado.
- Uso de equipos inapropiados.
- No tiene en control y ajuste de operario.
- No se ha evaluado adecuadamente las actividades de preparación.
- Los tiempos varían en la preparación de las máquinas.

Para poner en acción SMED, se realizará en cuatro fases diferentes.

### 5.2.1. FASE 1: DIFERENCIACIÓN DE LA PREPARACIÓN EXTERNA E INTERNA

La preparación interna comprende toda actividad, que para efectuar se necesita que la máquina se detenga para llevar a cabo. Mientras que la preparación externa comprende a aquellas actividades que se pueden realizarse mientras la máquina está en funcionamiento.

Lo principal será separar la preparación interna de la externa, y posterior a eso convertir en externa.

Tabla 39. Preparación Interna y Externa en el área de Destintado

Nº	PREPARACIÓN INTERNA	PREPARACIÓN EXTERNA
<b>ÁREA DE DESTINTADO</b>		
1	Instalación de una Válvula Brida	Regulación de la presión
2	Instalación de una Bomba centrífuga al Hidrociclón Alto	Eliminación de partículas pesadas de la pasta

**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

Para convertir de preparación interna en externa y reducir los tiempos, se realizará con los siguientes pasos.

- Alistar anticipadamente los elementos equipo que serán utilizados.
- Desarrollar el mayor número de regulaciones externas.
- Mantener en condiciones buenas el funcionamiento de los equipos.
- Realizar tablas de operaciones para una preparación externa.
- Usar tecnología que ayude a poner en los puntos de proceso.
- Tener un buen orden y limpieza en el almacenamiento de productos (5S).

#### **5.2.2. FASE 2: REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN INTERNA MEDIANTE LA MEJORA DE LAS OPERACIONES**

La preparación interna que no logre convertir en externa se debe realizar una mejora y control continuo tomando en cuenta algunos aspectos:

- Estudiar de los operarios para cada operación.
- Estudiar cada operación y sus necesidades.
- Reducir la regulación de la máquina.
- Reducir la frecuencia de calibración de la máquina.

#### **5.2.3. FASE 3: REDUCIR EL TIEMPO DE PREPARACIÓN INTERNA PARA LA MEJORA DEL EQUIPO**

En esta fase se va enfocar a mejorar el equipo, que hasta esta etapa se trabajara en reducir los tiempos de preparación de las operaciones y actividades.

- Ordenar las preparaciones externas, de tal forma que puedan modificar el equipo seleccionando distintas preparaciones.
- Diseñar técnicas o modificar la estructura del equipo que permita reducir la preparación y de la puesta en marcha.

#### **5.2.4. FASE 4: PREPARACIÓN CERO**

Se buscará alcanzar un tiempo de preparación óptimo de cero, lo que implica considerar el empleo de tecnologías adecuadas y diseñar dispositivos flexibles para productos.

Los resultados positivos derivados de la implantación de las técnicas SMED se reflejan en una mejora en la capacidad de adaptación a los cambios. A continuación, se

detalla cómo se aplicará las distintas etapas de esta herramienta en la máquina de laminado y conversión. Además, se sugiere retroalimentar las soluciones encontradas durante los procedimientos subsiguientes:

Tabla 40. Aplicación de SMED en el área de destintado

<b>IMPLEMENTAR LAS TECNICAS EL INICIAR EL PROCESO DESTINTADO</b>
<b>Técnica 1: Estandarizar las actividades de preparación externa</b>
La operación de la instalación de una válvula brida y una bomba centrífuga deben convertirse en procedimientos estandarizados y habituales. Estas operaciones se deben estar por escrito, y se deben fijar en la pared de esa manera se pueden visualizar de mejor manera las operaciones, para que los trabajadores puedan recibir las capacitaciones correspondientes.
<b>Técnica 2: Mejorar las operaciones</b>
De la pasta que pasa de la celda de destintado a los hidrociclones bajos, por un tubo, se estandarizará con el tiempo de preparación y se regulará la presión de 1 a 2,5 y 3 Bar dado que ello resulta un costo elevado sin la instalación de válvula brida, por lo que se recomienda estandarizar la parte de materia prima ya de ahí para obtener la pasta. La bomba centrífuga de agua que alimentará al hidrociclón alto ayudará a la purificación de la pasta, separando las impurezas de alta concentración al pasar a la siguiente operación que es Screen la cual reducirá el tiempo de 4 min a 2 min esto con la instalación de la bomba de agua. El personal encargado debe verificar el estado de la pasta y los equipos y registrarse los problemas tanto interno como externos.
<b>Técnica 3: Mejora del equipo</b>
Será necesario implementar complementarias como una lámina metálica que cubra la bomba de agua, ya que al trabajar con pasta de papel salpica a los equipos y máquinas y estos provoca la pérdida de su vida útil o dañarse además con la implementación de la lámina metálica se podría aumentar la vida útil del equipo.
<b>Técnica 4: Realizar uso de operaciones en paralelo</b>

Para la preparación de la máquina es necesario dos operarios el jefe de destintado y su ayudante ya que uno comprobará la consistencia y el otro los ajustes los ajustes necesarios. Se ve conveniente que el operario inicie su labor 5 minutos antes de comenzar la producción. Y es necesario contratar un ayudante en el área de destintado.

**Fuente:** Elaboración en base a la información de la empresa

### **5.3. REGISTRO DE INVENTARIO DE LOS MATERIALES**

#### **5.3.1. MÉTODO ACTUAL**

##### *5.3.1.1. Problemas en materia prima*

En la actualidad, para tener un control de la materia prima no se tiene un procedimiento establecido, es decir existe desorden y falta de control, los cuales presentan un problema y se conocen cuando ya se está produciendo. Esto afecta en paros en la maquinaria, retraso del operador en cambio de insumo, reducción de velocidad de la maquinaria al trabajar.

En la recepción de materia:

1. No se controla que el material este de acuerdo al material pedido.
2. No se Verificar que este en la cantidad convenida.
3. La descarga del material con ayuda de los operarios.
4. La reutilización de los desperdicios se moja por la lluvia.

La materia prima que llega en saquillos, ya que no se puede ver a simple vista en su interior si existe periódico, libros u otro tipo de papel que no ha sido convenida con los proveedores además que también en su interior de los papeles puede tener algún material metálico que puede dañar máquina de pulper como las cuchillas.

En la ilustración se puede observar el almacenamiento de materia pima de papel.

Ilustración 25. Área de materia prima



Fuente: Foto de la empresa

### 5.3.2. **MÉTODO PROPUESTO**

Se debe de hacer un inventario de la materia prima existente en el almacenamiento, de esa manera eliminar el material que este mucho en el almacenamiento, y se debe seleccionar el material que está en buenas condiciones de las y separar de las que este en malas condiciones para eliminarlos o utilizar en algo productivo.

Como se mencionó anteriormente en el área de almacenamiento, falta un organización y limpieza se implementará 5s que se detalla en la tabla 42 y se implementará las técnicas de Justo a tiempo.

Además, se va a resolver el excedente de materia prima, con la disminución de los tiempos de organización y limpieza del puesto de trabajo, y con ello, esos 24 min diarios permiten aumentar la capacidad total del proceso a un valor superior al de la cantidad de materia prima recibida, y con ella, eliminar el excedente de la misma.

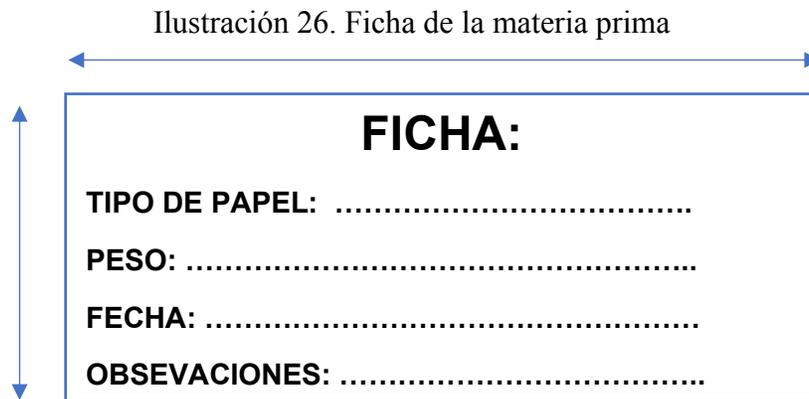
#### 5.3.2.1. *Inventario*

Al realizar el inventario de materia prima se eliminarán las actividades improductivas en el proceso de producción por el inadecuado manejo de los materiales como:

- Daño de las cuchillas del pulper
- Limpieza de materiales que sean solidos
- Limpieza constante del pulper



Para un mejor manejo se recomienda poner a cada saquillo una ficha para que el operario al trasladarla al área de pulper tenga la información necesaria como el peso y el tipo de papel. En un cuadro de 10 de ancho y 7 de largo.



**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

Con el registro de materia prima se podrá saber la cantidad y en qué momento se debe adquirir el material y con esto se eliminarán:

- Tiempo de espera.
- Eliminar transporte innecesario del material.
- Eliminar los problemas de calidad en el producto final.

#### 5.3.2.2. *Mejoramiento de tiempos del proceso de pulper*

Ya se ha decidido implementar un carrito transportador en el proceso de pulpeo para optimizar la eficiencia y reducir los tiempos de interrupción. Actualmente, el operario tarda 15 minutos en transportar los sacos al pulper y debe seleccionar visualmente la materia prima antes de iniciar el proceso de pulpeo, el cual dura 40 minutos. Esto provoca un ciclo total de 55 minutos.

Con la implementación del carrito, el tiempo de transporte se reducirá de 15 a 8,88 minutos. Además, el proceso se reorganizará de manera que el jefe de pulper pueda concentrarse en la supervisión y control, mientras que el ayudante, durante los 40 minutos de pulpeo, dedicará 25 minutos a la selección de la materia prima y 15 minutos a asistir

en la supervisión. Esto permitirá recuperar 6,12 minutos en cada ciclo de pulpeo, reduciendo el tiempo total de ciclo de 55 a 48,88 minutos.

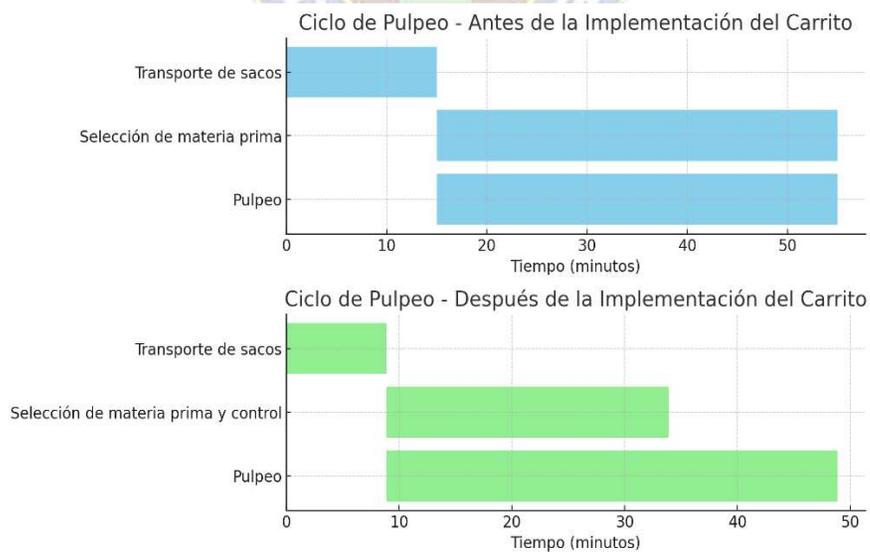
Con esta mejora, se estima que, al ahorrar 6,12 minutos por ciclo, se puede ganar casi 49 minutos en una jornada laboral de 8 horas, lo que permitirá realizar un ciclo de pulpeo adicional por día, como se puede observar en la ilustración 28.

Ilustración 27. Carro transportador incorporado en el proceso



**Fuente:** Foto tomada en la empresa

Ilustración 28. Diagramas Gantt, antes y después



**Fuente:** Elaboración en base a la implantación del carrito en la empresa

1. Antes de la Implementación: El proceso total duraba 55 minutos, con 15 minutos dedicados al transporte de sacos, seguido por la selección de materia prima y el proceso de pulpeo.
2. Después de la Implementación: El tiempo total se reduce a 48,88 minutos, con una disminución significativa en el tiempo de transporte y una reorganización del trabajo durante el proceso de pulpeo. Esto permite realizar un ciclo adicional en un día laboral.

Este análisis demuestra que la medida tomada es efectiva, aumentando la eficiencia del proceso y optimizando los recursos disponibles.

#### **5.4. 5S**

La implantación de las 5S se realizará de forma general en los puestos de trabajo, en grupos de 2 personas de esa manera no tener complicación en la implementación. En la tabla 42 se muestra la implantación de las 5 S, en la producción de planchas de papel higiénico

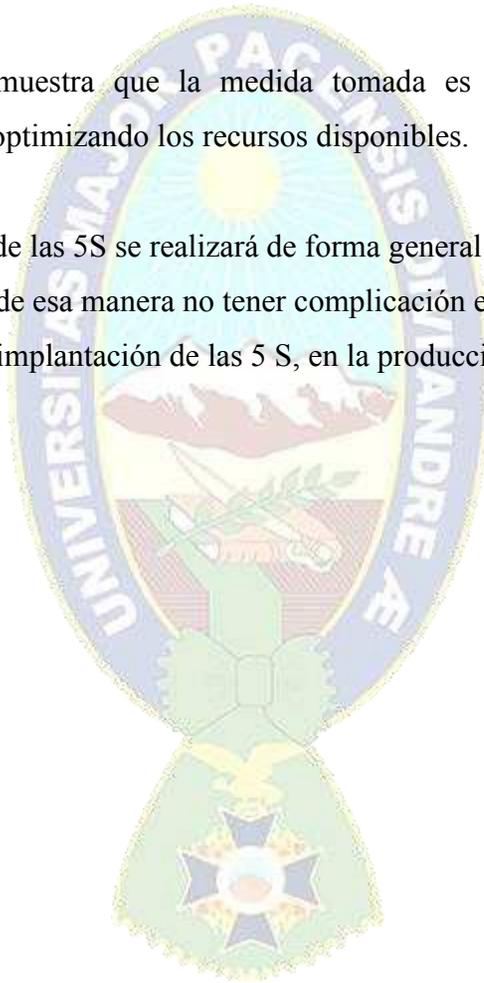


Tabla 42. Implementación de las 5s

Nº	ÁREA	1ar "S" SELECCIONAR LO NECESARIO	2da "S" ORDENAR LO NECESARIO	3 ra "S" LIMPIAR	4ta "S" ESTANDARIZACION	5ta "S" SOSTENER
1	ALMACEN DE MATERIA PRIMA	Seleccionar lo que se utiliza como las bolsas de yuti que ahí esta la materia prima, eliminar cartones, papeles viejos, bolsas plasticas, calaminas viejas	Ordenar las bolsas de yuti que contiene la materia prima en orden a sus especificaciones.	Limpiar el piso, las paredes, los pilares y limpiar las etiquetas.	Se pondra una etiqueta grande en la pared de afuera con lo que indique "ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA", tambien se pondra etiquetas a las bolsas de yuti como tambien un basurero que diga "deposite la basura aqui"	Se realizara una inspeccion diaria
2	PULPER	Separar los cartones de los papeles ya que no son utilizados en produccion	Es necesario un estante pequeño donde se guarde los reportes y algunos insumos y ordenar las ollas de las mermas de papel	Limpiar su puesto de trabajo y tambien la cuba.	Colocar etiquetas a las bolsas con sus respectivas caracteristicas.	Se realizara de manera aleatoria una inspeccion, cada semana durante.
		Separar la basura del pulper	llevar la basura a una esquina y se pondra en area especifica para la basura		Se pondra etiqueta en esa área que diga " Area de Pulper"	
3	DESTINTADO	Seleccionar lo que se utiliza para el proceso y eliminar algunos tubos que ya no sirven para el proceso.	En esta area se debe liberar las ollas de mermas como los yutis con papel al area de materia prima y tambien es necesario un estante pequeño para que guarde los reportes y algunas herramienta para el trabajo	Limpiar el piso, las superficies del area de destintado como los tubos, cilindros, maquinas y equipo	Se pondra etiquetas indicando el proceso a seguir Se pondra etiqueta en esa área que diga " deposite aqui la basura" Se pondran etiqueta a las maquina y equipo	Se realizara de manera aleatoria una inspeccion, cada semana durante 4 meses
4	LAMINADO	Seleccionar las herramientas que se utilizan a diario como las cuchillas y las ollas para la merma.	Es necesario una buena mesa de trabajo para realizar los informes y ordenar los reporte y en la otra mesa que se cuenta es de metal se debe organizar lo que se utiliza diariamente y de lo que no se utiliza mucho.	Limpiar el piso, las superficies de la maquina como la tela de preformada la tela de pacho, tambien las paredes	Se pondra etiquetas indicando el proceso a seguir Se pondra etiquetas a las maquinas como a los equipos Se pondra un lugar que diga " deposite las mermas"	Se realizara de manera aleatoria una inspeccion, cada semana durante 4 meses
5	ALMACENAMIENTO DE BOBINA	En esta área se debe eliminar lo que no se utiliza como la existencia de carton	Se debe liberar todo el carton quedando el area limpia solo para la bobinas y ordenando los palet que se utilizan y los que no se utilizan.	Limpiar el piso y pintar lineas de seguridad con las de referencias	Se pondra una etiqueta en el área de almacenamiento y área donde se almacenena los pallets	Se realizara de manera aleatoria una inspeccion, cada semana durante 4 meses
6	CONVERSION	En esta área se debe separar las bobinas, las mermas, tubos, trapo, vidones ademas se debe separar las indumentarias y herramienta de trabajo	Es necesario un estante pequeño para poner los reportes y poner las indumentarias y herramienta de trabajo	Limpiar el piso y pintar lineas de seguridad y separacion para el paso del personal y limpiar las maquinas	En esta área se etiquetara a todas las herramientas y el inventario de cada uno como ser; huincha para medir, lentes, sepiño de metal, audifonos, protectores auditivos y otros. Etiquetar un lugar especifico para depositar las las ollas con mermas	Se realizara de manera aleatoria una inspeccion, cada semana durante 4 meses
		Seleccionar lo que se utiliza como ser cajones, una olla para las mermas y eliminar cualquier elemento que afecte en la elaboracion de elbolsado	Es necesario una mesa para los rollos que no estan colados por completo y tener un area para las ollas de mermas		Se pondra etiquetas donde se ponen los rollos que no estan bien colados y tambien donde se positan las bolsas. Y se tendra una area especifica que diga "aquí se deposita mermas"	
		Se debe separar las ollas llenas de mermas			Se pintara un rectangulo de color amarillo el área de sellado ademas de que se etiquetara el tipo de plancha realizadas y tener un area que diga "aquí se deposita mermas"	
7	ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO	Se debe separar las ollas de mermas a su area de mermas, se debe llevar a sus areas los cartones con los tubos para bobinas	Se necesita un estante pequeño para poner los reportes y las activiades que se realiza como la salida de producto terminado y poner algunas indumentarias.	Limpiar el piso y pintar con lineas de paso por el personal y de seguridad	Se etiquetara en la área la produccion realizada un dia antes y la produccion eleborado en su momentos. Y se tendra una area especifica que diga "aquí se deposita mermas"	Se realizara de manera aleatoria una inspeccion, cada semana durante 4 meses
8	TUBETERO	Seleccionar la materia prima que se utiliza como las arandelas y de las que nose utiliza como las bolsa de palstico.	En esta area es necesario se ubicar en otra parte el turril que se utiliza para poner los logoas a una catidad establecida	Limpiar el piso como la superficie de la maquina	Se etiquetara el proceso y cada herramienta como el equipo.	Se realizara de manera aleatoria una inspeccion, cada semana durante 4 meses

Fuente: Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

La Implementación de las 5s, es parte de la filosofía de gestión enfocada en la eliminación de desperdicios y la maximización del valor para el cliente Lean Manufacturing, el cual se basa en principios desarrollados originalmente por Toyota en Japón, y se ha convertido en un enfoque ampliamente adoptado en la industria manufacturera debido a su capacidad para mejorar la eficiencia, reducir costos y aumentar la calidad, porque permite:

- **Identificación y Eliminación de Desperdicios:** Una parte clave del Lean Manufacturing es identificar y eliminar los desperdicios en el proceso productivo. Esto podría incluir la reducción de tiempos de espera, la optimización de los flujos de trabajo y la eliminación de procesos innecesarios que no agregan valor al producto final, como el exceso de inventario, tiempos de espera y movimientos innecesarios.
- **Enfoque en la Calidad:** El Lean Manufacturing enfatiza la importancia de la calidad en todos los aspectos del proceso productivo. Esto incluye la prevención de defectos desde el principio, la realización de controles de calidad en cada etapa del proceso y la implementación de sistemas de retroalimentación para identificar y corregir problemas de calidad de manera proactiva.
- **Participación y Capacitación del Personal:** La implementación exitosa del Lean Manufacturing requiere la participación y el compromiso de todo el personal. Esto implica proporcionar capacitación adecuada en los principios y herramientas Lean, así como fomentar una cultura de mejora continua donde todos los empleados estén involucrados en la identificación y solución de problemas.

Ilustración 29. Área de la máquina rebobinadora (conversión)



**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

Tabla 43. Planilla de Inspección para el Control Visual de las 5 “S” para la producción de planchas de higiénico

 <b>HOJA DE INSPECCION 5 "S"</b>				
		<b>FECHA:</b>		
	<b>ENCARGADO DE A INSPECCION:</b>	<b>Cumple</b>	<b>No Cumple</b>	<b>Observaciones</b>
Nº	AREA DE INSPECCION			
1	PULPER			
2	DESTINTADO			
3	MAQUINA MINIMILL DE LA ELABORACION DE BOBINAS			
4	ALMACENAMIENTO DE BOBINA			
5	MAQUINA REBOBINADORA CONVENCIONAL			
6	EMBOLSADO			
7	SELLADO			
8	ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO			
9	REBOBINADOR CONVENCIONAL #2			
10	CORTADORA MANUAL			
<b>ELABORADO POR:</b>		<b>RECIBIDO POR:</b>		

**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa.

Se puede observar la falta de la implementación de las 5s lo que podría tener varias consecuencias negativas como:

- Desperdicio de tiempo: La falta de organización puede llevar a una búsqueda prolongada de herramientas, materiales o información necesaria para llevar a cabo las tareas diarias, lo que resulta en una pérdida de tiempo y eficiencia.
- Desperdicio de recursos: La falta de orden puede conducir a una utilización ineficiente de los recursos, como el papel, los productos químicos, la energía, etc. Esto aumenta los costos de producción y reduce la rentabilidad.
- Calidad del producto comprometida: Una falta de orden puede aumentar las posibilidades de errores durante el proceso de fabricación, lo que podría resultar en productos defectuosos o de baja calidad.
- Seguridad comprometida: Un lugar de trabajo desorganizado puede aumentar el riesgo de accidentes laborales, como resbalones, tropiezos y caídas, debido a la presencia de obstáculos y condiciones inseguras.
- Moral y motivación del personal: Un entorno desorganizado puede afectar negativamente la moral de los empleados y su motivación para realizar su trabajo de manera efectiva. La falta de un ambiente de trabajo limpio y ordenado puede contribuir a la insatisfacción laboral.

En resumen, la falta de implementación de las 5S puede afectar negativamente la eficiencia operativa, la calidad del producto, la seguridad en el lugar de trabajo y la moral de los empleados, lo que a su vez podría impactar en la rentabilidad y la competitividad de la empresa en el mercado.

Tabla 44. Áreas de la falta de implementación de las 5s

AREA		
ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA		
PULPER		
DESTINTADO		

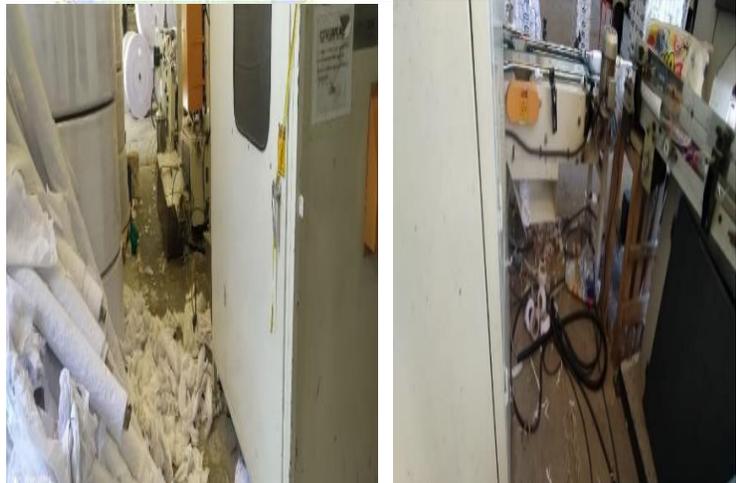
LAMINADO



ALMACENAMIENTO  
DE BOBINA



CONVERSIÓN





**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa.

A las áreas se debe de implementar las 5 s como se observa las imágenes son donde aplicará ya que ocupa lugares y se tendrán que eliminar los materiales innecesarios.

### 5.5. KANBAN

En la implementación de un sistema Kanban en la empresa PAPELERA TISSU SRL, ayudara a que sea más eficiente la producción y almacenamiento.

- Tarjeta Kanban de producción
- Tarjeta Kanban de requerimiento
- Tarjeta Kanban urgente

Se aplicará en la línea de producción de acuerdo a las siguientes fases:

- **Fase 1:** Preparar a todo operario en los principios de Kanban, y los benéficos que se tendrá al utilizar estas herramientas.
- **Fase 2:** Implantar Kanban en las operaciones con más problemas para que sea más fácil la elaboración de producto.
- **Fase 3:** Implementar Kanban en el resto de las operaciones.
- **Fase 4:** Se revisará el sistema Kanban

Las fases se serán implementadas de acuerdo al orden mencionado, implicando al personal responsable de producción, control y almacenamiento con el objetivo de agilizar y mejorar la eficiencia mediante la disminución de la supervisión directa.

### **5.5.1. PRIMERA FASE DE IMPLEMENTACIÓN**

La capacitación a los operarios como los encargados de producción, almacén, control de calidad y gerencia, se realizará de la siguiente manera.

- a) ¿Qué son las herramientas Kanban?
- b) Ventajas de Kanban
- c) Método para introducir las tarjetas Kanban en el área de producción
  - Trabajar en equipo con metas bien definidas.
  - Programación de mantenimiento preventivo de maquinaria.
  - Flujo de manera continua de operaciones y procesos.
  - Realizar un control de calidad del producto terminado
  - Implementar las tarjetas Kanban en todas las líneas de producción.
- d) Implementación de las tarjetas en área de almacén
  - Trabajar en equipo
  - Tener un constante orden y limpieza
  - Tener un control de inventario del material
  - Tener un control de inventario del producto terminado
  - Relación de producción con el almacenamiento por las tarjetas Kanban
  - Requerimiento de tarjeta Kanban

### **5.5.2. SEGUNDA FASE DE LA IMPLANTACIÓN**

En esta fase directamente comprenderá en la relación de los problemas principales en la empresa como ser la desorganización entre las áreas de producción y almacén.

Esta desorganización afecta al pedido del cliente, no se realiza un cronograma de producción por esa razón no se cumplen los pedidos a tiempo.

Para mejorar se introducirá las tarjetas Kanban de producción en el proceso de producción, El objetivo será que una vez que se tenga una orden, se entregará al encargado de producción para el cual producirá cumpliendo los tiempos de entrega.

Tabla 45. Tarjeta de Kanban de producción

PRODUCCION			CODIGO
Producto		Fecha de Entrega:	
Cantidad MP		Fecha de recepción:	
Proveedor		# de Tarjeta	
Entregado por almacén:		Recibido por producción	

**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

Esta tarjeta indica la cantidad de materia que se debe utilizar para realizar por los encargados de almacén y de producción.

### 5.5.3. TERCERA FASE DE IMPLEMENTACIÓN

En esta fase se introducen en el área de almacenamiento las tarjetas Kanban se registrará las cantidades de materia prima y de insumos.

Tabla 46. Tarjeta de Kanban de Almacenamiento

ALMACENAMIENTO			CODIGO
Producto		Fecha de Entrega:	
Cantidad MP		Fecha de recepción:	
Cantidad de insumo		# de Tarjeta	
Solicitado por:		Recibido por Almacén MP.	

**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

En el área de almacenamiento de producto terminado (PT) es donde se depositan los productos terminados, donde se tiene un control de salida como de ingreso al almacén para ese control se realizará una tarjeta Kanban como se muestra en la tabla 47:

Tabla 47. Tarjeta de Kanban de producto terminado

ALMACENAMIENTO		CODIGO	
Producto		Fecha de Entrega:	
Cantidad		Fecha de recepción:	
Producción predecesora		# de Tarjeta	
Requerimiento predecesor			
Solicitado por:		Recibido por Almacén PT.	

Fuente: Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

#### 5.5.4. CUARTA FASE DE IMPLEMENTACIÓN

Se realizará una comparación de donde se implementará las tarjetas Kanban contra lo que no se tiene Kanban, se tendrá un control de materiales e insumos en el almacenamiento.

Para ser aplicado de mejor manera las tarjetas Kanban se realizará reuniones periódicas y capacitaciones constantes donde se buscará una retroalimentación entre el gerente y los operarios.

### 5.6. DEFINICIÓN DE LOS TIEMPOS PREPARATIVOS Y CONCLUSIVOS DEL PROYECTO

#### 5.6.1. TIEMPOS PREPARATORIOS:

- Preparación de Materias Primas: Este tiempo incluye la recepción, almacenamiento y preparación de las materias primas necesarias para la producción de papel higiénico, como la celulosa, el agua, los aditivos químicos y cualquier otro material utilizado en el proceso.
- Configuración de Equipos: Antes de iniciar la producción, es necesario configurar y ajustar los equipos de la fábrica, como las máquinas de papel,

las cortadoras y los equipos de embalaje, para garantizar un funcionamiento adecuado y eficiente.

- Preparación de Personal: Se requiere tiempo para que el personal de la fábrica se prepare y se equipe adecuadamente para sus tareas asignadas durante el turno de producción. Esto puede incluir reuniones de seguridad, capacitación sobre nuevos procedimientos o equipos, y asignación de responsabilidades específicas.

#### **5.6.2. TIEMPOS CONCLUSIVOS:**

- Inspección y Control de Calidad: Después de finalizar la producción de papel higiénico, se lleva a cabo una inspección exhaustiva del producto terminado para verificar su calidad y cumplimiento con los estándares establecidos. Esto puede incluir pruebas de resistencia, medidas de grosor y evaluación visual de la apariencia del papel.
- Embalaje y Almacenamiento: Una vez que el papel higiénico ha pasado las pruebas de calidad, se procede a su embalaje y etiquetado según los requisitos del cliente o los estándares de la empresa. Luego, los rollos de papel embalados se almacenan en el almacén de la fábrica, listos para su envío y distribución.
- Limpieza y Mantenimiento: Después de la producción, se realiza una limpieza exhaustiva de los equipos y las áreas de trabajo para garantizar un entorno seguro y limpio. Además, se pueden realizar tareas de mantenimiento preventivo en los equipos para garantizar su buen funcionamiento en futuros ciclos de producción.

#### **5.7. BALANCE DE MASA**

El balance de masas es una herramienta fundamental en la presente investigación para la mejora del sistema productivo en una fábrica de papel higiénico, permitiendo:

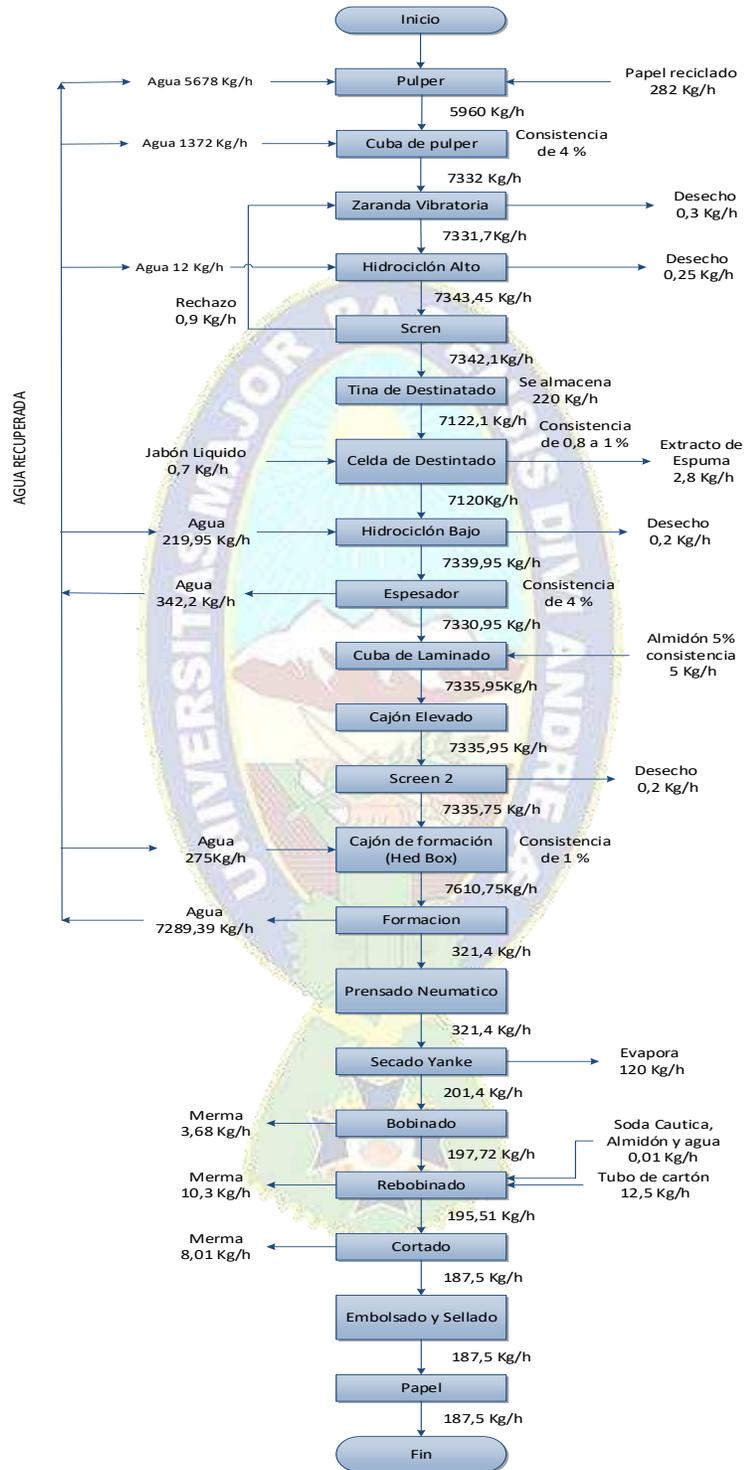
- Optimizar el proceso: Un balance de masas permite entender cómo se están utilizando los recursos en el proceso productivo, identificando posibles

áreas de pérdida o ineficiencia. Esto es crucial para optimizar los procesos y maximizar la producción con los recursos disponibles.

- Reducción de desperdicios: Al analizar el flujo de materiales a través del sistema productivo, se pueden identificar puntos donde se están generando desperdicios o pérdidas de materia prima. Esto puede ayudar a implementar medidas para reducir estos desperdicios, lo que a su vez puede tener un impacto positivo en los costos de producción y en la sostenibilidad ambiental.
- Cumplimiento de estándares: Un balance de masas es útil para garantizar el cumplimiento de estándares de calidad y regulaciones ambientales. Al monitorear y controlar la cantidad de materiales que entran y salen del proceso, se puede asegurar que se están cumpliendo los requisitos establecidos por las autoridades regulatorias y las normativas internas de la empresa.
- Planificación y toma de decisiones: Con base en los datos obtenidos a través del balance de masas, se pueden realizar proyecciones y análisis que ayuden en la planificación estratégica y en la toma de decisiones relacionadas con la producción, la inversión en equipos y la gestión de inventarios.

Con la aplicación del balance de masa desarrollado en la ilustración 30 se evidencia una producción de 187.5 Kg/h, la plancha de papel higiénico tiene un peso de 1Kg, quedando una producción diaria de 1.434 paquetes/día, por jornada laboral de 8h. El cual permite utilizar al máximo la capacidad productiva de la planta y con ello, tener mayor presencia en el mercado.

Ilustración 30. Balance de masico del proceso



Fuente: Elaboración propia en base a las visitas realizadas a la empresa

## 5.8. RESUMEN DE RESULTADOS CUANTITATIVOS DEL CAPÍTULO

En este epígrafe se presenta un resumen detallado de los hallazgos obtenidos a través del análisis numérico realizado en el estudio. Este resumen ofrece una visión general de las principales cifras, datos estadísticos y tendencias identificadas durante la investigación, para realizar una comparación antes y después, y proporcionar una comprensión clara y objetiva de los resultados obtenidos, como se muestra en la tabla 48.

Tabla 48. Resumen de resultados cuantitativos del capítulo

<b>Resultado</b>	<b>Epígrafe</b>	<b>Valor anterior</b>	<b>Valor propuesto</b>
<b>Mejora de los tiempos de paradas de las máquinas a través de la propuesta de un mantenimiento preventivo</b>	4.1	201,96 h/año	100,8 h/año
<b>Actividades para mejorar la productividad de las máquinas</b>			
<b>Propuesta de mejora del proceso con la colocación de la válvula bridada paso total para regular la presión en el Manómetro</b>	4.1.2.10	0,1 bar	2,5 – 3 bar
<b>Mejoramiento de tiempos en el proceso de pulpeo</b>	4.3.2.2.2	55 min	48,88min
<b>5S, Kanban para mejorar el almacenamiento, la limpieza y la organización del puesto de trabajo, a través de la definición de los tiempos preparativos y conclusivos</b>	4.4	15 min tiempo de organización 30 min tiempo de limpieza	5 min tiempo de organización 16 min tiempo de limpieza
<b>El Balance de masa para aumentar la producción</b>	4.7	142,36 Kg/h	187,5 Kg/h

Fuente: Elaboración a partir de la información de la empresa

## CAPÍTULO 6. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

### 6.1. EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO

La evaluación Económico será para determinar el beneficio que nos traerá implementar las diferentes Técnicas de la Manufactura Esbelta.

### 6.2. ESTRUCTURA DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

Las inversiones abarcan todos los activos tangibles o intangibles indispensables para llevar a cabo el proyecto. Estas inversiones engloban el estudio de las técnicas de manufactura esbelta, adquisición de equipo y herramienta y capacitaciones de personal.

La empresa está comprometida con la protección del medio ambiente por lo que se trató de emplear la mayor cantidad de materiales reciclados.

#### 6.2.1. INVERSIONES EN ACTIVOS FIJOS

Los activos fijos se determinaron en función a las necesidades del proyecto, la mayor parte de los materiales que se utilizaron para construir las mesas, muebles que se instalaran en las estaciones de trabajo son reciclados, como ser la mesa y silla en el área de conversión y también la pintura que será utilizado para pintar los puestos de trabajo.

Tabla 49. Inversión en activos fijos

Descripción	Cantidad	Unidad de Medidas	Precio Unitario (Bs)	Total (Bs)
Carrito de carga con plataforma	1	pieza	200	200
Pintura	2	Bote	25	50
Válvula brida	1	Pieza	500	500
Bomba centrífuga	1		7.000	7.000
<b>TOTAL</b>				<b>7.750</b>

Fuente: Evaluación con base a cotizaciones

### 6.2.2. **ACTIVOS CIRCULANTES**

El activo circulante este compuesto de las pruebas en marcha y el capital de operación.

Las pruebas de puesta en marcha no serán necesarias para la implantación de las técnicas de Manufactura Esbelta, ya que el mejoramiento se lo realizara estando en funcionamiento.

#### 6.2.2.1. *Capital Operación*

El capital de operación está definido por los costos de procesamiento, tomando en cuenta los sueldos y salarios del personal tanto permanente como eventual.

Debido a que el mecánico es compartido entre las dos empresas WILED PAPER SRL y PAPELERA TISSU SRL, se recomienda la contratación de un mecánico dedicado exclusivamente a la línea de producción de papel higiénico. Además, es crucial incorporar un jefe de mantenimiento y un ayudante, así como para el área de destintado y un responsable para la implantación de proyecto.

Tabla 50. Capital de operación 1 mes de proyección

<b>Descripción</b>	<b>Monto (Bs)</b>
Mecánico	4.500
Jefe de Mantenimiento	4.000
Ayudante de mantenimiento	2500
Ayudante para el área de Destintado	2.500
Responsable de la implementación	3.000
<b>TOTAL</b>	<b>16.500</b>

**Fuente:** Evaluación en base a visitas a la empresa

### **Costo de materia prima**

De la tabla 51 se tiene la materia prima faltante para tener una producción de 1.434, como hay diferentes precios de la materia prima (papel Blanco, papel archivo, papel

mixto y celulosa) se utilizará el precio que más participación tiene en el proceso que es el papel archivo.

Tabla 51. Costo de la materia prima

<b>COSTO DE MATERIA PRIMA</b>			
<b>Producto</b>	<b>Cantidad (Kg/mes)</b>	<b>Precio Bs</b>	<b>Total</b>
<b>Materia prima papel reciclado</b>	11.200	2,25	25.200
<b>Almidón de Maíz</b>	4	20,6	82,4
<b>Soda Caustica</b>	5	35	175
<b>Naylon</b>	12 (paquetes)	5,5	66
<b>Total</b>			25.523,4

**Fuente:** Evaluación en base a visitas en la empresa

### 6.2.3. *INGRESOS DE PROYECTO*

La aplicación de un plan de mantenimiento, selección de materia prima adecuada y técnicas de la Manufactura Esbelta, ayudará a flexibilizar las operaciones, además optimizar la productividad de las mismas incrementando la producción de una jornada.

Los ingresos se verán reflejados en el incremento de la producción de 1.138 paquetes a 1.434 paquete ya que es la capacidad nominal, ya que son 7 productos que se distribuye al mercado el precio es diferente, para calcular el ingreso del proyecto se utilizara el precio promedio de los 3 productos que se producen más.

Tabla 52. Ingreso del proyecto

<b>INGRESOS</b>				
	<b>Cantid ad</b>	<b>Precio Bs</b>	<b>Total (Bs paq/día)</b>	<b>Total (Bs paq/mes)</b>
<b>Incremento de producto</b>	296	8,4	2.486,4	59.673,6

**Fuente:** Evaluación en base a visitas a la empresa

#### 6.2.4. DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES DE ACTIVOS FIJOS

Tabla 53. Depreciación de Activos Fijos

Activos Fijos	Costo (Bs)	Vida Útil	Depreciación Meses
<b>Carrito de carga con plataforma</b>	200	6	33,33
<b>Pintura</b>	50	6	7,5
<b>Válvula brida</b>	500	12	4,86
<b>Bomba Centrifuga</b>	7.000	12	104,17
<b>TOTAL</b>	<b>7.750</b>		<b>149,86</b>

Fuente: Evaluación en base a la tabla 49

#### 6.3. FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

Con la ayuda de flujo de caja se realizarán la evaluación de los resultados de toda la inversión, tomando en cuenta que los fondos son propios de la empresa y que no es necesaria la intervención de una entidad financiera.

Se debe realizar una evaluación para determinar si a los 6 meses de la implementación de las medidas es más rentable realizar la inversión a través de un préstamo de 50000 Bs y utilizando los resultados que actualmente se está realizando, de una evaluación técnica de costos en los servicios básico de agua y energía eléctrica, debido a que la planta comparte medidor junto a otra empresa WILED PAPER SRL. Según los especialistas es que cada mes debería de pagar en agua aproximadamente 20000 Bs y no 40000 Bs cada mes y de la Energía Eléctrica debería de pagar aproximadamente 40000 Bs y no 70000 Bs estos datos según la empresa son constantes. De la diferencia se puede tener un valor de 50000Bs que puede ser invertido en el proyecto.

En la tabla 54 se presenta el Resultado y la tabla 55 presenta el Flujo de Caja.

Tabla 54. Flujo de caja

Meses	1	2	3	4	5	6
<b>Ingresos Netos</b>	59.674	60.593	61.526	62.473	63.435	64.412
<b>IVA (13%)</b>	0	0	0	0	0	0
<b>IT (3%)</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Total Costo</b>	<b>42.173</b>	<b>42.173</b>	<b>42.173</b>	<b>42.173</b>	<b>42.173</b>	<b>42.173</b>
<b>Costo de Materia Prima</b>	25.523	25.523	25.523	25.523	25.523	25.523
<b>Costo de Operación</b>	16.500	16.500	16.500	16.500	16.500	16.500
<b>Depreciaciones</b>	150	150	150	150	150	150
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>17.500</b>	<b>18.419</b>	<b>19.352</b>	<b>20.300</b>	<b>21.262</b>	<b>22.239</b>
<b>IUE (25%)</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Utilidad Neta</b>	<b>17.500</b>	<b>18.419</b>	<b>19.352</b>	<b>20.300</b>	<b>21.262</b>	<b>22.239</b>

Fuente: Evaluación en base a las vistas realizadas a la empresa

Tabla 55. Flujo de Caja del Proyecto

<b>FLUJO DE CAJA</b>							
Meses	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos Netos		59.674	60.593	61.526	62.473	63.435	64.412
Total Costos		42.173	42.173	42.173	42.173	42.173	42.173
Inversión	50.000	-	-	-	-	-	-
<b>Flujo Neto</b>	<b>-50.000</b>	<b>17.500</b>	<b>18.419</b>	<b>19.352</b>	<b>20.300</b>	<b>21.262</b>	<b>22.239</b>

Fuente: Evaluación en base a la tabla 54

#### 6.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se evaluará el flujo de caja, este nos permitirá determinar si existe o no una rentabilidad con el proyecto y una recuperación del mismo a corto plazo.

#### 6.4.1. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Gutiérrez Carmona (2012) plantea que “El valor presente neto (VPN), es el valor de los resultados obtenidos a lo largo de un negocio, expresados en su valor equivalente en pesos de hoy. Matemáticamente se define como la diferencia entre el valor presente de los ingresos menos el valor presente de los egresos.” (p.299)

El Valor presente Neto se obtiene de la siguiente fórmula:

$$VPN = \sum_{i=0}^n \frac{I_i - C_i}{(1 + a)^i} + \frac{VR}{(1 + a)^n}$$

$$VPN = 43.705,94 Bs$$

$$VPN = 6.279,59\$$$

Se acepta el proyecto ya que la ejecución del mismo tiene una ganancia neta de 43.705,94 Bs ó 6.279,59 \$us.

#### 6.4.2. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Gutiérrez Carmona (2012) comenta que “La tasa interna de rentabilidad (TIR) o tasa interna de retorno, es la tasa de descuento que hace equivalentes los ingresos y los egresos de un negocio. Matemáticamente, se define como la tasa que hace el valor presente neto (VPN) igual a cero.”

Esta tasa interna de rentabilidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$TIR = \sum_{i=0}^n \frac{FN_i}{(1 + a)^i} = 0$$

$$TIR = 30,5\%$$

Por lo tanto, siendo el TIR mayor a la tasa de oportunidad 7%, se acepta la inversión y por lo tanto el proyecto es rentable.

### 6.5. ESTUDIO TÉCNICO FINANCIERO DE LA PROPUESTA

Para realizar un Estudio Técnico Económico comparando la situación antes y después de la implementación de mejoras en la presente investigación el "Mejoramiento

del Sistema Productivo en la Empresa PAPELERA TISSU S.R.L.", se deben definir los siguientes aspectos:

Objetivo: Evaluar el impacto de la implementación de mejoras en el sistema productivo de la empresa PAPELERA TISSU S.R.L., comparando la situación antes y después de las intervenciones, con el fin de aumentar la eficiencia y la efectividad de las propuestas.

VARIABLES A MEDIR: Existen variables de eficiencia y de efectividad, las cuales forman parte de la determinación del impacto de las medidas implementadas para el cumplimiento del objetivo general de la presente investigación.

Según Cequea (2012), la eficiencia viene “Del latín *efficientia*, acción, fuerza, virtud de producir. Criterio económico que revela la capacidad administrativa de producir el máximo resultado con el mínimo de recurso, energía y tiempo, por lo que es la óptima utilización de los recursos disponibles para la obtención de resultados deseados” y la efectividad es expresada por Sumanth (1990), cuando comenta que es el “Grado en que se logran los objetivos”.

Por lo que se definen los indicadores de eficiencia y efectividad como:

- Indicadores de Eficiencia
  - ✓ Reducción de costos operativos anuales (Bs): Este indicador mide la optimización de los recursos financieros para operar la planta, indicando cómo se están reduciendo los gastos para obtener los mismos o mejores resultados.
  - ✓ Eficiencia de los equipos (%): Este indicador se refiere a la relación entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos, como la cantidad de papel higiénico producido por unidad de tiempo, energía, o esfuerzo.
- Indicadores de Efectividad
  - ✓ Producción diaria (Paq/día): Este indicador mide el logro de la producción diaria esperada. Si se cumplen o superan las metas de

producción, indica que las operaciones son efectivas en términos de producción.

- ✓ Paradas no planificadas (%): Este indicador mide la efectividad del mantenimiento y la fiabilidad de las máquinas. Un menor porcentaje de paradas no planificadas sugiere que las operaciones están siendo efectivas para mantener la continuidad del proceso.
- ✓ Tiempos de parada de las máquinas (h/mes): Este indicador mide el tiempo total de inactividad de las máquinas. Una reducción en este tiempo indica que las medidas implementadas son efectivas para mantener las máquinas en funcionamiento.

Recopilar datos iniciales y posteriores: De datos técnicos y económicos antes y después de la implementación de las mejoras para permitir una comparación directa.

Análisis Comparativo: Comparar los datos técnicos antes y después de la implementación.

Tabla 56. Estudio Técnico Económico de la propuesta

<b>Indicador</b>	<b>Valor inicial antes de las medidas</b>	Valor posterior a las medidas	Variación (%)
<b>Indicadores de eficiencia</b>			
<b>Costos operativos anuales (Bs)</b>	3.567.168	3.773.244	5,78% (+)
<b>Ingresos por venta (Bs)</b>	3.621.225	4.401.185	21,54% (+)
<b>Eficiencia de los equipos (%)</b>	60	83,33	38,88 (+)
<b>Indicadores de efectividad</b>			
<b>Producción diaria (Paq/día)</b>	1.138	1.434	26,01% (+)
<b>Paradas no planificadas (%)</b>	28	5	23 (+)
<b>Tiempos de parada de las máquinas (h/año)</b>	201,96	100,8	49,91% (+)
<b>Productividad</b>	1,02	1,17	14,71% (+)

Fuente: Elaboración a partir de los datos obtenidos en la empresa

Se puede observar que hay un incremento en los costos operativos anuales de 506.076 Bs, este número se obtiene del incremento del costo mensual de las tablas 54 y 55, donde se obtiene un incremento mensual a los costos operativos de 42.173 Bs, afectando así al valor del costo operativo anual en 506.076 Bs anuales, lo que provoca un incremento de un 5,78%; pero este valor es inferior al incremento de la producción diaria, por lo que las medidas son efectivas y a su vez, eficientes, al poder realizar un incremento de la producción mayor que el de los costos operativos; todo esto a través de una disminución del 11,18% en los tiempos de paradas de las máquinas.

La productividad se incrementó de 1,02 a 1,17 esto influye porque la empresa paga 40.000 Bs de consumo de agua, con el balance de masa propuesto obtenemos la cantidad requerida y el costo que sería de aproximadamente de 15000 Bs esto incluye con las limpiezas a la empresa y baños y según la empresa SEMAPA que tiene un costo de 19 Bs/m<sup>3</sup>.

Todo lo anterior, confirma que las medidas técnico-organizativas tomadas, influyen en una mejora de la eficiencia y la efectividad de la empresa y, por ende, una mejora en los indicadores económicos-financieros de la organización.

#### **6.6. RESUMEN DEL CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS**

En el presente epígrafe se desarrolla una tabla resumen donde se muestran los resultados de la investigación y el cumplimiento de los objetivos específicos, y por ende el cumplimiento del objetivo general de “Elaborar una propuesta de mejora del sistema productivo con el objetivo de minimizar los desperdicios en el proceso de fabricación de papel higiénico en la empresa PAPELERA TISSU S.R.L.”, de manera resumida y detallada

Tabla 57. Resumen de resultados de la investigación

Objetivo	Acciones
<p><b>Desarrollar un marco teórico integral que abarque tanto la investigación cuantitativa como cualitativa en el área de producción, proporcionando una base sólida para el análisis y la implementación de mejoras.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza el marco referencial para ver antecedentes metodológicos generales y particulares de la presente investigación.</li> <li>• Se elabora el marco conceptual para analizar los conceptos más importantes de la presente investigación.</li> <li>• Se desarrolla el marco práctico del proyecto para determinar el método, la técnica y la población objeto de estudio</li> </ul>
<p><b>Diagnosticar la situación actual de la empresa, identificando áreas de oportunidad y puntos críticos en el proceso de producción de papel higiénico.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realiza el diagnóstico de la empresa a través del análisis de la misión, visión y el análisis del mercado actual, se analiza el proceso de producción donde se identifican los desperdicios actuales en materia de tiempos de trabajo, materiales, mano de obra y recursos financieros; y se realiza un análisis de la productividad en el año 2022 (referencia).</li> </ul>
<p><b>Diseñar una propuesta de mejora detallada y adaptada a las necesidades específicas de la empresa, integrando prácticas eficientes y sostenibles para optimizar el sistema productivo y reducir desperdicios.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se propone una nueva unidad de mantenimiento en la empresa para reducir tiempos de mano de obra de los trabajadores directos a la producción</li> </ul>

- 
- Se define plan de mantenimiento preventivo y correctivo que disminuye los tiempos de reparación y parada por rotura, el uso de materiales para el mantenimiento y los recursos financieros a utilizar
  - Se realiza el registro de inventario de materiales utilizando Lean Manufacturing para reducir los tiempos de preparación interna para brindar el mantenimiento
  - Se definen los tiempos preparativos y tiempos conclusivos de la brigada de trabajo, para así optimizar los tiempos operativos y aumentar la productividad
- 
- Se determina el Valor Actual Neto y la Tasa Interna de Retorno, obteniendo ambos indicadores en resultados favorables, por lo que se asegura la viabilidad económica a corto, mediano y largo plazo
- 

**Realizar una evaluación económico-financiera exhaustiva que respalde y valide los puntos planteados en la propuesta de mejora, asegurando su viabilidad y beneficios tanto a corto como a largo plazo.**

**Fuente:** Elaboración con datos de la empresa

## 7. CONCLUSIONES

1. Se realiza el marco teórico de la investigación donde se analizan los principales aspectos a tratar en la investigación como el estudio de métodos, el estudio de tiempos de trabajo y la productividad y además se realiza el marco referencial, conceptual y práctico.
2. A través del diagnóstico de la situación actual de la empresa, se identificaron ineficiencias significativas en el proceso de producción. Por ejemplo, la productividad calculada era de 1,05, lo que indica un retorno marginal del 5% sobre la inversión de recursos, lo que resalta la necesidad de optimizar los procesos para mejorar la eficiencia general.
3. La propuesta de mejora se centra en optimizar los tiempos de producción a través de la realización de estudio de tiempos para determinar el cuello de botella, la implementación de las 5S como parte del Lean Manufacturing, refleja en la reducción de tiempos muertos y la mejora en la utilización de recursos. Se anticipa que la implementación de mejoras en la rebobinadora y el cortado permitirá desbloquear el potencial de incremento de la productividad, aumentando la producción a 187,5 Kg/h, frente a los 142,36 Kg/h anteriores, y liberando hasta 46,875 Kg/día adicionales.
4. La evaluación económico-financiera realizada ha demostrado la viabilidad de las propuestas mediante indicadores favorables como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). La propuesta busca disminuir los costos totales en recursos, que ascienden a 3.773.244 Bs, al mejorar la eficiencia operativa, cuyo índice actual es del 5,78%. Se espera que la optimización de procesos aumente tanto la rentabilidad a corto plazo como la sostenibilidad a largo plazo.

## 8. RECOMENDACIONES

1. Proponer la elaboración de un plan para la compra de una máquina de laminado, con base a un estudio anterior realizado por la empresa (proyecto de factibilidad “Ampliación de la fábrica papelera Patissu Ltda”, Autor Dorado Medina) la cual tiene una vida útil muy prolongada, por lo que se recomienda cambiar la maquinaria, debido a que esta es la que se encarga de darle forma a la bobina y su tiempo de uso provoca fallas y en un futuro, puede verse afectada toda la producción.
2. Adquirir un variador de frecuencia para el refinador, el cual actualmente no está operando y esto puede afectar la calidad del producto final.
3. Para mejorar la seguridad y la eficiencia operativa en la empresa Papelera TISSU S.R.L., se recomienda realizar un estudio para la implementación de señalética adecuada en todas las áreas de la planta. La señalización clara y visible contribuye a orientar al personal, mejorar la organización y prevenir accidentes.
4. Se recomienda la instalación de una válvula para regular la presión a 2,5 bar, ya que actualmente la falta de esta regulación está causando problemas en el hidrociclón. Además, es crucial desarrollar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para asegurar el correcto funcionamiento del sistema y prolongar la vida útil de los equipos. La incorporación de esta válvula no solo mejorará la regulación de la presión, sino que también aumentará la eficiencia operativa del hidrociclón.
5. Se debe realizar una evaluación para determinar si es más rentable realizar la inversión a través de un préstamo de 50000 Bs o utilizando los resultados de la evaluación técnica de costos en los servicios básico de agua y energía eléctrica.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza Tapia, L. F. (2018). *MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN LA FABRICA DE COLCHONES EGOFLEX S.R.L.* Universidad Mayor de san Andres.
- Bernal, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. 322.
- Cardona Henao, M. (2013). Ingeniería de métodos y medición del trabajo: eficiencia para la pequeña industria. *Árbol de tinta*.  
<https://www.virtualpro.co/biblioteca/ingenieria-de-metodos-y-medicion-del-trabajo-eficiencia-para-la-pequena-industria>.
- Castillo Rodríguez, F. D. (2009). *FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN-DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA-LABORATORIO DE TECNICAS DE MATERIALES -LECTURAS DE INGENIERIA «LA MANUFACTURA ESBELTA»*. 36.
- Cequea Null, M. M., & Rodríguez Monroy, C. (2012). Productividad y factores humanos. Un modelo con ecuaciones estructurales. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América*, 37(2), 121-127.
- Chase, R. B., & Jacobs, F. R. (2009). *ADMINISTRACIÓN DE OPERACIONES (Producción y cadena de suministros)* (Duodécima). Mc Graw Hill. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/0670.%20Administraci%C3%B3n%20de%20operaciones.%20Producci%C3%B3n%20y%20cadena%20de%20suministros.pdf
- Franco-López J. A., Uribe-Gómez, J. A., & Agudelo-Vallejo, S. (2021). Factores clave en la evaluación de la productividad: estudio de caso. *Revista CEA*, 7(15), 1-26
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo «ingeniería de métodos y medición del trabajo»* (2da Edición). Mc Graw Hill.  
[https://www.academia.edu/17360731/Ingenieria\\_de\\_Metodos\\_y\\_Medicion\\_del\\_Trabajo\\_Roberto\\_Garcia\\_Criollo\\_Mcgraw\\_Hill](https://www.academia.edu/17360731/Ingenieria_de_Metodos_y_Medicion_del_Trabajo_Roberto_Garcia_Criollo_Mcgraw_Hill)
- Gavilanes, S., Acosta, M., Gaibor, J., & Tenorio, G. (2018). Cuellos de botella. *Caribeña de Ciencias Sociales*, (mayo).

- Goldratt, E. M. (1984). *La Meta: Un proceso de mejora continua* (3rd ed.). North River Press.
- Gutiérrez Carmona, J. (2012). *Matemáticas financieras* (Bogotá). ECOE EDICIONES.  
[chrome\\_extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sercontador.com/libros-gratis/Matematicas-financieras.pdf](chrome_extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sercontador.com/libros-gratis/Matematicas-financieras.pdf)
- Hay, E. J. (2003). *JUSTO A TIEMPO, La técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva*. Grupo Editorial norma. [chrome\\_extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://germanchan.files.wordpress.com/2014/11/libro-2-justo-a-tiempo.pdf](chrome_extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://germanchan.files.wordpress.com/2014/11/libro-2-justo-a-tiempo.pdf)
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idolpe, A. (2013). *LEAN MANUFACTURING, Conceptos, técnicas e implementación*. <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta edición). Oso Panda. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hirano, H. (1991). *POKA -YOKE, Mejorando la Calidad del Producto Evitando los Defectos* (Productivity Press). <https://docplayer.es/89289817-Poka-yoke-mejorando-la-calidad-del-producto-evitando-los-defectos.html>
- Luque Aruquipa, G. C. (2017). *DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y REDUCCIÓN DE DESPERDICIOS PARA LA SECCIÓN DE SOLUCIONES PARENTERALES DE PEQUEÑO VOLUMEN DROGUERÍA INTI S.A.* Universidad Mayor de san Andres.
- Mamani Ayala, V. J. (2019). *OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ALIVIANADOS DE LOSA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA EN LA EMPRESA TECNOPOR S.A.* Universidad Mayor de san Andres.
- McRobbie, L. R. (2020, March 13). Toilet Paper History: How America Convinced the World to Wipe. *Mental Floss*. Retrieved from <https://www.mentalfloss.com/article/623416/toilet-paper-history>

- Ortiz Pimiento, N. R. (2006). *Técnicas Básicas Para El Análisis Y Mejoramiento De La Productividad En Procesos De Manufactura*. calameo.com.  
<https://www.calameo.com/read/004173607614b5629b280>
- Rajadell Carreras, M., & Sánchez García, J. (2010). *LEAN MANUFACTURING, La evidencia de una necesidad*. Díaz de Santos.  
[https://www.academia.edu/28685140/Lean\\_Manufacturing\\_La\\_Evidencia\\_de\\_Una\\_Necesidad](https://www.academia.edu/28685140/Lean_Manufacturing_La_Evidencia_de_Una_Necesidad)
- Rosas, A. D. C. B., Esquivias, M. T., Ripalda, M. D. H., & González, A. L. (2022). DETECCIÓN Y REDUCCIÓN DE CUELLOS DE BOTELLA USANDO TÉCNICAS DE LEAN MANUFACTURING EN UN PROCESO PRODUCTIVO DE ALIMENTOS (DETECTION AND REDUCTION OF BOTTLENECKS USING LEAN MANUFACTURING TECHNIQUES IN A FOOD PRODUCTION PROCESS). *Pistas Educativas*, 44(143).
- Smith, J. P., & Jones, A. B. (2015). *Maintenance and Efficiency in Industrial Production: Best Practices and Strategies*. Industrial Press.
- Sumanth, D. J., Omachonu, V. K., & Beruvides, M. G. (1990). A review of the state-of-the-art research on white-collar/knowledge-worker productivity. *International Journal of Technology Management*, 5(3), 337-355.
- Taiichi Ohno. (1991). *EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA, Más allá de la producción a gran escala* (primera edición). CRC Press.  
[www.academia.edu/39612359/El\\_sistema\\_de\\_producci%C3%B3n\\_Toyota](http://www.academia.edu/39612359/El_sistema_de_producci%C3%B3n_Toyota)
- Taguchi, G. (1985). Quality engineering in Japan. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 14(11), 2785-2801.
- Villaseñor Contreras, A., & Galindo Cota, E. (2007). *Manual de Lean Manufacturing. Guía básica* (Primera). Manual de Lean Manufacturing. Guía básica. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fnilssonvilla.files.wordpress.com%2F2011%2F04%2Fmanual-lean-manufacturing.pdf&clem=6516738&chunk=true

## 10. ANEXOS

### ANEXO A- 1

#### *Criterio de Evaluación*

Nº	CRITERIOS (C)	PONDERACION (P)
1	Tiempo de operación	10
2	Tiempo de preparación	8
3	Afecta el proceso	6

**Fuente:** Elaboración en base a visitas a la empresa

CAUSAS	1		2		3		TOTAL
	C	P	C	P	C	P	
Falta de mantenimiento	10	10	8	8	6	6	200
Falta de una cultura 5s	9	10	7	8	6	6	182
Falta de una cultura de 5s	5	10	4	8	3	6	100
Alta rotacion del personal	2	10	2	8	1	6	42
Desmotivación	2	10	2	8	1	6	42
Situación económica regular	0	10	0	8	4	6	24
Falta de informacion adecuada en la operacion	2	10	2	8	2	6	48

**Fuente:** Elaboración con criterio de la tabla 1

### ANEXO A- 2

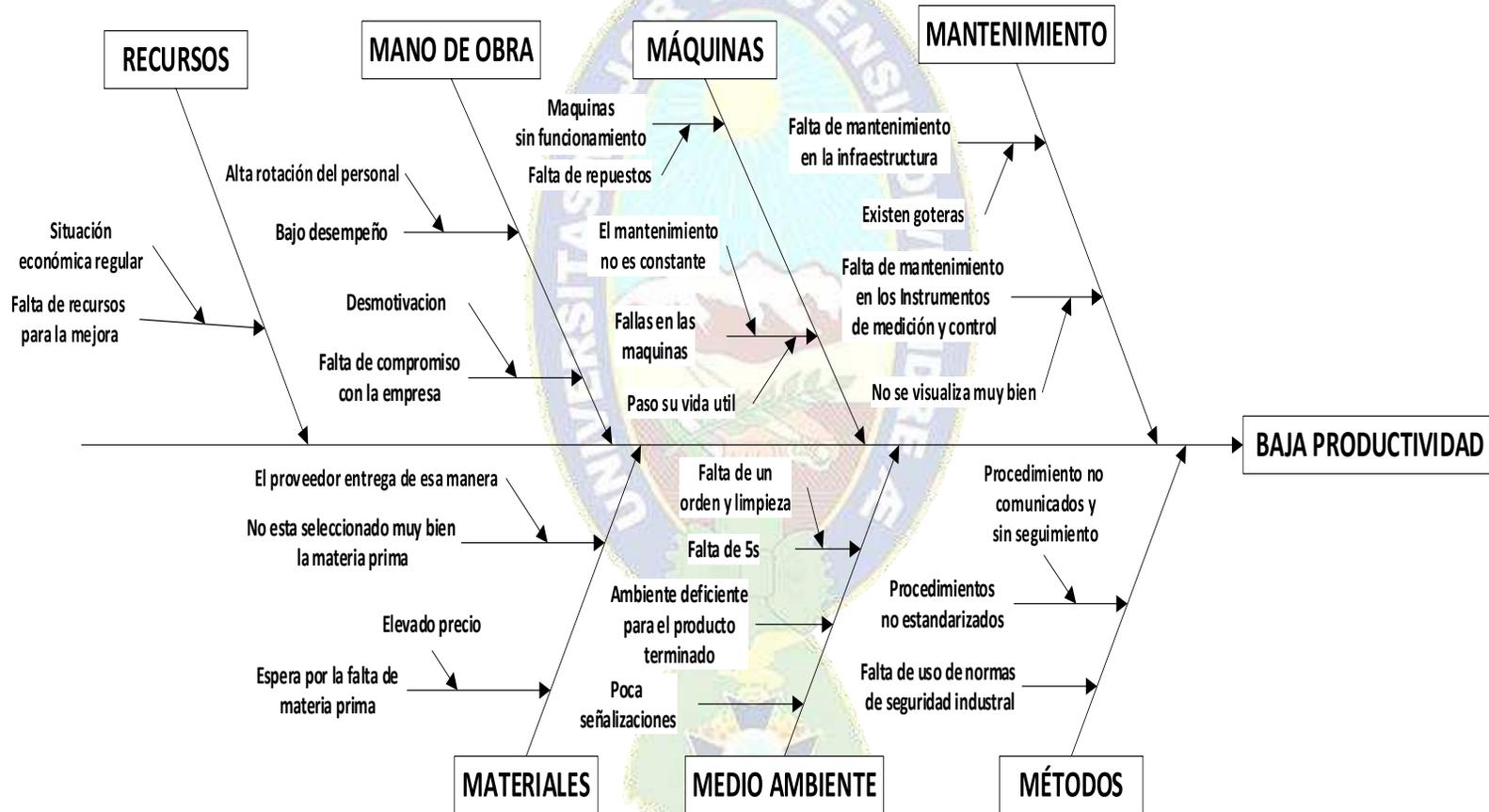
#### *Las frecuencias de las causas*

CAUSAS	FRECUENCIA	%	ACUMULADO	% ACUM
Fallas en maquinas	200	31,35%	200	31,35%
Materia prima no selecciondo	182	28,53%	382	59,87%
Falta de una cultura de 5s	100	15,67%	482	75,55%
Falta de informacion adecuada en la operacion	48	7,52%	530	83,07%
Desmotivación	42	6,58%	572	89,66%
Alta rotación del personal	42	6,58%	614	96,24%
Situación económica regular	24	3,76%	638	100,00%
TOTAL	638			

**Fuente:** Elaboración con criterio de Anexo A-1

### ANEXO A-3

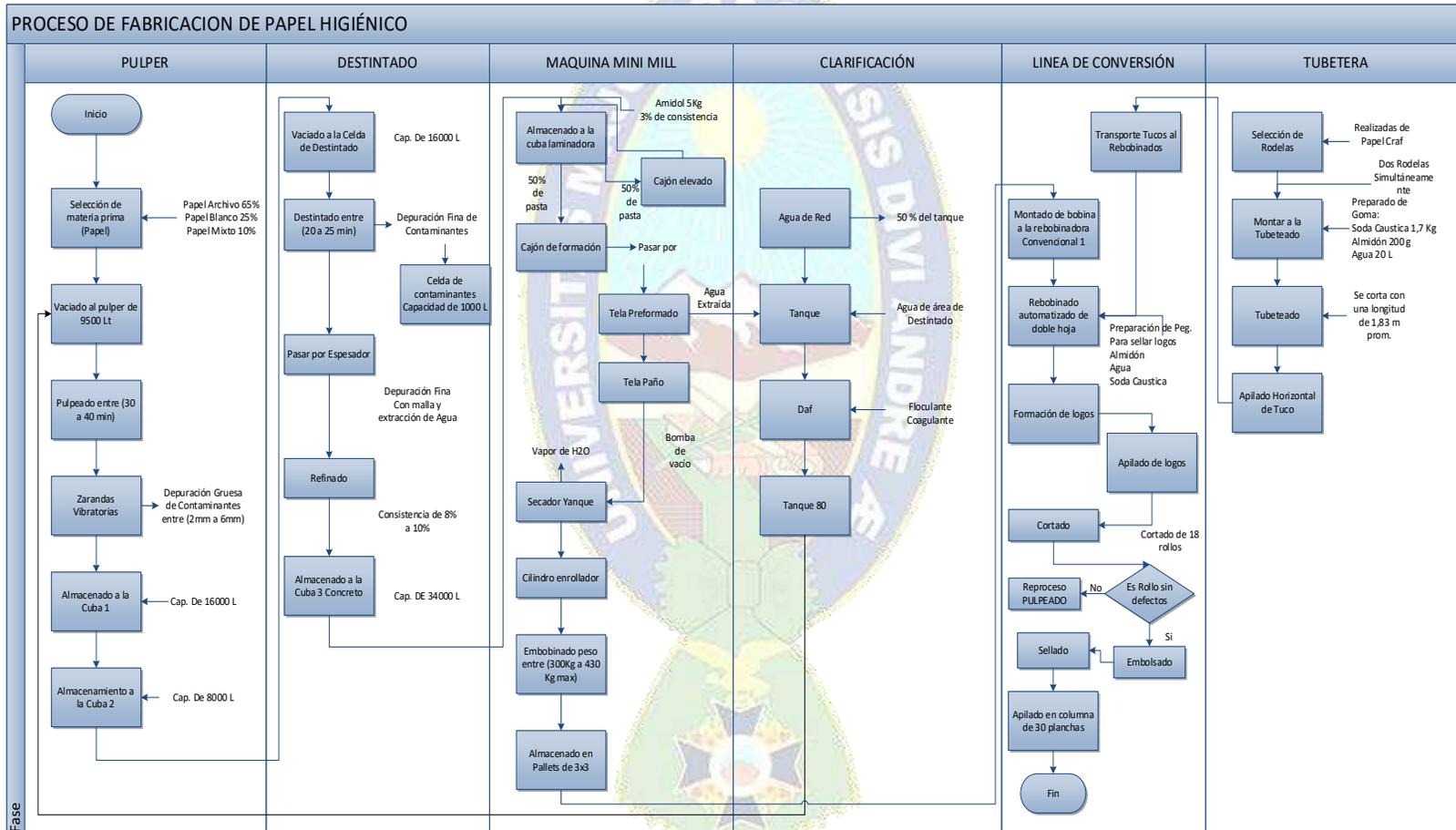
#### Ishikawa del área de conversión



*Fuente:* Elaboración con datos de la empresa con base en deficiencias vistas en la empresa

## ANEXO B-1

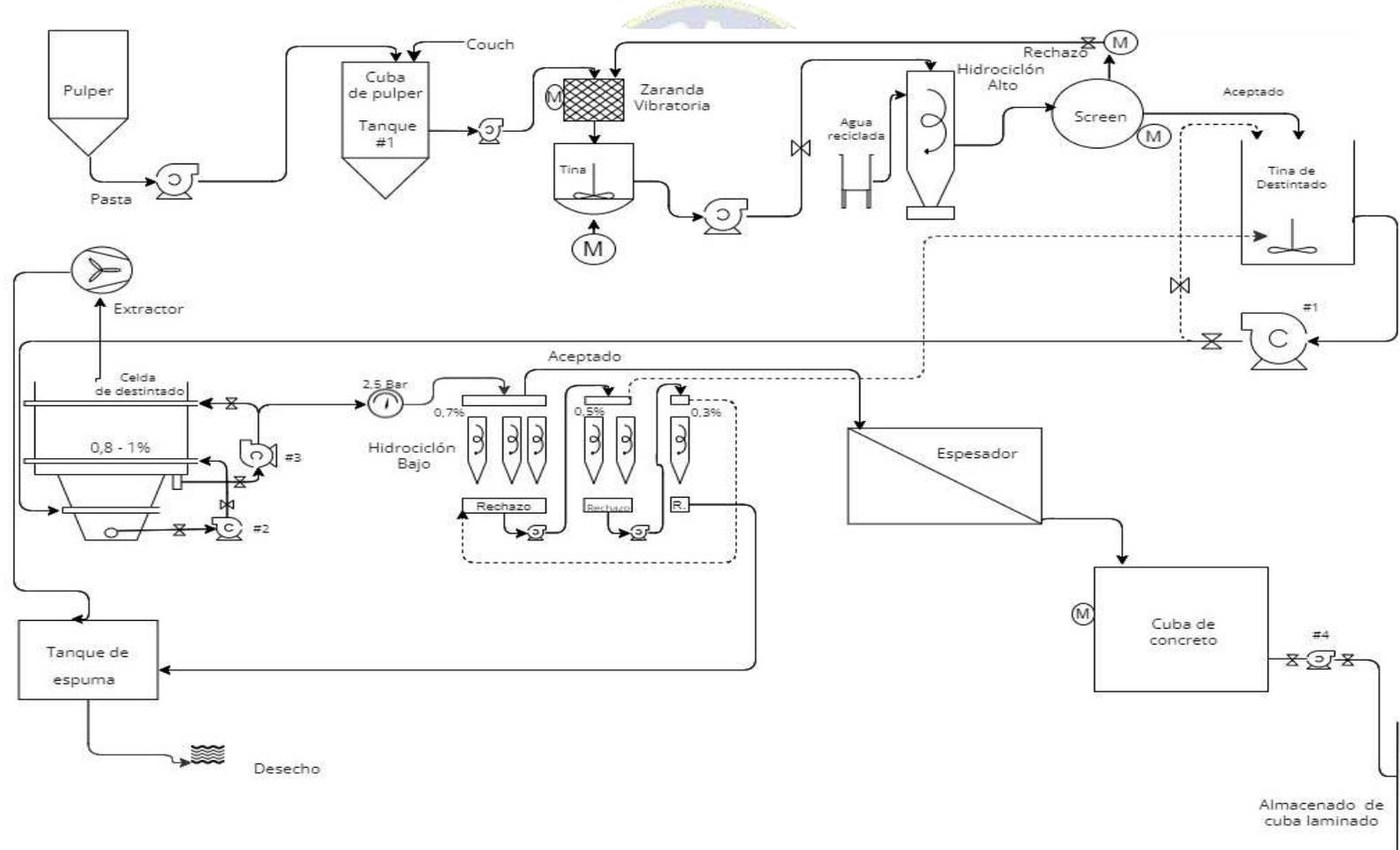
### Proceso de fabricación



**Fuente:** Elaboración con la información proporcionada por la empresa

## ANEXO B-2

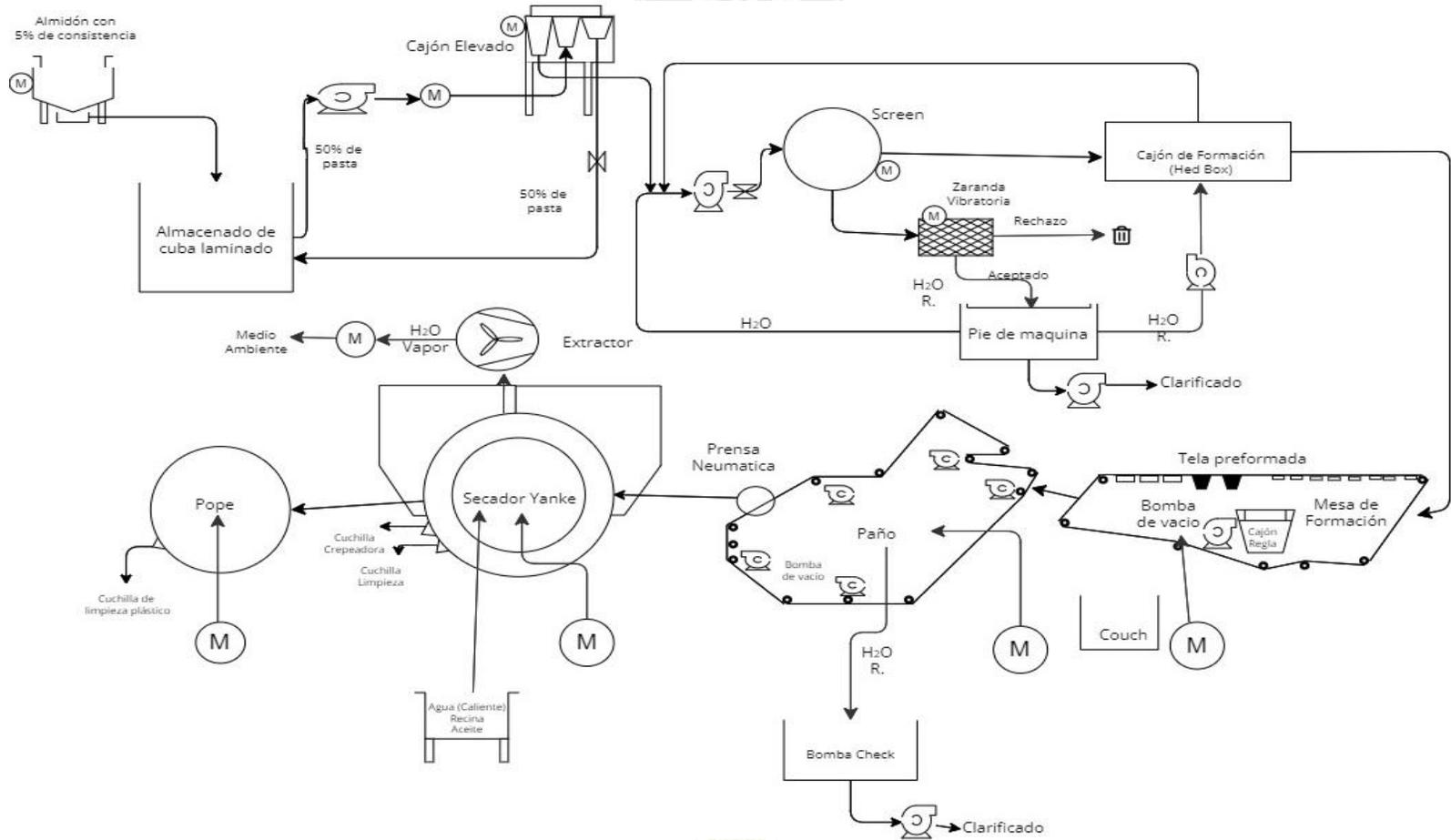
### Proceso de producción área destintado



**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizada a la empresa

### ANEXO B-3

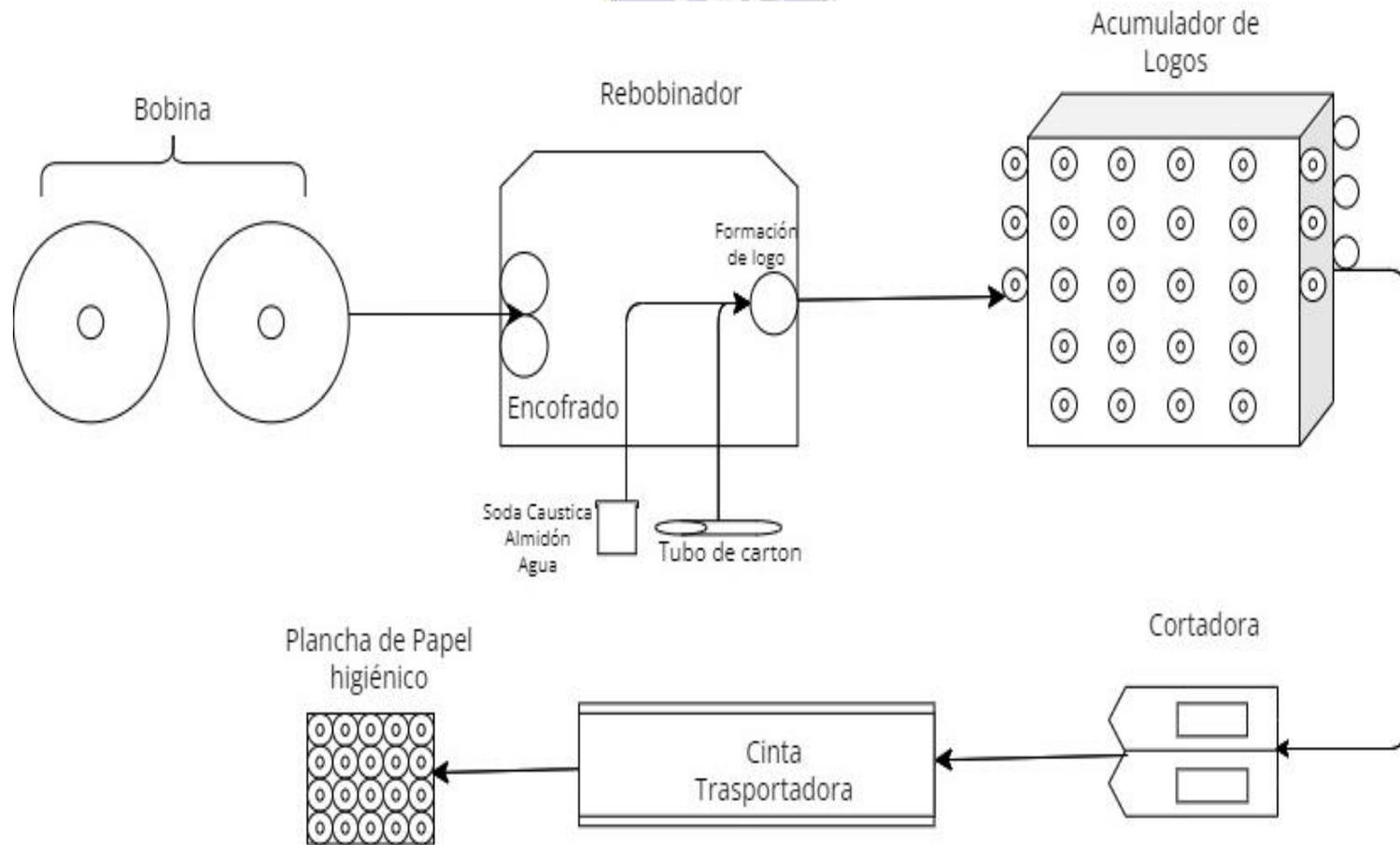
#### Proceso de fabricación Laminado



**Fuente:** Elaboración en base a las visitas realizada a la empresa

## ANEXO B- 4

### Proceso de fabricación de conversión



Fuente: Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

## ANEXO B- 5

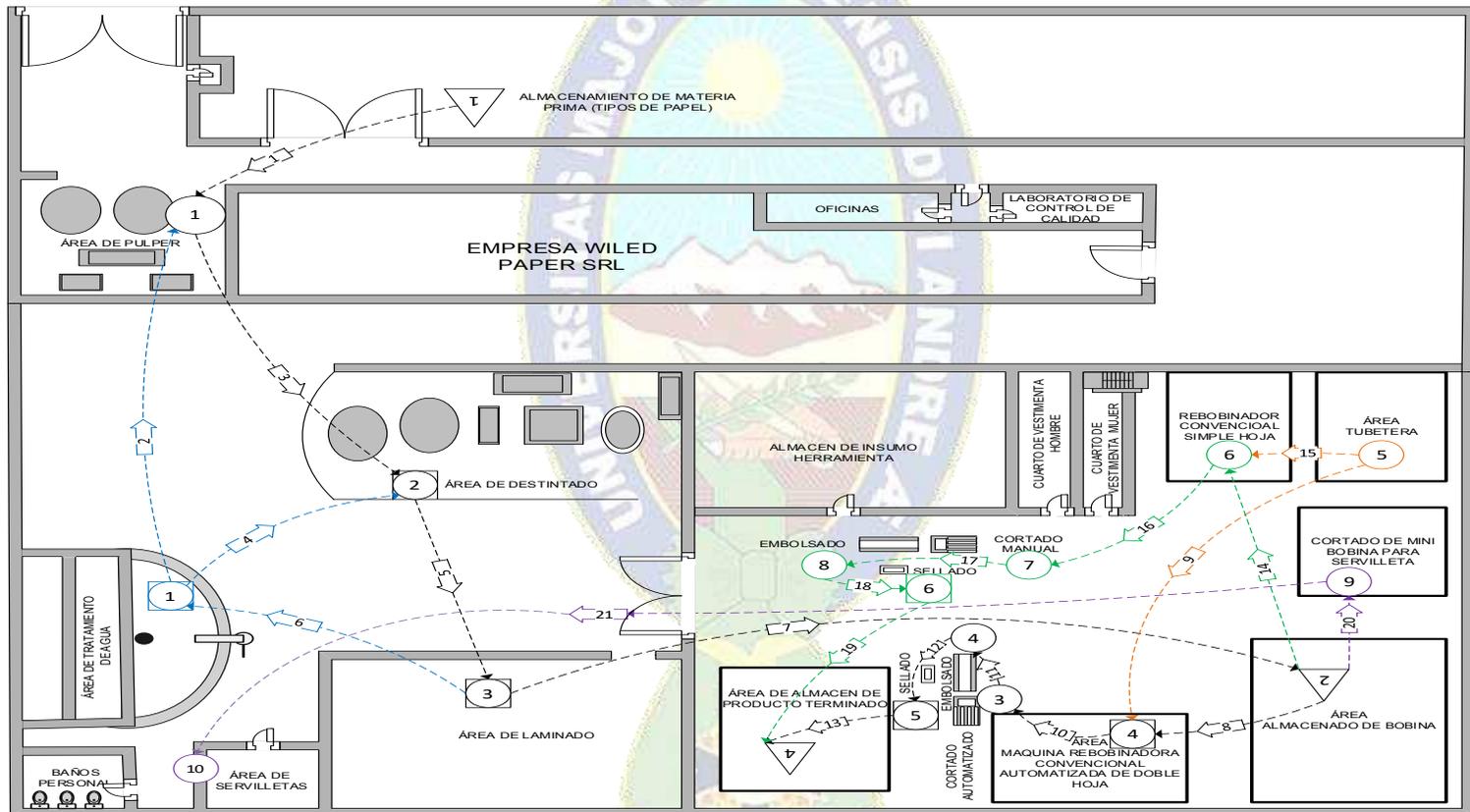
### Cursograma analítico del área Destintado

CURSOGRAMA ANALITICO									
PRODUCTO:	PAPEL HIGIENICO		ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMIA			
<b>ACTIVIDAD:</b>	PULPEAR, DESTINTADO, LAMIANDO Y CONVERSION		Operación	16					
			Inspeccion	3					
			Espera	0					
			Transporte	5					
<b>LUGAR:</b>	PRODUCCION		Almacenamiento	3					
			Operación-Inspeccion	2					
<b>METODO:</b>	Actual		Distancia (m)	147					
<b>COMPUESTO POR:</b>	Gabriel Legua		Tiempo (min)	219,91					
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	ACTIVIDAD						OBSERVACION
			●	→	D	E	V	○	
<b>Pulpeado</b>									
Almacenamiento de materia prima								X	
Trasportar la materia prima al pulper	7	15,00		X					Manual
Formacionde pasta en el pulper		40,00	X						Maquina
<b>Destintado</b>									
Almacenmiento a la cuba de pulper	12								Por tuberia
Zaranda vibratoria elimanado particulas grande	2	1,00	X						Por maquina
Agitador de la pasta en la tina	2	2,00	X						Por motor
Hidrociclón alto elimina particulas grandes	5	5,00	X						Maquina y trasladado por tuberia
Seleccionar de la pasta screen	4	4,00					X		Maquina y trasladado por tuberia
Destintar en la tina de Destintado	5	4,00	X						Maquina y trasladado por tuberia
Celda de destintado se extrae la tinta	2	7,00	X						Maquina y trasladado por tuberia
Hidrociclón bajo elimina particulas pequeñas	8	4,00	X						Maquina y trasladado por tuberia
Espesador de la pasta	10	0,50						X	Maquina y trasladado por tuberia
Almacenamiento a la cuba de concreto	3	2,00						X	Maquina y trasladado por tuberia
<b>Laminado</b>									
Almacenamiento de cuba de laminado	14	4,00						X	Por tuberia
Cajon elevado	3	5,00	X						Por tuberia
Selecionador de pasta screen	3	4,00					X		Por tuberia
Cajon de formación	5	1,00	X						Maquina
Ispeccion de la pasta en hoja		2,00					X		Visual
Secador yanke			X						Maquina
Enrolla en el pope	2	100,00	X						Maquina
Transporte al almacenamiento	30	4,32		X					Por montacarga
<b>Conversión</b>									
Transporte de la bobina a la rebobinadora	4	6,21						X	Por operario
Union de las hojas en la rebobinadora	1	5,00	X						Por operario
Transporte de tubos a la rebobinadora	10	1,00						X	Por operario
Formacion de logo		0,42	X						Maquina
Acumulado de logo	2	0,08						X	Visual y manual
Cortar los logos en las dimensiones requeridas	5	0,30	X						Maquina
Embolsar unidades de rollos de papel higienico		0,45	X						Manual
Sellar las de papel higienico	3	0,13	X						Manual
Trasportar al almacenamiento las panchas	5	1,50						X	Por operario
<b>Total</b>	<b>147</b>	<b>219,91</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	

*Fuente: Elaboración en base a las visitas en la empresa*

## ANEXO B-6

### Diagrama de recorrido Actual



*Fuente: Elaboración en base a la información de la empresa*

## ANEXO B- 7

*Secuencia de tiempo para las observaciones a realizarse en la rebobinadora convencional*

<b>N° Obs.</b>	<b>Fecha</b>	<b>hora</b>	<b>N° Obs.</b>	<b>Fecha</b>	<b>hora</b>
1	17/08/2022	9:44	23	26/08/2022	10:56
2	17/08/2022	11:22	24	26/08/2022	15:36
3	17/08/2022	14:37	25	29/08/2022	8:45
4	18/08/2022	10:23	26	29/08/2022	11:32
5	18/08/2022	12:23	27	29/08/2022	15:21
6	18/08/2022	15:32	28	30/08/2022	9:45
7	19/08/2022	8:47	29	30/08/2022	10:26
8	19/08/2022	11:14	30	30/08/2022	14:57
9	19/08/2022	15:07	31	31/08/2022	8:47
10	22/08/2022	10:32	32	31/08/2022	11:17
11	22/08/2022	12:43	33	31/08/2022	15:01
12	22/08/2022	14:32	34	01/09/2022	8:33
13	23/08/2022	11:23	35	01/09/2022	10:11
14	23/08/2022	14:14	36	01/09/2022	14:54
15	23/08/2022	15:08	37	02/09/2022	9:32
16	24/08/2022	8:23	38	02/09/2022	10:13
17	24/08/2022	9:56	39	02/09/2022	11:23
18	24/08/2022	11:56	40	05/09/2022	10:21
19	25/08/2022	10:23	41	05/09/2022	12:05
20	25/08/2022	11:05	42	05/09/2022	14:17
21	25/08/2022	14:59	43	06/09/2022	10:32
22	26/08/2022	10:23			

**Fuente:** *Elaboración en base a la visita realizadas en la empresa*

**ANEXO B- 8***Observaciones preliminares de la máquina rebobinadora*

<b>N° de Obs.</b>	<b>Elemento A</b>	<b>Elemento B</b>	<b>Elemento C</b>	<b>Elemento D</b>	<b>Totales</b>
<b>1</b>	6,00	1,50	0,42	0,08	<b>8,00</b>
<b>2</b>	2,00	0,42	0,45	0,08	<b>2,95</b>
<b>3</b>	9,00	0,42	0,46	0,08	<b>9,96</b>
<b>4</b>	0,08	0,42	0,42	0,08	<b>1,00</b>
<b>5</b>	0,08	1,45	0,43	0,08	<b>2,04</b>
<b>6</b>	1,50	0,42	0,45	0,08	<b>2,45</b>
<b>7</b>	2,05	0,42	0,41	0,08	<b>2,96</b>
<b>8</b>	1,00	0,42	0,45	0,08	<b>1,95</b>
<b>9</b>	2,00	2,45	0,41	0,10	<b>4,96</b>
<b>10</b>	1,00	1,34	0,44	0,10	<b>2,88</b>
<b>11</b>	0,07	0,42	0,44	0,10	<b>1,03</b>
<b>12</b>	0,07	0,42	0,43	0,10	<b>1,02</b>
<b>13</b>	2,00	0,42	0,45	0,10	<b>2,97</b>
<b>14</b>	0,07	0,42	0,46	0,10	<b>1,05</b>
<b>15</b>	8,30	1,45	0,49	0,10	<b>10,34</b>
<b>16</b>	3,00	0,42	0,42	0,10	<b>3,94</b>
<b>17</b>	0,07	0,42	0,45	0,08	<b>1,02</b>
<b>18</b>	5,80	0,42	0,47	0,08	<b>6,77</b>
<b>19</b>	0,07	0,42	0,42	0,08	<b>0,99</b>
<b>20</b>	3,80	1,33	0,45	0,08	<b>5,66</b>
<b>Valor medio (x)</b>	<b>2,40</b>	<b>0,77</b>	<b>0,44</b>	<b>0,09</b>	<b>3,70</b>
$\sum x$	<b>47,96</b>	<b>15,40</b>	<b>8,82</b>	<b>1,80</b>	<b>73,98</b>
$\sum x^2$	<b>263,46</b>	<b>18,49</b>	<b>3,90</b>	<b>0,16</b>	<b>286,01</b>
<b>n</b>					<b>72</b>

*Fuente: Elaboración en base a la visita realizadas en la empresa*

## ANEXO B-9

### Observaciones preliminares de la máquina rebobinadora

ESTUDIO DE TIEMPO																	
Operación				Rebobinado				Estudio Número				1					
Observado por				Gabriel Legua				Hoja número				1 de 1					
Maquina				Maquina rebobinadora				Tiempo Trascurrido				20 días					
Ciclo	A			B			C			D			T.C.C				
	V	T.C. (min)	T.C. (seg)	T.B. (seg)	V	T.C. (min)	T.C. (seg)	T.B. (seg)	V	T.C. (min)	T.C. (seg)	T.B. (seg)		T.C. (min)	T.C. (seg)	T.B. (seg)	
1	75	2	120	90	75	1,10	66,00	49,50	100	0,42	25,00	25,00	100	0,07	4,32	4,32	3,59
2	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,42	25,00	25,00	100	0,08	4,50	4,50	0,59
3	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,42	25,00	25,00	100	0,06	3,38	3,38	0,57
4	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,42	25,00	25,00	75	0,06	3,38	2,54	0,57
5	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,42	25,00	25,00	75	0,09	5,34	4,01	0,61
6	75	7,00	420,00	315,00	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	100	0,08	4,56	4,56	7,47
7	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	75	0,08	4,56	3,42	0,48
8	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	100	0,08	4,56	4,56	0,48
9	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	100	0,06	3,32	3,32	0,46
10	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	100	0,08	4,56	4,56	0,48
11	100	0,01	0,60	0,60	75	1,00	60,00	45,00	125	0,29	17,41	21,76	100	0,06	3,52	3,52	1,36
12	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,29	17,41	21,76	100	0,09	5,45	5,45	0,48
13	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,29	17,41	21,76	75	0,10	6,12	4,59	0,49
14	75	4,36	261,60	196,20	100	0,09	5,40	5,40	125	0,29	17,41	21,76	75	0,10	6,14	4,61	4,84
15	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,29	17,41	21,76	100	0,07	4,32	4,32	0,46
16	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,15	22,69	125	0,06	3,45	4,31	0,46
17	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,15	22,69	100	0,07	4,45	4,45	0,48
18	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,15	22,69	100	0,07	4,35	4,35	0,48
19	100	0,01	0,60	0,60	75	1,10	66,00	49,50	125	0,30	18,15	22,69	100	0,08	4,60	4,60	1,49
20	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,15	22,69	100	0,08	4,60	4,60	0,48
21	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	100	0,08	4,60	4,60	0,57
22	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	75	0,11	6,45	4,84	0,60
23	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	75	0,09	5,10	3,83	0,58
24	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	100	0,05	3,23	3,23	0,55
25	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	125	0,05	3,23	4,04	0,55
26	75	4,50	270,00	202,50	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	125	0,05	3,23	4,04	5,04
27	100	0,01	0,60	0,60	75	0,09	5,40	4,05	100	0,39	23,56	23,56	125	0,05	3,23	4,04	0,55
28	75	0,01	0,60	0,45	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	125	0,05	3,23	4,04	0,55
29	100	0,01	0,6	0,6	75	0,09	5,40	4,05	100	0,42	25,00	25,00	100	0,07	4,32	4,32	0,59
30	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,42	25,00	25,00	100	0,08	4,50	4,50	0,59
31	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,42	25,00	25,00	100	0,06	3,38	3,38	0,57
32	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,42	25,00	25,00	75	0,06	3,38	2,54	0,57
33	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,42	25,00	25,00	75	0,09	5,34	4,01	0,61
34	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	125	0,05	3,23	4,04	0,55
35	75	4,50	270,00	202,50	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	125	0,05	3,23	4,04	5,04
36	100	0,01	0,60	0,60	75	0,09	5,40	4,05	100	0,39	23,56	23,56	125	0,05	3,23	4,04	0,55
37	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	125	0,05	3,23	4,04	0,55
38	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,29	17,41	21,76	100	0,07	4,32	4,32	0,46
39	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,15	22,69	125	0,06	3,45	4,31	0,46
40	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,15	22,69	100	0,07	4,45	4,45	0,48
41	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,15	22,69	100	0,07	4,35	4,35	0,48
42	100	0,01	0,60	0,60	75	1,10	66,00	49,50	125	0,30	18,15	22,69	100	0,08	4,60	4,60	1,49
43	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,15	22,69	100	0,08	4,60	4,60	0,48
44	75	4,45	267,00	200,25	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	100	0,08	4,60	4,60	5,01
45	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	100	0,08	4,56	4,56	0,48
46	100	0,01	0,60	0,60	75	0,09	5,40	4,05	125	0,29	17,41	21,76	100	0,06	3,52	3,52	0,45
47	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,29	17,41	21,76	100	0,09	5,45	5,45	0,48
48	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,29	17,41	21,76	75	0,10	6,12	4,59	0,49
49	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,29	17,41	21,76	75	0,10	6,14	4,61	0,49
50	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,29	17,41	21,76	100	0,07	4,32	4,32	0,46
51	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,42	25,00	25,00	75	0,06	3,38	2,54	0,57
52	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,42	25,00	25,00	75	0,09	5,34	4,01	0,61
53	75	7,00	420,00	315,00	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	100	0,08	4,56	4,56	7,47
54	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	75	0,08	4,56	3,42	0,48
55	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	100	0,08	4,56	4,56	0,48
56	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	100	0,06	3,32	3,32	0,46
57	100	0,01	0,60	0,60	75	0,09	5,40	4,05	125	0,30	18,15	22,69	100	0,08	4,60	4,60	0,48
58	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,15	22,69	100	0,08	4,60	4,60	0,48
59	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	100	0,08	4,60	4,60	0,57
60	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	75	0,11	6,45	4,84	0,60
61	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	75	0,09	5,10	3,83	0,58
62	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	100	0,05	3,23	3,23	0,55
63	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	125	0,05	3,23	4,04	0,55
64	75	3,00	180,00	135,00	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	125	0,05	3,23	4,04	3,54
65	100	0,01	0,60	0,60	75	0,09	5,40	4,05	100	0,39	23,56	23,56	125	0,05	3,23	4,04	0,55
66	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	125	0,05	3,23	4,04	0,55
67	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,42	25,00	25,00	75	0,09	5,34	4,01	0,61
68	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	100	0,08	4,56	4,56	0,48
69	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	75	0,08	4,56	3,42	0,48
70	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	100	0,08	4,56	4,56	0,48
71	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	100	0,39	23,56	23,56	100	0,08	4,60	4,60	0,57
72	100	0,01	0,60	0,60	100	0,09	5,40	5,40	125	0,30	18,00	22,50	100	0,08	4,56	4,56	0,48

*Fuente: Elaboración en base a la*

## ANEXO B- 10

### Resumen de la tabla 18

ESTUDIO DE TIEMPO										
CUADRO RESUMEN										
TIEMPO BASICO										
CICLO	A		B		C		D		TMC	TMC
	TB (seg)	TB (min)	TB (seg)	TB (min)	TB (seg)	TB (min)	TB (seg)	TB (min)	TB (seg)	TB (min)
1	90	1,5	49,50	0,825	25,00	0,4	4,32	0,07	168,82	2,814
2	0,6	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	4,50	0,08	35,50	0,592
3	0,6	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	3,38	0,06	34,38	0,573
4	0,6	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	2,54	0,04	33,54	0,559
5	0,6	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	4,01	0,07	35,01	0,583
6	315	5,25	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	347,46	5,791
7	0,6	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	3,42	0,06	31,92	0,532
8	0,6	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
9	0,6	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	3,32	0,06	31,82	0,53
10	0,6	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
11	0,6	0,01	45,00	0,75	21,76	0,4	3,52	0,06	70,88	1,181
12	0,6	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	5,45	0,09	33,21	0,554
13	0,6	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	4,59	0,08	32,35	0,539
14	196,2	3,27	5,40	0,09	21,76	0,4	4,61	0,08	227,97	3,799
15	0,6	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	4,32	0,07	32,08	0,535
16	0,6	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,31	0,07	33,00	0,55
17	0,6	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,45	0,07	33,14	0,552
18	0,6	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,35	0,07	33,04	0,551
19	0,6	0,01	49,50	0,825	22,69	0,4	4,60	0,08	77,39	1,29
20	0,6	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,60	0,08	33,29	0,555
21	0,6	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,60	0,08	34,16	0,569
22	0,6	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,84	0,08	34,40	0,573
23	0,6	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	3,83	0,06	33,39	0,556
24	0,6	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	3,23	0,05	32,79	0,547
25	0,6	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	33,60	0,56
26	202,5	3,375	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	235,50	3,925
27	0,6	0,01	4,05	0,068	23,56	0,4	4,04	0,07	32,25	0,537
28	0,45	0,008	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	33,45	0,557
29	0,60	0,01	4,05	0,068	25,00	0,4	4,32	0,07	33,97	0,566
30	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	4,50	0,08	35,50	0,592
31	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	3,38	0,06	34,38	0,573
32	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	2,54	0,04	33,54	0,559
33	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	4,01	0,07	35,01	0,583
34	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	33,60	0,56
35	202,50	3,375	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	235,50	3,925
36	0,60	0,01	4,05	0,068	23,56	0,4	4,04	0,07	32,25	0,537
37	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	33,60	0,56
38	0,60	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	4,32	0,07	32,08	0,535
39	0,60	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,31	0,07	33,00	0,55
40	0,60	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,45	0,07	33,14	0,552
41	0,60	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,35	0,07	33,04	0,551
42	0,60	0,01	49,50	0,825	22,69	0,4	4,60	0,08	77,39	1,29
43	0,60	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,60	0,08	33,29	0,555
44	200,25	3,338	5,40	0,09	23,56	0,4	4,60	0,08	233,81	3,897
45	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
46	0,60	0,01	4,05	0,068	21,76	0,4	3,52	0,06	29,93	0,499
47	0,60	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	5,45	0,09	33,21	0,554
48	0,60	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	4,59	0,08	32,35	0,539
49	0,60	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	4,61	0,08	32,37	0,539
50	0,60	0,01	5,40	0,09	21,76	0,4	4,32	0,07	32,08	0,535
51	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	2,54	0,04	33,54	0,559
52	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	4,01	0,07	35,01	0,583
53	315,00	5,25	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	347,46	5,791
54	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	3,42	0,06	31,92	0,532
55	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
56	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	3,32	0,06	31,82	0,53
57	0,60	0,01	4,05	0,068	22,69	0,4	4,60	0,08	31,94	0,532
58	0,60	0,01	5,40	0,09	22,69	0,4	4,60	0,08	33,29	0,555
59	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,60	0,08	34,16	0,569
60	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,84	0,08	34,40	0,573
61	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	3,83	0,06	33,39	0,556
62	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	3,23	0,05	32,79	0,547
63	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	33,60	0,56
64	135,00	2,25	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	168,00	2,8
65	0,60	0,01	4,05	0,068	23,56	0,4	4,04	0,07	32,25	0,537
66	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,04	0,07	33,60	0,56
67	0,60	0,01	5,40	0,09	25,00	0,4	4,01	0,07	35,01	0,583
68	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
69	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	3,42	0,06	31,92	0,532
70	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
71	0,60	0,01	5,40	0,09	23,56	0,4	4,60	0,08	34,16	0,569
72	0,60	0,01	5,40	0,09	22,50	0,4	4,56	0,08	33,06	0,551
<b>Total</b>	<b>1695</b>	<b>28,25</b>	<b>552,6</b>	<b>9,21</b>	<b>1670</b>	<b>28</b>	<b>299,72</b>	<b>5</b>	<b>4217</b>	<b>70,28</b>
<b>Veces</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>72</b>
<b>Prome</b>	<b>23,54</b>	<b>0,392</b>	<b>7,675</b>	<b>0,128</b>	<b>23,19</b>	<b>0,4</b>	<b>4,1627</b>	<b>0,07</b>	<b>58,569</b>	<b>0,976</b>

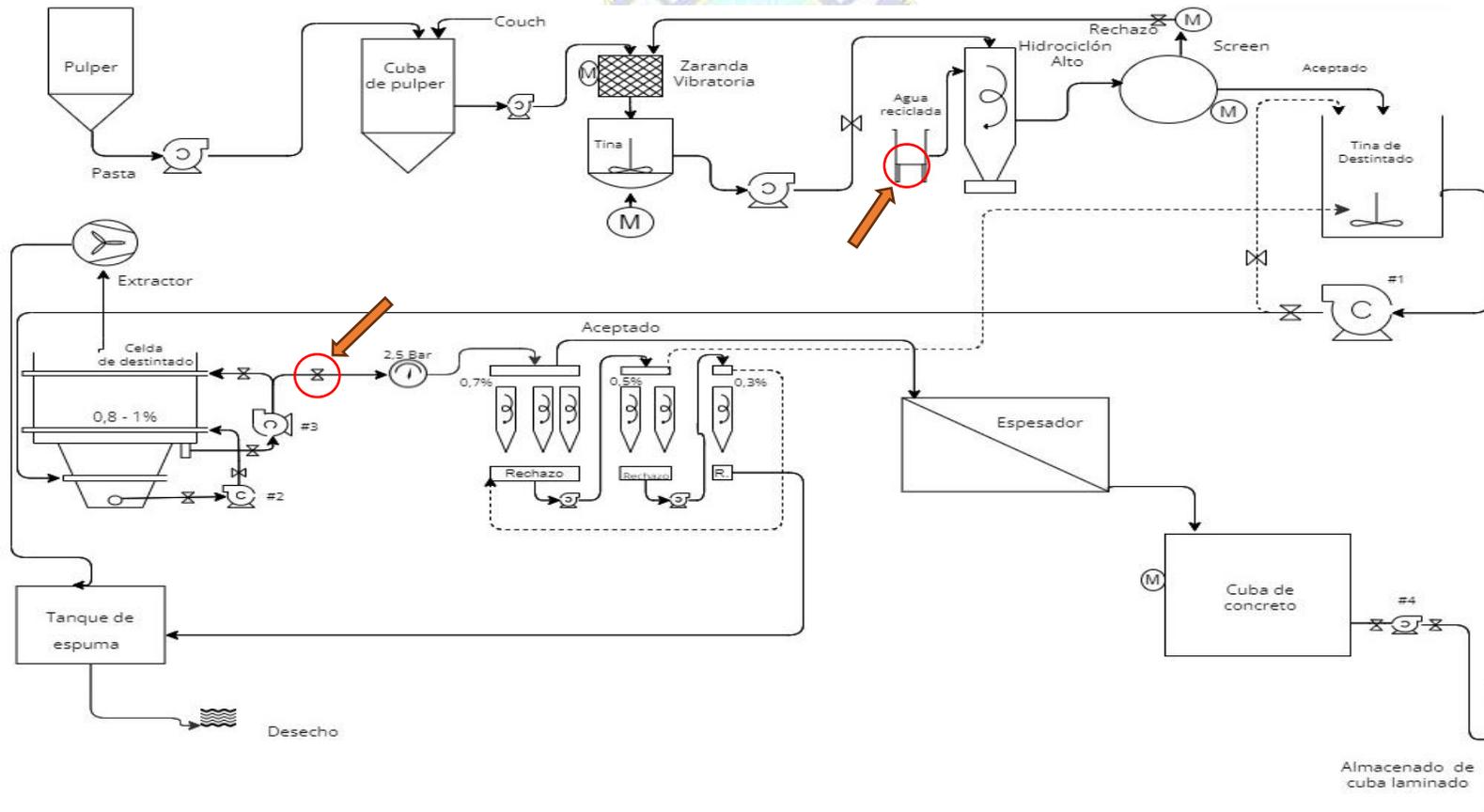
*Fuente: Elaboración en base a la tabla 14*





### ANEXO C-3

#### Propuesta de mejora del proceso de producción área de destintado



Fuente: Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa

## ANEXO C- 4

### Implementación de las 5s

N°	AREA	1ar "S" SELECCIONAR LO NECESARIO	2da "S" ORDENAR LO NECESARIO	3 ra "S" LIMPIAR	4ta "S" ESTANDARIZACION	5ta "S" SOSTENER
1	ALMACEN DE MATERIA PRIMA	Seleccionar lo que se utiliza como las bolsas de yuti que ahí esta la materia prima, eliminar cartones, papeles viejos, bolsas plasticas, calaminas viejas	Ordenar las bolsas de yuti que contiene la materia prima en orden a sus especificaciones.	Limpiar el piso, las paredes, los pilares y limpiar las etiquetas.	Se pondra una etiqueta grande en la pared de afuera con lo queindique "ALMACENAMIENTO DE MATERIA PRIMA", tambien se pondra etiquetas a las bolsas de yuti como tambien un basurero que diga"deposite la basura aqui"	Se realizara una inspeccion diaria
2	PULPER	Separar los cartones de los papeles ya que no son utilizados en produccion	Es necesario un estante pequeño donde se guarde los reportes y algunos insumos y ordenar las ollas de las mermas de papel	Limpiar su puesto de trabajo y tambien la cuba.	Colocar etiquetas a las bolsas con sus respectivas caracteristicas.	Se realizara de manera aleatoria una inpeccion, cada semana durante.
		Separar la basura del pulper	llevar la basura a una esquina y se pondra en area especifica para la basura		Se pondra etiqueta en esa área que diga " Area de Pulper"	
3	DESTINTADO	Seleccionar lo que se utiliza para el proceso y eliminar algunos tubos que ya no sirven para el preceso.	En esta area se debe liberar las ollas de mermas como los yutis con papel al area de materia prima y tambien es necesario un estante pequeño para que gurade los reportes y algunas herramienta para el trabajo	Limpiar el piso, las superficies del area de destintado como los tubos, cilindros, maquinas y equipo	Se pondra etiquetas indicando el proceso a seguir pondra etiqueta en esa área que diga " deposite aquí la basura" Se pondran etiqueta a las maquina y equipo	Se realizara de manera aleatoria una inpeccion, cada semana durante 4 meses
4	LAMINADO	Seleccionar las herramientas que se utilizan a diario como las cuchillas y las ollas para la merma.	Es necesario una buena mesa de trabajo para realizar los informes y ordenar los reporte y en la otra mesa que se cuenta es de metal se debe organizar lo que se utiliza diariamente y de lo que no se utiliza mucho.	Limpiar el piso, las superficies de la maquina como la tela de preformada la tela de pacho, tambien las paredes	Se pondra etiquetas indicando el proceso a seguir Se pondra etiquetas a las maquinas como a los equipos pondra un lugar que diga " deposite las mermas"	Se realizara de manera aleatoria una inpeccion, cada semana durante 4 meses
5	ALMACENAMIENTO DE BOBINA	En esta área se debe eliminar lo que no se utiliza como la existencia de carton	Se debe liberar todo el carton quedando el area limpia solo para la bobinas y orendando los palet que se utilizan y los que no se utilizan.	Limpiar el piso y pintar lineas de seguridad com las de referencias	Se pondra una etiqueta en el área de almacenamiento y área donde se almacena los pallets	Se realizara de manera aleatoria una inpeccion, cada semana durante 4 meses
6	CONVERSION	En esta área se debe separar las bobinas, las mermas, tubos, trapo, vidones ademas se debe separar las indumentarias y herramienta de trabajo	Es necesario un estante pequeño para poner los reportes y poner las indumentarias y herramienta de trabajo	Limpiar el piso y pintar lineas de seguridad y separacion para el paso del personal y limpiar las maquinas	En esta área se etiquetara a todas las herramientas y el inventario de cada uno como ser; huincha para medir, lentes, sepielo de metal, audifonos, protectores auditivos y otros. Etiquetar un lugar especifico para depositar las las ollas con mermas	Se realizara de manera aleatoria una inpeccion, cada semana durante 4 meses
		Seleccionar lo que se utiliza como ser cajones, una olla para las mermas y eliminar cualquier elemento que afecte en la elaboracion de elbolsado	Es necesario una mesa para los rollos que no estan colados por completo y tener un area para las ollas de mermas		Se pondra etiquetas donde se ponen los rollos que no estan bien colados y tambien donde se positan las bolsas. Y se tendra una área especifica que diga "aquí se deposita mermas"	
		Se debe separar las ollas llenas de mermas			Se pintara un rectangulo de color amarillo el área de sellado ademas de que se etiquetara el tipo de plancha realizadas y tener un area que diga "aquí se deposita mermas"	
7	ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO	Se debe separar las ollas de mermas a su area de mermas, se debe llevar a sus area los cartones com los tubos para bobinas	Se necesita un estante pequeño para pponer los reportes y las actividades que se realiza como la salida de producto terminado y poner algunas indumentarias.	Limpiar el piso y pintar con lineas de paso por el personal y de seguridad	Se etiquetara en la área la produccion realizada un dia antes y la produccion elaborado en su momentos. Y se tendra una area especifica que diga "aquí se deposita mermas"	Se realizara de manera aleatoria una inpeccion, cada semana durante 4 meses
8	TUBETERO	Seleccionar la materia prima que se utiliza como las arandelas y de las que nose utiliza como las bolsa de palstico.	En esta area es necesario se ubicar en otra parte el turril que se utiliza para poner los logos a una catidad establecida	Limpiar el piso como la superficie de la maquina	Se etiquetara el proceso y cada herramienta como el equipo.	Se realizara de manera aleatoria una inpeccion, cada semana durante 4 meses

*Fuente: Elaboración en base a las visitas realizadas a la empresa*

## ANEXO C- 5

*Planilla de Inspección para el Control Visual de las 5 "S" para la producción de planchas de higiénico*

 <p><b>HOJA DE INSPECCION 5 "S"</b></p>				
Conservando tu Medio Ambiente				
FECHA:				
ENCARGADO DE A INSPECCION:		Cumple	No Cumple	Observaciones
Nº	AREA DE INSPECCION			
1	PULPER			
2	DESTINTADO			
3	MAQUINA MINIMILL DE LA ELABORACION DE BOBINAS			
4	ALMACENAMIENTO DE BOBINA			
5	MAQUINA REBOBINADORA CONVENCIONAL			
6	EMBOLSADO			
7	SELLADO			
8	ALMACEN DE PRODUCTO TERMINADO			
9	REBOBINADOR CONVENCIONAL #2			
10	CORTADORA MANUAL			
ELABORADO POR:		RECIBIDO POR:		

*Fuente: Propuesta elaborado para la empresa TISSU SRL*

### **Papel convencional**

Es el que se utiliza para realizar los rollos de higiénico. Estos rollos tienen especificaciones y tolerancia durante el proceso. El papel llega de bobinas de aproximadamente 450 Kg, el proceso que realiza el papel es el siguiente:

## ANEXO C- 6

### *Secuencia del proceso de papel higiénico*

#### LA SECUENCIA DEL PROCESO DEL PAPEL

Bobinas de papel convencional de 450Kg



Logos de papel convencional de 1200 g



Rollos de papel

convencional



***Fuente:*** Elaboración en base a las visitas en la empresa

## ANEXO C-7

### Dimensiones de hoja Doble

REBOBINADO DE HOJA DOBLE							
FORMATO	DIAMETRO DEL LOGO (cm)			PERIMETRO DEL LOGO (cm)			PESO LOGO (gr)
	MINIMO	MAXIMO	ESTANDAR	MINIMO	MAXIMO	ESTANDAR	ESTANDAR
<b>HD</b>	9,6	10	9,8	32	33	32,5	1.200
<b>NUBE</b>	10,5	11,5	11	34	35	34,5	1.300

*Fuente: Elaboración en base a la información de la empresa*

### Tubetero

En la máquina de tubos no presenta problema ya que por día producen aproximada medamente 3000 tubos, para que se mantenga en buenas condiciones se debe realizar un plan de mantenimiento.

Los tubos se va empezar a enrollar y pegar poco a poco y hacer el recorte del mismo tamaño de las bobinas para el papel higiénico el proceso es:

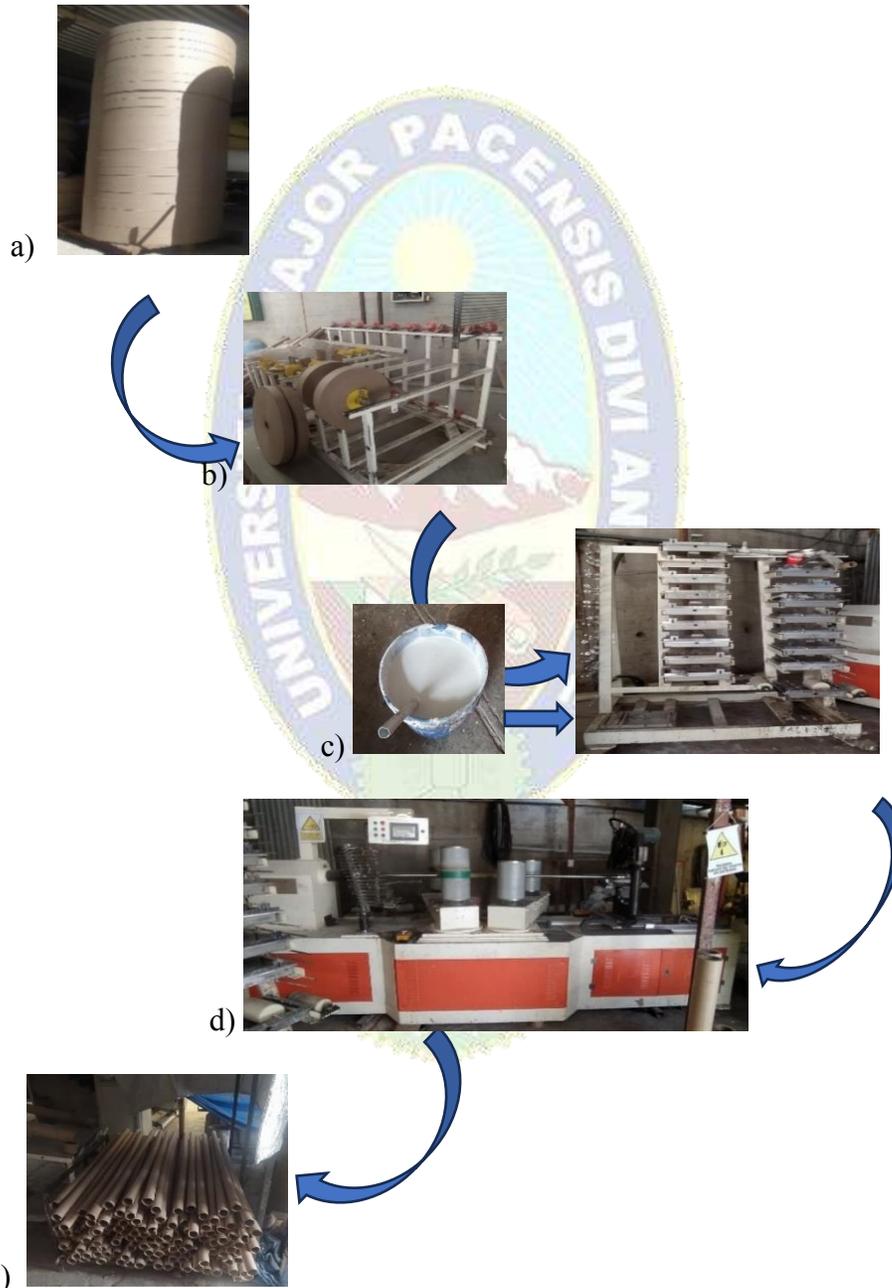
- a) Pedido de las Rodelas de Papel Kraft, la cual se realiza de la empresa
- b) El Montaje de la rodela a la máquina Tubetera.
- c) Se prepara la goma: Soda Caustica 1,7Kg, Almidon 200gr y Agua 20Lt.
- d) Se corta con un largo de 1,93 m aproximadamente.
- e) Se apila en el área de tucos terminados.

En el siguiente cuadro de detallas los procesos mencionados anteriormente.

## ANEXO C- 8

### Proceso para hacer tubos

#### Proceso para hacer los tubos de papel Kraft



*Fuente: Elaboración en base a las visitas en la empresa*

GABRIEL FERNANDO LEGUA ONOFRE

77253166

[gabrielfernandolegua@gmail.com](mailto:gabrielfernandolegua@gmail.com)



**DIRECCIÓN DE DERECHO DE AUTOR  
Y DERECHOS CONEXOS  
RESOLUCIÓN ADMINISTRATIVA NRO. 1-2919/2024  
La Paz, 16 de septiembre de 2024**

**VISTOS:**

La solicitud de Inscripción de Derecho de Autor presentada en fecha **12 de septiembre de 2024**, por **GABRIEL FERNANDO LEGUA ONOFRE** con **C.I. N° 12893242 LP**, con número de trámite **DA 1655/2024**, señala la pretensión de inscripción del Proyecto de Grado titulado: **"MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN LA EMPRESA PAPELERA TISSU S.R.L."**, cuyos datos y antecedentes se encuentran adjuntos y expresados en el Formulario de Declaración Jurada.

**CONSIDERANDO:**

Que, en observación al Artículo 4º del Decreto Supremo N° 27938 modificado parcialmente por el Decreto Supremo N° 28152 el "Servicio Nacional de Propiedad Intelectual SENAPI, administra en forma desconcentrada e integral el régimen de la Propiedad Intelectual en todos sus componentes, mediante una estricta observancia de los regímenes legales de la Propiedad Intelectual, de la vigilancia de su cumplimiento y de una efectiva protección de los derechos de exclusiva referidos a la propiedad industrial, al derecho de autor y derechos conexos; constituyéndose en la oficina nacional competente respecto de los tratados internacionales y acuerdos regionales suscritos y adheridos por el país, así como de las normas y regímenes comunes que en materia de Propiedad Intelectual se han adoptado en el marco del proceso andino de integración".

Que, el Artículo 16º del Decreto Supremo N° 27938 establece "Como núcleo técnico y operativo del SENAPI funcionan las Direcciones Técnicas que son las encargadas de la evaluación y procesamiento de las solicitudes de derechos de propiedad intelectual, de conformidad a los distintos regímenes legales aplicables a cada área de gestión". En ese marco, la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos otorga registros con carácter declarativo sobre las obras del ingenio cualquiera que sea el género o forma de expresión, sin importar el mérito literario o artístico a través de la inscripción y la difusión, en cumplimiento a la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, Ley de Derecho de Autor N° 1322, Decreto Reglamentario N° 23907 y demás normativa vigente sobre la materia.

Que, la solicitud presentada cumple con: el Artículo 6º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, el Artículo 26º inciso a) del Decreto Supremo N° 23907 Reglamento de la Ley de Derecho de Autor, y con el Artículo 4º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina.

Que, de conformidad al Artículo 18º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor en concordancia con el Artículo 18º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina, referentes a la duración de los Derechos Patrimoniales, los mismos establecen que: "la duración de la protección concedida por la presente ley será para toda la vida del autor y por 50 años después de su muerte, a favor de sus herederos, legatarios y cesionarios"

Que, se deja establecido en conformidad al Artículo 4º de la Ley N° 1322 de Derecho de Autor, y Artículo 7º de la Decisión 351 Régimen Común sobre Derecho de Autor y Derechos Conexos de la Comunidad Andina que: "...No son objeto de protección las ideas contenidas en las obras literarias, artísticas, o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas ni su aprovechamiento industrial o comercial"

Que, el artículo 4, inciso e) de la ley N° 2341 de Procedimiento Administrativo, instituye que: "... en la relación de los particulares con la Administración Pública, se presume el principio de buena fe. La confianza, la cooperación y la lealtad en la actuación de los servidores públicos y de los



*ciudadanos ...*", por lo que se presume la buena fe de los administrados respecto a las solicitudes de registro y la declaración jurada respecto a la originalidad de la obra.

**POR TANTO:**

El Director de Derecho de Autor y Derechos Conexos sin ingresar en mayores consideraciones de orden legal, en ejercicio de las atribuciones conferidas.

**RESUELVE:**

**INSCRIBIR** en el Registro de Tesis, Proyectos de Grado, Monografías y Otras Similares de la Dirección de Derecho de Autor y Derechos Conexos, el Proyecto de Grado titulado: **"MEJORAMIENTO DEL SISTEMA PRODUCTIVO EN LA EMPRESA PAPELERA TISSU S.R.L."** a favor del autor y titular: **GABRIEL FERNANDO LEGUA ONOFRE** con **C.I. N° 12893242 LP** bajo el seudónimo **GABU**, quedando amparado su derecho conforme a Ley, salvando el mejor derecho que terceras personas pudieren demostrar.

Regístrese, Comuníquese y Archívese.

CASA/lm

Firmado Digitalmente por:

Servicio Nacional de Propiedad Intelectual - SENAPI  
**CARLOS ALBERTO SORUCO ARROYO**  
**DIRECTOR DE DERECHO DE AUTOR Y DERECHOS CONEXOS**  
LA PAZ - BOLIVIA



Firma:



oqYFk9Jr2Ik41E

PARA LA VALIDACIÓN DEL PRESENTE DOCUMENTO INGRESAR A LA PÁGINA WEB [www.senapi.gob.bo/verificacion](http://www.senapi.gob.bo/verificacion) Y COLOCAR CÓDIGO DE VERIFICACIÓN O ESCANEAR CÓDIGO QR.



Oficina Central - La Paz  
Av. Montes, N° 515,  
entre Esq. Uruguay y  
C. Batallón Illimani.  
Telfs.: 2115700  
2119276 - 2119251

Oficina - Santa Cruz  
Av. Uruguay, Calle  
prolongación Quijano,  
N° 29, Edif. Bicentenario.  
Telfs.: 3121752 - 72042936

Oficina - Cochabamba  
Calle Bolívar, N° 737,  
entre 16 de Julio y Antezana.  
Telfs.: 4141403 - 72042957

Oficina - El Alto  
Av. Juan Pablo II, N° 2560  
Edif. Multicentro El Ceibo  
Ltda. Piso 2, Of. 5B,  
Zona 16 de Julio.  
Telfs.: 2141001 - 72043029

Oficina - Chuquisaca  
Calle Kilómetro 7, N° 366  
casi esq. Urriolagoitia,  
Zona Parque Bolívar.  
Telf.: 72005873

Oficina - Tarija  
Av. La Paz, entre  
Calles Ciro Trigo y Avaroa  
Edif. Santa Clara, N° 243.  
Telf.: 72015286

Oficina - Oruro  
Calle 6 de Octubre, N° 5837,  
entre Ayacucho  
y Junín, Galería Central,  
Of. 14.  
Telf.: 67201288

Oficina - Potosí  
Av. Villazón entre calles  
Wenceslao Alba y San Alberto,  
Edif. AM. Salinas N° 242,  
Primer Piso, Of. 17.  
Telf.: 72018160

