

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE UNA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE ETIQUETAS AUTOADHESIVAS UTILIZANDO
HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial

AUTOR:

JULIAN MINAYA, ORLANDO JUVENAL

ASESOR:

MERY ROXANA LEON PERFECTO

Lima, agosto, 2023

Informe de Similitud

Yo, Mery Roxana León Perfecto docente de la Facultad de Ciencias e ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado:

Análisis y propuesta de mejora de una línea de producción de etiquetas autoadhesivas utilizando herramientas de *lean manufacturing*.

Del autor:

Orlando Juvenal Julián Minaya

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 14%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 24/03/2024.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 24 de marzo 2024

<u>León Perfecto Mery Roxana</u>	
DNI: 09909590	Firma 
ORCID: 0000-0002-9615-1510	

RESUMEN

El presente trabajo ha sido elaborado con el objetivo de mejorar el proceso productivo de etiquetas autoadhesivas de una empresa perteneciente a la industria de impresión que trabaja bajo pedido. Para ello, el desarrollo de la investigación comprende el diagnóstico de la empresa (así como de la línea de producción de etiquetas), las propuestas de mejora basadas en la aplicación de herramientas de la filosofía *Lean Manufacturing* y la evaluación económica que permita determinar la viabilidad de la implementación.

El estudio inicia con el desarrollo de conceptos de las herramientas que forman parte de la manufactura esbelta, las cuales han sido aplicadas en la propuesta de mejora a partir del diagnóstico realizado. Luego, se realizó la descripción de la empresa, de sus productos y principales procesos de producción. Durante el diagnóstico de la empresa se determinó, a partir del análisis de los principales indicadores de producción, que la línea de fabricación de etiquetas (en comparación a las otras principales líneas) presentaba los mayores problemas en el cumplimiento de objetivos de producción. Presentando elevada frecuencia incumplimientos en la entrega de productos y mayores costos de producciones no conformes. De igual manera, se determinó que la familia de etiquetas sobre la cual centrar el análisis es la familia de etiquetas con barnizado. En el diagnóstico, también, se determinó en base a la adaptación de la metodología AMEF los problemas críticos de las operaciones del proceso de fabricación de etiquetas que en resumen son ocasionados por la falta de mantenimiento en las máquinas de trabajo, el inadecuado control de la producción y excesos de tiempo de configuración de las máquinas por falta de estandarización.

Como propuestas de mejora se propuso la implementación de la herramienta SMED para lograr la reducción y estandarización de tiempos de configuración de las máquinas de troquelado y barnizado. Con la cual se logró una reducción del 31.24% y 30.57% de los tiempos actuales de configuración respectivamente. Por otro lado, se propuso implementar el TPM-Autónomo en las operaciones de impresión y barnizado con el fin de ejecutar actividades menores de limpieza y mantenimiento de equipos que permitan mantenerlos en óptimas condiciones de funcionamiento, reducir las paradas de producción y ahorrar en costos de mantenimiento. lográndose un ahorro del 50% de costos de mantenimiento y S/. 4378.2 en costos de producciones no conformes. Por último, la adecuación de sistemas *Poka-yoke* que permite mejorar el proceso de control de producción de impresión y troquelado de etiquetas. Lográndose un ahorro en costos de producciones no conformes de S/.3890.73.

Por último, se realizó el análisis económico de la implementación de las propuestas de mejora a través del cálculo del TIR y VAN. Los cuales al obtener un valor de 65% y S/.46028.73 respectivamente determinan que la ejecución del proyecto es económicamente viable.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme en cada momento de mi vida

Y darme la fortaleza para poder superar todos los desafíos que se presentan a lo largo de mi vida

A mis padres por haberme brindado el apoyo incondicional para realizarme como persona y profesional.

Finalmente, agradezco a mi asesora por los consejos y el apoyo brindado a lo largo de la realización del presente trabajo



INDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Antecedentes de <i>Lean Manufacturing</i>	3
1.2 <i>Lean Manufacturing</i>	3
1.3 Desperdicio.....	4
1.3.1 Sobreproducción.....	4
1.3.2 Esperas.....	4
1.3.3 Transporte innecesario.....	4
1.3.4 Sobre procesamientos.....	4
1.3.5 Inventarios.....	5
1.3.6 Movimientos Innecesarios.....	5
1.3.7 Productos defectuosos o retrabajos.....	5
1.4 Herramientas de Lean Manufacturing.....	5
1.4.1 5´S.....	5
1.4.2 POKA YOKE.....	6
1.4.3 SMED.....	6
1.4.4 TRABAJO ESTANDARIZADO.....	7
1.4.5 TPM.....	8
1.5 Herramienta de prevención de fallos.....	8
Metodología AMEF	8
1.6 Técnicas de diagnóstico.....	15
1.6.1 Diagrama de Pareto.....	15
1.6.2 Value Stream Mapping.....	16
1.6.3 Diagrama de Causa y Efecto.....	18
1.7 Caso de aplicación de herramienta <i>Lean</i> en una empresa perteneciente a la industria gráfica.....	18
CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	21
2.1 Productos.....	21
2.2 Entidades participantes en el negocio.....	24
2.2.1 Proveedores.....	24
2.2.2 Gobierno.....	24
2.2.3 Colaboradores.....	24
2.2.4 Clientes.....	24
2.3 Organización de la empresa.....	25
2.3.1 Gerencia General.....	25

2.3.2	Gerencia de Producción.	26
2.3.3	Gerencia Comercial.	26
2.3.4	Gerencia de Administración y Finanzas.	26
2.3.5	Gerencia de Tecnologías de Información (TI) y Mejora Continua.....	26
2.3.6	Gestión de Personas.	27
2.3.7	Seguridad Integral.	27
2.4	Clima Laboral.....	27
2.4.1	Misión.	27
2.4.2	Visión.....	28
2.4.3	Capacitaciones.	28
2.4.4	Valores de la empresa.	28
2.5	Descripción de los principales procesos.	29
2.5.1	Flujo general de principales de procesos.....	29
2.5.2	Descripción de principales procesos.....	30
2.6	Distribución de planta de la línea de producción de etiquetas autoadhesivas. .	39
2.7	Definiciones utilizadas en los procesos de producción.....	40
2.7.1	Orden de trabajo.....	40
2.7.2	Arte.....	40
2.7.3	Sistema Epicor.....	40
2.7.4	Muestra.....	41
2.7.5	Adobe Illustrator	41
2.7.6	Salida no conforme	41
2.7.7	Producto terminado.....	41
2.7.8	Producto Semielaborado	41
2.7.9	Producto de Custodia (CUS).....	42
2.7.10	Indicador OTIF.....	42
2.7.11	Bitácora	42
CAPITULO 3. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....		43
3.1	Elección de la línea de producción a analizar.	44
3.2	Clasificación y selección de la familia de etiquetas a analizar en base al nivel de demanda.	51
3.3	Identificación de problemas presentados dentro de la línea de producción de etiquetas para la familia de etiquetas tipo A, a partir del análisis de indicadores de producción.....	52
3.4	Priorización de problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en la línea de producción de etiquetas.	53
3.5	Identificación y clasificación de las causas que originan los problemas priorizados en la línea de producción de etiquetas.	59

3.6	Priorización de las causas raíces identificadas que originan los problemas jerarquizados en la línea de producción de etiquetas	62
3.7	Identificación de contramedidas para las principales causas raíces de los problemas prioritarios identificados en el proceso de producción de etiquetas del tipo A.	74
CAPITULO 4. PROPUESTA DE MEJORA.....		76
4.1	Clima Organizacional para el adecuado desarrollo de las propuestas de mejora..	76
4.2	Propuesta 1: Aplicación del SMED en la operación de troquelado.....	78
4.3	Propuesta 2: <i>Poka-yoke</i> para la operación de troquelado	89
4.4	Propuesta 3: Aplicación del SMED en la operación de barnizado	94
4.5	Propuesta 4: <i>Poka-Yoke</i> para la operación de impresión.....	101
4.6	Propuesta 5: Mantenimiento autónomo para la operación de barnizado e impresión de etiquetas.....	106
4.6.1	Compromiso de la Gerencia de producción y Jefatura a Cargo	107
4.6.2	Definición del equipo de trabajo que llevará a cabo el proyecto TPM-AUTÓNOMO.....	107
4.6.3	Capacitación del personal.....	108
4.6.4	Limpieza e inspección de equipos	109
4.6.5	Estandarización de hábitos	113
4.6.6	Control y registro de fallas	115
4.7	Propuesta 6: Implementación de AMEF como mecanismo de análisis de fallas potenciales y establecimiento de acciones de mejora a partir de la adecuación del TPM-AUTÓNOMO en las operaciones de barnizado e impresión de etiquetas.....	117
4.7.1	Determinación de las actividades a realizarse, los modos de fallo a presentarse y el efecto causado.	117
4.7.2	Determinación del nivel de severidad de los modos de falla	118
4.7.3	Determinación de las causas y calificación del nivel de ocurrencia.....	119
4.7.4	Calificación del grado de detección del control, cálculo de NPR y toma de acciones	120
CAPITULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DE MEJORA		123
5.1	Gastos de implementación de las propuestas de mejora	123
5.1.1	Gastos por la implementación SMED	123
5.1.2	Gastos por la implementación de TPM-Autónomo	125
5.1.3	Gastos por la implementación del <i>Poka-Yoke</i>	127
5.2	Ahorro generado por la implementación de las propuestas de mejora.....	130
5.2.1	Ahorro por la implementación SMED	130
5.2.2	Ahorro por la implementación TPM.....	132
5.2.3	Ahorro por la implementación <i>Poka-Yoke</i>	133
5.3	Flujo de caja del proyecto	136
CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		137

6.1	Conclusiones	137
6.2	Recomendaciones	138
BIBLIOGRAFÍA:		139



Índice de Figuras

Figura 1: Principios básicos de las 5's.....	6
Figura 2: Pasos de aplicación SMED	7
Figura 3: Cursograma sinóptico	9
Figura 4: Descripción de los ítems	10
Figura 5: Fórmula del número prioritario de riesgo.....	14
Figura 6: Elementos del VSM.....	17
Figura 7: VSM para un proceso de manufactura	17
Figura 8: Recibo de luz	22
Figura 9: Cheques	22
Figura 10: Tarjetas PVC.....	23
Figura 11: Etiquetas autoadhesivas	23
Figura 12: Organigrama empresarial.....	25
Figura 13: Flujo de producción de los principales procesos de la organización.....	30
Figura 14: Máquina Stahl 3	32
Figura 15: Cilíndrica N°1	32
Figura 16: Máquina Muller Martini 1	33
Figura 17: Máquina troqueladora de sobres.....	35
Figura 18: Máquina armadora de sobres.....	35
Figura 19: Máquina SM-745.....	36
Figura 20: Máquina Wholenberg	37
Figura 21: Máquina HP Indigo WS6600	39
Figura 22: Máquina Cartes GT362 HF	39
Figura 23: Distribución de línea de etiquetas	40
Figura 24: Hoja de ruta del análisis y diagnóstico de la línea de producción de etiquetas de la organización.....	43
Figura 25: Flujo de método ponderado aplicado para la priorización de causas.....	63
Figura 26: Fórmula para hallar el valor ponderado.....	66
Figura 27: Diagrama Spaghetti del proceso actual de set-up de troqueladora.....	81
Figura 28: Coche porta troquel.....	85
Figura 29: Chaleco portaherramientas	85
Figura 30: Diagrama Spaghetti propuesto del proceso de set-up de troqueladora	87
Figura 31: Máquina troqueladora	91
Figura 32: Sensor de posición detector de tacas PSCU.....	92
Figura 33: Instructivo propuesto de funcionamiento y control del proceso de troquelado	93
Figura 34: Diagrama Spaghetti del proceso actual de set-up de barnizado.....	97

Figura 35: Diagrama Spaghetti propuesto del proceso de set-up de barnizadora	100
Figura 36: Máquina de impresión HP	103
Figura 37: Instructivo propuesto para el control de proceso de impresión	105
Figura 38: Manual de componentes de máquina de impresión	114
Figura 39: Manual de componentes de máquina de barnizado	115
Figura 40: Integración de las herramientas de la propuesta de mejora	122



Índice de Tablas

Tabla 1: Identificación de modos de fallo	11
Tabla 2: Efectos de fallo.....	11
Tabla 3: Tabla de nivel de severidad.....	12
Tabla 4: Diagrama de clasificación de nivel de ocurrencias	13
Tabla 5: Diagrama de calificación de grado de detección de control	13
Tabla 6: Matriz AMEF aplicada	15
Tabla 7: Resultados de aplicación Lean.....	20
Tabla 8: Máquinas del proceso de elaboración de etiquetas	38
Tabla 9: Tabla de división de subfamilias de etiquetas vs las operaciones del proceso	51
Tabla 10: Tabla de clasificación de familia de etiquetas de acuerdo al nivel de demanda presentando en los años 2019	52
Tabla 11: Tabla de clasificación de problemas identificados en la familia de etiquetas tipo A de la línea de producción de etiquetas	53
Tabla 12: Frecuencia acumulada de problemas presentados en los años 2019 y 2020 en la producción de la familia de etiquetas tipo A	54
Tabla 13: Tabla de valor de acuerdo al nivel de frecuencia presentado	55
Tabla 14: Resultados de acuerdo al grado de frecuencia de los problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas de tipo A.....	55
Tabla 15: Costo acumulado incurrido por los problemas presentados en los años 2019 y 2020 en la producción de la familia de etiquetas tipo A.....	56
Tabla 16: Tablas de valor a nivel de impacto en términos de costo.....	57
Tabla 17: Resultados de acuerdo al nivel de impacto en costos de los problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas de tipo A	57
Tabla 18: Tabla de calificación de grado de detectabilidad	58
Tabla 19: Resultados de calificación de grado de detectabilidad	58
Tabla 20: Resultados de cálculo de indicador NPR para los problemas identificados en la producción de la línea de etiquetas.....	59
Tabla 21: Tabla de valor a nivel de frecuencia de las causas identificadas que originan el problema de troquelado	67
Tabla 22: Tabla de valor a nivel de impacto de las causas identificadas que originan el problema de troquelado	67
Tabla 23: Tabla de resultados de cálculos de indicador NPR para el problema en la operación de troquelado identificado en la producción de la línea de etiquetas	68
Tabla 24: Tabla de priorización de causas del troquelado inadecuado	68

Tabla 25: Tabla de valor de nivel de frecuencia de las causas identificadas que originan el problema en la operación de impresión	69
Tabla 26: Tabla de valor a nivel de impacto de las causas identificadas que originan el problema de impresión.....	70
Tabla 27: Tabla de resultados del cálculo de indicador NPR para el problema en la operación de impresión identificado en la producción de la línea de etiquetas.....	70
Tabla 28: Tabla de priorización de causas de fallos de impresión.....	71
Tabla 29: Tabla de priorización de causas del barnizado no uniforme	72
Tabla 30: Tabla de resumen de principales causas vs principales problemas ocurridos en la producción de etiquetas del tipo A	73
Tabla 31: Tabla resumen de las herramientas Lean propuestas para la eliminación de las principales causas que originan los problemas ocurridos en la producción de etiquetas del tipo A en la línea de producción de etiquetas	75
Tabla 32: Tabla de aplicación de herramientas a las operaciones seleccionadas del proceso de fabricación de etiquetas	76
Tabla 33: Cronograma de capacitación SMED Troquelado.....	79
Tabla 34: Subactividades del set-up de la máquina de troquelado (parte1)	80
Tabla 35: Subactividades del set-up de la máquina de troquelado (parte 2)	80
Tabla 36: Subactividades del set-up de la máquina de troquelado (parte 3)	81
Tabla 37: Actividades internas y externas del set-up de la máquina de troquelado (parte 1)	82
Tabla 38: Actividades internas y externas del set-up de la máquina de troquelado (parte 2)	83
Tabla 39: Actividades internas y externas del set-up de la máquina de troquelado (parte 3)	83
Tabla 40: Tiempos de set-up actual vs propuesto de la máquina de troquelado (parte 1) ...	86
Tabla 41: Tiempos de set-up actual vs propuesto de la máquina de troquelado (parte 2) ...	86
Tabla 42: Tiempos de set-up actual vs propuesto de la máquina de troquelado (parte 3) ...	87
Tabla 43: Tabla comparativa de los tiempos de configuración actual y propuesto de troqueladora.....	88
Tabla 44: Cronograma de capacitación Poka-Yoke troquelado.....	90
Tabla 45: Ahorro anual en costos propuestos por la implementación del Poka-yoke en la operación de troquelado	93
Tabla 46: Cronograma de capacitación SMED de barnizadora	95
Tabla 47: Actividades del set-up de la máquina de barnizado.....	96
Tabla 48: Tiempos de set-up actual vs propuesto de la máquina de barnizado	99

Tabla 49: Tabla comparativa de los tiempos de configuración actual y propuesto de barnizadora.....	101
Tabla 50: Cronograma de capacitación Poka-Yoke impresión	102
Tabla 51: Ahorro anual en costos propuestos por la implementación del Poka-yoke en la operación de impresión.....	105
Tabla 52: Plan de implementación del TPM-autónomo	107
Tabla 53: Ficha de capacitación sobre TPM-AUTÓNOMO.....	108
Tabla 54: Cronograma de implementación sobre TPM-Autónomo	109
Tabla 55: Manual de limpieza de la máquina de barnizado.....	110
Tabla 56: Manual de limpieza de la máquina de impresión HP	110
Tabla 57: Registro de mantenimiento de la máquina de impresión HP	111
Tabla 58: Registro de mantenimiento de la máquina de barnizado	111
Tabla 59: Registro de control de ejecución de actividades de mantenimiento de máquina de impresión HP	112
Tabla 60: Registro de control de ejecución de actividades de mantenimiento de máquina de barnizado	112
Tabla 61: Manual de elementos y accesorios requeridos para la limpieza de máquina HP113	
Tabla 62: Manual de elementos y accesorios requeridos para la limpieza de máquina barnizadora.....	114
Tabla 63: Registro de control de ocurrencia de fallas y acciones correctivas inmediatas ..	115
Tabla 64: Ahorro mensual en costos propuesto por la implementación del TPM-Autónomo en las operaciones de impresión y barnizado	116
Tabla 65: Ahorro mensual en tiempos propuestos por la implementación del TPM-Autónomo en las operaciones de impresión y barnizado	116
Tabla 66: Actividades, modos de fallos y efectos ocasionados en las operaciones de impresión y barnizado producto de implementación del TPM-Autónomo	118
Tabla 67: Valores de severidad de los modos de falla	119
Tabla 68: Tabla de valor de frecuencia de los modos de falla	119
Tabla 69: Causas determinadas por la metodología AMEF y nivel de ocurrencia	120
Tabla 70: Tabla de grado de control de los modos de falla	120
Tabla 71: Nivel de NPR de los modos de falla y acciones de control correspondientes	121
Tabla 72: Costo de equipos y adecuaciones para la implementación del SMED.....	123
Tabla 73: Costo de asesoramiento para la implementación del SMED	124
Tabla 74: Costo de horas extras por capacitación para la implementación del SMED	124
Tabla 75: Resumen de costos totales incurridos para la implementación del SMED.....	124
Tabla 76: Costo de equipos, instructivos, manuales para la implementación del TPM-Autónomo	125

Tabla 77: Costo de asesoramiento para la implementación del TPM-Autónomo.....	125
Tabla 78: Costo de horas extras por capacitación para la implementación del TPM-Autónomo	126
Tabla 79: Resumen de costos totales incurridos para la implementación del TPM-Autónomo	126
Tabla 80: Resumen de costos totales incurridos para la ejecución de actividades de limpieza, inspección, lubricación y cambio de componentes pertenecientes al TPM-Autónomo	127
Tabla 81: Costo sistemas de control e instructivos para la implementación del Poka-yoke	128
Tabla 82: Costo de asesoramiento para la implementación de Poka-Yoke	128
Tabla 83: Costo de horas extras por capacitación para la implementación del Poka-yoke	129
Tabla 84: Resumen de costos totales incurridos para la implementación de Poka-yoke ...	129
Tabla 85: Resumen de costos totales incurridos para la ejecución de actividades de mantenimiento de sistemas de control Poka-Yoke	129
Tabla 86: Cantidad y costo de producciones propuestas no conformes producto de la implementación del SMED	130
Tabla 87: Ahorros generados por la disminución de producciones no conformes producto de la implementación del SMED	131
Tabla 88: Resumen de ahorros generados disminución de frecuencia de cambio de piezas en troqueladora.....	131
Tabla 89: Resumen de ahorros generados por la implementación del SMED	132
Tabla 90 :Ahorros generados por la disminución de producciones no conformes producto por la implementación del TPM-Autónomo.....	132
Tabla 91: Ahorros generados por la disminución de costos de mantenimiento por la implementación del TPM-Autónomo	133
Tabla 92: Resumen de ahorros generados por la implementación del TPM-Autónomo	133
Tabla 93: Cantidad y costo de producciones propuestas no conformes producto por la implementación del Poka-Yoke.....	134
Tabla 94: Ahorros generados por la disminución de producciones no conformes producto por la implementación del Poka-yoke.....	134
Tabla 95: Resumen de ahorros generados por la implementación del Poka-yoke	134
Tabla 96: Resumen de costos y beneficios producto de la implementación SMED, Poka-yoke y TPM-Autónomo en las operaciones seleccionadas de la línea de producción de etiquetas	135
Tabla 97: Flujo de caja del proyecto.....	136

Índice de gráficos

Gráfico 1: Gráfico de barras de rendimiento del indicador OTIF de la línea de producción de productos valorados (2020).....	45
Gráfico 2: Gráfico de barras de rendimiento del indicador OTIF de la línea de producción de impresión offset (2020)	45
Gráfico 3: Gráfico de barras de rendimiento del indicador OTIF de la línea de producción de impresión variable (2020).....	46
Gráfico 4: Gráfico de barras de rendimiento del indicador OTIF de la línea de producción de etiquetas (2020).....	46
Gráfico 5: Gráfico de la tasa de reclamos mensual de la línea de producción de productos valorados del año 2020.....	47
Gráfico 6: Gráfico de la tasa de reclamos mensual de la línea de producción de impresión offset del año 2020	48
Gráfico 7: Gráfico de la tasa de reclamos mensual de la línea de producción de impresión variable del año 2020.....	49
Gráfico 8: Gráfico de la tasa de reclamos mensual de la línea de producción de etiquetas del año 2020.....	50
Gráfico 9: Gráfico de Pareto de frecuencia acumulada de problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en los años 2019 y 2020.....	54
Gráfico 10: Gráfico de Pareto de costos incurridos por los problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en los años 2019 y 2020.....	56
Gráfico 11: Diagrama de Ishikawa para detección y clasificación de las causas que originan los fallos de producción en la operación de troquelado	60
Gráfico 12: Diagrama de Ishikawa para detección y clasificación de las causas que originan los fallos de producción en la operación de impresión	61
Gráfico 13: Diagrama Ishikawa para detección y clasificación de las causas que originan los fallos de producción en la operación de barnizado.....	62
Gráfico 14: Set-up troqueladora	88
Gráfico 15: Set-up barnizado	101

Índice de Diagramas

Diagrama 1: Diagrama de Pareto.....	16
Diagrama 2: Diagrama de causa y efecto	18

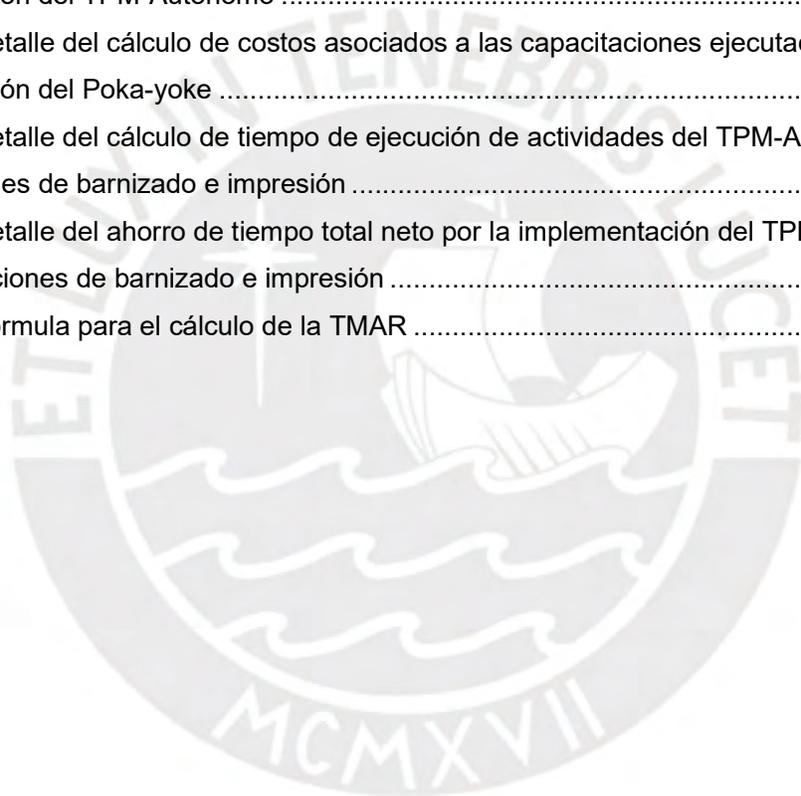


Índice de Anexos

Anexo 1: Diagrama de determinación de causas	142
Anexo 2: Diagrama de identificación de controles	143
Anexo 3: Toma de acciones	144
Anexo 4: Máquinas del proceso de Post-prensa	145
Anexo 5: Máquinas del proceso de continuas largo tiraje.....	145
Anexo 6: Máquinas del proceso de armado de sobres.....	146
Anexo 7: Máquinas del proceso de elaboración de formas planas	147
Anexo 8: Tabla de rendimiento de la línea de producción de productos valorados respecto al indicador OTIF del año 2020.....	148
Anexo 9: Tabla de rendimiento de la línea de producción de impresión Offset respecto al indicador OTIF del año 2020.....	148
Anexo 10: Tabla de rendimiento de la línea de producción de impresión variable respecto al indicador OTIF del año 2020.....	149
Anexo 11: Tabla de rendimiento de la línea de producción de etiquetas respecto al indicador OTIF del año 2020	149
Anexo 12: Tabla de costo de reclamos mensual de la línea de producción de productos valorados del año 2020.....	150
Anexo 13: Tabla de acumulación de tasa de reclamos mensual respecto al objetivo mensual acumulado de la línea de producción de productos valorados 2020	150
Anexo 14: Gráfico de evolución de la tasa de reclamos de la línea de producción de productos valorados (2020).....	151
Anexo 15: Tabla de costo de reclamos mensual de la línea de producción de impresión offset del año 2020	151
Anexo 16: Tabla de acumulación de tasa de reclamos mensual respecto al objetivo mensual acumulado de la línea de producción de impresión offset 2020	152
Anexo 17: Gráfico de evolución de la tasa de reclamos de la línea de producción de impresión offset (2020)	152
Anexo 18: Tabla de costo de reclamos mensual de la línea de producción de impresión variable del año 2020.....	153
Anexo 19: Tabla de acumulación de tasa de reclamos mensual respecto al objetivo mensual acumulado de la línea de producción de impresión variable del año 2020.....	153
Anexo 20: Gráfico de evolución de la tasa de reclamos de la línea de producción de impresión variable (2020).....	154
Anexo 21: Tabla de costo de reclamos mensual de la línea de producción de etiquetas del año 2020.....	154

Anexo 22: Tabla de acumulación de tasa de reclamos mensual respecto al objetivo mensual acumulado de la línea de producción de etiquetas del año 2020	155
Anexo 23: Gráfico de evolución de la tasa de reclamos de la línea de producción de etiquetas (2020).....	155
Anexo 24: Tabla de frecuencia acumulada de problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en el año 2019.....	156
Anexo 25: Gráfico de Pareto de la frecuencia de problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A del año 2019.....	156
Anexo 26: Tabla de frecuencia acumulada de problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en el año 2020.....	157
Anexo 27: Gráfico de Pareto de la frecuencia de problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A del año 2020.....	157
Anexo 28: Frecuencia comparativa de problemas presentados en el proceso de producción de la línea de etiquetas del año 2019 y 2020.....	158
Anexo 29: Comparativo de problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas tipo A del año 2019 y 2020.....	158
Anexo 30: Tabla de costos acumulados incurridos por los problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en el año 2019.....	159
Anexo 31: Gráfico de Pareto de costos acumulados incurridos por los problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en el año 2019.....	159
Anexo 32: Tabla de costos acumulados incurridos por los problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en el año 2020.....	160
Anexo 33: Gráfico de Pareto de costos acumulados incurridos por los problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en el año 2020.....	160
Anexo 34: Comparativo de costo de problemas presentados en el proceso de producción de la línea de etiquetas del año 2019 y 2020.....	161
Anexo 35: Gráfico comparativo de costos incurridos por los problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas A en los años 2019 y 2020.....	161
Anexo 36: Representación del nivel de riesgo para los problemas presentados en la línea de producción de etiquetas.....	161
Anexo 37: Ejemplo de Paso 1 para el cálculo de priorización de causas.....	162
Anexo 38: Ejemplo de Paso 2 para el cálculo de priorización de causas.....	163
Anexo 39: Ejemplo de Paso 3 para el cálculo de priorización de causas.....	164
Anexo 40: Tabla de valor a nivel de frecuencia de las causas identificadas que originan el problema en la operación de barnizado.....	164
Anexo 41: Tabla de valor a nivel de impacto de las causas identificadas que originan el problema de barnizado.....	165

Anexo 42: Tabla de resultados del cálculo de indicador NPR para el problema en la operación de barnizado identificado en la producción de la línea de etiquetas	165
Anexo 43: Actividades internas y externas del set-up de la máquina de barnizado.....	166
Anexo 44: Detalle del cálculo de costos asociados a la falta de mantenimiento en la operación de impresión.....	166
Anexo 45: Detalle del cálculo de costos asociados a la falta de mantenimiento en la operación de barnizado.....	167
Anexo 46: Nivel de severidad de los modos de falla según AMEF	167
Anexo 47: Detalle del cálculo de costos por hora hombre del personal que labora	168
Anexo 48: Detalle del cálculo de costos asociados a las capacitaciones ejecutadas para la implementación del TPM-Autónomo	168
Anexo 49: Detalle del cálculo de costos asociados a las capacitaciones ejecutadas para la implementación del Poka-yoke	169
Anexo 50: Detalle del cálculo de tiempo de ejecución de actividades del TPM-Autónomo en las operaciones de barnizado e impresión	169
Anexo 51: Detalle del ahorro de tiempo total neto por la implementación del TPM-Autónomo en las operaciones de barnizado e impresión	170
Anexo 52: Fórmula para el cálculo de la TMAR	170



INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria gráfica es un sector que ofrece una gran variedad de productos al mercado en comparación a otros sectores (cuya variedad de productos son más limitados). Esto les permite ampliar el mercado objetivo y posibilita la generación de mayores ingresos por captación de clientes en distintos segmentos del mercado.

En este contexto, la industria de la impresión digital en comparación a la industria offset viene obteniendo un crecimiento en el mercado según el informe “El futuro de la impresión digital frente a la impresión offset para el 2024” presentado por la consultora americana Smithers. Por esta razón las empresas que se encuentren desarrollando este tipo de productos tendrán la posibilidad de beneficiarse de esta oportunidad que brinda el mercado. Sin embargo, para poder obtener el máximo nivel de beneficio que brinda esta coyuntura, las organizaciones deben de contar con un nivel de eficiencia y estandarización óptima en sus procesos de producción

En este sentido, la elaboración de la presente tesis tiene como objetivo analizar los principales procesos de la línea de producción de etiquetas autoadhesivas ,diagnosticar los problemas presentados en la línea con sus respectivas causas y ,a partir de ello, proponer mejoras basadas en la aplicación de herramientas de la filosofía *Lean Manufacturing* que permitan optimizar sus procesos productivos ,ser eficientes en el uso de recursos y garantizar la rentabilidad de la organización en estudio.

En el primer capítulo se realizará una descripción de las principales herramientas y conceptos que serán útiles para la realización del diagnóstico de la empresa en estudio, así como para el planteamiento de propuestas de mejora.

En el segundo capítulo se realizará una breve descripción de la empresa, de la gama de productos que ofrece al mercado y de las 4 principales líneas de producción.

En el tercer capítulo se realizará el diagnóstico de las principales líneas de producción de la empresa a partir del análisis de los indicadores de producción. Se determinará la familia de productos y la línea de producción en la que se centrará el presente trabajo. Además, se identificarán, en base a la adaptación de la metodología AMEF, los problemas críticos de las operaciones del proceso y con la ayuda de herramientas de análisis se determinarán las principales causas que originan los problemas.

En el cuarto capítulo, se desarrollará la propuesta de mejora mediante la aplicación de herramientas *lean manufacturing* con el objetivo de mitigar las causas que originan los

problemas críticos diagnosticados. Entre las herramientas a explicar se tiene al SMED, Poka-yoke, el TPM-Autónomo y la herramienta de prevención de fallos AMEF.

Finalmente, en el quinto capítulo se calcularán los costos incurridos en la implementación de las herramientas propuestas, así como de los ahorros generados. Luego se evaluará la viabilidad económica de la ejecución de la propuesta a partir del cálculo de indicadores económicos como el TIR y el VAN.



CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

En el presente capítulo se desarrollará el marco teórico, el cual describe de forma precisa las principales herramientas y conceptos que serán útiles para ejecutar un correcto diagnóstico de la empresa, búsqueda y análisis de las causas raíces que afectan el rendimiento del área de producción seleccionada y a proponer mejoras para un mejor desempeño.

1.1 Antecedentes de *Lean Manufacturing*

Según Socconini (2008), la metodología Lean tiene sus orígenes en Japón, precisamente en la empresa Toyota. Lean nace como una necesidad de restaurar la economía que fue afectada producto de la Segunda Guerra Mundial, en la cual se priorizaba mostrar al mundo el poder bélico que poseían los países razón por la cual los avances tecnológicos estaban alineados con ello. Sin embargo, los japoneses decidieron centrar sus esfuerzos competitivos al ámbito industrial. En este contexto Taiichi Ohno y Kiichiro Toyoda (ingenieros de Toyota) se dieron cuenta que el nivel de rendimiento de los operarios japoneses era 10 veces menor que los operarios norteamericanos y decidieron estudiar los métodos de producción norteamericano. De esta manera Taiichi sentó las bases del famoso sistema TPS (*Toyota Producción System*) convirtiendo de esta forma a Toyota en un referente mundial de calidad.

Pocorey y Choque (2017) expresan que el sistema TPS estaba orientado a un manejo eficaz de la mano de obra (evitando excesos de carga laboral a los trabajadores que puedan afectar su eficiencia y fabricación de productos de calidad) y de los recursos de producción.

1.2 *Lean Manufacturing*.

Hernández (2013) afirma que *Lean Manufacturing* está determinado como una forma o estilo de trabajo en la que se establece la manera más eficiente de ejecución y optimización de un sistema productivo. Centrado en la identificación y eliminación de toda clase de desperdicios que pueden ser observados durante la ejecución de actividades de producción. Estos pueden ser visualizados en los transportes, sobreproducciones, inventarios, tiempos de esperas, reprocesamientos, defectos y movimientos.

1.3 Desperdicio

Villaseñor (2007) afirma que se considera desperdicio a todo aquello que no añade valor al producto final. Por tanto, consume recursos, tiempo y capital que el cliente final no está presto a costear. Toyota (ente pionero de la metodología *Lean*) ha logrado identificar los 7 principales desperdicios que no generan o agregan valor en el proceso de manufactura.

A continuación, se detallan los desperdicios desarrollados por el autor:

1.3.1 Sobreproducción

Se manifiesta cuando se realiza la fabricación de productos que no están ligados a una orden de producción. Esto trae como consecuencia la necesidad de almacenarlo e incrementar los costos de almacenamiento y niveles de inventario.

1.3.2 Esperas

Se manifiestan cuando los operarios no se encuentran realizando ninguna otra actividad, sino que solo observan como la máquina realiza su operación o se encuentran esperando alguna herramienta, producto en procesos, etc. Hernández (2013) explica que es admisible que la máquina espere al operario, por el contrario, es inadmisibile que el personal espere a la máquina o materia a procesar.

1.3.3 Transporte innecesario

Se manifiesta cuando se realiza un traslado de material, herramienta o máquina que no es necesario en la producción. Por lo general se busca eliminarlos ya que podrían causar daños al producto y generar un reproceso.

1.3.4 Sobre procesamientos

Se manifiestan cuando se realizan procesos innecesarios debido a que no se tiene claridad de las especificaciones solicitadas por el cliente. Los procesamientos incorrectos generar sobrecostos en lugar de agregar valor al producto.

1.3.5 Inventarios

Se manifiestan cuando existe excedente de materia prima, insumos de producción, producto en proceso o producto terminado. Dentro de los problemas visibles causados por los inventarios se encuentran los daños en los productos y obsolescencia de material, así como costos de transporte, de almacenamiento y retrasos en la entrega. Por otro lado, existen problemas que no son tan visibles como el desnivel de producción, retraso de entregas por parte de los proveedores, defectos en la línea de producción y tiempos largos de *set-up*.

1.3.6 Movimientos Innecesarios

Son cualquier tipo de movimiento innecesario que son realizados por los operarios en las áreas de trabajo.

1.3.7 Productos defectuosos o retrabajos

El significado de productos defectuosos es el manejo, esfuerzo y tiempo desperdiciado al realizar la fabricación de un producto. Son las denominadas reparaciones, retrabajos, *scraps* y reemplazos en la fabricación.

1.4 Herramientas de Lean Manufacturing

A continuación, se detallan las herramientas desarrolladas según Hernandez (2013):

1.4.1 5'S

Es un método de gestión que pertenece a la metodología *Lean Manufacturing* que busca aplicar de forma sistémica los fundamentos de limpieza y orden en los puestos de trabajo. El acrónimo 5's son las iniciales de las cinco expresiones japonesas que definen este instrumento, las cuales son: *Seiri* (que significa la clasificación y eliminación de lo innecesario), *Seiton* (organización y ordenamiento de lo determinado como necesario), *Seiso* (limpieza e inspección), *Seiketsu* (estandarización de las actividades de los 3 primeros pasos) y *Shitsuke* (disciplina). Por lo general es considerado el primer método que se debe implementar cuando una organización requiera aplicar la metodología de *Lean Manufacturing*. A continuación, se muestra en la figura 1, los 5 pilares de la metodología.

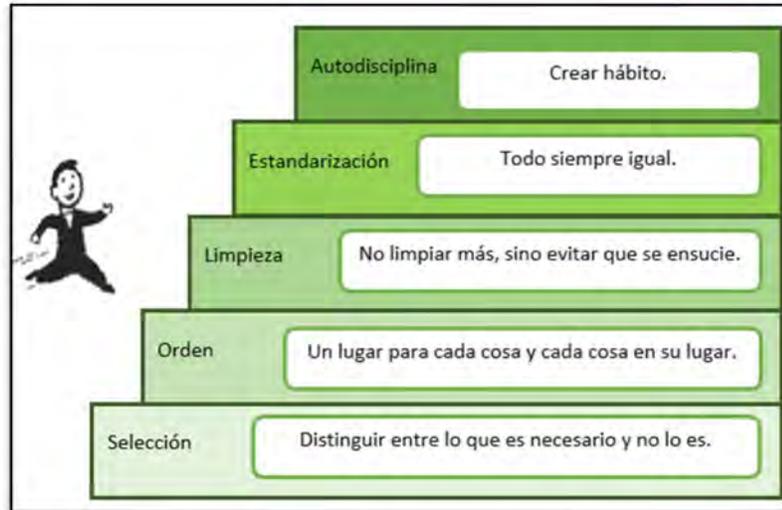


Figura 1: Principios básicos de las 5's
Fuente: Hernández (2013:37)

1.4.2 POKA YOKE.

También conocido como “A prueba de tontos”, esta herramienta tiene como objetivo alcanzar cero defectos en las actividades de producción y eventualmente lograr la posibilidad de disminuir y eliminar el número de inspecciones de control de calidad llevadas a cabo. Villaseñor (2007) señala que la mayor cantidad de errores humanos se dan por distracciones humanas es por ello que propone como los 5 mejores *Poka Yokes* el uso de pines de guía, alarmas de detección, *switches* de límites, contadores y listas de chequeo.

1.4.3 SMED.

Denominado por sus siglas como “Cambio rápido de herramientas”. Hernández (2013) afirma que la herramienta SMED es un grupo de técnicas que tienen el propósito de reducir los tiempos de ejecución de las actividades referentes a la preparación de las máquinas y eliminar la posibilidad de cometer error en la realización de ajustes. La técnica requiere un análisis completo del proceso que permita la clasificación de actividades en internas o externas. Y a partir de ello, evaluar la eliminación de actividades innecesarias, cambios en los componentes de máquina (así como de herramientas y posiblemente en las características del producto) y estandarización de operaciones. En la figura 2 se muestran los pasos de aplicación de la herramienta.

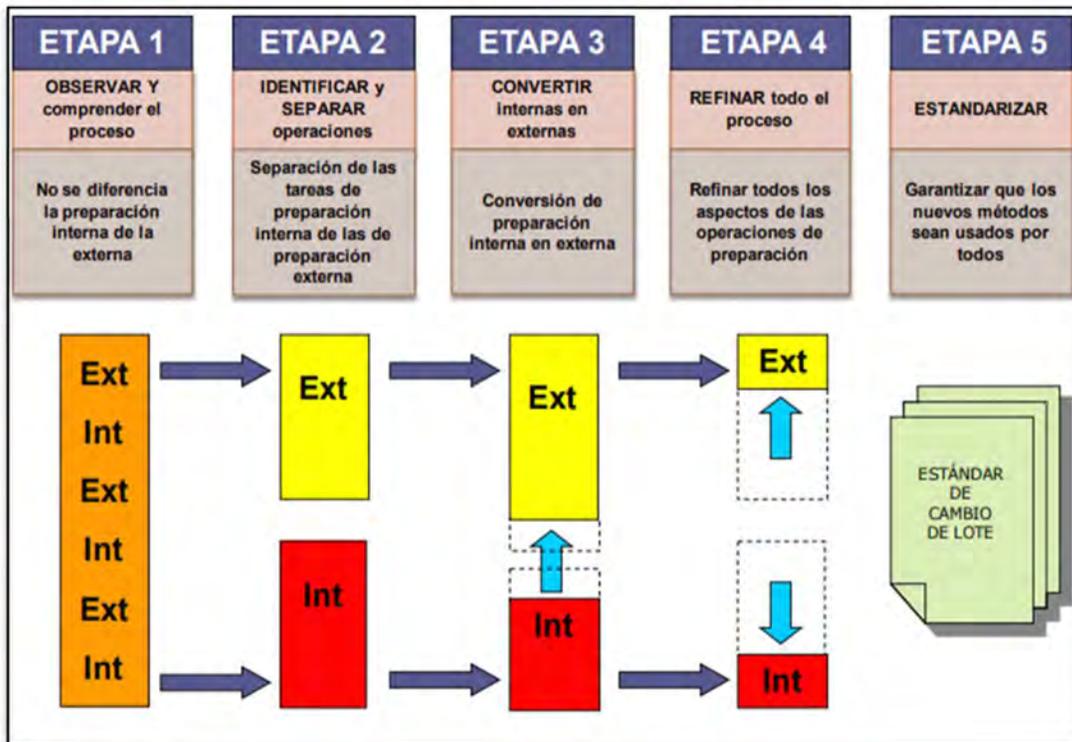


Figura 2: Pasos de aplicación SMED
Fuente: Espin (2013:8)

1.4.4 TRABAJO ESTANDARIZADO.

Es considerado uno de los pilares fundamentales de la filosofía *Lean Manufacturing*. Se encuentra basado en elementos gráficos y escritos denominados estándares. Los cuales permiten comprender las técnicas más eficaces de una fábrica y proveen información detallada sobre las características de las máquinas, funciones de personas, materiales de uso, modos de ejecución de los métodos y mediciones. Cuyo propósito es fabricar productos de calidad de forma segura, económica y rápida (Hernandez,2013).

Socconini (2008) afirmó que el Trabajo Estandarizado es el posibilitador de la aplicación de las herramientas Lean ya que define el método más adecuado y eficiente de llevar a cabo las operaciones de producción.

1.4.5 TPM.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM por sus siglas) es un grupo de técnicas direccionadas a conservar y potenciar los activos de una organización a partir de la generación de participación, compromiso y motivación del personal. El Mantenimiento Productivo Total comprende actividades básicas de limpieza y orden, así como, de planteamiento de sistemas de mantenimiento y desarrollo de habilidades de solución de problemas (Hernandez,2013). El TPM plantea cuatro objetivos:

- Lograr el incremento de eficacia de las máquinas productivas.
- Diseñar y llevar a cabo un sistema de mantenimiento que sirva a lo largo del periodo de tiempo de utilización de la máquina. Que comience en el diseño del equipo (diseño libre de mantenimiento) y que incorpore actividades de mantenimiento preventivo programadas y estructuradas a lo largo del tiempo. Y mejore la conservación del equipo mediante modificaciones y reparaciones.
- Comprometer a todas las áreas de diseño, planificación, utilización y mantenimiento de las máquinas.
- Involucrar de forma activa al personal, desde la plana gerencial hasta la operacional, ejecutando mantenimiento autónomo y actividades grupales.

Villaseñor (2007) afirma que dentro de los pilares existentes que son parte del TPM, el mantenimiento autónomo permite la capacitación a nivel de práctica y conocimiento del personal operativo. De esta forma el personal puede aprender a ejecutar actividades de reparaciones básicas de equipo, limpieza, inspección general y ejecución de supervisión autónoma.

1.5 Herramienta de prevención de fallos.

A continuación, se describe la herramienta de prevención de fallos a utilizar.

Metodología AMEF.

De acuerdo a lo indicado por la norma 22301(2017), la metodología AMEF es una herramienta que permite diseñar y desarrollar acciones de prevención contra potenciales fallas en productos, procesos o sistemas a partir de la identificación de riesgos. A partir de la

identificación, clasificaciones y priorización de errores en los procesos de control se establecen controles adecuados para evitar su recurrencia.

Según Betancourt (2020) la metodología AMEF aporta en la reducción de los costos de errores y mantenimiento, así como el aumento de la eficiencia de los procesos y por consecuencia la satisfacción del cliente ya que logran recibir productos de calidad. A continuación, se describen los pasos para desarrollar la metodología AMEF según este último autor:

a. Obtener información previa según el objeto de aplicación.

La metodología inicia con el mapeo de las actividades realizadas durante el proceso a analizar con el fin de obtener la información necesaria que ayude a comprender el flujo de producción y tener un mejor panorama del proceso. En esta etapa se puede utilizar herramientas como el Diagrama de operación de procesos, SIPOC o cursograma. En la figura 3 se muestra un ejemplo de la aplicación del primer paso sobre el proceso de fabricación de libros tomado por el autor.

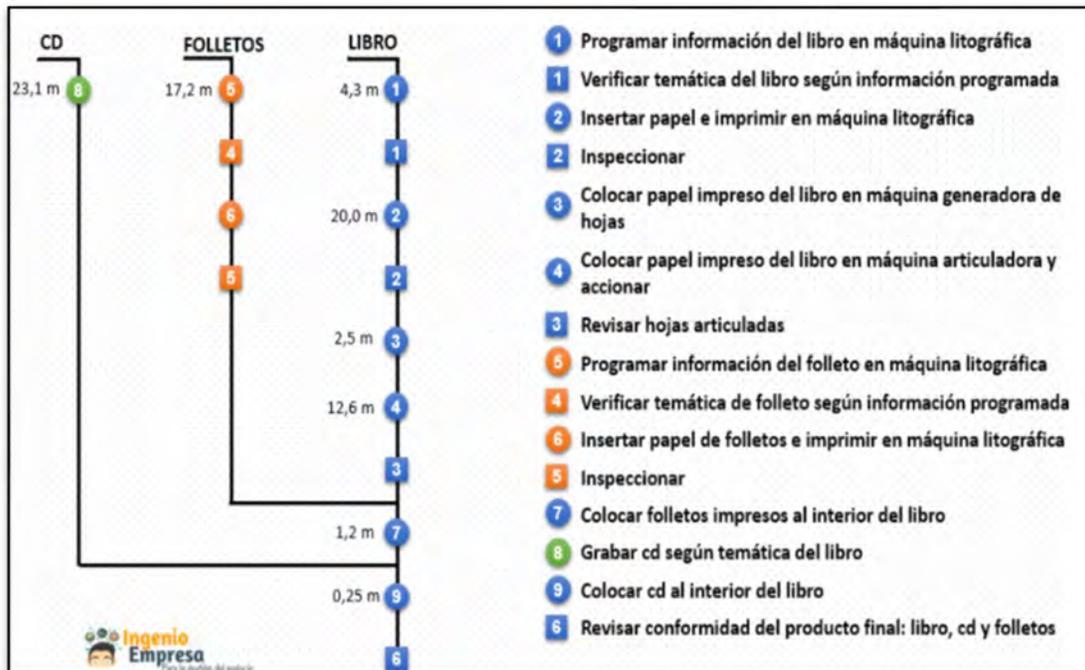


Figura 3: Cursograma sinóptico
Fuente: Betancourt (2020)

b. Conformación del equipo de trabajo.

Se selecciona un grupo de trabajo conformado por personas que tengan claros conocimientos sobre el proceso, producto o servicio a desarrollar. Se designa a un líder, el cual se encargará de coordinar las reuniones llevadas a cabo y documentar el análisis realizado.

c. Descripción de los ítems.

La descripción de los ítems puede realizarse bajo tres perspectivas posibles. La primera está enfocada en los componentes, por tanto, se van a describir cada uno de los componentes de las máquinas involucradas en el proceso. La segunda está enfocada en el factor de fallo, en la cual se describen aquellos factores que pueden ocasionar daños en la salud del operador o cliente de forma directa o indirecta. Por lo general están asociados al medio de trabajo o ambiente. Por último, se encuentra el enfoque de secuencia de actividades de producción en la cual se usan mapas de valor para verificar la trazabilidad del producto. En la figura 4 se muestra un ejemplo de la aplicación de descripción de los ítems sobre el proceso de fabricación de libros enfocado en la secuencia de actividades.

Actividad
Programar información del libro en máquina litográfica
Insertar papel e imprimir en máquina litográfica
Colocar papel impreso del libro en máquina generadora de hojas
Colocar papel impreso del libro en máquina articuladora y accionar
Programar información del folleto en máquina litográfica
Insertar papel de folletos e imprimir en máquina litográfica
Colocar folletos impresos al interior del libro
Grabar CD según temática del libro
Colocar CD al interior del libro

Figura 4: Descripción de los ítems
Fuente: Betancourt (2020)

d. Determinar los modos de fallo.

De acuerdo a la perspectiva tomada en el paso anterior, Se van a identificar todos los posibles modos de fallo que pueden afectar al proceso, producto o cliente. En la tabla 1 se muestra un ejemplo de la aplicación de este paso aplicado a un proceso de fabricación de libros.

Tabla 1: Identificación de modos de fallo

Actividad	Modos de fallo
Programar información del libro en máquina litográfica	La información que llega al trabajador es incorrecta
	Error en la digitación
Insertar papel e imprimir en máquina litográfica	Atascamiento del papel
Colocar papel impreso del libro en máquina generadora de hojas	Atrapamiento de extremidades del trabajador
	Atascamiento del papel
Colocar papel impreso del libro en máquina articuladora y accionar	Atrapamiento de extremidades del trabajador
Programar información del folleto en máquina litográfica	La información que llega al operario es incorrecta
	Error en la digitación
Insertar papel de folletos e imprimir en máquina litográfica	Atascamiento del papel
Colocar folletos impresos al interior del libro	Olvidar la colocación de los folletos al interior del libro
Grabar CD según temática del libro	La información que llega al trabajador es incorrecta
Colocar CD al interior del libro	Olvidar la colocación del CD al interior del libro

Fuente: Betancourt (2020)

e. Determinar los efectos de modo de fallos

En este paso se van a identificar los efectos inmediatos o consecuencias inmediatas generadas en el proceso por cada uno de los modos de fallos desarrollados. En la tabla 2 se muestra un ejemplo de la aplicación de determinación de efectos aplicadas a un proceso de fabricación de libros.

Tabla 2: Efectos de fallo

Actividad	Modos de fallo	Efecto
Programar información del libro en máquina litográfica	La información que llega al trabajador es incorrecta	El libro queda con páginas incompletas Aumenta el tiempo de espera del cliente El número de páginas es incorrecto
	Error en la digitación	El libro puede quedar con páginas incompletas El número de páginas o tipo de libro puede ser incorrecto
Insertar papel e imprimir en máquina litográfica	Atascamiento del papel	Pérdida de tiempo mientras se retira el papel atascado Sobrecostos por papel desechado
Colocar papel impreso del libro en máquina generadora de hojas	Atrapamiento de extremidades del trabajador	Daño o pérdida de las extremidades
	Atascamiento del papel	Pérdida de tiempo mientras se retira el papel atascado Sobrecostos por papel desechado
Colocar papel impreso del libro en máquina articuladora y accionar	Atrapamiento de extremidades del trabajador	Daño o pérdida de las extremidades
Programar información del folleto en máquina litográfica	La información que llega al operario es incorrecta	El folleto queda con páginas incompletas Aumenta el tiempo de espera del cliente
	Error en la digitación	El folleto puede quedar con páginas incompletas
Insertar papel de folletos e imprimir en máquina litográfica	Atascamiento del papel	Pérdida de tiempo mientras se retira el papel atascado Sobrecostos por papel desechado
Colocar folletos impresos al interior del libro	Olvidar la colocación de los folletos al interior del libro	Envío al cliente del material incompleto
Grabar CD según temática del libro	La información que llega al trabajador es incorrecta	El material del CD grabado no pertenece al libro solicitado por el cliente
Colocar CD al interior del libro	Olvidar la colocación del CD al interior del libro	Envío al cliente del material incompleto

Fuente: Betancourt (2020)

f. Calificación de la severidad

Se clasifica la severidad o gravedad con una escala del 1 al 10, donde el nivel 1 se considera insignificante y el número 10 catastrófico. En la tabla 3 se muestra la tabla de severidad desarrollada por el autor.

Tabla 3: Tabla de nivel de severidad

Gravedad	Criterio	Valor
Muy Baja	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observaría un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable.	2-3
Moderada	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema.	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10.	9-10

Fuente: Betancourt (2020)

g. Determinación de las causas

Se deben de determinar las causas que generan cada uno de los modos de fallo desarrollados. Para ello se deben utilizar herramientas como: El Diagrama de Pareto, el Diagrama Ishikawa o los 5 Por qué. En el **Anexo 1** se muestra un ejemplo de determinación de las causas desarrolladas por el autor.

h. Calificación de la ocurrencia

Se determina el índice de probabilidad de ocurrencia de cada uno de los fallos. Se suele clasificar el índice de ocurrencia en un rango del 1 al 10. Donde 1 significa que la ocurrencia es improbable y 10 que es inevitable. En la Tabla 4 se muestra el diagrama de clasificación de ocurrencia desarrollado por Betancourt.

Tabla 4: Diagrama de clasificación de nivel de ocurrencias

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy Baja	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos , ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos . Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente	9-10

Fuente: Betancourt (2020)

i. Identificación de controles

En este paso se van a identificar los procedimientos, acciones y mecanismos que van a controlar y evitar que los fallos se generen nuevamente afectando así al cliente o al siguiente proceso. En el **Anexo 2** se muestra un ejemplo de identificación de controles aplicado a un proceso de fabricación de libros.

j. Calificación del grado de detección de control.

Una vez identificados los controles se van a determinar su nivel de eficiencia para poder detectar la causa o impedir la materialización del fallo antes de que estos afecten a los procesos contiguos. En este paso, también se utilizan escalas del 1 al 10 para calificar los controles, donde 1 significa que el control tiene certeza de que va a detectar el fallo y el nivel 10 que existe la certeza del control no detectará el fallo. En la tabla 5 se muestra el diagrama de calificación de grado de detección de control desarrollado por el autor.

Tabla 5: Diagrama de calificación de grado de detección de control

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque ser detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

Fuente: Betancourt (2020)

k. Cálculo del número prioritario de riesgo (NPR).

Betancourt (2020) afirma que el número prioritario de riesgo es un indicador que se obtiene de la multiplicación del grado de severidad, ocurrencia y detección. En la figura 5 se presenta la fórmula del cálculo del NPR.

$$\text{NPR} = \text{Grado de severidad} * \text{Grado de ocurrencia} * \text{Grado de detección}$$

Figura 5: Fórmula del número prioritario de riesgo
Fuente: Betancourt (2020)

l. Toma de acciones.

En este paso se van a desarrollar acciones para poder disminuir el número prioritario de riesgo. Estas acciones pueden, incluso estar orientadas a modificar el proceso con el propósito de reducir el nivel de ocurrencia o severidad. También se puede tomar en cuenta dentro de estas, controles que permitan aumentar el nivel de detección. Es decir, las acciones a implementarse pueden estar dirigidas a las causas, fallos o a los controles (Betancourt ,2020). En el **Anexo 3** se muestra un ejemplo de la toma de acciones aplicado a un caso de fabricación de libros.

m. Cálculo del nuevo número prioritario de riesgo

Luego de haber aplicado las acciones correspondientes se debe realizar el cálculo del nuevo NPR para cada modo de fallo. De esta forma se podrá validar que la acción tomada fue eficaz. Si el NPR calculado disminuye su valor significa que la acción tomada fue eficaz.

A continuación, en la tabla 6 se muestra un extracto de la matriz FMEA completa aplicada al caso de fabricación de libros desarrollada por el autor.

Tabla 6: Matriz AMEF aplicada

Actividad	Modos de fallo	Efecto	S	Causa	O	Controles	D	NPR	Acciones	S	O	D	NPR
Programar información del libro en máquina litográfica	La información que llega al trabajador es incorrecta	El libro queda con páginas incompletas	6	El asesor comercial se equivoca al ingresar los requerimientos del cliente	4	Confirmar los datos ingresados	3	72	Enviar correo electrónico automático al cliente con su orden de pedido	6	4	2	48
		Aumenta el tiempo de espera del cliente											
		El número de páginas es incorrecto											
	Error en la digitación	El libro puede quedar con páginas incompletas	3	Los campos del formulario en el software cambian por numeración. El trabajador no tiene suficiente destreza con	5	No existen	10	150	Agregar reglas de validación al software	3	2	10	60
El número de páginas o tipo de libro puede ser incorrecto													
Insertar papel e imprimir en máquina litográfica	Atascamiento del papel	Pérdida de tiempo mientras se retira el papel atascado	3	La máquina no se encuentra aceitada	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	5	60	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	3	2	5	30
		Sobrecostos por papel desechado											
Colocar papel impreso del libro en máquina generadora de hojas	Atascamiento del papel	Pérdida de tiempo mientras se retira el papel atascado	5	La máquina no se encuentra aceitada	4	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido	5	100	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento	5	2	5	50
		Sobrecostos por papel desechado											
Colocar papel impreso del libro en máquina articuladora y accionar	Atrapamiento de extremidades del trabajador	Daño o pérdida de las extremidades	10	Descuido del trabajador; No uso de elementos de protección personal	1	Señalética de prevención en el área de trabajo; Control de ingreso con EPP al área de trabajo	2	20	Implementar mecanismo de parado automático	5	1	2	10

Fuente: Betancourt (2020)

1.6 Técnicas de diagnóstico.

A continuación, se describe la técnica de medición de trabajo denominada Pareto.

1.6.1 Diagrama de Pareto

Según Gehisy (2017) el Diagrama de Pareto también denominado curva cerrada es una técnica gráfica que posibilita la clasificación de problemas de mayor a menor frecuencia en forma de barras. El autor indica que es necesario mencionar que las gráficas que muestran las causas y sus posibles efectos no es un proceso lineal, sino que muestra que el 80% de los efectos originados en el proceso son producto del 20% de las causas totales. Menciona también que el diagrama es utilizado por lo general cuando se tiene una gama de causas y problemas y se desea centrarse en los principales y analizar su frecuencia. En el diagrama 1 se muestra una gráfica de Pareto.

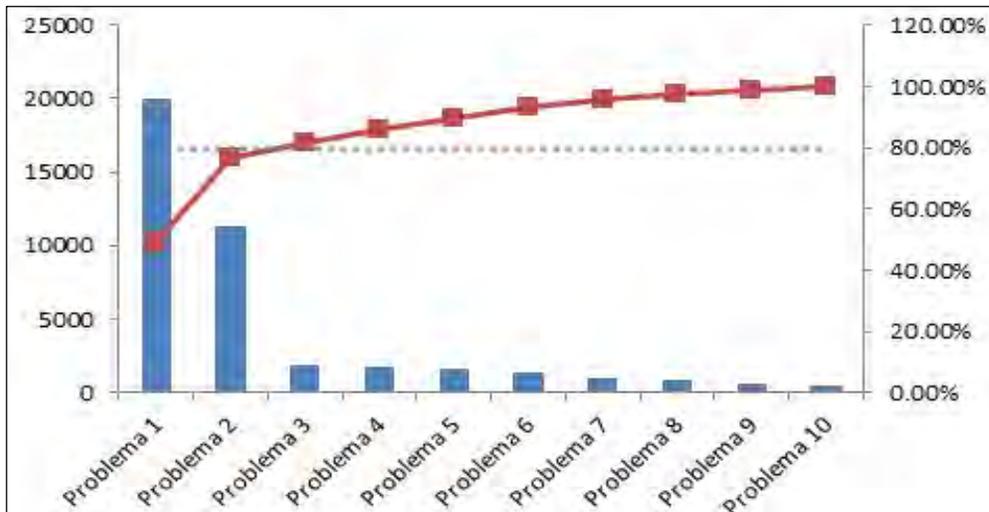


Diagrama 1: Diagrama de Pareto
Fuente: Galgano (1995)

1.6.2 Value Stream Mapping

También denominado mapa de la cadena de valor, Hernández (2013) afirma que el VSM es una herramienta que plasma de manera gráfica la cadena de valor, mostrando el flujo de información y de materiales desde el abastecedor hasta el cliente. Lo que permite detectar de una forma simple aquellas actividades del proceso generan mayor cantidad de desperdicios y también aquellas que no agregan valor. A este tipo de actividades se deben de eliminar o por el contrario mejorar su rendimiento. A continuación, en la figura 6 se presenta un esquema de los elementos básicos usados para la realización de la gráfica VSM y en la figura 7 una representación gráfica de un modelo VSM aplicado a la industria manufacturera.

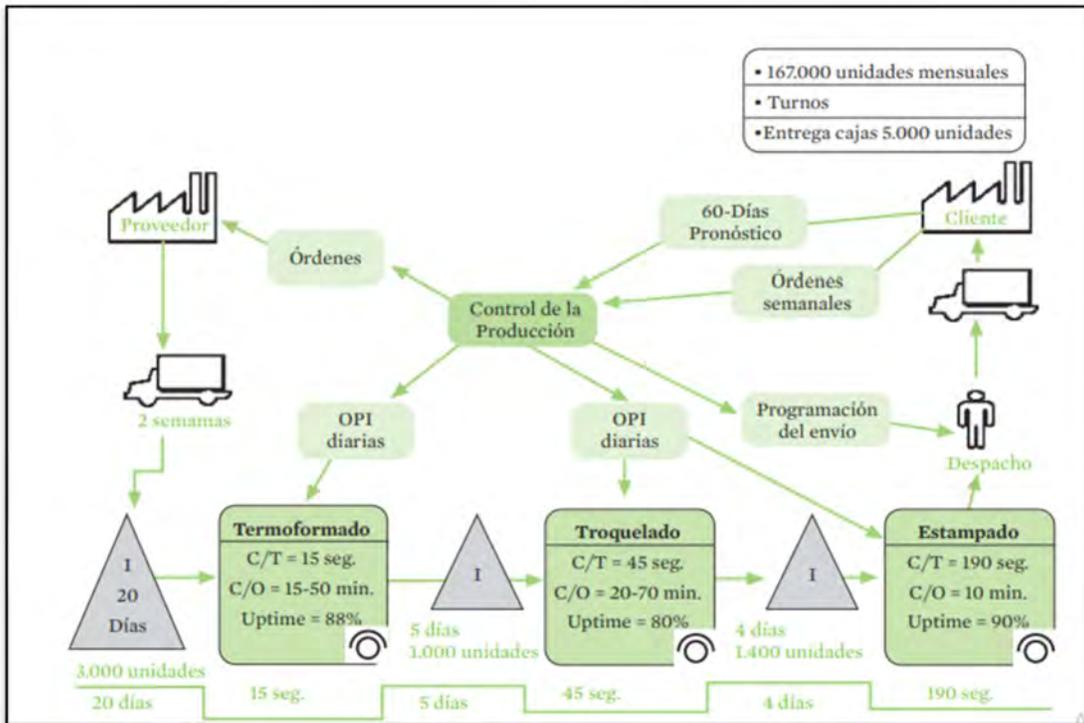


Figura 6: Elementos del VSM
Fuente: Hernández (2013:90)

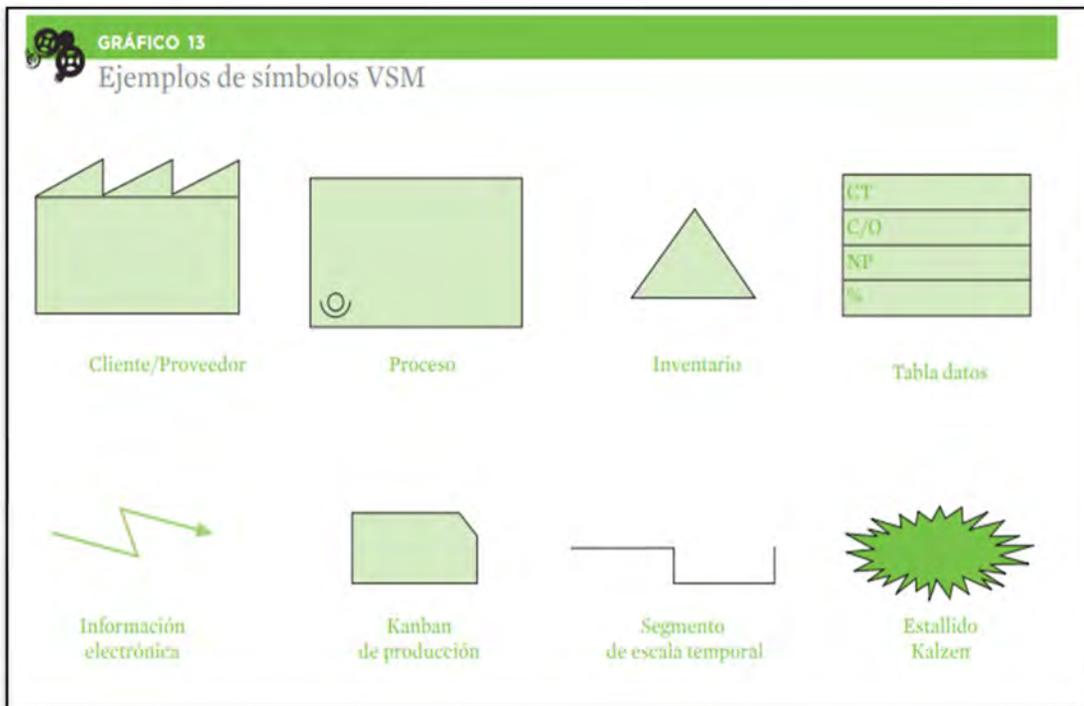


Figura 7: VSM para un proceso de manufactura
Fuente: Hernández (2013:93)

1.6.3 Diagrama de Causa y Efecto

Según Vieira (2019) es una herramienta visual creada por el ingeniero Kaoru Ishikawa en 1947, que permite la identificación de las causas y efectos de un problema en general a través del análisis de los 6 factores involucrados en un proceso los cuales son máquina, hombre, entorno, material, método y medida. Esta herramienta tiene la particularidad de poder ser aplicado por cualquier persona y a cualquier proceso en general. A continuación, en el diagrama 2 se presenta un esquema de Ishikawa:

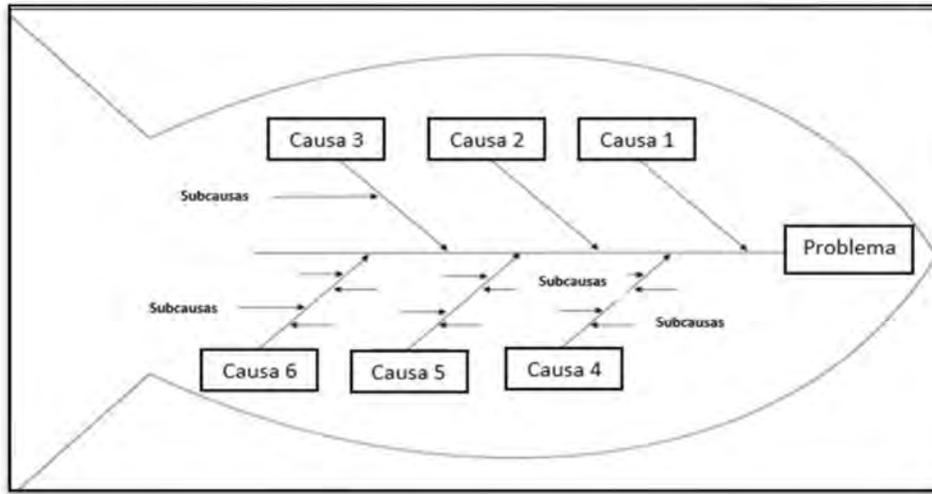


Diagrama 2: Diagrama de causa y efecto
Fuente: Bonilla et alle (2010)

1.7 Caso de aplicación de herramienta *Lean* en una empresa perteneciente a la industria gráfica.

El caso de aplicación que se presenta se llevó a cabo en Colombia, en donde se aplicó un estudio de mejora de procesos a una empresa que pertenece a la industria gráfica que desarrolla y diseña productos de impresión con acabados en troquel, pegado y acabado.

- Formulación del problema

La empresa presentaba tiempos improductivos (o excesivos) que afectaban los tiempos de ciclo y la producción diaria por lo que se aplicó herramientas de diagnóstico para detectar las causas de los problemas y luego herramientas *Lean* para un rediseño de las actividades.

- Acciones

Para abordar el proceso, tomaron como base de estudio el registro de un año en la cual se mostró los tiempos improductivos de las operaciones llevadas a cabo en la empresa. De acuerdo a lo explicado por Vergara (2018), aplicaron el Diagrama Pareto que permitió visualizar el nivel de incidencia de la actividad que presentaba mayor frecuencia de tiempos muertos (Para el caso fue la actividad denominada aislamiento). También formularon indicadores para seleccionar la máquina que presenta mayor nivel de aislamiento y a través de la herramienta Box Cox se permitió analizar la variabilidad en los tiempos de cada tipo de aislamiento.

A continuación, hicieron uso de la técnica Ishikawa para identificar las causas que afectaban el método de aislamiento y una vez descritas las causas se pasó a la etapa de diseño en la cual se buscaba proponer mejoras para dar respuesta a lo encontrado. Llevaron a cabo un rediseño del proceso de ejecución del aislamiento de las máquinas a partir de la metodología *SMED*. Así como se diseñó puestos de trabajo con la aplicación de la técnica 5'S a través de un plan de acción que incluyó todas las fases desde clasificar hasta la definición de cómo mantener la disciplina.

- Resultados obtenidos

Las propuestas llevadas a cabo mostraron una disminución en el tiempo de ejecución de las actividades de aislamiento(pegue) entre un 25 a 40 % dependiendo del tipo. Lo cual permitió estandarizar las actividades y disminuir tiempos de producción. A continuación, se muestra la tabla 7 de los resultados obtenidos en el estudio.

Tabla 7: Resultados de aplicación Lean

	Pegue automatico	Pegue dispensadora	Pegue lateral
Meta (Min)<=	15	15	12
Antes (Min)	15,35	33,77	14,18
Simulación(Min)	13,5	19,8	13
Después(Min)	12,8	13,2	9,4
Reducción(Min)	2,55	20,6	4,8
% Reducción del tiempo	27%	67%	36%

Fuente: Vergara y López (2018)

La aplicación del Diagrama de Pareto como herramienta de diagnóstico permite visibilizar los problemas frecuentes dentro de una organización y por otro lado la herramienta Ishikawa encontrar las causas raíces de estos problemas frecuentes. También el caso de estudio permite mostrar cómo las herramientas de Lean tales como el SMED y 5`S permiten rediseñar procesos obteniendo tiempos de ejecución más óptimos en las tareas operativas y logrando reducciones considerables los cuales se pueden ver reflejados en oportunidad de mayor producción y por ende una mayor rentabilidad de la empresa.

CAPITULO 2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El capítulo a continuación busca brindar información para conocer y tener un marco general de la empresa, la infraestructura y maquinaria con la que cuentan, así como presentar los principales productos y servicios que ofrecen. De la misma forma, se describirán los principales procesos involucrados y se mencionarán los principales proveedores y cartera de clientes que poseen.

La empresa tiene sus orígenes en el sector gráfico desde el año 1977. En ese entonces, sus productos estaban dirigidos al sector financiero ya que era considerada una unidad del Banco de crédito. Luego de ello, en el año 1995, una corporación chilena adquirió más de la mitad de las acciones de la empresa, esta coyuntura permitió potenciar a la organización a nivel económico, tecnológico y ampliar la gama de servicios que ofrecer al mercado.

La compañía pertenece a la industria impresión y actividades de servicio relacionadas con la impresión. Según la clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU), el código de la empresa es C1811.

2.1 Productos.

Los productos ofrecidos por la empresa pueden agruparse en 3 grandes categorías definidas por la misma que son:

- Soluciones de Comunicación Personalizada
- Soluciones de Seguridad Documentaria
- Soluciones de artes gráficas

Estos productos a su vez pueden agruparse en 4 grandes familias que son:

- Preformas (recibos), cuadernillos y formatos comerciales: Son los denominados recibos que contienen estados de cuenta o el registro del consumo de luz, agua, teléfono y otros servicios. También se encuentra dentro de estos los cuadernos, libros, blocks y otros formatos comerciales como catálogos, *brochures*, cartillas y sobres. A continuación, en la figura 8 se muestra un ejemplo de recibo fabricado por la empresa.



Figura 8: Recibo de luz
Fuente: Luz del sur

- Cheques y valorados: Son los denominados cheques *Boucher* utilizados por organizaciones para realizar pagos a su personal o proveedores. También están incluidos dentro de esta sección la producción de certificados, diplomas, documentos de identificación personal, vales de consumo y carnés de identificación. A continuación, en la figura 9 se muestra un ejemplo de cheque Boucher fabricado por la organización.



Figura 9: Cheques
Fuente: La empresa en estudio

- Tarjetas PVC: Son tarjetas personalizadas que tienen la característica de tener una data variable por unidad, poseer nombres y códigos de seguridad. Estas se realizan basadas en el estándar CR80. Son hechas de material PVC, PET y teslin; y pueden poseer bandas

de seguridad magnéticas de tipos HICO O LOCO. A continuación, en la figura 10 se muestra un ejemplo de una tarjeta PVC (con chip) fabricado por la organización.



Figura 10: Tarjetas PVC
Fuente: La empresa en estudio

- Etiquetas y envolturas: Son las consideradas etiquetas autoadhesivas para industrias alimentarias, farmacéuticas, manufactureras, entre otras. Cada una de ellas con distintos tipos de acabados según las especificaciones del cliente. Dentro de los principales tipos de acabados se encuentran el *Hot Stamping*, los troquelados laser, laminados y sectorizados. Por otro lado, se encuentran las envolturas anti grasas alimentarias que son requeridas por empresas de comida rápida y alimentos. Estas últimas pueden tener distintos gramaje y resistencia a la grasa de acuerdo a las especificaciones señalizadas en el contrato. A continuación, en la figura 11 se muestra un ejemplo de la etiqueta con acabado *Hot Stamping* fabricado por la organización.



Figura 11: Etiquetas autoadhesivas
Fuente: La empresa en estudio

2.2 Entidades participantes en el negocio.

Las entidades participantes del giro del negocio de la empresa se detallan a continuación.

2.2.1 Proveedores.

La empresa cuenta con proveedores los cuales pueden ser nacionales o extranjeros, y principalmente brindan a la empresa repuestos; bobinas de todo tipo de papel; tintas y aditivos. Además, la empresa contrata proveedores que cuentan con certificados FSC (Consejos de Administración forestal) como parte de su compromiso con el medio ambiente). Por otro lado, la organización cuenta con proveedores de servicio de reparto, quienes se encargan de transportar los distintos productos a las organizaciones destinatarias. Los productos pueden ser llevados a distritos de la capital, provincias e incluso al extranjero.

2.2.2 Gobierno

El ente regulador de toda organización en el país es la SUNAT, ente estatal encargado de recaudar montos de índole tributario que la organización debe pagar.

2.2.3 Colaboradores

El capital más importante con la que cuenta una empresa es el capital humano, es por ello que la empresa busca promover la integración de todo el personal a su servicio a través de competencias deportivas y reuniones llevadas a cabo cada fin de semana (en épocas habituales). Estos se encuentran distribuidos tanto en las áreas administrativas como productivas.

2.2.4 Clientes

La empresa en estudio clasifica a 2 tipos de clientes. Por un lado, se encuentran las entidades estatales tales como el INEI (Instituto nacional de estadística e informática), ONPE (Oficina Nacional de Procesos Electorales) y el Banco de la Nación. Por otro lado, se encuentran las entidades privadas. Tales como: Interbank, grupo Calidda, Cencosud, Tottus, Scotiabank, Mc Donald's, Delosi entre otros.

2.3 Organización de la empresa.

La estructura organizacional de la empresa es de tipo jerárquica ya que se caracteriza por la presencia de un ente autoritario en la cúspide que se encarga de delegar a los mandos inferiores, además se observan líneas directas de autoridad entre los superiores e inferiores. A continuación, se presenta la representación gráfica del organigrama de la institución en estudio.

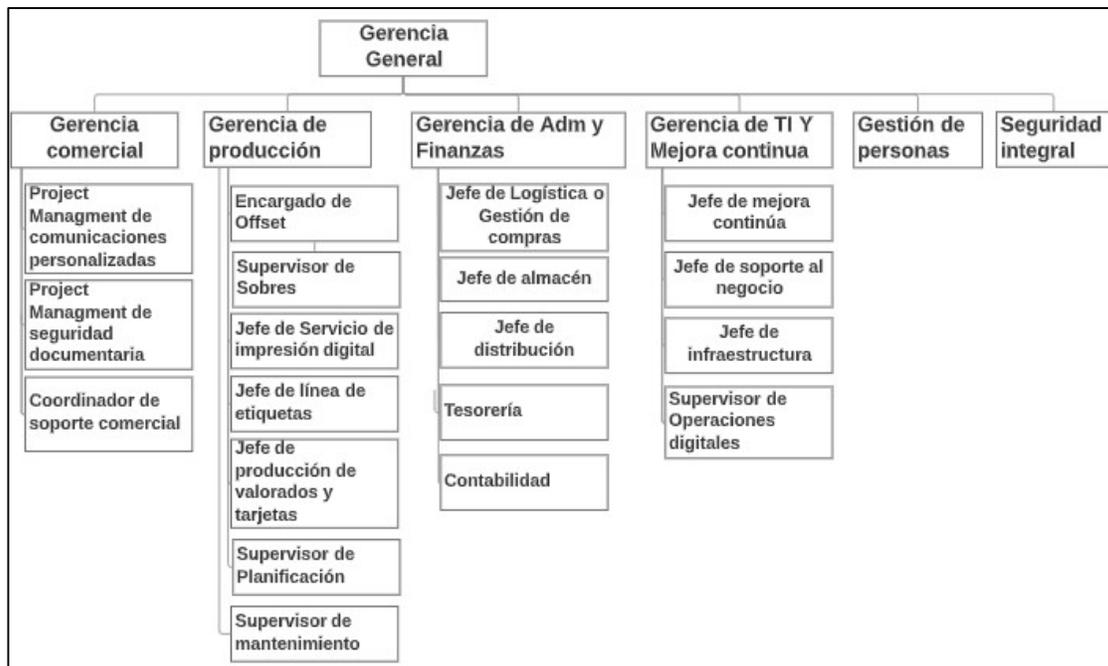


Figura 12: Organigrama empresarial
Fuente: Empresa en estudio

2.3.1 Gerencia General.

Este equipo se encarga de definir y proponer las estrategias de la empresa acorde a los objetivos organizacionales de la institución. Además, supervisa la labor de las gerencias, así como entabla la comunicación entre ellas de forma permanente para constatar el cumplimiento de sus objetivos. También adecuan la dirección de la organización para que las nuevas tecnologías sean aprovechadas como una oportunidad y no vistas como una amenaza.

2.3.2 Gerencia de Producción.

La persona a cargo de esta instancia tiene como principal función la supervisión de las jefaturas del área de planificación, así como las áreas de producción tales como: la línea de impresión variable, la línea de producción offset, la línea de producción de etiquetas, la línea de habilitado, la línea de tarjetas y productos valorados.

Otra función que lleva a cabo este ente es dar seguimiento a los indicadores de producción que son presentados como reportes en la empresa de forma mensual e impulsa a una mejora continua a cada una de sus áreas a cargo, a través del uso de herramientas de *Lean Management*. De igual forma controla el presupuesto y los tiempos planificados de los proyectos de gran envergadura en los que la empresa participa y es ganadora a través de licitaciones.

2.3.3 Gerencia Comercial.

La persona a cargo lidera el equipo comercial y establece relaciones estrechas con sus socios y clientes locales e internacionales más grandes. Delega las asesorías comerciales a los clientes según criterios establecidos por su gerencia. Además, verifica el cumplimiento de los objetivos de venta propuestos y el controla que no se supere la meta establecida de la tasa de reclamos por parte de los clientes. En la actualidad el gerente a cargo también es responsable de los temas legales que afronte la empresa.

2.3.4 Gerencia de Administración y Finanzas.

La persona a cargo es responsable de las finanzas, contabilidad, logística y la administración de almacenes de la organización. Es el encargado de aprobar los presupuestos y adquisiciones de compra de maquinaria, insumo, materias prima y tercerizaciones cuando las áreas de la empresa así lo requieren. Realiza un trabajo integrado con las áreas productivas, comerciales, de tecnología e información y dan soluciones de soporte al negocio.

2.3.5 Gerencia de Tecnologías de Información (TI) y Mejora Continua.

La persona a cargo se encuentra al mando de 2 importantes áreas de la empresa. Una de ellas es el área de tecnología e información dentro de la cual se encuentran las sub áreas de soportes al negocio e infraestructura. En esta instancia el gerente a cargo es responsable de

generar soluciones tecnológicas implementando sistemas de información necesarios para el correcto flujo de información entre los distintos procesos de toda la organización, así como el control del cumplimiento de los proyectos de servicios de comunicación digital.

La otra área importante, es el área de calidad o mejora continua. En esta instancia el gerente se encarga de definir y dar seguimiento a los objetivos de calidad establecidos anualmente. Se encarga a su vez de aprobar los proyectos denominados Ideas de mejora, que buscan optimizar y estandarizar los procedimientos bajo los cuales operan las distintas áreas de la empresa.

2.3.6 Gestión de Personas.

La persona a cargo de esta área se encarga de atender y aprobar el requerimiento de personal de las distintas áreas tanto productivas como administrativas. Aprueba las contrataciones y planifica las capacitaciones para el nuevo personal. También se encarga de la organización de las actividades de integración que se desarrollan en la empresa durante el año. Por otro lado, coordina convenios con distintas instituciones con el fin de brindar beneficios para el personal de la empresa.

2.3.7 Seguridad Integral.

La jefatura de seguridad integral se encarga de velar por la salud y seguridad de los trabajadores. También, se encarga de definir los procedimientos del control de ingreso y salidas las personas, materiales y productos. Por último, define los protocolos de evacuación contra incendios, sismos y robos.

2.4 Clima Laboral

A continuación, se describe la composición del clima laboral de la empresa en estudio que consta de la misión, visión, las capacitaciones y los valores organizacionales.

2.4.1 Misión.

La misión de la empresa es: “proveer a nuestros clientes con soluciones de comunicación personalizada a tiempo y con la calidad esperada”.

2.4.2 Visión.

La visión de la empresa es: “Ser la organización líder en brindar soluciones integrales a empresas que requieren satisfacer sus necesidades de gestión y procesos de conexión con sus clientes, generándoles valor a través de la innovación, seguridad y tecnología, afianzándonos como su socio estratégico, con colaboradores altamente competentes y comprometidos”.

2.4.3 Capacitaciones.

La empresa realiza 3 tipos de capacitaciones los cuales son los pilares para la convivencia de los colaboradores. En primer lugar, se realiza la capacitación por parte personal de gestión de personas en la cual se da a conocer los valores, cultura organizaciones y clima laboral de la empresa. En segundo lugar, se realiza la capacitación por parte del personal de seguridad integral en la cual se dan a conocer las políticas de seguridad y salud y la política ambiental de la empresa. En esta capacitación también se da a conocer los lineamientos del reglamento interno del trabajo. Por último, se realiza la capacitación por parte del personal de mejora continua en la cual se da a conocer la política de calidad, así como conceptos básicos de calidad que todo personal debe conocer.

2.4.4 Valores de la empresa.

Los 6 valores inculcados por los gerentes hacia todos los colaboradores de la organización son:

- Honestidad
- Humildad
- Lealtad
- Consecuencia
- Respeto
- Alegría

2.5 Descripción de los principales procesos.

A continuación, se describirá el flujo general de los principales productos elaborados por la empresa y se detallarán las características principales de los procesos productivos más representativos.

2.5.1 Flujo general de principales de procesos

El flujo de producción por el cual pasa la gran mayoría de los productos elaborados de la empresa inicia en el área de gestión comercial la cual coordina con el cliente las especificaciones requeridas y se genera la orden de venta. Se comunica al área de planificación de la existencia de una nueva orden y el encargado de planificación revisa las órdenes de trabajo establecidas, planifica y establece el tiempo establecido para generar el nuevo producto, recibe el arte aprobado y genera la nueva orden de trabajo. De forma paralela el área de planificación comunica al área de pre prensa la generación del arte, la cual debe coordinar con el comercial a cargo para que la muestra sea diseñada y validada con el cliente. Una vez aprobada la muestra se envía la orden de trabajo a las áreas involucradas para que tengan conocimiento de ello. El área de Pre-prensa genera las placas y éstas son enviadas al área de producción de Offset en las cuales se imprimen, enumeran y realizan acabados. En el caso de las preformas planas, estas son llevadas al área de habilitado para realizar la correlación y acabado necesario. Luego de ello son pasadas al área de despacho para luego ser distribuidas. Para el caso de preformas en rollos éstas son llevadas al área de impresión variable en la cual se imprime un dígito numérico correlativo a cada ejemplar. (Los estados de cuenta y recibos pasan por este procedimiento) luego son llevados al área de habilitado para la verificación necesaria y transportados al almacén de despacho. Por otro lado, la línea de producción de etiquetas solamente requiere de la comunicación del área comercial y la generación de la orden de trabajo por parte del área de planificación para procesar sus productos ya que dentro de la misma contiene sub áreas que realizan la muestra, imprimen y realizan los respectivos acabados. A continuación, en la figura 13, se muestra el flujo de producción de los principales procesos llevados a cabo.

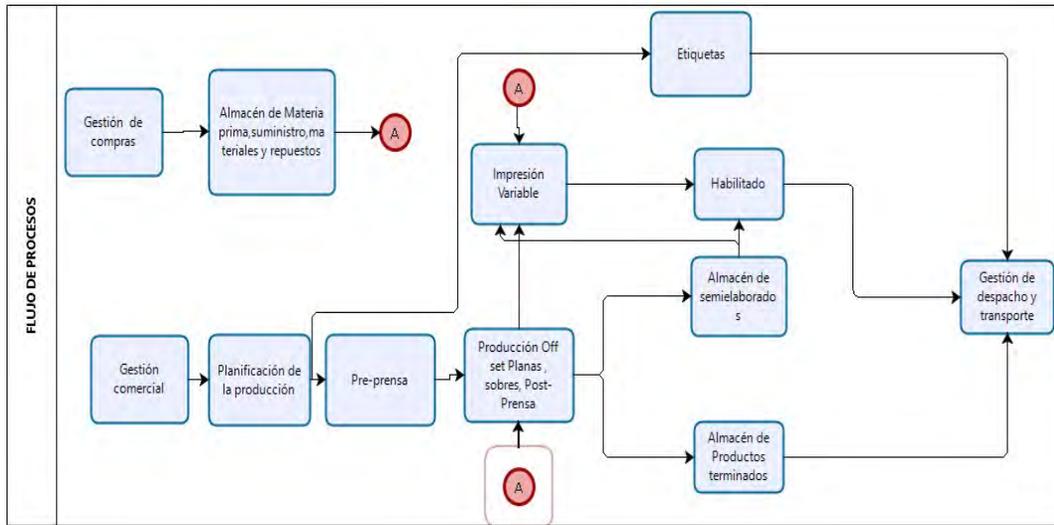


Figura 13: Flujo de producción de los principales procesos de la organización
Fuente: Empresa en estudio

2.5.2 Descripción de principales procesos

Dentro de los principales procesos definidos por la organización se encuentran: Post-prensa, largo tiraje, fabricación de sobres, formas planas y el área de etiquetas. A continuación, se describen.

a) Proceso de fabricación de Post-prensa.

El proceso inicia cuando el supervisor de Post-prensa realiza el programa de producción para las máquinas correspondientes del área. De acuerdo a los *inputs* que pueden ser: el programa de producción del área de continuas largo tiraje, correos de generación de órdenes de trabajo (realizadas por el área de planificación) o correos de liberación, el supervisor prioriza la producción según las fechas de despacho. En caso sea necesario, evalúa la contratación de personal tercerizado (esto ocurre por lo general en el subproceso de acabados manuales). A continuación, solicita los materiales e insumos requeridos a través del sistema Epicor y el personal de almacén se encarga de trasladarlo hacia la máquina solicitada. Por otro lado, el personal revisa la orden de trabajo, el arte adjunto y procede a *setear* la máquina correspondiente. Por último, realiza las pruebas correspondientes hasta obtener una muestra patrón la cual debe ser firmada dando un visto bueno de liberación e inicia la producción del lote. Algunas de las operaciones que se pueden llevar a cabo en esta área son:

- **Plegado o doblado de productos.**

La operación se realiza con la utilización de la máquina STAHL que se encarga de efectuar el plegado y doblado de dípticos, trípticos y la marcación de pestañas (cuando es requerido un proceso de embuchado posteriormente).

- **Troquelado de productos.**

La operación se realiza con la utilización de la máquina cilíndrica que se encarga de realizar una marca o línea de doblado, luego un perforado y por último un troquelado.

- **Plastificado de productos**

La operación se realiza con la utilización de la máquina plastificadora. De acuerdo al grosor del material en proceso se coloca una base de cartón para evitar daños al producto y se pasa el tiraje a través de rodillo (cuya temperatura de trabajo es aproximadamente de 70°C) que se encarga de adherir el *film* al tiraje entrante. Los 2 tipos de acabado a realizar son matizado y brillante. En particular el proceso de plastificado requiere de 2 operarios para lograr un acabado correcto.

- **Encolado**

La operación se realiza con la ayuda de la máquina encoladora. Para esta operación el personal debe inicialmente reconocer el tamaño del ancho del lomo, el sentido correcto de la carátula y el tipo de material a encolar. A continuación, enciende la máquina, regula la temperatura adecuada, realiza el *set up* y procede a engomar los lomos de los ejemplares.

- **Ejecución de acabados manuales**

Las operaciones se realizan solamente utilizando la mano de obra (que puede ser personal interno o tercerizado) e insumos complementarios como cuchillas, cintas, brochas entre otros. Dentro de las actividades ejecutadas en esta zona se encuentra: el llenado de estados de cuenta a los sobres comerciales, contabilización de cuponeras, encajado según numeración, encolado simple, refilado, colocación de *stickers* y compaginados.

En el **Anexo 4**, se muestran las máquinas con las que cuenta la organización en esta área.

En las figuras 14 y 15 se muestran las máquinas Stahl 3 y Cilíndrica N°1 con las que cuenta la empresa.



Figura 14: Máquina Stahl 3
Fuente: La empresa en estudio



Figura 15: Cilíndrica N°1
Fuente: La empresa en estudio

b) Proceso de fabricación de productos del área de continuas largo tiraje.

En particular esta área es considerada proveedora interna de la mayor cantidad de áreas. Dentro de los clientes internos se encuentran: el proceso de valorados, impresión data variable, post prensa, sobres, acabados, planas y etiquetas.

Esta sección tiene la posibilidad de producir distintos tipos de productos tales como comprobantes de pago, preformas de cheques, preformas comerciales, consolas, formularios y *pin mailers*. El proceso inicia cuando el supervisor o asistente de producción entrega el

programa de producción a los operarios. Estos últimos recogen la orden de trabajo que se encuentra adjunta a la placa y al arte o muestra correspondiente. A continuación, se revisa las especificaciones y se define la secuencia de colores a imprimir, los cortes necesarios, los prepicados y la numeración en caso sea requerida. Luego el operario setea la máquina, cambia las cuchillas, solicita al área de tintas las cargas requeridas de acuerdo a la orden de trabajo y por último coloca las bobinas de papel para empezar a procesar. Continúa con el encuadre de papel y determina la tensión necesaria para no afectar el material. Se realizan las pruebas hasta conseguir una muestra adecuada (esta es firmada dando un visto bueno de producción). Las bobinas de papel pasan a lo largo de las máquinas que contienen subestaciones en las que se colocan las mantillas de placas que poseen un color en particular correspondiente. Conforme la bobina de papel pase tras una estación y otra se van añadiendo los colores y acabados necesarios. Cabe mencionar que los productos semielaborados pueden tener formas planas en tamaños A2, A3 o pueden tener forma de bobinas. Por último, se guardan las formas planas en pallets y son trasladadas al área correspondiente para continuar su proceso o son transportadas a los cuartos de secado (secciones en las que se colocan máquinas deshumidificadoras que mantienen libre de humedad al producto semielaborado y evita que sufra daños por humedecimiento) para almacenarlos hasta que el cliente interno lo solicite.

En el **Anexo 5**, se muestran las máquinas con las que cuenta la organización en esta área.

En la figura 16, se muestra la máquina *Muller Martini 1* con la que cuenta la empresa.



Figura 16: Máquina Muller Martini 1
Fuente: La empresa en estudio

c) Proceso de fabricación de sobres.

El proceso comienza con la programación de la producción realizada por el Supervisor del área, el cual se encarga de verificar las órdenes de trabajo planificadas por el área de planificación de la producción y jerarquiza la producción según la fecha de despacho establecido. Si el supervisor encuentra conformidad en la orden de trabajo procede a publicar el programa de producción, caso contrario informa la no conformidad con el supervisor de planificación a quién entrega la orden de trabajo. Este último es quién se comunica con el asesor comercial para corroborar la información necesaria. A continuación, el supervisor solicita, al almacén, los materiales e insumos necesarios para la elaboración del producto a través del sistema Epicor. El auxiliar de almacén es el encargado de trasladar los productos hacia el área solicitante. El supervisor recibe los materiales, verifica que la cantidad de material solicitado es exacto y verifica su buen estado. En caso el material brindado no sea aceptado el supervisor observa el pedido y genera la devolución del material. Una vez que el material se encuentre aprobado y listo para ser ingresado a producción, el operador verifica las especificaciones del producto según la orden de trabajo y guiado por el arte o la muestra. A continuación, programa la máquina y realiza las pruebas hasta producir una muestra la cual debe ser firmada y sellada dando un visto bueno de producción. Además, conforme realice la producción debe llenar el registro de calidad de acuerdo a la matriz de producción de sobres. Por lo general la producción de sobres pasa por 2 tipos de maquinarias. La primera es la troqueladora de sobres cuya función es realizar los cortes a través de cuños que sirven para darle la silueta a los sobres con el tamaño requerido en la OT. Luego de realizarle el troquelado los productos semielaborados pasan por las máquinas armadoras de sobres las cuales se encargan de troquelar las ventanas de los sobres, colocar el poliestireno y realizar el cerrado del sobre aplicando pegamento en la solapa. En esta última estación el operario también llena el control de calidad respectivo de acuerdo a la matriz para la producción de sobres. Luego de que los ejemplares han sido armados, el personal se encarga de contabilizar los sobres y toma una muestra para medir el tamaño del mismo, el tamaño de la ventana y el buen acabado del poliestireno. Por último, se realiza el encajado de los sobres, el llenado de registro de liberación (documento que da conformidad de lo realizado) y se transportan las cajas por medio de pallets hacia el almacén de producto terminado.

En el **Anexo 6** se muestran las máquinas con las que cuenta la organización en esta área. En las figuras 17 y 18 se muestran las máquinas troqueladora de sobres y armadora de sobres con las que cuenta la empresa.



Figura 17: Máquina troqueladora de sobres
Fuente: La empresa en estudio



Figura 18: Máquina armadora de sobres
Fuente: La empresa en estudio

d) Proceso de fabricación de formas planas

El proceso inicia cuando el supervisor de producción el proceso de planas revisa el programa de las máquinas, verifica las órdenes de trabajo y define la demasía necesaria para el proceso. A continuación, solicita el material necesario para la realización de la producción (mantillas, tinteros, barniz entre otros). Revisa si el producto a procesar está conforme y se encuentra en los pallets determinados en cada estación de trabajo. Luego, designa a los operarios de guillotinas el corte de los ejemplares. Antes de realizar la operación de corte el personal debe revisar el filo apropiado de las guillotinas para evitar rebabas y programa la precisión de máquina según el material. Luego recoge las planchas a procesar y las coloca en pilas de 500 ejemplares sobre la base de corte de las máquinas Polar 92 o Polar 113 (según especifique el programa de producción). Revisa el sentido de la fibra del material y las

dimensiones del corte para el ingreso a impresión y procede con la operación. Luego de finalizar el corte solicitado llena el registro de liberación de producto y procede a trasladar el lote hacia la máquina de impresión correspondiente. En esta instancia, el operario de impresión revisa la orden de trabajo adjunta al producto a procesar, verifica las especificaciones de papel, el color de tintas y la calidad de las placas. Procede a programar la máquina de impresión, verifica el correcto funcionamiento de rodillos, el registro de pH, la conductividad de la solución fuente y realiza las pruebas necesarias hasta conseguir un ejemplar adecuado (el cual es firmado con un visto bueno de liberación y tomado como muestra). Procede con la impresión del tiraje y monitorea si el color es adecuado y el barnizado es uniforme. Luego de ello en caso el personal lo considere se realiza un secado de los pliegos (esta operación se realiza con el fin de evitar manchas). Luego el personal traslada la carga de trabajo elaborada hacia la estación de corte nuevamente. Aquí también el operador revisa las órdenes de trabajo, se verifica el tamaño de corte final y se procede a cortar. Por último, se comunica al supervisor del área para que designe el traslado a la siguiente área y continuar con el proceso o se almacene en los cuartos de secado (para evitar el humedecimiento) hasta que el área cliente lo solicite.

En el **Anexo 7** se muestran las máquinas con las que cuenta la organización en esta área. En las figuras 19 y 20 se muestra la máquina SM-745 y Wholenberg 115 con las que cuenta la empresa.



Figura 19: Máquina SM-745
Fuente: La empresa en estudio



Figura 20: Máquina Wholenberg
Fuente: La empresa en estudio

e) Proceso de fabricación de etiquetas.

El proceso de fabricación de etiquetas inicia cuando el operador de pre prensa revisa el *planning* (documento que contiene las producciones que se realizarán en el día), verifica que se cuente con el suministro necesario de cliché , troquel y polímeros para realizar la producción .En caso se cuente con *stock* procede a alistar los suministros , caso contrario gestiona la cotización con el proveedor el cual es aprobado por el supervisor del área .De forma paralela el supervisor de etiquetas realiza la solicitud de materiales (bobinas de papel , *foil* e insumos para la máquina HP) mediante el sistema Epicor .Luego el operario de pre prensa revisa la orden de trabajo , el pie de arte aprobado por el cliente y el patrón de color ; y procede con el impostado .Continúa enviando el archivo hacia el sistema computarizado de la máquina HP Índigo. A continuación, el operador de impresión digital verifica la orden de trabajo, la muestra o patrón a color y descarga el archivo enviado por el sub área de pre prensa. Verifica que cumpla con las características indicadas en la Hoja de ruta referentes al sustrato, panou, colores, separación y cantidad. De acuerdo a ello procede a realizar el *set up* de la máquina HP y procede con la impresión. Verifica de forma periódica el proceso de impresión y si es correcta realiza la liberación, caso contrario reporta una salida no conforme al supervisor o coordinador de turno. Luego, las etiquetas impresas son trasladadas hacia el sub área de acabados. En este punto el operador de acabados de etiquetas receptiona la orden de trabajo y verifica la muestra patrón, pie de arte y hoja de ruta. Realiza el *set up* de la máquina correspondiente y ejecuta el proceso de acabado que consiste en tres etapas.

La primera de ellas es el proceso de transformación donde se puede realizar un *Hotstamping* o un repujado, luego sigue el recubrimiento que puede ser un sectorizado, barnizado o laminado y por último un corte o semitroquel en el cual se realiza un rollo u hojeado. A continuación, se realiza el proceso de control de calidad y despacho. El cual consiste en verificar el producto de acuerdo al instructivo de pasos de control de calidad y de acuerdo a la matriz de inspección de calidad. Por último, se procede con el empaquetado y rotulado y se libera la producción al área de almacén. En la tabla 8 se muestran las máquinas con las que cuenta la organización en esta área:

Tabla 8: Máquinas del proceso de elaboración de etiquetas

Nombre de la máquina	Marca	Velocidad de producción	Descripción
HP Indigo WS6600	HP WS6600 - S/N 44000125	20 metros/min	Se utiliza para la impresión digital de los tiros de etiquetas y cuenta con tecnología de tinta líquida
Cartes GT363 HFL	Cartes GT363 HFL	6 metros/min	Se utiliza para realizar los acabados de etiquetas como barnizado , laminado , troquelado, <i>Hotstamping</i> ,repujado y troquelado láser
Cartes GT362 HF	Cartes GT362 HF	6 metros/min	Se utiliza para la realización de los acabados de etiquetas como barnizado , laminado , troquelado, <i>Hotstamping</i> y repujado
Barnizadora	Cartes VF350	12 metro/ minuto	Se utiliza para la realización realizar del barnizado UV de los diferentes sustratos.
Cortadora	Cartes TFE350	300 piezas / minuto	Se utiliza para la realización los cortes longitudinales de las etiquetas.

En las figuras 21 y 22 se muestran las máquinas HP Indigo WS6600 y Cartes GT362 HF con las que cuenta la empresa.



Figura 21: Máquina HP Indigo WS6600
Fuente: La empresa en estudio



Figura 22: Máquina Cartes GT362 HF
Fuente: La empresa en estudio

2.6 Distribución de planta de la línea de producción de etiquetas autoadhesivas.

En la figura 23 se muestra la distribución de máquinas y equipos que posee el área de producción de etiquetas. Área en la cual se llevará a cabo el análisis del estudio.

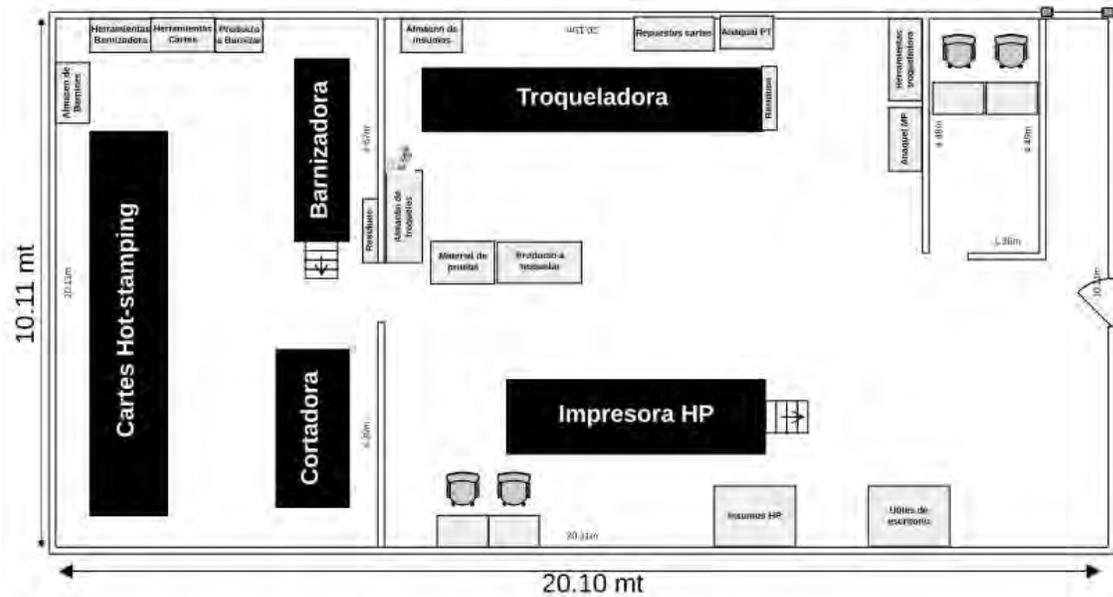


Figura 23: Distribución de línea de etiquetas

2.7 Definiciones utilizadas en los procesos de producción.

Las definiciones usadas cotidianamente en los procesos de producción son:

2.7.1 Orden de trabajo

Es un documento que contiene las especificaciones que el cliente solicito para su producto, describe las especificaciones de la línea y máquinas de producción involucradas, los datos del cliente y la fecha de entrega acordada.

2.7.2 Arte

Es una impresión láser del producto que sirve como referencia y guía para realización del producto. Se encuentra adjunto a la orden de trabajo y debe contener la firma de quién la realizó, así como la firma de aprobación por parte del cliente (En este caso el cliente es interno, es decir el comercial que generó la orden de venta del producto)

2.7.3 Sistema Epicor

Es el sistema de planificación de recursos empresariales (ERP por sus siglas en inglés, *Enterprise Resource Planning*) utilizado por la empresa, que gestiona el flujo de información comercial, de producción y almacenamiento a nivel integral. En la actualidad se pueden

realizar seguimientos a la ordenes de trabajo, realizar el requerimiento de materiales, repuestos y suministros, verificar el estatus OTIF y revisar los documentos del Sistema de gestión de calidad.

2.7.4 Muestra

Es el modelo del producto requerido por el cliente que sirve como guía para el personal de producción. La muestra es extraída de una producción pasada y acompaña a la orden de trabajo a lo largo del proceso.

2.7.5 Adobe Illustrator

Es el programa utilizado para la el diseño y desarrollo de los artes o muestra colorís de cada uno de los productos elaborados en la empresa.

2.7.6 Salida no conforme

De acuerdo a lo mencionado en la norma ISO 9001(2015), se denomina como una salida no conforme al resultado de un producto o servicio que no cumple con las especificaciones y requisitos de calidad predefinidos y que no se encuentran acordes a lo acordado con el cliente.

2.7.7 Producto terminado

Es el producto que ha culminado todas las etapas del proceso de producción requerido y se encuentra listo para ser entrega al cliente o al *courrier* encargado.

2.7.8 Producto Semielaborado

Es el producto que ha terminado de ser procesado en una etapa de producción y se encuentra listo para ser ingresado al siguiente proceso. Sin embargo, es necesaria una autorización por parte del área comercial o producción para que definan la continuación del proceso. Hasta que esta última acción no se concrete el producto semielaborado permanece en el almacén.

2.7.9 Producto de Custodia (CUS)

Es el producto terminado o semielaborado PT o SE que ya fue facturado al cliente y que por coordinaciones comerciales se mantiene en el Almacén de la empresa hasta que se defina su destino. También pueden ser productos complementarios, del producto final, que son enviados por el cliente.

2.7.10 Indicador OTIF

Es el indicador que mide el cumplimiento del tiempo planificado para realizar la producción de una orden de trabajo. Este indicador involucra todos los procesos de producción por los cuales pasa el producto y determina un plazo de entrega establecido en cada uno de ellos.

Según Izcue (2015) el indicador *On time in full* se considera el más importante en cualquier proceso logístico, ya que a partir de este se originan todos los demás indicadores.

2.7.11 Bitácora

Es el sistema o plataforma que permite la carga de data, visualización del estado de las cargas e impresiones, la generación de OV, consultas de trabajos históricos y generación de reportes, asociados al proceso Sistema de impresión de data variable.

CAPITULO 3. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

En este capítulo se busca realizar un diagnóstico y análisis de las principales líneas de producción de la organización, con el fin de identificar aquella que presente mayores problemas en sus procesos de producción. Esta será seleccionada para luego, a través de un proceso de recolección y análisis de datos, conocer los principales problemas, así como las causas que los originan. Por último, se propondrán herramientas *Lean* que puedan solucionarlas.

A continuación, se muestra en la figura N°24 la hoja de ruta del análisis y diagnóstico realizado con el fin de seleccionar las causas de los principales problemas identificados.

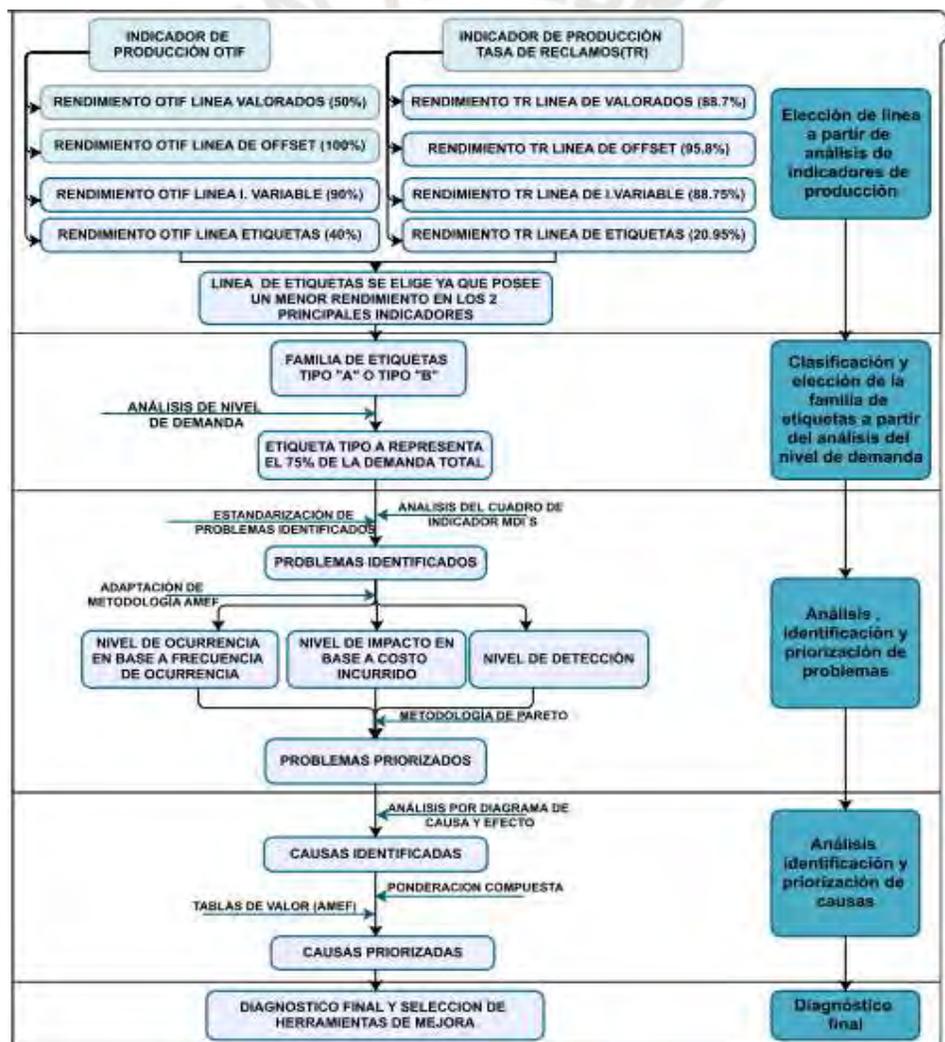


Figura 24: Hoja de ruta del análisis y diagnóstico de la línea de producción de etiquetas de la organización

3.1 Elección de la línea de producción a analizar.

Para poder seleccionar la línea de producción a la cual se realizará el diagnóstico y propuesta de aplicación de la metodología Lean, se analizarán los 2 principales indicadores de producción que miden el rendimiento de las líneas de producción, los cuales son: el indicador OTIF, que como se mencionó anteriormente, mide el grado de cumplimiento en términos de tiempo. Y se utilizará el indicador de tasa de reclamos de producción que tiene cada línea de producción, el cual tiene un impacto económico dentro de la empresa. Estos dos indicadores impactan a nivel de costo, producción y reputación a la empresa. Se realizará la comparación a las 4 principales líneas de producción de la organización, las cuales son: La línea de producción de productos valorados, la línea de producción de impresión variable, la línea de producción de impresión offset y la línea de producción de etiquetas.

- **Rendimiento de las principales líneas de producción respecto al indicador de producción OTIF.**

A continuación, se mostrará el nivel de cumplimiento del indicador OTIF de las principales líneas de producción durante el año 2020, se contabilizarán los meses de cumplimiento versus los de no cumplimiento y se obtendrá un porcentaje que nos permita conocer qué línea posee el índice más bajo, en cuanto a este indicador. La decisión de contabilizar y comparar de esta forma a las líneas de producción, se sustenta en que cada una ellas procesan productos que se fabrican en máquinas distintas, en cantidades de producción distintas y las características de los productos son diferentes. Es por ello que no pueden ser fácilmente comparables unas respecto a las otras. Sin embargo, si se puede comparar a nivel de meses de cumplimiento ya que el área de planificación designa una carga de trabajo a cada línea de forma mensual de acuerdo a sus características y capacidad, de tal forma que puedan lograr sus cumplimientos.

En el gráfico 1 y en el **Anexo 8** se muestra el nivel de cumplimiento de la línea de producción de productos Valorados en los cuales se puede reflejar un nivel de cumplimiento en el 50% de los meses transcurridos en el presente año.



Gráfico 1: Gráfico de barras de rendimiento del indicador OTIF de la línea de producción de productos valorados (2020)

En gráfico 2 y en el **Anexo 9** se muestra el nivel de cumplimiento de la línea de producción de impresión OFFSET sobre el indicador OTIF, en los cuales se puede reflejar un nivel de cumplimiento en el 100% de los meses transcurridos en el presente año.



Gráfico 2: Gráfico de barras de rendimiento del indicador OTIF de la línea de producción de impresión offset (2020)

En el gráfico 3 y en el **Anexo 10** se muestra el nivel de cumplimiento de la línea de producción de impresión variable de acuerdo al indicador de cumplimiento OTIF, en los cuales se puede reflejar un nivel de cumplimiento en el 90% de los meses transcurridos en el presente año.

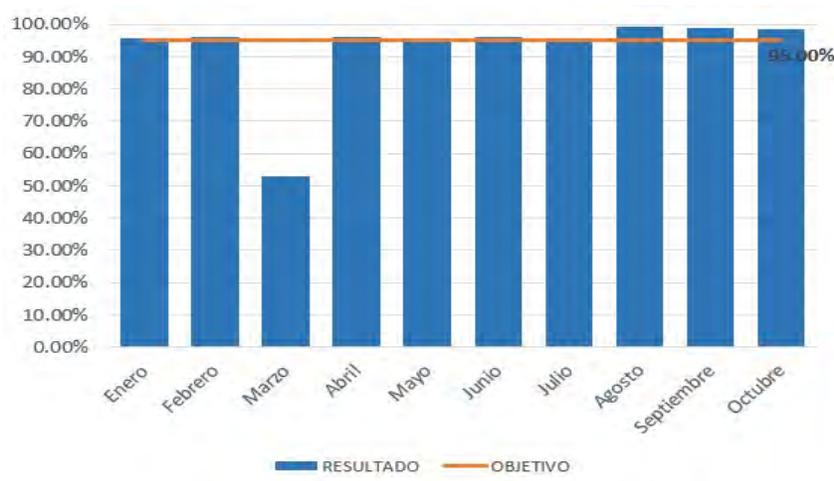


Gráfico 3: Gráfico de barras de rendimiento del indicador OTIF de la línea de producción de impresión variable (2020)

Por último, en el gráfico 4 y en el **Anexo 11** se muestra el nivel de cumplimiento de la línea de producción de etiquetas, en los cuales se puede reflejar un nivel de cumplimiento de solo el 40% de los meses transcurridos en el presente año.



Gráfico 4: Gráfico de barras de rendimiento del indicador OTIF de la línea de producción de etiquetas (2020)

De acuerdo el análisis realizado en los cuadros presentados sobre el nivel de cumplimiento, se puede sustentar que el nivel de priorización para la elección de la línea de producción a la cual se le propondrá mejoras, es la de producción de etiquetas. Ya que es aquella que ha presentado el menor nivel de cumplimiento en comparación a las otras líneas principales. Pues tan solo presenta un nivel de cumplimiento del 40% de los meses transcurridos, lo cual da una clara manifestación que es una línea de producción que requiere mejoras.

- **Rendimiento de las principales líneas de producción respecto al Indicador de producción de tasa de reclamos.**

Otro de los indicadores de producción importantes (considerados por la organización), que permitirá elegir la línea de producción a analizar, es el indicador de tasa reclamos ocasionados en la producción. Este indicador es medido en unidades monetarias y es definido, para cada una de las 4 principales líneas de producción, por el comité de producción presidido por el gerente de producción y conformado por el jefe de planificación de producción y jefaturas. Es responsabilidad de cada uno de los encargados de las 4 líneas, no sobrepasar el límite u objetivo permisible definido. Por lo mencionado anteriormente, se utilizará el indicador de tasa de reclamos como una fuente vital para la elección del proceso a analizar. Ya que el incurrir o sobrepasar los costos establecidos, se generan pérdidas económicas que impactan en la rentabilidad de la organización.

En el gráfico 5 y Anexo 12, se muestra el nivel de rendimiento y cumplimiento del indicador de reclamos mensual presentado por la línea de producción de productos valorados durante el año 2020. Se puede evidenciar que la línea ha presentado 4 reclamos de producción en lo que va del año sin haber excedido la meta mensual de \$333.33 en ninguno de los meses.

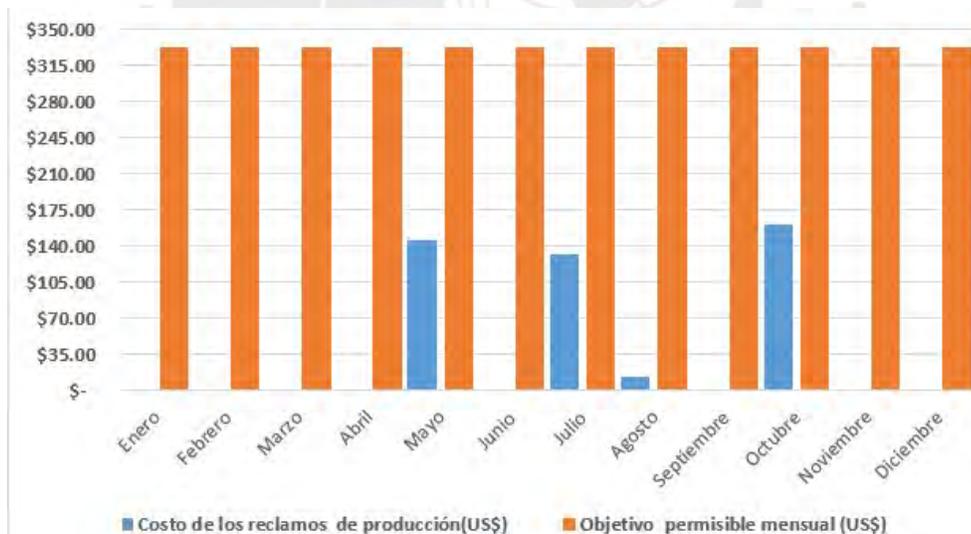


Gráfico 5: Gráfico de la tasa de reclamos mensual de la línea de producción de productos valorados del año 2020

En los **Anexos 13 y 14** se muestra la evolución de la tasa acumulada de costo de reclamos presentado por la línea de producción de productos valorados versus el nivel acumulado permisible de la tasa de reclamos. Se puede evidenciar que la evolución y acumulación del costo de reclamos desde el mes de enero hasta el mes de octubre ha sido de \$451.97. Lo

cual no supera, ni tiende a acercarse a la meta permisible anual establecida para la línea de producción de \$4000. Lo que demuestra que la línea está siendo controlada en lo que respecta a este indicador y se están llevando a cabo sus procesos de forma satisfactoria.

Por otro lado, en el gráfico 6 y **Anexo 15** se muestra el nivel de rendimiento y cumplimiento del indicador de reclamos mensual presentado por la línea de producción de impresión offset durante el año 2020. En los que se puede evidenciar que la línea ha presentado 1 solo reclamo de producción en lo que va del año. Este fue dado en el mes de julio y tuvo un costo de \$148, sin haber excedido la meta mensual de \$291.67. Esto permite señalar que el proceso se encuentra controlado.

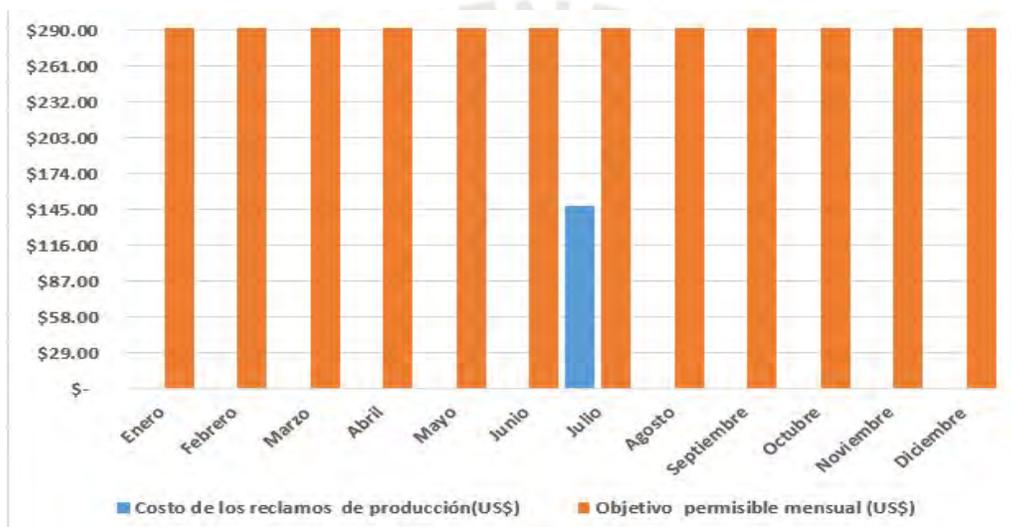


Gráfico 6: Gráfico de la tasa de reclamos mensual de la línea de producción de impresión offset del año 2020

En los **Anexos 16** y **17** se muestra la evolución de la tasa acumulada de costo de reclamos presentado por la línea de producción de offset versus el nivel acumulado permisible de la tasa de reclamos. Se puede evidenciar que la evolución y acumulación del costo de reclamos desde el mes de enero hasta el mes de octubre ha sido de \$148. Lo cual no supera, ni tiende a acercarse a la meta permisible anual establecida para la línea de producción de \$3500. Lo que demuestra que la línea está siendo controlada en lo que respecta a este indicador y se están llevando a cabo sus procesos de forma satisfactoria.

A continuación, en el gráfico 7 y **Anexo 18** se muestra el nivel de rendimiento y cumplimiento del indicador de reclamos mensual presentado por la línea de producción de impresión variable durante el año 2020. En los que se puede evidenciar que la línea ha presentado 2 reclamos de producción en lo que va del año. Estos se ocasionaron en los meses de junio y agosto obteniendo un costo de 115\$ y 110\$ respectivamente. En ninguno de los meses se ha excedido la meta mensual de \$166.67. Lo cual permite señalar que el proceso está siendo controlado satisfactoriamente.

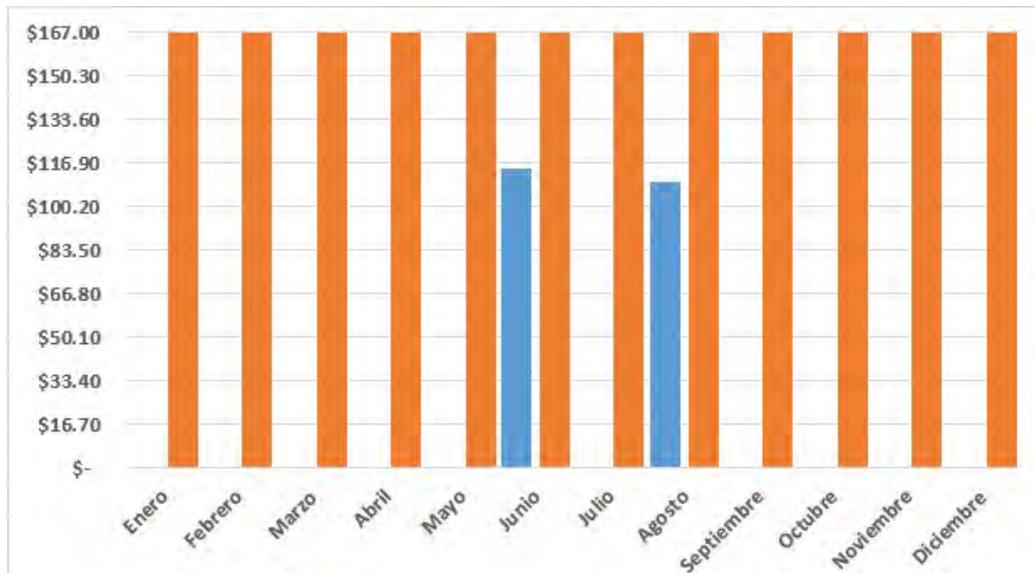


Gráfico 7: Gráfico de la tasa de reclamos mensual de la línea de producción de impresión variable del año 2020

En los **Anexos 19 y 20** se muestra la evolución de la tasa acumulada de costo de reclamos presentado por la línea de producción de impresión variable versus el nivel acumulado permisible de la tasa de reclamos. Se puede evidenciar que la evolución y acumulación del costo de reclamos, desde el mes de enero hasta el mes de octubre, ha sido de \$225 lo cual no supera, ni tiende a acercarse a la meta permisible anual establecida para la línea de producción de \$2000. Lo que demuestra que la línea está siendo controlada en lo que respecta a este indicador y se están llevando a cabo sus procesos de forma satisfactoria.

Por último, en el gráfico 8 y **Anexo 21** se muestra el nivel de rendimiento y cumplimiento del indicador de reclamos mensual presentado por la línea de producción de etiquetas durante el año 2020. En los que se puede evidenciar que la línea ha presentado reclamos a lo largo de todos los meses del año. Incluso ha superado la meta establecida de costo reclamos en los meses de febrero, marzo, abril y agosto. Por tanto, se evidencia que la línea está presentando fallas en las operaciones de producción y requiere mejoras.

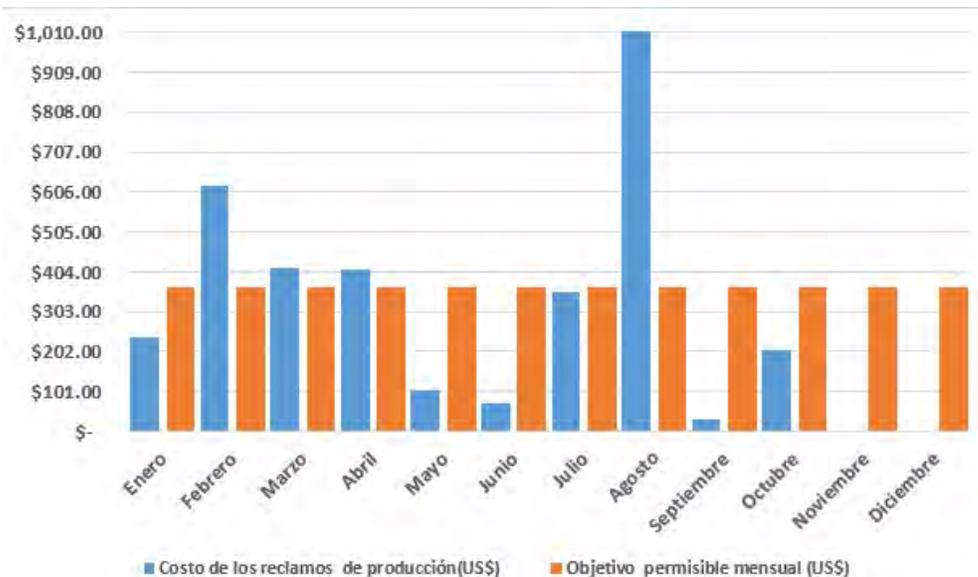


Gráfico 8: Gráfico de la tasa de reclamos mensual de la línea de producción de etiquetas del año 2020

En los **Anexos 22** y **23** se muestra la evolución de la tasa acumulada de costo de reclamos presentado por la línea de producción de etiquetas versus el nivel acumulado permisible de la tasa de reclamos. Se evidencia que la evolución y acumulación del costo de reclamos, desde el mes de enero hasta el mes de octubre, ha sido de \$3464.83. Lo cual, como muestra el **Anexo 23**, existe una tendencia a superar la meta permisible. Lo que demuestra que la línea no está cumpliendo de forma satisfactoria con el rendimiento respecto a este indicador.

Realizando el análisis de los costos de reclamos incurridos de las 4 principales líneas que posee la organización, se puede notar claramente que, es la línea de producción de etiquetas la que incurre en mayores costos de reclamos y estos se presentan mes a mes. Incluso como se nota en el **Anexo 23** el nivel permitido de incurrir en costos de reclamos sobrepasa de forma exagerada lo establecido en el mes de agosto.

Por tanto, se puede concluir que la línea de producción de etiquetas está presentando déficits en sus procesos de fabricación, el cual se ve reflejado en el bajo rendimiento que está obteniendo en los principales indicadores de producción. Obteniendo así, solo un 40% de cumplimiento a nivel del indicador OTIF y, por otro lado, presentando elevados costos de los reclamos por producción. Acumulando un 86.25% del límite permisible anual e incumpliendo, en varios meses, el límite permisible de tasa de reclamos.

3.2 Clasificación y selección de la familia de etiquetas a analizar en base al nivel de demanda.

Una vez definida la línea de producción a analizar, se va a determinar qué familia de etiquetas es la más representativa en base al nivel de demanda que poseen. A partir de ello, analizaremos las operaciones productivas que estén involucradas en la producción de esta familia y se priorizarán los problemas. Para ello, primero se debe clasificar a las familias de etiquetas fabricadas.

Como se detalló, en la descripción del proceso de producción de la línea de etiquetas, existen 4 grandes operaciones que engloban su fabricación (Pre prensa, Impresión, Acabado y Control de calidad). Todas y cada una de las producciones pasan por las 2 primeras y la última operación sin distinción alguna. Sin embargo, la diferencia entre una familia y otra radica en la tercera operación denominada: operación de acabado. Por ello, englobaremos en 2 grandes familias a las etiquetas, las cuales denominaremos: “Tipo A” a todas aquellas producciones de etiquetas que llevan un acabado con barnizado y “Tipo B” a aquellas producciones que llevan acabado sin barnizado. Dentro de los Barnizados existen sub familias las cuales son brillante sectorizado, brillante total, mate sectorizado y mate total las cuales denominaremos A1, A2, A3, A4 respectivamente.

A continuación, en la tabla 9 se muestra la división de las familias y sub familias de etiquetas. También se muestran las operaciones por las cuales pasa cada una de ellas.

Tabla 9: Tabla de división de subfamilias de etiquetas vs las operaciones del proceso

Familia	Sub-Familia	OPERACIONES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA LÍNEA ETIQUETAS											
		Pre prensa	Impresión	Acabados								Control de calidad	
				Barnizado				Laminado	Hot Stamping	Repujado	Troquelado		
				Brillante		Mate							
Sectorizado	Total	Sectorizado	Total										
A	A1	✓	✓	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓
	A2	✓	✓	-	✓	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓
	A3	✓	✓	-	-	✓	-	-		✓	✓	✓	✓
	A4	✓	✓	-	-	-	✓	-	✓			✓	✓
B		✓	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	✓

Como se muestra en la tabla 10, la familia de etiquetas de acabados con barnizado (Tipo A) es la que representa el 75.765% de la demanda total de etiquetas de acuerdo al registro de ventas del año 2019, siendo la más representativa en comparación a familia de etiquetas de acabados sin barniz (Tipo B).

Tabla 10: Tabla de clasificación de familia de etiquetas de acuerdo al nivel de demanda presentando en los años 2019

Código de Familia	Frecuencia de pedidos	Porcentaje	Acumulado	%Acumulado
A	5746	75.765%	5746	75.765%
B	1838	24.235%	7584	100.000%
Total	7584	100.000%		

Se concluye, que por lo evidenciado en la tabla 10 (que muestra el nivel de demanda de cada familia de etiquetas), los productos a analizar es la familia de etiquetas de acabado con barnizado (familia tipo A), producidas en la línea de producción de etiquetas de la empresa. A esta familia de productos se le realizará el análisis de problemas y búsqueda de sus causas raíces.

3.3 Identificación de problemas presentados dentro de la línea de producción de etiquetas para la familia de etiquetas tipo A, a partir del análisis de indicadores de producción.

Para lograr la identificación de problemas que presenta la familia de etiquetas con barnizado (familia tipo A), fabricadas en línea de producción de etiquetas, se realizó un análisis del indicador denominado Tasa de Material Dañado Internamente (tasa de MDI's), cuya fuente de datos se encuentran en la empresa. En el cual se registran las ordenes de trabajo que sufrieron inconformidades durante el proceso de producción. El indicador, también registra y describe los problemas identificados dentro de la línea de producción de etiquetas. Además, detalla características principales como: el número de orden de trabajo, cliente afectado, descripción del producto, costo de la salida no conforme y detalle del problema hallado. El indicador en mención es considerado el más representativo dentro de la empresa.

Se ha recopilado data del registro del indicador de producción de material dañado internamente de los años 2019 y 2020(solicitados al área de calidad y mejora continua de la organización).

Durante el análisis de los indicadores se encontraron diversas descripciones de los problemas, los cuales no se encontraban debidamente clasificados. Por lo que se procedió a clasificarlos, según la operación donde fue incurrido el problema. En la tabla 11, se muestra la clasificación realizada de acuerdo a las operaciones en la cual se manifestó el problema.

También han sido considerados los errores provenientes de las partes interesadas del proceso tales como: clientes, área comercial y proveedores ya que estos también tienen impacto directo en el proceso.

Tabla 11: Tabla de clasificación de problemas identificados en la familia de etiquetas tipo A de la línea de producción de etiquetas

CLASIFICACIÓN DE PROBLEMAS IDENTIFICADOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE ETIQUETAS		
Parte interesada en el proceso	Operaciones del proceso	Clasificación de problemas identificados
Proceso	Diseño de Arte (Pre-Prensa)	Error en la operación de pre-prensa (M)
	Impresión	Error en la operación de impresión (G)
		Error en la elección del papel (A)
	Acabado	Error en la operación de troquelado (H)
		Error en la operación de Barnizado (I)
		Error en la operación de repujado (J)
		Error en la operación de Hotstamping (K)
		Error en la operación de Laminado (F)
		Presencia de arrugas (E)
Supervisión /Control de Calidad	Error en la operación de corte (L)	
Cliente	Cliente	Error en la toma de decisión por Supervisor/Coordinador Cargo(N)
Proveedor	Abastecimiento de materia prima y Suministros	Error por parte del cliente (C)
Asesores comerciales(Venta)	Solicitud del área comercial	Materia prima defectuosa (D)
		Error por parte de indicaciones del comercial (B)

Una vez clasificados los problemas, se presentarán los registros recabados durante los años 2019 y 2020 (registros obtenidos del área de calidad de la empresa) con el fin priorizar y elegir aquellos problemas que tienen mayor impacto a nivel de frecuencia, costo y detectabilidad. Para lo cual, se realizará una adaptación de la metodología AMEF.

3.4 Priorización de problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en la línea de producción de etiquetas.

Para poder realizar la priorización de problemas se verificarán cuáles son aquellos que tienen mayor impacto a nivel de ocurrencia, severidad y detección. Para lo cual se realizará una adaptación de la metodología AMEF. A partir de ello, se usará la fórmula usada en la metodología para cada uno de los problemas y serán tomados como problemas prioritarios aquellos, presentados en la producción de la familia de etiquetas de acabado con barnizado (familia tipo A), que obtengan el mayor número prioritario de riesgo NPR.

- NIVEL DE OCURRENCIA

El nivel de ocurrencia estará asociado al nivel de frecuencia en el que se muestran los problemas reportados. De esta forma se priorizará aquellos que sean ocasionados de forma

consecuente durante el proceso de producción. Para ello en la tabla 12 y el gráfico 9 se muestra el diagrama Pareto, en el cual se puede observar que el 80% de los problemas son aquellos que se cometen en las operaciones de troquelado, impresión, barnizado y *hotstamping*, siendo el más representativo el error ocasionado en la operación de troquelado (representando un 33.82% del total).

Tabla 12: Frecuencia acumulada de problemas presentados en los años 2019 y 2020 en la producción de la familia de etiquetas tipo A

Código	Problemas Identificados	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumado
H	Error en la operación de troquelado	129	129	32.82%	32.82%
G	Error en la operación de impresión	67	196	17.05%	49.87%
I	Error en la operación de Barnizado	66	262	16.79%	66.67%
K	Error en la operación de Hotstamping	48	310	12.21%	78.88%
L	Error en la operación de corte	19	329	4.83%	83.72%
F	Error en la operación de Laminado	15	344	3.82%	87.53%
E	Presencia de arrugas	9	353	2.29%	89.82%
B	Error por parte comercial	8	361	2.04%	91.86%
C	Error por parte del cliente	6	367	1.53%	93.38%
D	Materia prima defectuosa	6	373	1.53%	94.91%
N	Error en la toma de decisión por Supervisor/Coordinador Cargo	6	379	1.53%	96.44%
A	Error de elección de papel	5	384	1.27%	97.71%
M	Error en la operación de pre-prensa	5	389	1.27%	98.98%
J	Error en la operación de repujado	4	393	1.02%	100.00%

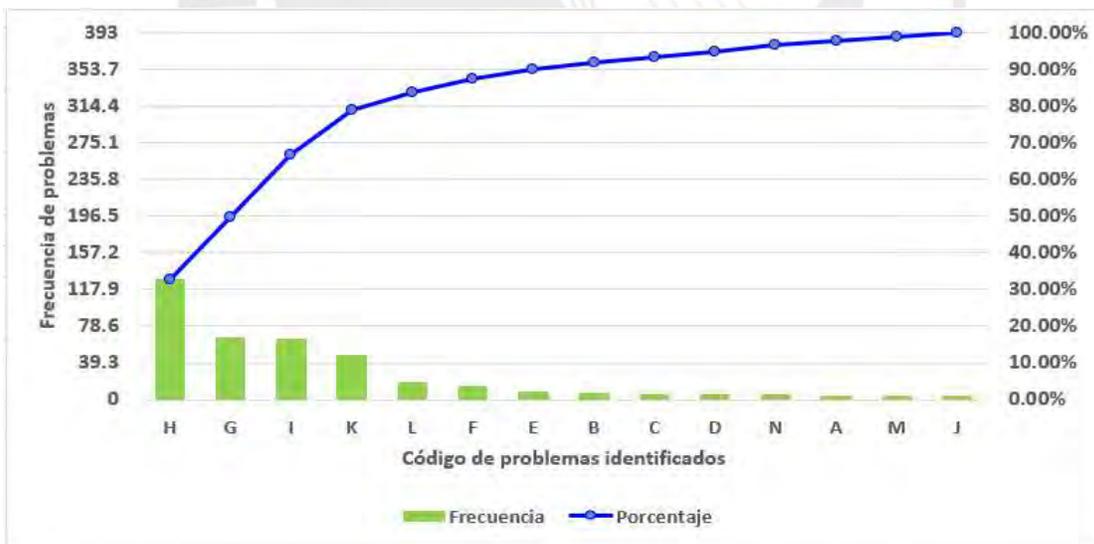


Gráfico 9: Gráfico de Pareto de frecuencia acumulada de problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en los años 2019 y 2020

En los **Anexos del 24 al 29** se muestra un análisis desglosado del año 2019 y 2020. Y el resultado del análisis global y desglosado sigue siendo el mismo.

A partir de los gráficos mostrados se realizará una tabla de valor que nos pueda proporcionar un nivel de frecuencia para cada problema identificado seleccionado. De esa forma podrá ser usado para jerarquizarlos y realizar el cálculo del NPR.

Tabla 13: Tabla de valor de acuerdo al nivel de frecuencia presentado

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy Baja	No se encuentra dentro del 80% de problemas más frecuentes	2
Baja	Se encuentra dentro del 80% de frecuencia ocupando el 4to nivel	4
Moderada	Se encuentra dentro del 80% de frecuencia ocupando el 3er nivel	6
Alta	Se encuentra dentro del 80% de frecuencia ocupando el 2do nivel	8
Muy Alta	Se encuentra dentro del 80% de frecuencia ocupando el mayor nivel	10

En la tabla 14, se puede mostrar el resultado del valor asignado para cada uno de los problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas del tipo A de acuerdo a su nivel de ocurrencia.

Tabla 14: Resultados de acuerdo al grado de frecuencia de los problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas de tipo A

Código	Problemas Identificados	Valor de frecuencia
H	Error en la operación de troquelado	10
G	Error en la operación de impresión	8
I	Error en la operación de Barnizado	6
K	Error en la operación de Hotstamping	4
L	Error en la operación de corte	2
F	Error en la operación de Laminado	2
B	Error por parte de comercial	2

- NIVEL DE SEVERIDAD

El nivel de severidad estará asociado al nivel de costo incurrido por los problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas del tipo A, ya que afecta directamente con la rentabilidad obtenida por la empresa. Esta segunda dimensión, ayudará a priorizar aquellos problemas que han incurrido en costos elevados y de esa forma jerarquizarlos.

De acuerdo a los registros de indicadores de MDI's de los años 2019 y 2020, en la tabla 15 y gráfico 10 se muestran los costos incurridos (según la clasificación de problemas establecida). Se puede notar que el 80% de los costos incurridos por error en la producción son ocasionados por los errores de impresión, troquelado, barnizado, *hotstamping*, laminado y, particularmente, también se destaca el costo por parte de error del área comercial. Sin embargo, el que mayor impacto en costo ha ocasionado es el error de impresión con un 20% del total.

Como es notorio en el gráfico existen algunos problemas que no han sido resaltantes en cuanto a frecuencia, pero si son prioritarios en cuanto a costo ya que un solo error puede significar un gran impacto monetario como lo muestra el error cometido por el área involucrada de comercial.

Tabla 15: Costo acumulado incurrido por los problemas presentados en los años 2019 y 2020 en la producción de la familia de etiquetas tipo A

Código	Problemas Identificados	Costo	Costo Acumulado	Porcentaje	Porcentaje acumado
G	Error en la operación de impresión	\$ 4,024.38	\$ 4,024.38	20.09%	20.09%
H	Error en la operación de troquelado	\$ 3,714.21	\$ 7,738.59	18.54%	38.63%
B	Error por parte de comercial	\$ 2,989.31	\$ 10,727.90	14.92%	53.56%
I	Error en la operación de Barnizado	\$ 2,464.76	\$ 13,192.67	12.31%	65.86%
K	Error en la operación de Hotstamping	\$ 2,279.94	\$ 15,472.61	11.38%	77.25%
F	Error en la operación de Laminado	\$ 872.59	\$ 16,345.20	4.36%	81.60%
C	Error por parte del cliente	\$ 811.41	\$ 17,156.61	4.05%	85.65%
L	Error en la operación de corte	\$ 701.29	\$ 17,857.90	3.50%	89.16%
N	Error en la toma de decisión por Supervisor/Coordinador Cargo	\$ 627.63	\$ 18,485.53	3.13%	92.29%
D	Materia prima defectuosa	\$ 525.75	\$ 19,011.28	2.62%	94.91%
E	Presencia de arrugas	\$ 365.82	\$ 19,377.10	1.83%	96.74%
A	Error de elección de papel	\$ 276.60	\$ 19,653.70	1.38%	98.12%
J	Error en la operación de repujado	\$ 238.66	\$ 19,892.36	1.19%	99.31%
M	Error en la operación de pre-prensa	\$ 137.69	\$ 20,030.05	0.69%	100.00%

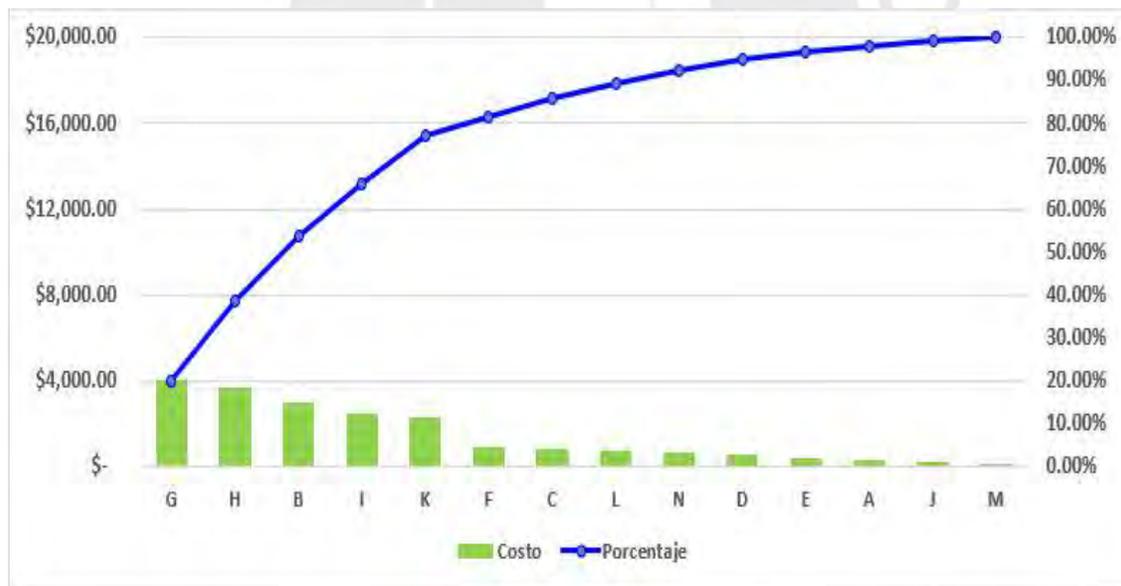


Gráfico 10: Gráfico de Pareto de costos incurridos por los problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en los años 2019 y 2020

En los **Anexos del 30 al 35** se muestra un análisis desglosado en el que se evidencia, lo mencionado en los anteriores párrafos. Es decir, que tanto para los años 2019 y 2020 los costos incurridos por los problemas presentados en las operaciones de impresión, troquelado, barnizado y *hotstamping* tienen alto nivel de representatividad a nivel de costo (siendo distinta

la relevancia entre ellos al criterio de Frecuencia). Sin embargo, a este conjunto se suma el costo incurrido por la parte comercial que tuvo una evolución considerable del año 2019 y 2020 por lo cual es tomado en consideración.

A partir de los gráficos mostrados se realizará una tabla de valor que nos pueda proporcionar un nivel de severidad para cada problema identificado seleccionado y de esa forma ser usado para ser jerarquizados y realizar el cálculo del NPR. De esta manera lograremos priorizar aquellos problemas ocasionados en la producción de la familia de etiquetas del tipo A que tienen mayor impacto en costos y por tanto afectan la rentabilidad de la empresa.

Tabla 16: Tablas de valor a nivel de impacto en términos de costo

Impacto	Criterio	Valor
Muy Baja	No se encuentra dentro del 80% de problemas más costosos	2
Baja	Se encuentra dentro del 80% de problemas más costosos ocupando el 4to y 5to Nivel	4
Moderada	Se encuentra dentro del 80% de problemas más costosos ocupando el 3er Nivel	6
Alta	Se encuentra dentro del 80% de problemas más costosos ocupando el 2do Nivel	8
Muy Alta	Se encuentra dentro del 80% de problemas más costosos ocupando el 1er Nivel	10

En la tabla 17, se puede mostrar el resultado del valor asignado para cada uno de los problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas del tipo A de acuerdo a su impacto a nivel de costo.

Tabla 17: Resultados de acuerdo al nivel de impacto en costos de los problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas de tipo A

Código	Problemas Identificados	Valor de Impacto
G	Error en la operación de impresión	10
H	Error en la operación de troquelado	8
B	Error por parte de comercial	6
I	Error en la operación de Barnizado	4
K	Error en la operación de Hotstamping	4
F	Error en la operación de Laminado	2
C	Error por parte de cliente	2

- **NIVEL DE DETECCIÓN**

El nivel de detección estará asociado a evaluar que tan posible es detectar el problema ocasionado en base a: los procedimientos establecidos, matriz de calidad, instructivo de manejo de máquinas y experiencia de los operarios (que de alguna manera u otra permiten que la labor llevada a cabo pueda darse sin dificultad y evitando cualquier tipo de error que

pueda ser incurrido). Sin embargo, a pesar de todos los mecanismos de control es posible que se manifiesten los problemas. En la tabla 18, se muestra el cuadro de detectabilidad basado en lo desarrollado por Betancourt (2020).

Tabla 18: Tabla de calificación de grado de detectabilidad

Detectabilidad	Criterio	Valor
Muy Alta	El problema es obvio y resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El problema , aunque resulte obvio y facilmente detectable podría en alguna ocasión escapar a los controles establecidos	2 a 3
Mediana	El problemas es detectabe y posiblemente no llegue a materializarse y es probable que sea detectado en la últimas instancias de la producción	4 a 6
Pequeña	El problema es de naturaleza tal que resuelta difícil detectarlo con los controles establecidos hasta el momento	7 a 8
Improbable	El problema no puede ser detectado durante el procedimiento . Es muy probable que sea percibido por el cliente	9 a 10

Para el desarrollo del siguiente cuadro se realizó 3 visitas al área de etiquetas, las cuales tuvieron una duración entre 1 a 2 horas aproximadamente. En estas visitas se pudo visualizar la presencia o no presencia de instructivos de manejo y operación en cada estación, además se pudo constatar el nivel de experiencia que tiene cada operario en el manejo de la máquina (a través de pequeñas entrevistas) y el grado de complejidad que tiene cada uno de las operaciones. De esta forma poder evaluar si es posible o no detectar cada fallo. Para la evaluación se tomó como referencia a aquellos problemas que se encuentran dentro de los más representativos. Es decir, aquellos que se encuentran dentro del primer 80% representativo en las dimensiones de severidad y ocurrencia (los cuales son los problemas cuyos códigos son H, G, I, K, L B, F). En la tabla 19, se puede mostrar el valor obtenido para cada uno de los problemas identificados de acuerdo a su nivel de detectabilidad.

Tabla 19: Resultados de calificación de grado de detectabilidad

Código	Problemas Identificados	Valor de Detectabilidad
H	Error en la operación de troquelado	4
G	Error en la operación de impresión	3
I	Error en la operación de Barnizado	6
K	Error en la operación de Hotstamping	2
L	Error en la operación de corte	5
F	Error en la operación de Laminado	1
B	Error por parte de comercial	3

A partir de medir el grado de ocurrencia, severidad y detectabilidad de los problemas identificados en el proceso de producción de etiquetas y con el uso de la metodología AMEF,

se procede a realizar el cálculo del indicador NPR (Número prioritario de riesgo). El cual ayudará a priorizar los problemas que presenten mayor riesgo de producir ineficiencias en la producción y deban ser solucionados. La priorización de los problemas estará basada en el criterio de semáforo o representación del riesgo, el cual está definido en el **Anexo 36**.

De acuerdo a lo mostrado en la tabla 20, los problemas que serán usados para la evaluación y análisis serán aquellos que representen un riesgo alto, medio o extremo. Los cuales son: el error de operación de troquelado con un NPR de 320, el error en la operación de impresión con un NPR de 240 y, por último, la operación de barnizado con un nivel del NPR de 144. De esta forma, se ha logrado priorizar los problemas.

Tabla 20: Resultados de cálculo de indicador NPR para los problemas identificados en la producción de la línea de etiquetas

Código	Problemas Identificados	Nivel de Ocurrencia	Nivel de Severidad	Nivel de detectabilidad	NPR
H	Error en la operación de troquelado	10	8	4	320
G	Error en la operación de impresión	8	10	3	240
I	Error en la operación de Barnizado	6	4	6	144
B	Error por parte comercial	2	6	3	36
K	Error en la operación de Hotstamping	4	4	2	32
L	Error en la operación de corte	2	2	5	20
F	Error en la operación de Laminado	2	2	1	4

3.5 Identificación y clasificación de las causas que originan los problemas priorizados en la línea de producción de etiquetas.

Como se pudo evidenciar anteriormente, se han tomado como prioritarios a los errores de troquelado, impresión y barnizado ya que son aquellos que han presentado un mayor número prioritario de riesgo de acuerdo a la adaptación realizada de la metodología AMEF. Además, han sido evidenciados los problemas en las tablas y gráficos, mostrados anteriormente, en donde se establece el grado de ocurrencia, severidad y detectabilidad de cada problema. Para lograr determinar las causas que ocasionan a estos 3 problemas prioritarios, se optó por realizar lo explicado en la metodología de Ishikawa (Causa-Raíz) y basándose en la información obtenida por los registros del indicador de MDI's. En estos registros se reportan los problemas y se describen las causas raíces que los generaron. Sin embargo, las causas raíces detalladas no estaban establecidas en base a la metodología Ishikawa y no se encontraban estandarizadas. Por ello, se optó por estandarizarlas y clasificarlas en cada una de las 6 dimensiones explicadas por el método (Método, gestión, mano de obra, máquina, material y medición) tal como lo explica Krajewsky (2008).

a) Aplicación de diagrama Ishikawa para la identificación y clasificación de las causas que originan el troquelado inadecuado en la operación de troquelado.

En el gráfico 11, se presenta el diagrama Ishikawa realizado para la detección de las causas que origina el troquelado inadecuado de etiquetas evidenciado en la operación de troquelado. En el cual se evidencia que las causas del fallo de producción mencionado principalmente se dan por la falta de métodos usados y la mano de obra. Siendo las principales: La ejecución inadecuada control de la producción ya que los operarios muestran un exceso de confianza al realizar la ejecución del control. Y, por otro lado, la inadecuada configuración de máquina troqueladora debido a que no existe un método estándar de *seteo*, lo que termina generando tiempos excesivos de configuración.

Otras causas secundarias que originan el fallo de producción en la operación troquelado son los fallos del motor, la obstrucción de la manguera de troquel, el desgaste de los rodillos de presión y troqueles; debido a que no se ejecutan mantenimientos preventivos. También se ha detectado que los troqueles fabricados de madera tienden a arquearse ocasionando así la fabricación de etiquetas no conformes. Por último, se ha detectado que cuando existen fallos en la producción, no existe un método adecuado de solución, sino que se trata de improvisar con el fin de terminar la producción. Lo cual genera efectos contraproducentes al proceso.

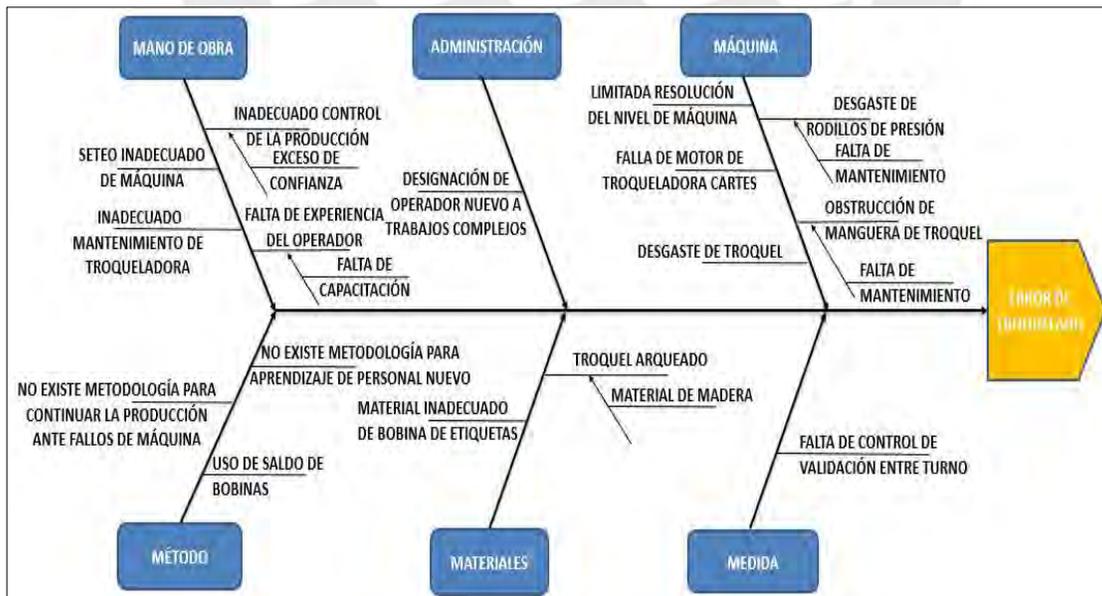


Gráfico 11: Diagrama de Ishikawa para detección y clasificación de las causas que originan los fallos de producción en la operación de troquelado

b) Aplicación de Diagrama Ishikawa para identificación y clasificación de las causas que originan fallos en la impresión en la operación de impresión.

En el gráfico 12, se presenta el Diagrama Ishikawa realizado para la detección de las causas que origina fallos en la impresión de etiquetas evidenciadas en la operación de impresión. En el cual se evidencia que las causas de mala impresión principalmente se dan por la mano de obra y máquina. Siendo las principales: el inadecuado control de producción ya que no existe un método estándar y se evidencia un exceso de confianza por parte de los operadores. Y, por otro lado, se determinó que la mala impresión también es causada por los múltiples fallos de los componentes de la máquina HP, siendo estos generados por la falta de mantenimiento preventivo.

Otras causas que originan la mala impresión son: el incumplimiento de la validación del sentido de salida de etiquetas e inadecuado seteo de las máquinas.

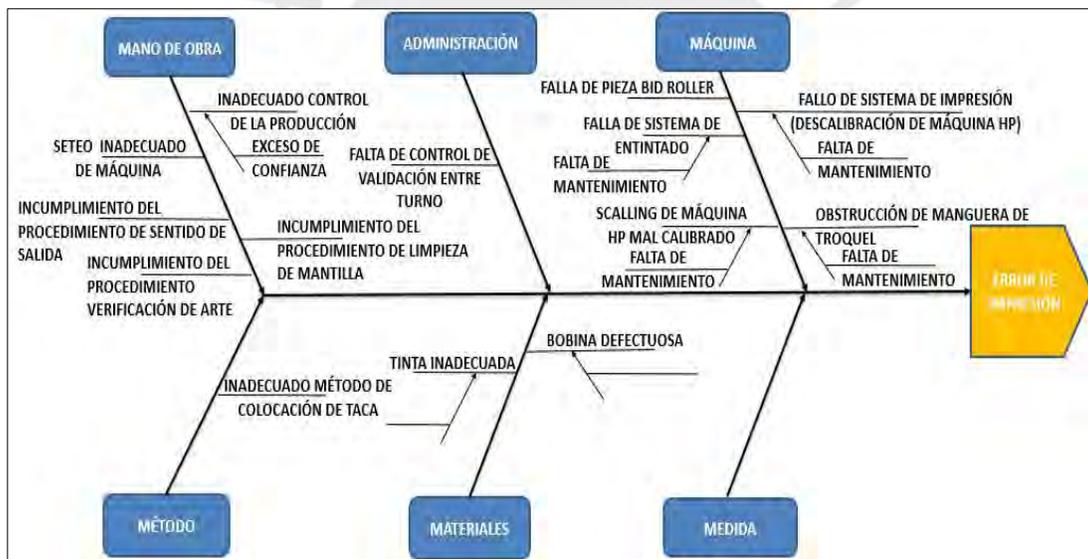


Gráfico 12: Diagrama de Ishikawa para detección y clasificación de las causas que originan los fallos de producción en la operación de impresión

c) Aplicación de diagrama Ishikawa para la identificación y clasificación de las causas que originan el barnizado no uniforme en la operación de barnizado.

Por último, en el gráfico 13, se presenta el diagrama Ishikawa realizado para la detección de las causas que origina el barnizado no uniforme en la operación de barnizado. En el cual se evidencia que las causas de los problemas de un inadecuado barnizado se dan por la falta de métodos adecuados y fallos de máquina. Siendo las principales: la inadecuada

configuración de la máquina de troquelado debido a que no existe un método estándar de seteo, lo que termina generando tiempos excesivos de configuración inadecuado control de la producción y falta de experiencia del operador. Y, por otro lado, el uso de rodillos de barnizados deteriorados y mangas de barniz desgastadas, debido a que no existe un plan de mantenimiento establecido.

Otras causas que originan el barnizado no uniforme en la operación de barnizado es la ineficaz planificación de la mano de obra, ya que se ha detectado que en ocasiones el supervisor y coordinador de turno, debido a la carga laboral, designa operarios nuevos a realizar barnizados complejos, para lo cual, los operarios nuevos aún no están preparados. En particular se ha detectado que cuando existen trabajos de barnizado sobre el tipo de bobina *Frezeer* no se ha establecido una temperatura de trabajo adecuada. Lo que termina con dilatar la bobina y cometer un error al barnizar.



Gráfico 13: Diagrama Ishikawa para detección y clasificación de las causas que originan los fallos de producción en la operación de barnizado

3.6 Priorización de las causas raíces identificadas que originan los problemas jerarquizados en la línea de producción de etiquetas.

Para priorizar las causas raíces de los 3 principales problemas ocasionados en la producción de etiquetas del tipo A, en línea de producción de etiquetas, se va a utilizar la información obtenida por el registro del indicador de material dañado internamente. En los que se cuenta

con información de los costos atribuidos a las causas que generaron el problema y el nivel de frecuencia presentado por las causas que han sido atribuidas a los problemas.

El proceso de priorización de causas consiste en 3 pasos. Estos consisten en hallar el “Valor de frecuencia de la causa” el cual representará la frecuencia de la causa, el “Valor de impacto de la causa” el cual representará el impacto de la causa (para lo cual se ha tomado como *input* el costo incurrido asignado a la causa, ya que afecta directamente con la rentabilidad obtenida por la empresa) y por último un cálculo de ponderación que permitirá hallar un “Valor ponderado de la causa” que permitirá priorizar entre una causa y otra. Cabe mencionar que la metodología explicada ha sido propuesta por el autor del presente estudio. El flujo para obtener el VP se explica a continuación.

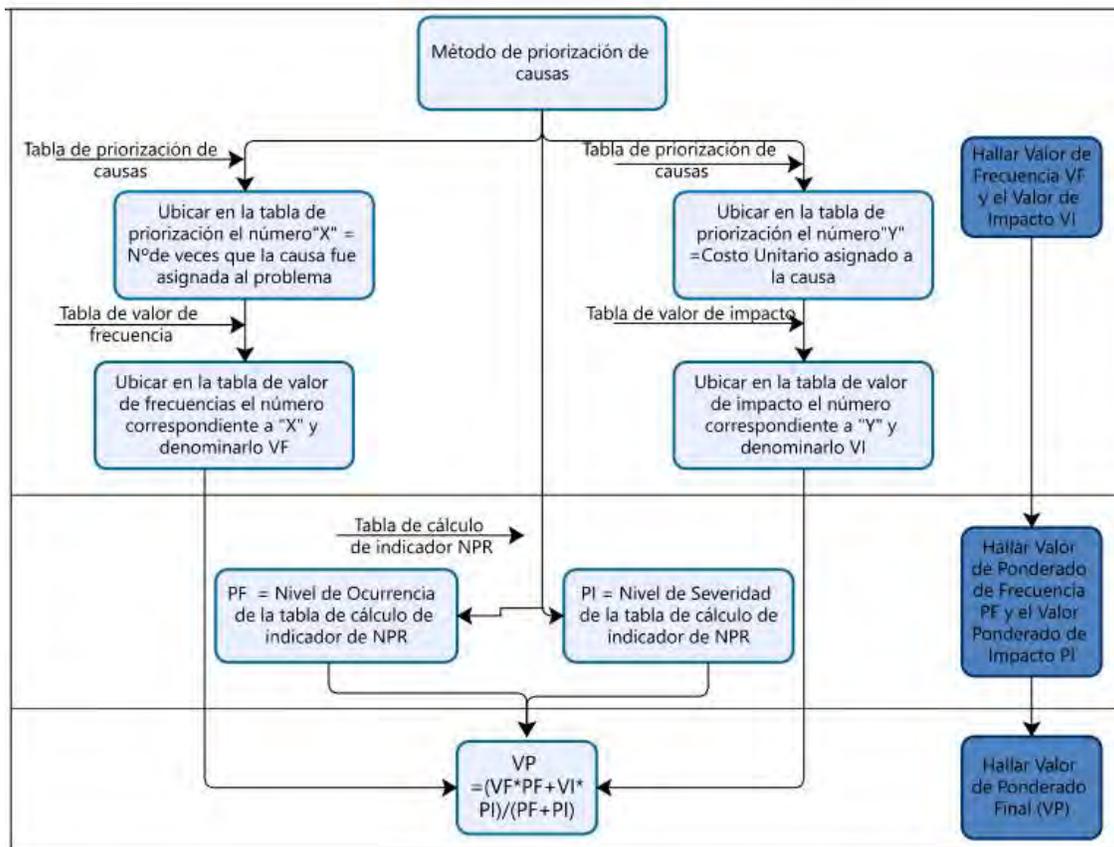


Figura 25: Flujo de método ponderado aplicado para la priorización de causas

1) Hallar el Valor de Frecuencia de la causa (VF):

1.1) Verificar el número de veces que la causa identificada ha sido atribuida a la generación del problema.

1.2) Buscar el valor hallado en el paso 1.1 en la tabla de valor de frecuencias (tabla que contiene rangos de frecuencias) y de acuerdo al rango en donde se encuentre se le asignará un valor del 1 al 5. Este valor será denominado como valor de frecuencia de la causa (VF).

Por ejemplo: En la tabla 24 se muestra que la causa raíz denominada “seteo inadecuado de máquina” presenta una frecuencia de 18. Este valor debe ser encontrado en el rango correspondiente de la tabla 21 (tabla de valor de frecuencias). Y como se puede observar, al ser un valor mayor a 12 el “VF” correspondiente es de 5. En el **Anexo 37** se encuentra el detalle del cálculo.

2) Hallar el Valor de Impacto de la causa (VI):

2.1) Se debe hallar el “costo unitario” asignado a la causa dividiendo el “costo total” entre la frecuencia presentada por la causa (valor encontrado en el paso 1.1).

2.2) Buscar el valor hallado en el paso 2.1 (“costo unitario”) en la tabla de valor de impacto. Y de acuerdo al rango en donde se encuentre se le asignará un valor del 1 al 5. Este valor será denominado como “Valor de impacto de la causa” (VI).

Siguiendo con el ejemplo descrito: En la tabla 24 para la causa raíz “seteo inadecuado de máquina” se tiene que se ha incurrido en un costo total de 611.69 dólares. Este valor debe ser dividido por la frecuencia presentada 18 (valor encontrado en el paso 1.1), con lo cual se obtiene el costo unitario de 33.98 dólares. Este último valor debe ser encontrado en el rango correspondiente de la tabla 22 (tabla de valor de impacto). Al ser ubicado en el rango de] 30; 40] dólares le corresponde un “Valor de Impacto de la causa” (VI) de 4. En el **Anexo 38** se encuentra el detalle del cálculo.

3) Hallar el Valor ponderado de la causa (VP):

Por último, se hallará un Valor Ponderado el cual servirá para jerarquizar las causas raíces que generan cada problema. La fórmula involucra 4 valores los cuales serán explicado a continuación.

Valor de frecuencia de la causa (VF): Este valor fue hallado en el paso 1, el cual nos permite conocer con qué frecuencia las causas son asignadas a cada problema.

Valor de impacto de la causa (VI): Este valor fue hallado en el paso 2, el cual nos permite conocer el impacto que tiene cada causa a nivel económico.

Como ya se conoce el “VI” y “VF” de cada causa es necesario conocer cuál de los 2 valores mencionados posee una mayor importancia (peso) respecto al otro, y de esa forma hallar un valor único que permita jerarquizar las causas. Por ello se utilizará un cálculo de ponderación.

Valor ponderado de la frecuencia (PF): Este valor le dará el peso correspondiente al “VF” en el cálculo de la ponderación. Este valor debe tener un sustento numérico. Por ello este valor se obtendrá del resultado del proceso de priorización de problemas realizado en el capítulo 3. (ver tabla 20). En la tabla de resultados mencionada, cada problema obtenía un nivel de ocurrencia, el cual será tomado como el “Valor ponderado de la frecuencia” (PF).

Valor ponderado del impacto (PI): Este valor le dará el peso correspondiente al “VI” en el cálculo de la ponderación. Este valor debe tener un sustento numérico. Por ello este valor se obtendrá del resultado del proceso de priorización de problemas realizado en el capítulo 3. (ver tabla 20). En la tabla de resultados mencionada, cada problema obtenía un nivel de un nivel de impacto, el cual será tomado como el “Valor ponderado del impacto (PI)”.

El uso de un valor ponderado de frecuencia y valor ponderado de impacto está sustentado en que cada problema priorizado presentado posee 3 dimensiones distintas (impacto, frecuencia y defectibilidad) que generan su (NPR) y que permite que se jerarquicen unos a otros. Por tanto, el análisis no puede ser orientado a solo una dimensión (impacto, frecuencia o defectibilidad) sino por lo menos, a las dos más representativas. De esta forma se estará tomando en cuenta el impacto y frecuencia de cada problema ya que el subir en un punto o disminuir en un punto el nivel de cada dimensión reduciría o aumentaría el NPR de cada uno de ellos, lo que los volvería problemas menos prioritarios o más prioritarios según sea el caso y cambiaría el diagnóstico y análisis de forma completa. A continuación, se presenta la fórmula para el cálculo del valor ponderado.

$$\text{VALOR PONDERADO} = \frac{VF \cdot PF + VI \cdot PI}{PF + PI}$$

VF=Valor de frecuencia de la causa
VI=Valor de impacto de la causa
PF=Valor ponderado de la frecuencia
PI=Valor ponderado del impacto

Figura 26: Fórmula para hallar el valor ponderado

Para un mayor entendimiento de la aplicación de la fórmula se continuará explicando con el ejemplo usado en el paso 1 y 2: En la tabla 20 se evidencia que el inadecuado troquelado (error ocasionado en la operación de troquelado) tiene un NPR de 320. Valor que es obtenido de multiplicar un nivel de ocurrencia de 10, un nivel de impacto de 8 y un nivel de detectabilidad de 4. Al ser las dimensiones representativas: la ocurrencia (10) y el impacto (8), estas son tomadas como Valor ponderado de frecuencia (PF) y Valor ponderado del impacto (PI) respectivamente. La causa raíz “seteo inadecuado de máquina” de acuerdo a explicado en el paso 1 y 2 respectivamente ha obtenido un valor de frecuencia de la causa (VF) de 5 y un valor de impacto de la causa (VI) de 4. Con estos valores es posible calcular el valor ponderado (VP) que le permita obtener un valor final para poder compararse entre una causa y otra. A través de la ecuación $5 \cdot 10 + 4 \cdot 8$ dividido entre $10 + 8$, se obtiene un valor ponderado de 5 el cual jerarquiza las causas raíces. En el **Anexo 39** se encuentra el detalle del cálculo.

De esta forma se priorizarán las causas atribuidas a los problemas de troquelado, impresión y barnizado de forma separada.

a) Priorización de las causas identificadas que generan el troquelado inadecuado en la operación de troquelado

A continuación, se muestra la tabla de valor de frecuencia y de costos asignado a cada causa identificada, que ocasiona el troquelado inadecuado en la operación de troquelado al realizarse la producción de etiquetas del tipo A. La tabla permite proporcionar un valor de frecuencia y valor de impacto para cada causa identificada, de esa forma poder compararlas las unas a las otras y jerarquizarlas. El criterio de frecuencia está basado en la frecuencia

asignada a las causas que oscilan en promedio entre 1 a 10, sin embargo, puede presentarse frecuencias fuera del promedio como la perteneciente al inadecuado control de calidad (70).

Tabla 21: Tabla de valor a nivel de frecuencia de las causas identificadas que originan el problema de troquelado

Criterio	Valor de frecuencia(VF)
la causa ha sido atribuida a los problemas de troquelado con un nivel de frecuencia de 1 a 3 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	1
la causa ha sido atribuida a los problemas de troquelado con un nivel de frecuencia de 4 a 6 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	2
la causa ha sido atribuida a los problemas de troquelado con un nivel de frecuencia de 7 a 9 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	3
la causa ha sido atribuida a los problemas de troquelado con un nivel de frecuencia de 10 a 12 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	4
la causa ha sido atribuida a los problemas de troquelado con un nivel de frecuencia mayor a 12 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	5

Para la tabla de valor de impacto, el criterio está basado en la observación de los costos unitarios asignados a las causas identificadas que generan el troquelado inadecuado. Estos costos oscilan en promedio entre 10 a 50 dólares aproximadamente. Por ello el criterio toma rangos entre estos valores mencionados.

Tabla 22: Tabla de valor a nivel de impacto de las causas identificadas que originan el problema de troquelado

Criterio	Valor de Impacto(VI)
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de [0 - 10 dólares]	1
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de]10 - 20 dólares]	2
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de]20 - 30 dólares]	3
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de]30 a 40 dólares]	4
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios mayores a 40 dólares	5

También, se muestra los resultados del cálculo de indicador NPR para el error de troquelado (hallado en la etapa de priorización de problemas), identificado en la producción de la línea de etiquetas del tipo A. En este resultado se muestra que las 2 principales dimensiones de niveles del problema son la ocurrencia y severidad (con un valor de 10 y 8 respectivamente).

Por tanto, se toma al nivel de ocurrencia y frecuencia como prioritarios, y serán usados como los pesos ponderados del impacto y la frecuencia para el cálculo del valor ponderado.

Tabla 23: Tabla de resultados de cálculos de indicador NPR para el problema en la operación de troquelado identificado en la producción de la línea de etiquetas

Código	Problemas Identificados	Nivel de Ocurrencia	Nivel de Severidad	Nivel de detectabilidad	NPR
H	Error en la operación de troquelado	10	8	4	320

Los datos mostrados en la tabla 21, 22 y 23 serán usados para calcular el valor ponderado de cada causa identificada. Este valor ponderado representará el nivel de prioridad de cada una de ellas. En la siguiente tabla se muestran además los registros obtenidos del indicador de material dañado internamente. En los que se cuenta con información de los costos atribuidos a las causas que generaron el problema de troquelado, el costo unitario por cada una de ellas y el nivel de frecuencia presentado.

Tabla 24: Tabla de priorización de causas del troquelado inadecuado

CAUSA -RAÍZ IDENTIFICADA	FRECUENCIA		IMPACTO			PONDERADO		
	FRECUENCIA	VALOR DE FRECUENCIA(VF)	COSTO TOTAL	COSTO UNITARIO-COSTO TOTAL(FRECUENCIA)	VALOR DE IMPACTO(VI)	VALOR PONDERADO FRECUENCIA(PF)	VALOR PONDERADO IMPACTO(PI)	VALOR PONDERADO(VP) $\frac{VF + PF + VI + PI}{PF + PI}$
Inadecuado control de la producción	70	5	\$ 1,902.38	\$ 27.18	3	10	8	5
Seteo inadecuado de máquina	18	5	\$ 611.69	\$ 33.98	4	10	8	5
Troqueles arqueados	6	2	\$ 276.33	\$ 46.06	5	10	8	4
Uso de Saldo de Bobinas	1	1	\$ 54.94	\$ 54.94	5	10	8	3
Falla de motor de cartés	2	1	\$ 109.17	\$ 54.58	5	10	8	3
Falta de experiencia del operador	5	2	\$ 145.19	\$ 29.04	3	10	8	3
No existe método para continuar la producción ante fallos de máquina de troquelado	7	3	\$ 149.38	\$ 21.34	3	10	8	3
Material inadecuado de bobina de etiquetas	3	1	\$ 92.44	\$ 30.81	4	10	8	3
Desgaste de Rodillos de presión	8	3	\$ 191.53	\$ 23.94	3	10	8	3
Daño de troquel durante el proceso	1	1	\$ 14.40	\$ 14.40	2	10	8	2
Inadecuado mantenimiento	1	1	\$ 22.16	\$ 22.16	3	10	8	2
Limitada Resolución del Nivel de máquina	3	1	\$ 70.64	\$ 23.55	3	10	8	2
Troquel desgastado por producción	1	1	\$ 12.30	\$ 12.30	2	10	8	2
Designación de operador nuevo a trabajos complejos	1	1	\$ 24.52	\$ 24.52	3	10	8	2
Falta de control de validación de calidad entre turnos de trabajo	1	1	\$ 14.55	\$ 14.55	2	10	8	2
Obstrucción de Manguera de troqueladora	1	1	\$ 22.60	\$ 22.60	3	10	8	2

A partir de lo mostrado en la tabla 24, se concluye que las dos principales causas que ocasionan el troquelado inadecuado en la operación de troquelado son ocasionadas principalmente por la mano de obra debido a un inadecuado control de la producción (el cual posee una frecuencia de 70), siendo bastante superior a las demás causas. Lo que refleja un valor ponderado de 5. Y por otro lado el inadecuado seteo de máquina, que también presenta

una frecuencia de 18 veces, por encima del promedio, generando así un valor ponderado de 5.

b) Priorización de las causas identificadas que generan fallos de impresión en la operación de impresión

A continuación, Se muestra las tablas de valor de frecuencia y de costos asignado a cada causa identificada, que ocasiona fallos de impresión en la operación de impresión. La tabla permite proporcionar un valor de frecuencia y valor de impacto para cada causa identificada, de esa forma poder compararlas las unas a las otras y jerarquizarlas. El criterio de frecuencia está basado en la frecuencia asignada a las causas que oscilan en promedio entre 1 a 11 veces.

Tabla 25: Tabla de valor de nivel de frecuencia de las causas identificadas que originan el problema en la operación de impresión

Criterio	Valor de frecuencia(VF)
la causa ha sido atribuida a los problemas de impresión con un nivel de frecuencia de 1 a 3 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	1
la causa ha sido atribuida a los problemas de impresión con un nivel de frecuencia de 4 a 6 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	2
la causa ha sido atribuida a los problemas de impresión con un nivel de frecuencia de 7 a 9 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	3
la causa ha sido atribuida a los problemas de impresión con un nivel de frecuencia de 10 a 12 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	4
la causa ha sido atribuida a los problemas de impresión con un nivel de frecuencia mayor a 12 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	5

Para la tabla de valor de impacto, el criterio está basado en la observación de los costos unitarios asignados a las causas identificadas que generan fallo de impresión. Estos costos oscilan en promedio entre 10 a 80 dólares aproximadamente. En comparación a los valores de impacto de los 2 problemas anteriores, el rango es más amplio.

Tabla 26: Tabla de valor a nivel de impacto de las causas identificadas que originan el problema de impresión

Criterio	Valor de Impacto(VI)
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de [0 - 20 dólares]	1
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de]20 - 40 dólares]	2
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de]40 - 60 dólares]	3
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de]60 a 80 dólares]	4
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios mayores a 80 dólares	5

También se muestra los resultados del cálculo de indicador NPR para el error ocasionado en la operación de impresión (hallado en la etapa de priorización de problemas), identificado en la producción de la línea de etiquetas. En el cual se muestra que los 2 principales niveles del problema son la ocurrencia y severidad (con valor de 8 y 10 respectivamente). Por tanto, al nivel de ocurrencia y severidad son tomadas como prioritarias y serán usadas como los pesos ponderados del impacto y la frecuencia para el cálculo del valor ponderado.

Tabla 27: Tabla de resultados del cálculo de indicador NPR para el problema en la operación de impresión identificado en la producción de la línea de etiquetas

Código	Problemas Identificados	Nivel de Ocurrencia	Nivel de Severidad	Nivel de detectabilidad	NPR
G	Error en la operación de impresión	8	10	3	240

Los datos mostrados en la tabla 25, 26 y 27 serán usados para calcular el valor ponderado de cada causa identificada. Este valor ponderado representará el nivel de prioridad de cada una de ellas. En la siguiente tabla se muestran además los registros obtenidos del indicador de material dañado internamente en los que se cuenta con información de los costos atribuidos a las causas que generaron los fallos de impresión, el costo unitario por cada una de ellas y el nivel de frecuencia presentado.

Tabla 28: Tabla de priorización de causas de fallos de impresión

CAUSA-RAÍZ IDENTIFICADA	FRECUENCIA		IMPACTO			PONDERADO		
	FRECUENCIA (A)	VALOR DE FRECUENCIA (V F)	COSTO TOTAL	COSTO UNITARIO=COSTO TOTAL/FRECUENCIA (A)	VALOR DE IMPACTO (VI)	VALOR PONDERADO FRECUENCIA (P F)	VALOR PONDERADO IMPACTO (PI)	VALOR PONDERADO (VP) $\frac{VF \cdot PF + VI \cdot PI}{PF + PI}$
Fallo de sistema de impresión por falta de mantenimiento (descalibración de máquina HP)	11	4	\$ 1,337.49	\$ 121.59	5	8	10	5
Inadecuado control de la producción	20	5	\$ 1,339.67	\$ 66.98	4	8	10	5
Incumplimiento del procedimiento de limpieza de mantilla HP	4	2	\$ 322.72	\$ 80.68	5	8	10	4
Incumplimiento del procedimiento de sentido de salida	1	1	\$ 101.27	\$ 101.27	5	8	10	4
Falla de pieza BID Roller	6	2	\$ 316.32	\$ 52.72	3	8	10	3
Inadecuado método de colocación de taca	2	1	\$ 80.36	\$ 40.18	3	8	10	3
Scalling de Máquina HP mal calibrado	7	3	\$ 181.04	\$ 25.86	2	8	10	3
Falla de Sistema de entintado por falta de mantenimiento	2	1	\$ 50.53	\$ 25.27	2	8	10	2
Incumplimiento del procedimiento de verificación de arte	3	1	\$ 94.20	\$ 31.40	2	8	10	2
Seteo inadecuado de máquina	6	2	\$ 114.90	\$ 19.15	1	8	10	2
Uso de Tinta Inadecuada	2	1	\$ 50.24	\$ 25.12	2	8	10	2
Uso de Bobina defectuosa	3	1	\$ 35.63	\$ 11.88	1	8	10	1

A partir de lo mostrado en la tabla 28, se concluye que las dos principales causas que ocasionan los fallos de impresión son ocasionadas principalmente por el fallo del sistema de impresión por falta de mantenimiento (descalibración de máquina HP) y debido a un inadecuado control del proceso de producción.

c) Priorización de las causas identificadas que generan el barnizado no uniforme en la operación de barnizado

El proceso de priorización se ejecuta de la misma forma en cómo se realizó el proceso de priorización de causas para la operación de troquelado e impresión. Para ello se define una tabla de valor de frecuencias y otra de costos asignados a cada causa identificada, que ocasionan el problema en la operación de barnizado.

Para definir el criterio de la tabla de valor de frecuencia se observó los valores de las causas. Estos oscilaban entre 1 a 12 en promedio. Sin embargo, se observó frecuencias encima del promedio como la perteneciente al Seteo inadecuado de máquina (18). El detalle de la tabla se puede observar en el **Anexo 40**.

Por otro lado, para definir el criterio de la tabla de impacto se observó de igual forma el valor de los costos unitarios asignados a las causas identificadas que generan el barnizado no uniforme. Estos costos oscilaban en promedio entre 10 a 60 dólares aproximadamente. Por ello, el criterio toma rangos entre estos valores mencionados. El detalle de la tabla se puede observar en el **Anexo 41**.

Y continuando con el criterio para definir los pesos ponderados del impacto y la frecuencia para el cálculo del valor ponderado. Se observó los valores del nivel de severidad y ocurrencia del problema de barnizado no uniforme (los cuales son 4 y 6 respectivamente). El detalle de los valores se encuentra en el **Anexo 42**

De igual forma los datos mostrados en los **Anexos 40, 41 y 42** son usados para calcular el valor ponderado. En la siguiente tabla, se muestran además los registros obtenidos del indicador de material dañado internamente en los que se cuenta con información de los costos atribuidos a las causas que generaron el problema de barnizado, el costo unitario por cada una de ellas y el nivel de frecuencia presentado.

Tabla 29: Tabla de priorización de causas del barnizado no uniforme

CAUSA -RAÍZ IDENTIFICADA	FRECUENCIA		IMPACTO			PONDERADO		
	FRECUENCIA	VALOR DE FRECUENCIA(VF)	COSTO TOTAL	COSTO UNITARIO=COSTO TOTAL/FRECUENCIA	VALOR DE IMPACTO(VI)	VALOR PONDERADO FRECUENCIA(PF)	VALOR PONDERADO IMPACTO(PI)	VALOR PONDERADO(VP) $\frac{VF + PF + VI + PI}{PF + PI}$
Seteo inadecuado de máquina	18	5	\$ 699.78	\$ 38.88	4	6	4	5
Desgaste de mangas de barnizado por falta de mantenimiento	11	4	\$ 648.84	\$ 58.99	5	6	4	5
Inadecuado control de la producción	12	4	\$ 410.56	\$ 34.21	4	6	4	4
Inadecuado método de producción ante fallos de máquina de barnizado	3	1	\$ 119.88	\$ 39.96	4	6	4	3
Operario sin entrenamiento	3	1	\$ 101.62	\$ 33.87	4	6	4	3
Deterioro de Rodillo de barnizado por falta de mantenimiento	6	2	\$ 152.48	\$ 25.41	3	6	4	3
Fallo intempestivo de lámpara de barniz	1	1	\$ 30.44	\$ 30.44	4	6	4	3
Desgaste de engranaje de transmisión por falta de mantenimiento	3	1	\$ 151.65	\$ 50.55	5	6	4	3
Incumplimiento del procedimiento de regulación de rodillo	6	2	\$ 86.85	\$ 14.48	2	6	4	2
Designación de operador nuevo a trabajos complejos	2	1	\$ 52.92	\$ 26.46	3	6	4	2
Falta de metodología para regulación de temperatura de barnizado	1	1	\$ 9.74	\$ 9.74	1	6	4	1

A partir de lo mostrado en la tabla 29, se concluye que las dos principales causas que ocasionan el barnizado no uniforme en la operación de barnizado son originadas por la mano de obra y método (debido a un seteo inadecuado de máquina) y por fallos en la máquina

debido a un desgaste de las mangas de barnizado, ya que no existe un mantenimiento autónomo.

Por tanto, como se mostró en las tablas de priorización, las 4 causas principales que generan problemas en las operaciones de troquelado, impresión y barnizado son: El inadecuado control del proceso de producción. Esta causa consiste en que los operadores se confían en los dispositivos de apoyo, no poseen un método de correcto control de producción y no cumplen con lo especificado en la matriz de calidad en la que se detalla las revisiones necesarias durante el proceso. Esta causa se encuentra presente en las operaciones de troquelado e impresión; Por otro lado, el *seteo* inadecuado de la máquina el cual es generado por falta de estandarización en la configuración y excesos de tiempo de configuración. Durante la jornada laboral se realiza producciones de pequeños tirajes (pocos metros lineales de producción) se deben de realizar cambios de configuración constantes lo que produce que al ejecutarse con premura los *seteos* se realicen de forma equivocada. Por último, el desgaste de mangas para barnizado y fallo del sistema de impresión (des calibración de la máquina HP) encargada de la impresión, debido a la falta de mantenimiento preventivo y autónomo.

Tabla 30: Tabla de resumen de principales causad vs principales problemas ocurridos en la producción de etiquetas del tipo A

Causas priorizadas	Troquelado inadecuado	Barnizado no uniforme	Fallos de impresión
Inadecuado control de producción por exceso de confianza de operarios	✓		✓
Seteo inadecuado de máquina por falta de información de parámetros de configuración y excesos de cambio de configuración	✓	✓	
Desgaste de mangas de barnizado por falta de mantenimiento		✓	
Fallo de sistema de impresión por falta de mantenimiento(Descalibración de máquina HP)			✓

3.7 Identificación de contramedidas para las principales causas raíces de los problemas prioritarios identificados en el proceso de producción de etiquetas del tipo A.

Según Cardona (2013), las múltiples herramientas que ofrece la filosofía *Lean Manufacturing* poseen características y beneficios distintos, de tal forma que puedan adecuarse de la mejor manera posible a la solución de las diferentes causas de los problemas encontrados.

A continuación, se van a proponer algunas herramientas de *Lean Manufacturing* que permitan minimizar o eliminar las principales causas que originan los problemas en la producción de etiquetas del tipo A en la línea de producción de etiquetas.

Propuesta 1: Proponer herramientas para la eliminación o reducción del inadecuado control del proceso de producción que produce errores en la operación de troquelado e impresión.

Debido a que la mayor cantidad de los inadecuados controles del proceso de producción están siendo ocasionados por la falta de un método estándar y la mano de obra, se propone la implementación de dispositivos de predicción y detección que ayuden a evitar distracciones en los operadores. Además del desarrollo de listas de revisión de consideraciones necesarias que los trabajadores deben de tomar en cuenta para evitar los fallos en la producción.

Por otro lado, se propone la implementación de un sistema de alerta que permita identificar alguna condición fuera de lo normal en la producción (ocurrencia de fallas).

Propuesta 2: Aplicación de técnicas que permitan la ejecución de un sistema de mantenimiento que evite el uso de mangas de barnizado deterioradas, excesivo desgaste de las mismas y el fallo del sistema de impresión de la máquina HP que producen errores en las operaciones de barnizado e impresión.

Ejecución de técnicas que permitan prevenir el desgaste excesivo de componentes de las máquinas y logren obtener equipos en óptimas condiciones. A través de 3 grandes etapas que consisten en: La realización de actividades de mantenimiento y prevención tales como limpieza, lubricación, ajustes de equipos y oportuno cambio de componentes. Entrenamiento de operarios para la realización de inspecciones generales al equipo de producción y generación de listas de revisión. Y por último el establecimiento de la estandarización y administración visual de los procesos de mantenimiento y el desarrollo de los objetivos y políticas que establezcan las prácticas diarias del TPM.

Propuesta 3: Aplicación de técnicas que disminuyan el tiempo de configuración y mejoren el proceso de seteo de las máquinas que producen errores en la operación de troquelado y barnizado.

Por último, se propone la aplicación de herramientas que permitan la estandarización y reducción del tiempo del inadecuado *set-up* de máquina ya que según la información proporcionada por el registro de causas en el indicador MDI, los operarios no tienen claridad de cómo realizar adecuadamente el *set-up* de la máquina y existe una demora en la realización de la preparación de la máquina.

Finalmente, se muestra la tabla 31 que presenta las causas priorizadas de los 3 principales problemas evidenciados en la ejecución de la producción de etiquetas tipo en la línea de producción de etiquetas. También se muestra las principales herramientas propuestas de la metodología Lean que van a permitir disminuir o eliminar las causas que generan aquellos problemas y de esa forma lograr un mejor rendimiento del proceso de producción y disminuir los costos ocasionados que afectan directamente la rentabilidad de la empresa.

Tabla 31: Tabla resumen de las herramientas Lean propuestas para la eliminación de las principales causas que originan los problemas ocurridos en la producción de etiquetas del tipo A en la línea de producción de etiquetas

Causas Priorizadas	Problemas priorizados	Herramienta Lean propuesta
Inadecuado control de calidad por exceso de confianza de operarios.	Error en la impresión de etiquetas(fallos de impresión)	Implementación de controles de alerta visual y adecuación de manuales de control de calidad
	Error en el troquelado de etiquetas (troquelado inadecuado)	
Seteo inadecuado de máquina por falta de información de parámetros de configuración y excesos de cambio de configuración.	Error en el troquelado de etiquetas(troquelado inadecuado)	Reducción de tiempo de ejecución y estandarización de actividades de configuración.
	Error en el barnizado de etiquetas(barnizado no uniforme)	
Desgaste de mangas de barnizado por falta de mantenimiento	Error en el barnizado de etiquetas(barnizado no uniforme)	Implementación de actividades de limpieza , lubricación e inspección de barnizadora (TPM-Autónomo)
Fallo de sistema de impresión por falta de mantenimiento(Descalibración de máquina HP)	Error en la impresión de etiquetas(fallos de impresión)	Implementación de actividades de limpieza , lubricación e inspección de impresora (TPM-Autónomo)

CAPITULO 4. PROPUESTA DE MEJORA

En el presente capítulo se expondrán las propuestas de mejora más adecuadas, de forma detallada, como resultado del diagnóstico ejecutado a la línea de producción de etiquetas de la organización. Se dará paso al desarrollo de las técnicas SMED, *Poka-Yoke*, TPM-Autónomo y AMEF en las distintas operaciones seleccionadas del proceso con el fin de optimizarlas. Se explicarán desde los pasos iniciales hasta los beneficios obtenidos producto de la implementación. En la siguiente tabla, se muestran las herramientas a implementar en las operaciones correspondientes.

Tabla 32: Tabla de aplicación de herramientas a las operaciones seleccionadas del proceso de fabricación de etiquetas

Herramienta Lean Propuesta	Herramienta a Implementar	Operación
Reducción de tiempo de ejecución y estandarización de actividades de configuración.	SMED	Troquelado
		Barnizado
Implementación de controles de alerta visual y adecuación de manuales de control de calidad	Poka-Yoke	Troquelado
	Poka-Yoke	Impresión
Implementación de actividades de limpieza, lubricación e inspección de barnizadora (TPM-Autónomo)	Tpm-Autónomo	Barnizado
		Impresión
Implementación de una herramienta de control de fallos a partir de la adecuación del TPM-Autónomo	AMEF	Barnizado
		Impresión

Antes de poder implementar las herramientas mencionadas en la tabla anterior, se requiere estructurar un clima organizacional que permita una óptima adaptación del sistema Lean, la aceptación por parte del personal y el desarrollo adecuado de las herramientas.

4.1 Clima Organizacional para el adecuado desarrollo de las propuestas de mejora

Se utilizará como motor de la estrategia de implementación de la cultura Lean en la organización al área de mejora continua, la cual llevará a cabo el control de la implementación

de las propuestas. Se comenzará realizando una encuesta a los trabajadores en la cual se consultarán temas sobre:

- Nivel de satisfacción del método de trabajo que se lleva actualmente en el área de trabajo.
- Nivel de conocimiento que poseen acerca de *Lean Manufacturing* .
- Nivel de satisfacción que poseen trabajando con sus compañeros de trabajo y a quién consideran como el mayor agente influenciador en el área operativa.
- Nivel de predisposición para el aprendizaje de nuevos métodos de trabajo y adaptación de una cultura Lean

Se prepara la capacitación de acuerdo a la información recabada por las encuestas y se expondrán a través de 2 charlas (de 1 hora cada una): La presentación de *Lean Manufacturing*; los beneficios personales y laborales otorgados a partir de trabajar bajo una cultura laboral orientada a Lean; y los objetivos a cumplir. Con ello se logrará que los trabajadores tengan buena predisposición para aprender y ejecutar las técnicas a implementar.

Además, en base a la información recabada de la encuesta, se elegirá un promotor de la cultura Lean que será parte del sector operativo, el cual trabajará junto al área de mejora continua. Se encargará de transmitir y reportar hacia el equipo de trabajo las dudas e inquietudes que se presenten por parte del personal del área y promoverá a sus compañeros la cultura Lean. Ello con el fin de generar retroalimentación y mejora continua. Además, se utilizarán los medios de comunicación de la empresa tales como periódicos murales y/o correo electrónico para difundir información constante sobre Lean y de esa forma afianzar la cultura en los trabajadores.

Por último, se elaborarán encuestas para evaluar el grado de aceptación y aprendizaje del personal operativo capacitado. Los cuáles serán llevados a cabo por los supervisores del área de mejora continua cada vez que auditen el área de etiquetas. Con toda esta información repartida a los colaboradores y la predisposición obtenida se procederá con el adiestramiento de las técnicas Lean.

4.2 Propuesta 1: Aplicación del SMED en la operación de troquelado

Se aplicará la herramienta SMED en la operación de troquelado de la línea de fabricación de etiquetas autoadhesivas de la empresa en estudio, ya que se identificó en el anterior capítulo que la operación no cuenta con un adecuado estándar de configuración de la máquina troqueladora y en consecuencia de esto se genera demoras en el proceso de configuración.

La aplicación de la herramienta abarca 3 pasos que serán detallado a continuación. Primero, se comprende y detalla las actividades que posee el *seteo* de la máquina de troquelado, su tiempo de ejecución, así como se realiza observaciones al proceso que permitan identificar errores. Luego de ello se procede a analizar las actividades para poder convertir la mayor cantidad de actividades internas en externas o eliminarlas (si son consideradas innecesarias) y, por otro lado, reducir el tiempo de ejecución de las actividades internas. Por último, se detallan las propuestas de mejora que permitan la reducción de tiempo de ejecución y estandarización de las actividades de configuración, así como los resultados obtenidos de la aplicación de la herramienta. A continuación, se definirán los parámetros a considerar para la propuesta:

- **Alcance:**

Operación de troquelado

- **Objetivo:**

Optimizar el proceso y tiempo de preparación de la máquina de troquelado a través de la reducción del tiempo y estandarización de las actividades de configuración de la máquina troqueladora Cartes.

- **Equipo de trabajo:**

Operadores del área de etiquetas (incluye el personal promotor de cultura Lean), coordinador de turno, supervisor de etiquetas, jefe de etiquetas, analista de mejora continua.

- **Capacitaciones:**

Se realizarán capacitaciones al personal operativo de la línea de producción de etiquetas pertenecientes a la operación de acabados. Las capacitaciones tendrán una duración de un

periodo de 2 semanas y se llevarán a cabo después del horario laboral. Aquellas sesiones teóricas serán realizadas en el comedor y las prácticas en el área de etiquetas. Los temas a tratar son:

- Introducción al SMED.
- Etapas y beneficios del SMED.
- Aprendizaje y aplicación del nuevo proceso de configuración de máquina cartes (troqueladora).

• **Cronograma:**

Tabla 33: Cronograma de capacitación SMED Troquelado

TEMAS DE CAPACITACIÓN	SEMANA 1					SEMANA 2					Tiempo total
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
Introducción al SMED			0.5hr								0.5hrs
Etapas y beneficios del SMED					1 hr						1 hr
Aprendizaje y aplicación del nuevo proceso de configuración							1.5hr		1.5hr		3 hr

1) Preparación del SMED

En este primer paso se observa de forma detallada y se comprende cómo se lleva a cabo el *set-up* de la máquina de troquelado, para luego de ello identificar las causas que originan el inadecuado *set-up* y la extensión del tiempo de configuración. Durante la etapa de estudio se pudo observar lo siguiente:

- Desplazamientos innecesarios debido a que las piezas y herramientas no se encuentran cercanas a la máquina, lo que genera que los tiempos de configuración sean excesivos.
- Ausencia de instructivos y listas de verificación que aseguren una correcta configuración de la máquina de troquelado.

En la actualidad, el proceso de *set-up* de la máquina de troquelado consta de 52 actividades y dentro de estas 72 subactividades, las cuales se encuentran detalladas en las tablas 34, 35 y 36. Se han dividido en 3 tablas con el fin de poder visualizar con mayor claridad las actividades. Además, en la tabla se encuentra especificado el tiempo de duración en cada una de ellas. En la actualidad un solo operario realiza la configuración de la máquina. Este se encarga de la búsqueda de las piezas y herramientas necesarias, así como los traslados

alrededor de la máquina para la realización del pase de sustratos, montajes, desmontajes, y ajustes necesarios.

Tabla 34: Subactividades del set-up de la máquina de troquelado (parte 1)

Nº	Nombre de Sub Actividad	Tiempo actual (seg)
1	Buscar tijera en estante de útiles de escritorio	30
2	Retirar bobina a salida de cartes	40
3	Guardar tuco usado de bobina en anaquel de materia prima	25
4	Buscar material de prueba	65
5	Buscar tuco a usar de bobina en anaquel de materia prima	25
6.1	Montar material de prueba	35
6.2	Realizar el pase de sustrato por los rodillos	21
6.3	Realizar corte de pedazo de sustrato para unir sustrato entrante con saliente(al inicio)	10
6.4	Instalar a salida de cartes y un sustrato	25
7	Buscar troquel y traer a cartes	60
8	Configurar panel de troqueladora (medida de taca a taca según ot)	10
9	Recoger coche de troquel	30
10	Desmontar troquel que se encuentra en base , retirar cintas doble pega de base de troqueladora y guardar en coche	55
11	Desechar cintas en bote de residuos	20
12	Devolver coche y guardar troquel usado	40
13	Buscar cinta doble pega	20
14.1	Pegar cinta doble pega en base de troquel plano	22
14.2	Adherir troquel a base de metal	10
15	Jalar base de cama y retirar cama de papel de anterior producción	31
16	Desechar cama de papel anterior	15
17	Buscar cama de papel nueva	25

Tabla 35: Subactividades del set-up de la máquina de troquelado (parte 2)

Nº	Nombre de Sub Actividad	Tiempo actual (seg)
18.1	Configurar panel para habilitar cama de troquel	8
18.2	En la base de troqueladora tiende la hoja en base e introduce cama	15
18.3	Aflojar contratueras de reguladores de profundidad de troquelado - regular profundidad inicial regular desplazamiento transversal	87
18.4	Realizar prueba de troquelado	25
18.5	Corregir presión de troquelado	61
19	Verificar altura de troquelado	42
20	Buscar cinta de embalaje en anaquel de MP	20
21.1	Colocar cinta doble pega en sustrato a la salida de troquelado y dejar pasar el sustrato (en panel)	35
21.2	Empalmar sustrato a bobina de salida	40
22	Buscar regla de plástico y lapicero	30
23	Sacar medidas de bobina y anotar	22
24.1	Revisar por segunda vez la bandeja de cama y corrige presión si es necesario	45
24.2	Verificar troquelado	20
25	Recoge residuos de las pruebas y desecha	25
26	Realizar parada de corrida de sustrato y apagar	5
27	Buscar wypall	15
28	Limpiar rodillo de pase de sustrato previo a rebobinador ,realizar pase de sustrato para empalmar bobina de salida y realizar limpieza a rodillo inferior	60
29	Desechar wypall	15
30	Buscar químico de limpieza	18
31	Realiza limpieza de rodillo superior	16
32	Buscar polvo antiadherente	15
33	Vertir polvo antiadherente en rodillo superior	30
34	buscar brocha de limpieza	20

Tabla 36: Subactividades del set-up de la máquina de troquelado (parte 3)

Nº	Nombre de Sub Actividad	Tiempo actual (seg)
35	Limpiar exceso de detergente	15
36	Correr máquina, verificar y ajustar presión de rodillo superior	90
37	Retorna brocha de limpieza	20
38	Desechar residuos	15
39.1	Cortar el sustrato de seteo	10
39.2	Rebobinar y retirar material.	22
40	Lleva material de prueba	65
41	Buscar material a troquelar	25
42	Montar material	10
43.1	Realizar el pase de sustrato	32
43.2	Realizar el empalme y deja pasar el sustrato	48
43.3	Retira bobina de embobinado	16
43.4	Montar tuco vacío y empalma sustrato	20
43.5	Dejar pasar sustrato en Enbobinadora y entrada de material	40
44	Traer regla milimétrica RE	30
45	Verificar especificaciones	15
46	Volver a probar y verificar troquelado	40
47	Avanzar el material lentamente y revisar salida	30
48	Buscar llave para ajuste de cuchillas de salida	20
49.1	Realizar primer ajuste de cuchillas	32
49.2	Probar avance	2
49.3	Realizar segundo ajuste de cuchillas	15
49.4	Probar avance	6
49.5	Realizar ajuste de cuchillas	5
49.6	Probar avance	4
49.7	Realizar ajustes finales	14
50	Retornar llave de ajuste de cuchillas	20
51	Desechar material sobrante	32
52	Desglosar del liner por los rodillos de salida (cambio de tuco, coloca cinta y gira rodillo presor de salida y verifica salida)	50
Tiempo total		2026

Para una mejor visualización de los movimientos llevados a cabo, en la Figura 27 se ha plasmado la ruta de procesos en la que se muestran los desplazamientos que se realizan durante la configuración de la máquina de troquelado.

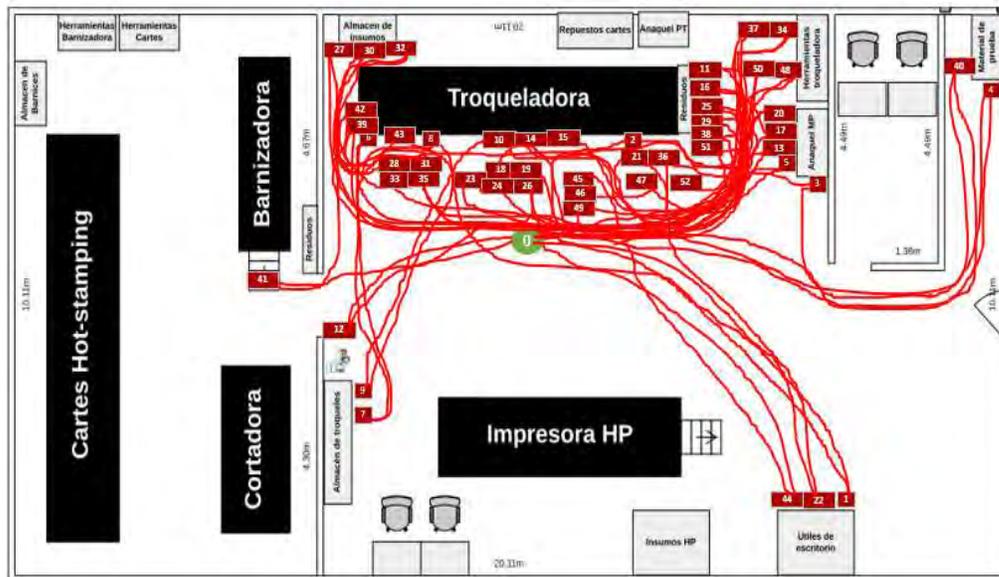


Figura 27: Diagrama Spaghetti del proceso actual de set-up de troqueladora

2) Separación de la preparación interna y separación externa

En esta etapa se va diferenciar las actividades de configuración interna y las externas. Las consideradas internas son aquellas que deben de realizarse obligatoriamente cuando la máquina se encuentra parada, mientras que las actividades de preparación externa son aquellas que pueden realizarse bajo marcha. También se identificarán aquellas actividades que pueden ser eliminadas y aquellas cuyo tiempo de ejecución puede disminuir. En las tablas 37, 38 y 39 se clasifican las actividades, pertenecientes al *seteo* de la máquina troqueladora en actividades internas, externas y aquellas pueden ser eliminadas. Se han dividido en 3 tablas con el fin de poder visualizar con mayor claridad las actividades

Tabla 37: Actividades internas y externas del set-up de la máquina de troquelado (parte 1)

ACTIVIDADES		ACTUAL		PROPUESTA			
N°	Nombre de Sub Actividad	Interna	Externa	Interna	Externa	Eliminada	Reducir tiempo
1	Buscar tijera en estante de útiles de escritorio	X				X	
2	Retirar bobina a salida de cartes	X				X	
3	Guardar tuco usado de bobina en anaquel de materia prima	X				X	
4	Buscar material de prueba	X		X			X
5	Buscar tuco a usar de bobina en anaquel de materia prima	X		X			
6.1	Montar material de prueba	X		X			
6.2	Realizar el pase de sustrato por los rodillos	X		X			
6.3	Realizar corte de pedazo de sustrato para unir sustrato entrante con saliente(al inicio)	X		X			
6.4	Instalar a salida de cartes y une sustrato	X		X			
7	Buscar troquel y traer a cartes	X		X			X
8	Configurar panel de troqueladora (medida de taca a taca según ot)	X		X			
9	Recoger coche de troquel	X				X	
10	Desmontar troquel que se encuentra en base , retirar cintas doble pega de base de troqueladora y guardar en coche	X		X			
11	Desechar cintas en bote de residuos	X		X			X
12	Devolver coche y guardar troquel usado	X			X		
13	Buscar cinta doble pega	X				X	
14.1	Pegar cinta doble pega en base de troquel plano	X		X			
14.2	Adherir troquel a base de metal	X		X			
15	Jalar base de cama y retirar cama de papel de anterior producción	X		X			
16	Desechar cama de papel anterior			X			X
17	Buscar cama de papel nueva	X				X	

Tabla 38: Actividades internas y externas del set-up de la máquina de troquelado (parte 2)

ACTIVIDADES		ACTUAL		PROPUESTA			
N°	Nombre de Sub Actividad	Interna	Externa	Interna	Externa	Eliminada	Reducir tiempo
18.1	Configurar panel para habilitar cama de troquel	X		X			
18.2	En la base de troqueladora tiende la hoja en base e introduce cama	X		X			
18.3	Aflojar contratruercas de reguladores de profundidad de troquelado - regular profundidad inicial regular desplazamiento transversal	X		X			
18.4	Realizar prueba de troquelado	X		X			
18.5	Corregir presión de troquelado	X		X			
19	Verificar altura de troquelado	X		X			
20	Buscar cinta de embalaje en anaquel de MP	X				X	
21.1	Colocar cinta doble pega en sustrato a la salida de troquelado y dejar pasar el sustrato (en panel)	X		X			
21.2	Empalmar sustrato a bobina de salida	X		X			
22	Buscar regla de plástico y lapicero	X				X	
23	Sacar medidas de bobina y anotar	X		X			
24.1	Revisar por segunda vez la bandeja de cama y corrige presión si es necesario	X		X			
24.2	Verificar troquelado	X		X			
25	Recoge residuos de las pruebas y desecha	X		X			X
26	Realizar parada de corrida de sustrato y apagar	X		X			
27	Buscar wypall	X				X	
28	Limpiar rodillo de pase de sustrato previo a rebobinador ,realizar pase de sustrato para empalmar bobina de salida y realizar limpieza a rodillo inferior	X		X			
29	Desechar wypall	X		X			X
30	Buscar químico de limpieza	X				X	
31	Realiza limpieza de rodillo superior	X		X			
32	Buscar polvo antiadherente	X				X	
33	Vertir polvo antiadherente en rodillo superior	X		X			
34	buscar brocha de limpieza	X				X	

Tabla 39: Actividades internas y externas del set-up de la máquina de troquelado (parte 3)

ACTIVIDADES		ACTUAL		PROPUESTA			
N°	Nombre de Sub Actividad	Interna	Externa	Interna	Externa	Eliminada	Reducir tiempo
35	Limpiar exceso de detergente	X		X			
36	Correr máquina, verificar y ajustar presión de rodillo superior	X		X			
37	Retorna brocha de limpieza	X			X		
38	Desechar residuos	X		X			X
39.1	Cortar el sustrato de seteo	X		X			
39.2	Rebobinar y retirar material.	X		X			
40	Lleva material de prueba	X			X		
41	Buscar material a troquelar	X		X			X
42	Montar material	X		X			
43.1	Realizar el pase de sustrato	X		X			
43.2	Realizar el empalme y deja pasar el sustrato	X		X			
43.3	Retira bobina de embobinado	X		X			
43.4	Montar tuco vacío y empalma sustrato	X		X			
43.5	Dejar pasar sustrato en Enbobinadora y entrada de material	X		X			
44	Traer regla milimétrica RE	X				X	
45	Verificar especificaciones	X		X			
46	Volver a probar y verificar troquelado	X		X			
47	Avanzar el material lentamente y revisar salida	X		X			
48	Buscar llave para ajuste de cuchillas de salida	X				X	
49.1	Realizar primer ajuste de cuchillas	X		X			
49.2	Probar avance	X		X			
49.3	Realizar segundo ajuste de cuchillas	X		X			
49.4	Probar avance	X		X			
49.5	Realizar ajuste de cuchillas	X		X			
49.6	Probar avance	X		X			
49.7	Realizar ajustes finales	X		X			
50	Retornar llave de ajuste de cuchillas	X			X		
51	Desechar material sobrante	X		X			X
52	Desglosar del liner por los rodillos de salida (cambio de tuco,coloca cinta y gira rodillo presor de salida y verifica salida)	X		X			

Como se puede visualizar en las tablas 37, 38 y 39 se han mostrado el estado actual y propuesto de las actividades de configuración para la máquina troqueladora. En las tablas se muestra que, en la actualidad, no se cuenta con actividades externas propiamente clasificadas, por ello se ha analizado y se ha propuesto aquellas actividades que pueden ser consideradas externas y realizarse cuando la máquina es puesta en marcha, otras que pueden ser eliminadas y por último aquellas actividades internas cuyo tiempo de ejecución puede disminuir.

Con ello de las 72 sub actividades que conforman el proceso de *seteo* de la máquina de troquelado, 4 de ellas pueden ser convertidas en actividades externas y 14 de ellas pueden ser eliminadas. Además, se ha analizado 9 actividades internas cuyos tiempos de realización pueden ser reducidos. Para el cálculo de los tiempos propuestos se ha ejecutado 3 simulaciones contando con la participación de los operarios de máquina, el supervisor del área de etiquetas y el coordinador de turno. Y se ha tomado los tiempos promedio.

3) Propuesta de mejora de proceso de configuración de troqueladora.

Para lograr lo propuesto en el anterior párrafo se deben de realizar una serie de actividades las cuales serán descritas a continuación:

Para evitar los desplazamientos innecesarios de búsqueda de materiales e insumos tales como cinta aislante, cinta doble pega, base de cama de papel, *wypall*, químico de limpieza de rodillos y polvo antiadherente. Se propone que se puede aprovechar los espacios del coche porta troquel para que se puedan colocar todos los insumos necesarios para el *seteo*. Además de que en este se pueda adecuar un espacio e instalar una pequeña bolsa de residuos para evitar los desplazamientos al tacho de basura cada vez que se realiza una actividad de limpieza. Esta adecuación es posible ya que los residuos generados en el *seteo* son pequeños. La preparación de los insumos necesarios se debe realizar en los primeros minutos del turno de trabajo de acuerdo a la planificación de producción del día. Además, se propone implementar un *check list* de los insumos necesarios para el *set-up*, ya que en la

actualidad se puede observar que los operarios buscan los objetos de acuerdo a la necesidad del momento.



Figura 28: Coche porta troquel

Por otro lado, se va a lograr evitar los desplazamientos para búsqueda de útiles y herramientas tales como regla de plástico, regla milimétrica RE, lapicero, brocha de limpieza, llave de ajustes de cuchilla de troquel, con la implementación de un chaleco portaherramientas.



Figura 29: Chaleco portaherramientas

Por último, se va a reducir las distancias de desplazamientos de las actividades 4,7 y 41 con el cambio de posición del almacén de troqueles, ya que en la actualidad se encuentra en la zona de pre prensa. Y se propone la instalación de un estante que pueda albergar el producto que ingresará a ser troquelado (sin la necesidad de que el operario vaya en su búsqueda a la operación previa) y otro estante en el que se almacene el material de prueba para realizar el *set-up*. En las tablas 40, 41 y 42 se muestran los resultados de la aplicación de la propuesta. Se han dividido en 3 tablas con el fin de poder visualizar con mayor claridad los tiempos.

Tabla 40: Tiempos de set-up actual vs propuesto de la máquina de troquelado (parte 1)

N°	Nombre de Sub Actividad	Tiempo actual (seg)	Tiempo propuesto (seg)
-	Buscar tijera en estante de útiles de escritorio	30	0
-	Retirar bobina a salida de cartes	40	0
-	Guardar tuco usado de bobina en anaquel de materia prima	25	0
1	Buscar material de prueba	65	15
-	Buscar tuco a usar de bobina en anaquel de materia prima	25	25
2.1	Montar material de prueba	35	35
2.2	Realizar el pase de sustrato por los rodillos	21	21
2.3	Realizar corte de pedazo de sustrato para unir sustrato entrante con saliente(al inicio)	10	10
2.4	Instalar a salida de cartes y un sustrato	25	25
3	Buscar troquel y traer a cartes	60	20
4	Configurar panel de troqueladora (medida de taca a taca según ot)	10	10
-	Recoger coche de troquel	30	0
5	Desmontar troquel que se encuentra en base , retirar cintas doble pega de base de troqueladora y guardar en coche	55	55
6	Desechar cintas en bote de residuos	20	10
-	Devolver coche y guardar troquel usado	40	0
-	Buscar cinta doble pega	20	0
7.1	Pegar cinta doble pega en base de troquel plano	22	22
7.2	Adherir troquel a base de metal	10	10
8	Jalar base de cama y retirar cama de papel de anterior producción	31	31
9	Desechar cama de papel anterior	15	5
-	Buscar cama de papel nueva	25	0

Tabla 41: Tiempos de set-up actual vs propuesto de la máquina de troquelado (parte 2)

N°	Nombre de Sub Actividad	Tiempo actual (seg)	Tiempo propuesto (seg)
10.1	Configurar panel para habilitar cama de troquel	8	8
10.2	En la base de troqueladora tiende la hoja en base e introduce cama	15	15
10.3	Aflojar contratueras de reguladores de profundidad de troquelado - regular profundidad inicial regular desplazamiento transversal	87	87
10.4	Realizar prueba de troquelado	25	25
10.5	Corregir presión de troquelado	61	61
11	Verificar altura de troquelado	42	42
-	Buscar cinta de embalaje en anaquel de MP	20	0
12.1	Colocar cinta doble pega en sustrato a la salida de troquelado y dejar pasar el sustrato (en panel)	35	35
12.2	Empalmar sustrato a bobina de salida	40	40
-	Buscar regla de plástico y lapicero	30	0
13	Sacar medidas de bobina y anotar	22	22
14.1	Revisar por segunda vez la bandeja de cama y corrige presión si es necesario	45	45
14.2	Verificar troquelado	20	20
15	Recoge residuos de las pruebas y desecha	25	15
16	Realizar parada de corrida de sustrato y apagar	5	5
-	Buscar wypall	15	0
17	Limpiar rodillo de pase de sustrato previo a rebobinador ,realizar pase de sustrato para empalmar bobina de salida y realizar limpieza a rodillo inferior	60	60
18	Desechar wypall	15	5
-	Buscar químico de limpieza	18	0
19	Realiza limpieza de rodillo superior	16	16
-	Buscar polvo antiadherente	15	0
20	Vertir polvo antiadherente en rodillo superior	30	30
-	buscar brocha de limpieza	20	0

Tabla 42: Tiempos de set-up actual vs propuesto de la máquina de troquelado (parte 3)

N°	Nombre de Sub Actividad	Tiempo actual (seg)	Tiempo propuesto (seg)
21	Limpiar exceso de detergente	15	15
22	Correr máquina, verificar y ajustar presión de rodillo superior	90	90
	Retorna brocha de limpieza	20	0
23	Desechar residuos	15	5
24.1	Cortar el sustrato de seteo	10	10
24.2	Rebobinar y retirar material.	22	22
-	Lleva material de prueba	65	15
25.1	Buscar material a troquelar	25	10
25.2	Montar material	10	10
26.1	Realizar el pase de sustrato	32	32
26.2	Realizar el empalme y deja pasar el sustrato	48	48
26.3	Retira bobina de embobinado	16	16
26.4	Montar tuco vacío y empalma sustrato	20	20
26.5	Dejar pasar sustrato en Enbobinadora y entrada de material	40	40
-	Traer regla milimétrica RE	30	0
27.1	Verificar especificaciones	15	15
27.2	Volver a probar y verificar troquelado	40	40
28	Avanzar el material lentamente y revisar salida	30	30
-	Buscar llave para ajuste de cuchillas de salida	20	0
29.1	Realizar primer ajuste de cuchillas	32	32
29.2	Probar avance	2	2
29.3	Realizar segundo ajuste de cuchillas	15	15
29.4	Probar avance	6	6
29.5	Realizar ajuste de cuchillas	5	5
29.6	Probar avance	4	4
29.7	Realizar ajustes finales	14	14
-	Retornar llave de ajuste de cuchillas	20	0
30	Desechar material sobrante	32	22
31	Desglosar del liner por los rodillos de salida (cambio de tuco, coloca cinta y gira rodillo presor de salida y verifica salida)	50	50
	Tiempo total	2026	1393

En la figura 30, se ha plasmado el diagrama de recorrido propuesto como resultado de la aplicación de la herramienta SMED. En el que se muestran los desplazamientos que se realizarán durante la configuración de la máquina de troquelado.

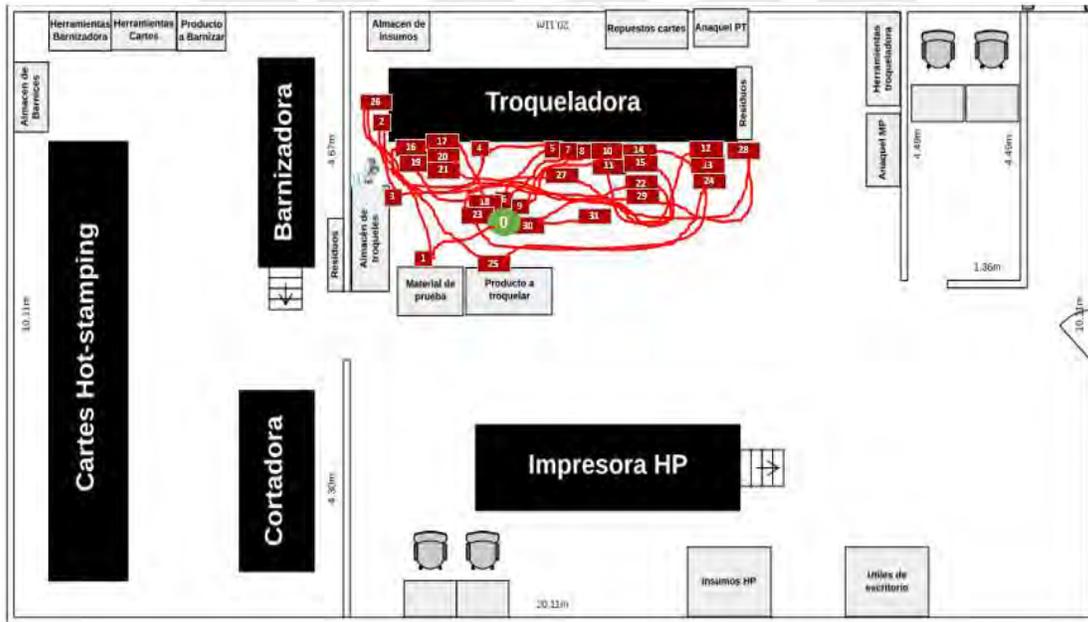


Figura 30: Diagrama Spaghetti propuesto del proceso de set-up de troqueladora

Con la aplicación de la herramienta SMED al proceso de configuración de la máquina troqueladora como lo muestra el gráfico 14, de las 72 sub actividades que conforman el proceso de *seteo* de la máquina de troquelado, 4 de ellas se convierten en actividades externas y 14 de ellas se eliminan. Además, se reducen los tiempos de ejecución de 9 actividades internas, Es decir, se ha logrado la reducción de un 31.24% del tiempo total de *seteo*. Anteriormente, se contaba con un tiempo de configuración de 33 minutos con 46 segundos y a través de la propuesta se ha logrado reducir en 10 minutos con 33 segundos; es decir el tiempo actual de configuración consta de 23 minutos con 13 segundos.

Por tanto, se concluye que a través de la aplicación de la herramienta SMED al proceso de *seteo* de la máquina troqueladora se reduce el tiempo de configuración en un 31.24% del tiempo total de *seteo* y se logra estandarizar el proceso de configuración a través de listas de ejecución de pasos a seguir para una correcta configuración. Esta implementación brinda beneficios a la empresa ya que la reducción de tiempo de configuración puede ser aprovechada para lograr una mayor producción de las etiquetas y por otro lado la estandarización del proceso de ejecución disminuye la posibilidad de cometer errores en la configuración y evitar producciones defectuosas que son reflejadas como pérdidas monetarias para la empresa.

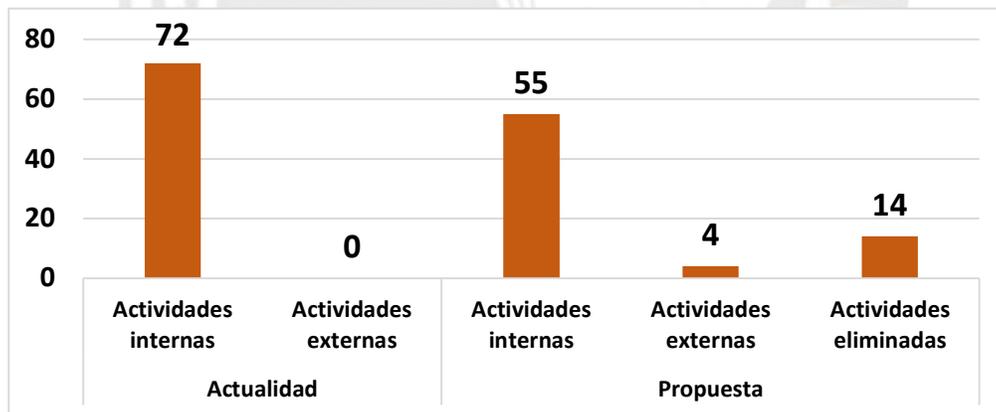


Gráfico 14: Set-up troqueladora

Tabla 43: Tabla comparativa de los tiempos de configuración actual y propuesto de troqueladora

TIEMPO ACTUAL DE CONFIGURACIÓN (MIN)	TIEMPO PROPUESTO DE CONFIGURACIÓN (MIN)	AHORRO (MIN)
33.77	23.22	10.55

4.3 Propuesta 2: *Poka-yoke* para la operación de troquelado

La aplicación de la técnica de *Poka-yoke* que tiene como objetivo mejorar el proceso de control de troquelado de etiquetas consta de 3 pasos. Primero, se realizará la descripción del problema existente en la operación de troquelado respecto al proceso de control de la producción. Luego se va a identificar en que punto o puntos de la operación se origina el error y es donde se debe aplicar el *Poka-yoke* para evitar la desviación del procedimiento de control. Por último, se identifica y propone el tipo de mecanismo (*Poka-yoke*) que va eliminar las causas que originan el error o mejorar el proceso de control de impresión. A continuación, se definirán los parámetros a considerar para la propuesta:

- **Alcance:**

Operación de troquelado

- **Objetivo:**

Optimizar el proceso de control de troquelado a través de la instalación de controles de alerta visual y adecuación de manuales de control que permitan la disminución del nivel de etiquetas fallidas.

- **Equipo de trabajo:**

Operadores del área de etiquetas (incluye el personal promotor de cultura Lean), coordinador de turno, supervisor de etiquetas, jefe de etiquetas, analista de mejora continua.

- **Capacitaciones:**

Se realizarán capacitaciones al personal operativo de la línea de producción de etiquetas pertenecientes a la operación de acabados. Las capacitaciones tendrán una duración de un periodo de 2 semanas y se llevarán a cabo después del horario laboral. Aquellas sesiones teóricas serán realizadas en el comedor y las prácticas en el área de etiquetas. Los temas a tratar son:

- Introducción al *Poka-Yoke*.
- Pasos y beneficios del *Poka-Yoke*.
- Aprendizaje del nuevo sistema de control visual de máquina troqueladora.
- Interpretación del instructivo de flujo de control de proceso de troquelado

- **Cronograma:**

Tabla 44: Cronograma de capacitación Poka-Yoke troquelado

TEMAS DE CAPACITACIÓN	SEMANA 1					SEMANA 2					Tiempo total
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
Introducción al <i>Poka-Yoke</i>		0.5hr									0.5hrs
Pasos y beneficios del <i>Poka-Yoke</i>				1 hr							1 hr
Aprendizaje del nuevo sistema de control visual							1 hr				1 hr
Interpretación del instructivo del flujo de proceso de control de troquelado									1 hr		1 hr

Paso 1: Descripción del defecto

Tal como se mostró en el capítulo anterior los problemas que ocurren en la operación de troquelado se dan por causa de un inadecuado control durante el proceso de troquelado. El troquelado es la operación más sensible que tiene el proceso de producción de etiquetas por ello es que requiere un constante control.

El problema existente en el proceso de troquelado de las etiquetas consiste en que debido al desplazamiento del tiraje de etiquetas a lo largo de la máquina y al propio movimiento del troquel, en algunas ocasiones ocurre un desfase del tiraje. Este desfase debe ser visualizado por el operario y de acuerdo al criterio de margen de error decide si debe corregir o no el troquelado. Si el desfase es superior al margen de error especificado y no es detectado por el operador se produce un troquelado inadecuado. De acuerdo a lo señalado por el supervisor del proceso, el desfase de faja es a veces inevitable por la propia operación y por ello se requiere que sea detectado por el operario. Por eso, este tipo de control de calidad se encuentra especificado en la matriz de calidad que es usada en el área. También menciona que un adecuado *seteo* podría disminuir el nivel de frecuencia de desfase. Ya que los operarios no realizan el ajuste de los rodillos de presión (por los cuales pasa el tiraje), no realizan los ajustes del troquel y no colocan el aditivo para evitar el deslizamiento del tiraje.

Paso 2: Observar el proceso actual e identificar el área dónde la aplicación de los métodos se ha desviado del procedimiento estándar.

Se ha observado 2 puntos clave en la operación de troquelado los cuales se denominan: La estación de detección de desfase en el cual se encuentra el sensor de posición y la estación

de troquelado (punto en el cual se ejecuta el troquelado). En la figura 31 se muestran las zonas mencionadas:

- 1) Estación de detección de desfase.
- 2) Estación de ejecución de troquelado.

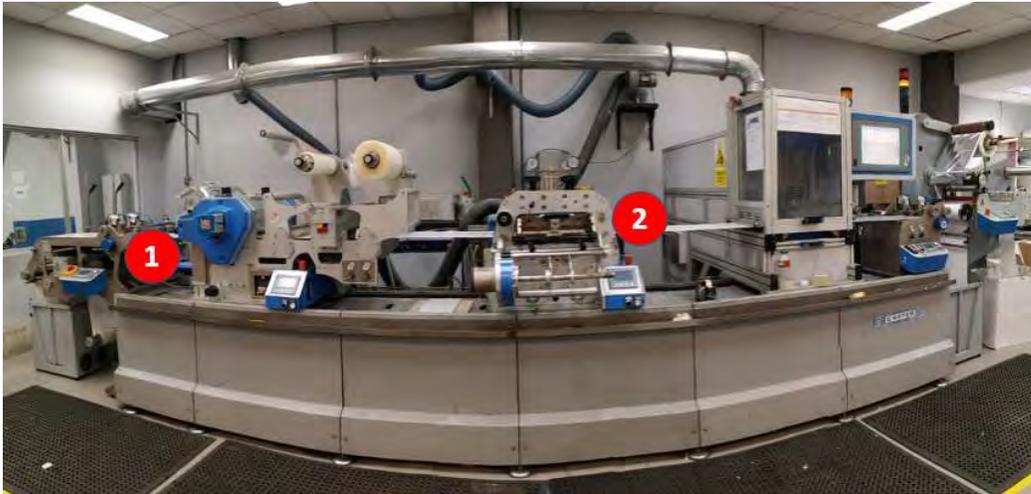


Figura 31: Máquina troqueladora

Paso 3: Identificar el tipo de mecanismo “a prueba de error” que con mayor efectividad eliminaría la causa que origina el defecto.

Alarmas de advertencia de corrida de tiraje en la estación 1.

En la actualidad el sensor de posición que detecta el desfase envía la información a la torre de troquelado y se realiza una autocorrección de troquelado cuando el desfase del tiraje es mayor a 5 ml. Sin embargo, si el desfase es menor de 5ml la máquina no realiza autocorrección produciendo de esta manera un troquelado erróneo. Se ha observado que los operarios no realizan un constante control durante el proceso ya que se confían de la detección por parte del sensor de distancia, el cual al no detectar una corrida del tiraje menor de las etiquetas produce que el troquel corte de forma errónea.



Figura 32: Sensor de posición detector de tacas PSCU

Por ello se plantea la instalación de una alarma que alerte al operador cuando ocurra un desfase del tiraje de etiqueta. En la actualidad de acuerdo a las especificaciones de las ordenes de producción las etiquetas pueden tener margen de error que oscila entre 2mm a 5mm, por lo que se requiere que cuando el sensor de posición detecte una distancia distinta que sobrepase los 2 mm envíe la información al PLC de la alarma y esta se puede prender. De esta manera se va a alertar al operador que se ha dado un desfase, el operador proceda a verificar si el desfase, de acuerdo al margen de error solicitado en la orden de trabajo, es aceptable o no, decida parar la producción y corrija el desplazamiento del tiraje ajustando los rodillos de presión.

El tipo de *Poka-Yoke* planteado es de tipo advertencia, ya que avisará al operador antes de la ocurrencia del error. Dentro de los niveles de *poka-yoke* considerados por Socconini, se encuentra en el nivel 3, y de acuerdo a la clasificación considerada por el mismo autor es de naturaleza física. Con este dispositivo no solo se logra mantener alerta al operador para que pueda ejecutar el control de calidad solicitado por la matriz implementada, sino que alerta también al supervisor del proceso sobre el cumplimiento de las actividades del control de calidad.

El área cuenta con una matriz proveída por el área de calidad la cual indica que se debe realizar la inspección del troquelado durante el proceso. Sin embargo, tal como se muestra en la figura 31, no se cuenta con ninguna instructiva visual que guíe y recuerde a los operarios de la inspección que se debe de realizar, ni tampoco existe un método de control de producción.

Por ello se añadirá al elemento *Poka-Yoke* un impreso estandarizado que va a resumir el procedimiento adecuado de control de producción y el funcionamiento del dispositivo para que los operarios puedan tener conocimiento de cómo actuar ante el desfase y qué significado tiene la alerta.

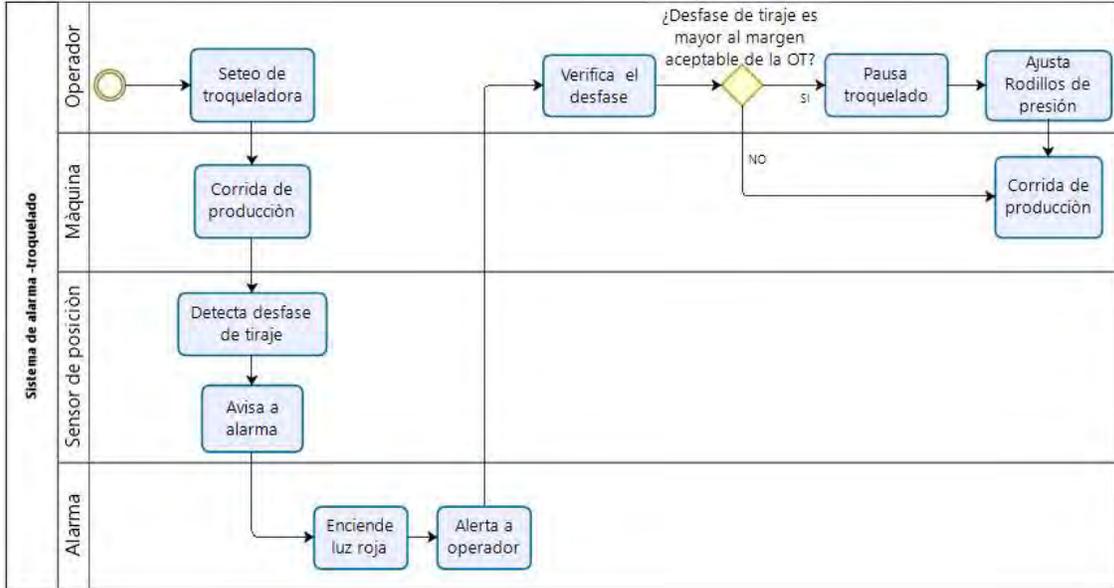


Figura 33: Instructivo propuesto de funcionamiento y control del proceso de troquelado

La implementación del sistema de alarma de corrida de tiraje logrará reducir en un 80%, de acuerdo a lo conversado con el supervisor de etiquetas y el operario experto, los costos asociados a los problemas causados por el inadecuado control de la producción en la operación de troquelado. Lo que significa un ahorro en costos de etiquetas no conformes de la familia Tipo A. La información de los costos se ha obtenido del indicador de producción (MDI's) que posee el área. En la tabla 45, se muestran los resultados de la propuesta.

Tabla 45: Ahorro anual en costos propuestos por la implementación del Poka-yoke en la operación de troquelado

	Cantidad actual de producciones no conformes anuales	Costo total anual generado	Cantidad propuesta de producciones no conformes anuales	Ahorro propuesto anual
Costo total asociado a las fallas ocasionadas por el inadecuado control de la producción en el troquelado	70	S/ 3,614.52	14	S/ 3,234.04

Por tanto, se concluye que la implementación de un dispositivo sensor-alarma logrará no solo un ahorro en costos de producciones no conformes, que afectan a la rentabilidad e imagen de la empresa, sino también a la ejecución eficaz de un control del proceso de troquelado de etiquetas ya que mantendrá alerta al operador ante una ocurrencia de desfase de etiquetas, en comparación a la actualidad donde los operadores se confían en la autocorrección del

propio sistema, se distraen y no realizan un control constante del proceso. Además, la implementación del instructivo estándar que guiará a los operadores sobre el funcionamiento del sistema de control de producción implementado, lo cual en la actualidad no se encuentra especificado.

4.4 Propuesta 3: Aplicación del SMED en la operación de barnizado

Se aplicará la herramienta SMED en la operación de barnizado de la línea de fabricación de etiquetas autoadhesivas de la empresa en estudio. En el anterior capítulo se identificó que la operación no cuenta con un adecuado estándar de configuración y en consecuencia de esto una demora en el proceso de configuración.

Se realiza la aplicación de los 3 pasos al proceso de configuración de la máquina barnizadora, de la misma forma en cómo se realizó la aplicación del SMED para el proceso de configuración de la troqueladora. Sin embargo, antes de su desarrollo es necesario definir los parámetros a considerar para poder llevar a cabo la propuesta

- **Alcance:**

Operación de barnizado

- **Objetivo:**

Optimizar el proceso y tiempo de preparación de la máquina de barnizado a través de la reducción del tiempo y estandarización de las actividades de configuración de la máquina barnizadora.

- **Equipo de trabajo:**

Operadores del área de etiquetas (incluye el personal promotor de cultura Lean), coordinador de turno, supervisor de etiquetas, jefe de etiquetas, analista de mejora continua.

- **Capacitaciones:**

Se realizarán capacitaciones al personal operativo de la línea de producción de etiquetas pertenecientes a la operación de acabados. Las capacitaciones tendrán una duración de un

periodo de 2 semanas y se llevarán a cabo después del horario laboral. Aquellas sesiones teóricas serán realizadas en el comedor y las prácticas en el área de etiquetas. Los temas a tratar son:

- Introducción al SMED.
- Etapas y beneficios del SMED.
- Aprendizaje y aplicación del nuevo proceso de configuración de barnizadora.

• **Cronograma:**

Tabla 46: Cronograma de capacitación SMED de barnizadora

TEMAS DE CAPACITACIÓN	SEMANA 1					SEMANA 2					Tiempo total
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
Introducción al SMED			0.5hr								0.5hrs
Etapas y beneficios del SMED					1 hr						1 hr
Aprendizaje y aplicación del nuevo proceso de configuración						1.5hr		1.5hr			3 hr

1) Preparación del SMED

En este primer paso se observa de forma detallada y se comprende cómo se lleva a cabo el *seteo* de la máquina de barnizado, para luego de ello identificar las causas que originan el inadecuado *seteo* y la extensión del tiempo de configuración. Durante la etapa de estudio se pudo observar lo siguiente:

- Desplazamientos innecesarios debido a que los insumos, piezas y herramientas no se encuentran cercanas a la máquina, lo que genera que los tiempos de configuración sean excesivos
- Ausencia de instructivos y listas de verificación que aseguren una correcta configuración de la máquina de barnizado.

En la actualidad, el proceso de *seteo* de la máquina de barnizado consta de 30 actividades, las cuales se encuentran detalladas en la tabla 47. Además, en la tabla se encuentra especificado el tiempo de duración en cada una de ellas. Se ha observado que un solo operario ejecuta la configuración de la máquina. Este se encarga de la búsqueda de los insumos y herramientas necesarias, así como los traslados alrededor de la máquina para la

limpieza de la estación del sistema, configuración, regulación de parámetros, limpiezas del sistema y realización de pruebas de barniz.

Tabla 47: Actividades del set-up de la máquina de barnizado

N°	Nombre	Tiempo (seg)
1	Busqueda de alcohol isopropilico	16
2	Búsqueda de Wypall	25
3	Realiza limpieza del sistema de barnizado	175
4	Recoge galón de barniz	17
5	Encender módulos de máquina barnizadora	15
6	Busqueda de lapicero	35
7	Anota en el lote de barniz en el registro de producción (en el cuadro de observaciones)	15
8	Coloca barniz en la fuente asegurando nivel de contacto	80
9	Busqueda de herramientas de ajuste	35
10	Regular presión de rodillos de transporte	55
11	Regular presión de manga de goma	40
12	Recoje material a ser barnizado	65
13	Montar tuco en el eje de rebobinador	45
14	Encender selector de aire y regular aire de presión	30
15	Programar parámetros de operación según sustrato	45
16	Retorna herramientas de ajuste	35
17	Devuelve alcohol isopropilico	16
18	Desecha Wypall	12
19	Inicio de prueba de barnizado	15
20	Verificar visulamente la aplicación uniforme del barnizado	45
21	Búsqueda de Wypall	25
22	Búsqueda de Acetona	16
23	Realiza prueba de acetona (Aplicar fricción sobre superficie barnizada)	85
24	Desecha Wypall	12
25	Retorna acetona	16
26	Busqueda de cinta adhesiva	40
27	Realiza prueba de cinta adhesiva (Pega sobre superficie barnizada y verifica	90
28	Revisa si existen defectos de barnizado y corrige	60
29	Retorna cinta adhesiva	40
30	Realiza inicio de producción en el panel	15
TIEMPO TOTAL		1215



Igualmente, en la figura 34 se ha plasmado la ruta de procesos en la que se muestran los desplazamientos que se realizan durante la configuración de la máquina de barnizado.

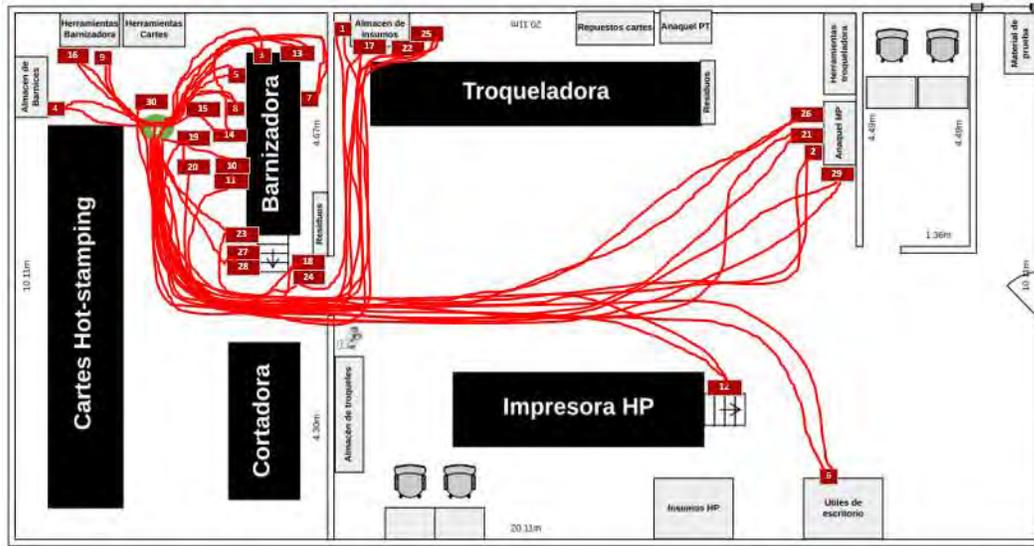


Figura 34: Diagrama Spaghetti del proceso actual de set-up de barnizado

2) Separación de la preparación interna y preparación externa

En esta etapa se va diferenciar las actividades de configuración interna y las externas. También se identificarán aquellas actividades que pueden ser eliminadas y aquellas cuyo tiempo de ejecución puede disminuir. En el **Anexo 43**, se encuentra el detalle de la clasificación de las actividades pertenecientes al *seteo* de la máquina barnizadora en actividades internas, externas y aquellas que pueden ser eliminadas.

Como se puede visualizar en el **Anexo 43**, en la actualidad no se cuenta con actividades externas propiamente clasificadas. Por ello se ha analizado y se ha propuesto aquellas actividades que pueden ser consideradas externas y realizarse cuando la máquina es puesta en marcha, otras que pueden ser eliminadas y por último aquellas actividades internas las cuales cuyo tiempo de ejecución pueden disminuir.

Con ello, de las 30 actividades que conforman el proceso de *seteo* de la máquina de barnizado, 6 de ellas pueden ser convertidas en actividades externas y 5 de ellas pueden ser eliminadas. Además, se han observado 4 actividades internas cuyos tiempos de realización pueden ser reducidos. Para el cálculo de los tiempos propuestos se ha ejecutado 3 simulaciones contando con la participación de los operarios de máquina, el supervisor del área de etiquetas y el coordinador de turno. Y se ha tomado los tiempos promedio.

3) Propuesta de mejora del proceso de configuración de la máquina de barnizado

Para lograr la reducción de tiempo en el proceso de *seteo* de la máquina de barnizado se deben de realizar una serie de actividades, adquisiciones e implementaciones las cuales serán descritas a continuación.

Para evitar los desplazamientos innecesarios de búsqueda de materiales e insumos necesarios tales como alcohol isopropílico, *wypall*, acetona y cinta adhesiva. Se propone la compra de un coche porta objetos en el cual se puedan colocar todos los insumos necesarios para el *seteo*. Además, se propone la adecuación de un espacio para la colocación de una pequeña bolsa de basura para evitar los desplazamientos al tacho de basura cada vez que se realiza una actividad de limpieza. La preparación de los insumos necesarios se debe realizar en los primeros minutos del turno de trabajo de acuerdo a la planificación de producción del día. Además, se propone implementar un *check list* de los insumos necesarios para el *seteo*, ya que en la actualidad se puede observar que los operarios buscan los objetos de acuerdo a la necesidad del momento.

Por otro lado, se va a lograr evitar los desplazamientos para búsqueda de útiles como el lapicero y las herramientas de ajuste con la implementación de un chaleco portaherramientas.

Por último, se propone instalación de un estante que pueda albergar el producto que ingresará a ser barnizado (sin la necesidad de que el operario vaya en su búsqueda a la operación previa). Y por último con respecto a la operación 8, se propone instalar una línea guía en la fuente de barniz para reducir el tiempo de colocación, ya que en la actualidad solo se prueba al tanteo y se va disminuyendo o aumentando de forma visual. En la tabla 48, se muestran los resultados de la aplicación de la propuesta, así como la muestra gráfica.

Tabla 48: Tiempos de set-up actual vs propuesto de la máquina de barnizado

Nº	Nombre	Tiempo actual (seg)	Tiempo propuesto (seg)
-	Busqueda de alcohol isopropilico	16	0
-	Búsqueda de Wypall	25	0
1	Realiza limpieza del sistema de barnizado	175	175
2	Recoge galón de barniz	17	0
3	Encender módulos de máquina barnizadora	15	15
-	Busqueda de lapicero	35	0
-	Anota en el lote de barniz en el registro de producción (en el cuadro de observaciones)	15	15
4	Coloca barniz en la fuente asegurando nivel de contacto	80	60
5	Busqueda de herramientas de ajuste	35	0
6	Regular presión de rodillos de transporte	55	55
7	Regular presión de manga de goma	40	40
8	Recoje material a ser barnizado	65	45
9	Montar tuco en el eje de rebobinador	40	40
10	Encender selector de aire y regular aire de presión	30	30
11	Programar parámetros de operación según sustrato	45	45
-	Retorna herramientas de ajuste	35	0
-	Devuelve alcohol isopropilico	16	0
12	Desecha Wypall	12	5
13	Inicio de prueba de barnizado	15	15
14	Verificar visulamente la aplicación uniforme del barnizado	45	45
-	Búsqueda de Wypall	25	0
-	Búsqueda de Acetona	16	0
15	Realiza prueba de acetona (Aplicar fricción sobre superficie barnizada)	85	85
16	Desecha Wypall	12	5
-	Retorna acetona	16	0
-	Busqueda de cinta adhesiva	40	0
17	Realiza prueba de cinta adhesiva (Pega sobre superficie barnizada y verifica	90	90
18	Revisa si existen defectos de barnizado y corrige	60	60
-	Retorna cinta adhesiva	40	0
19	Realiza inicio de producción en el panel	15	15
TIEMPO TOTAL		1210	840

En la figura 35, se ha plasmado el diagrama de recorrido propuesto como resultado de la aplicación de la herramienta SMED. En el que se muestran los desplazamientos que se realizarán durante la configuración de la máquina de barnizado.

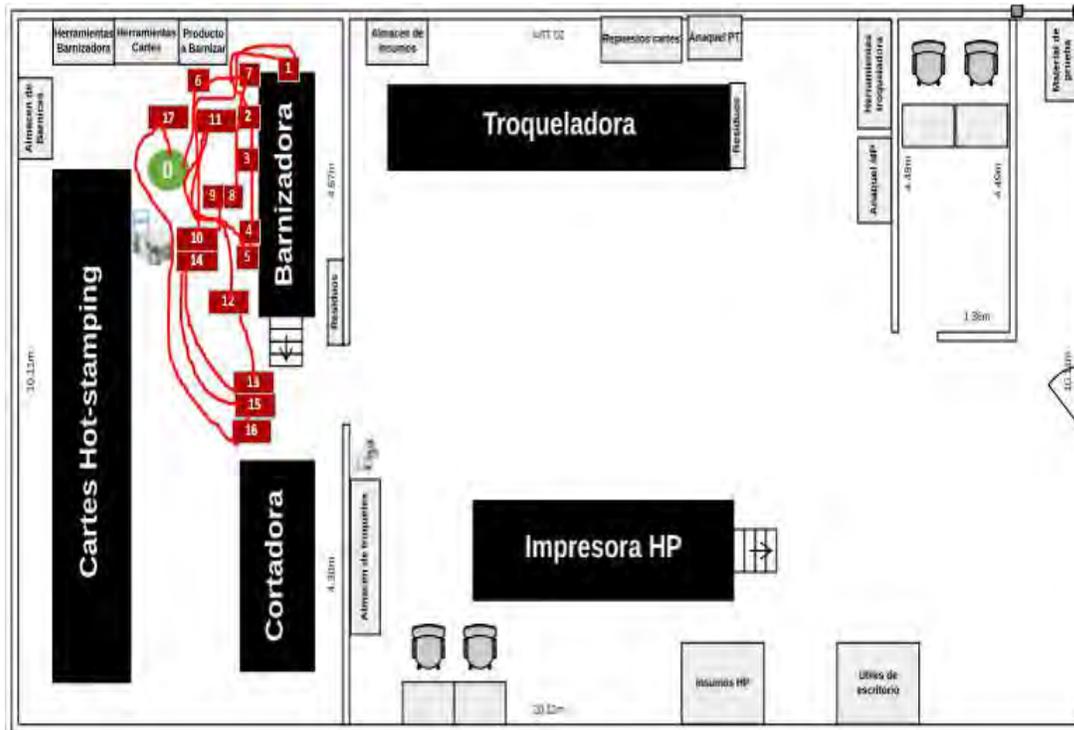


Figura 35: Diagrama Spaghetti propuesto del proceso de set-up de barnizadora

Con la aplicación de la herramienta SMED al proceso de configuración de la máquina barnizadora como lo muestra el grafico 15, de las 30 actividades que conforman el proceso de *seteo* de la máquina de barnizado, 6 de ellas se convierten en actividades externas y 5 de ellas se eliminan. Además, se reducen los tiempos de ejecución de 4 actividades internas. Es decir, se ha logrado la reducción de un 30.57% del tiempo total de *seteo*. Anteriormente, se contaba con un tiempo de configuración de 20 minutos con 10 segundos y a través de la propuesta se ha logrado reducir en 6 minutos con 10 segundos; es decir el tiempo actual de configuración consta de 14 minutos.

Por tanto, se concluye que a través de la aplicación de la herramienta SMED al proceso de *seteo* de la máquina barnizado se reduce el tiempo de configuración en un 30.57% del tiempo total de *seteo* y se logra estandarizar el proceso de configuración a través de listas de ejecución de pasos a seguir para una correcta configuración. Esta implementación brinda beneficios a la empresa ya que la reducción de tiempo de configuración puede ser aprovechada para lograr una mayor producción de las etiquetas y por otro lado la estandarización del proceso de ejecución disminuye la posibilidad de cometer errores en la configuración y evitar producciones defectuosas que son reflejadas como perdidas monetarias para la empresa.

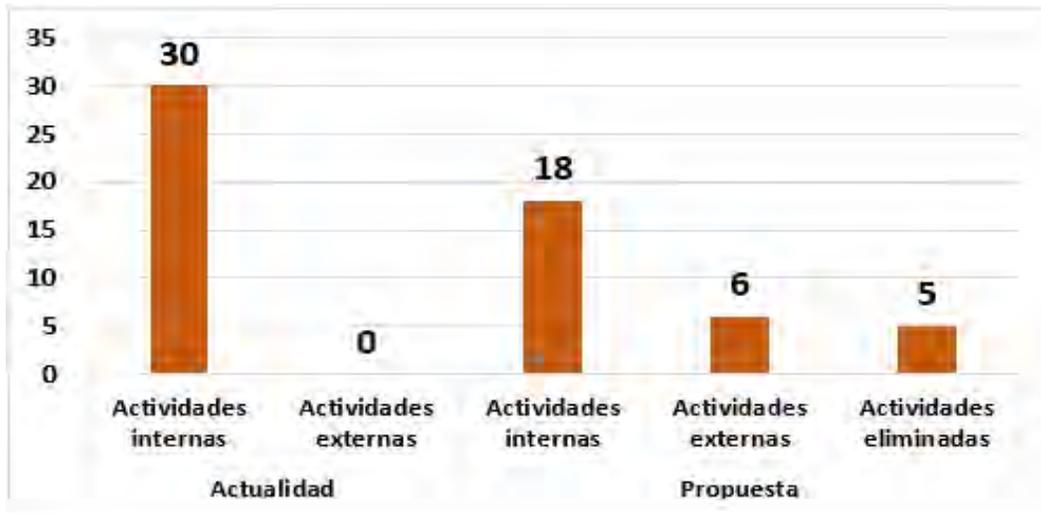


Gráfico 15: Set-up barnizado

Tabla 49: Tabla comparativa de los tiempos de configuración actual y propuesto de barnizadora

TIEMPO ACTUAL DE CONFIGURACIÓN (MIN)	TIEMPO PROPUESTO DE CONFIGURACIÓN(MIN)	AHORRO(MIN)
20.17	14	6.17

4.5 Propuesta 4: Poka-Yoke para la operación de impresión

La aplicación de la técnica de *Poka-Yoke* que tiene como objetivo mejorar el proceso de control de impresión de etiquetas consta de 3 pasos que engloban la técnica. Primero, se realiza la descripción del problema existente en la operación de impresión respecto al proceso de control de la producción. Luego se identifica en que punto o puntos de la operación se origina el error y es donde se debe aplicar el *Poka-Yoke* para evitar la desviación del procedimiento de control. Por último, se identifica y propone el tipo de mecanismo (*Poka-Yoke*) que va eliminar las causas que originan el error o mejorar el proceso de control de impresión. A continuación, se definirán los parámetros a considerar para la propuesta:

- **Alcance:**

Operación de impresión

- **Objetivo:**

Optimizar el proceso de control de impresión a través de la instalación de controles de alerta visual y adecuación de manuales de control que permitan la disminución del nivel de etiquetas fallidas.

- **Equipo de trabajo:**

Operadores del área de etiquetas (incluye el personal promotor de cultura Lean), coordinador de turno, supervisor de etiquetas, jefe de etiquetas, analista de mejora continua.

- **Capacitaciones:**

Se realizarán capacitaciones al personal operativo de la línea de producción de etiquetas pertenecientes a la operación de acabados. Las capacitaciones tendrán una duración de un periodo de 2 semanas y se llevarán a cabo después del horario laboral. Aquellas sesiones teóricas serán realizadas en el comedor y las prácticas en el área de etiquetas. Los temas a tratar son:

- Introducción al *Poka-Yoke*.
- Pasos y beneficios del *Poka-Yoke*.
- Aprendizaje del nuevo sistema de control visual de máquina de impresión.
- Interpretación del instructivo de flujo de control de proceso de impresión.

- **Cronograma:**

Tabla 50: Cronograma de capacitación Poka-Yoke impresión

TEMAS DE CAPACITACIÓN	SEMANA 1					SEMANA 2					Tiempo total
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
Introducción al <i>Poka-Yoke</i>		0.5hr									0.5hrs
Pasos y beneficios del <i>Poka-Yoke</i>				1 hr							1 hr
Aprendizaje del nuevo sistema de control visual							1 hr				1 hr
Interpretación del instructivo del flujo de proceso de control de impresión									1 hr		1 hr

Paso 1: Descripción del defecto

Tal como se mostró en el capítulo anterior los problemas que ocurren en la operación de impresión de etiquetas se dan por causa de un inadecuado control en la impresión de etiquetas.

El problema existente en el proceso de impresión de etiquetas consiste en que los operarios se distraen y no realizan el control de calidad visual de la impresión de etiquetas indicado en la matriz de calidad con la que cuenta el área. Cuando se genera una impresión errónea (mala impresión por no realizar el cambio de consumibles de forma oportuna, detección de código de barras erróneo) es responsabilidad del operario detectar el error. De acuerdo a lo señalado por el supervisor del proceso este inadecuado control se genera por que los operarios se confían y no están atentos en la revisión de la impresión. Y, por otro lado, los operarios nuevos no saben diferenciar entre una impresión uniforme debido a que no existe ningún instructivo o guía de verificación con el que se puedan guiar, ni tampoco son instruidos de forma correcta.

Paso 2: Observar el proceso actual e identificar el área dónde la aplicación de los métodos se ha desviado del procedimiento estándar

Se ha observado 1 punto clave en la operación de impresión en donde se realiza el control del proceso el cual es denominado: La estación de salida de impresión. En la figura 36, se muestra la zona mencionada:

1) Estación de salida de impresión



Figura 36: Máquina de impresión HP

Paso 3: Identificar el tipo de mecanismo “a prueba de error” que con mayor efectividad eliminaría la causa que origina el defecto.

Alarmas de advertencia para ejecución de control de la producción.

Durante la observación se encontró que no se cuenta con ningún tipo de plantilla con la que se pueda comparar la impresión saliente. Entonces es necesario implementar una muestra patrón.

Se plantea instalar un sistema que alerte al operador para la realización de la inspección visual ya que este no lo hace de manera continua. Además, se creará un instructivo que indique los pasos a efectuar para un correcto control del proceso. El sistema de alerta consiste en la utilización de un encendido de luz cada vez que el contador de impresión cuente cierta cantidad de etiquetas impresas, en este momento el operador procederá a comparar la impresión con una muestra patrón la cual será colocada como ejemplar en la salida de impresión , luego de ello se procederá a verificar la correcta codificación con la utilización del lector de código de barras , luego se acercará a revisar la pantalla de impresión y verificará si existe tinta suficiente en los cilindros de tinta y por último anotará en un *check list* de verificación la ejecución de los 3 pasos de control de producción .

En la actualidad se cuenta con una matriz proveída por el área de calidad la cual indica que se debe realizar la inspección de impresión durante el proceso. Sin embargo, tal como se muestra en la figura 36, no se cuenta con ningún instructivo visual que indique cómo se debe proceder a realizar el control de calidad.

Por ello se añadirá un impreso estandarizado que va a indicar los pasos a seguir y de esta forma los operarios puedan tener conocimiento de cómo ejecutar un eficaz proceso de control de impresión.

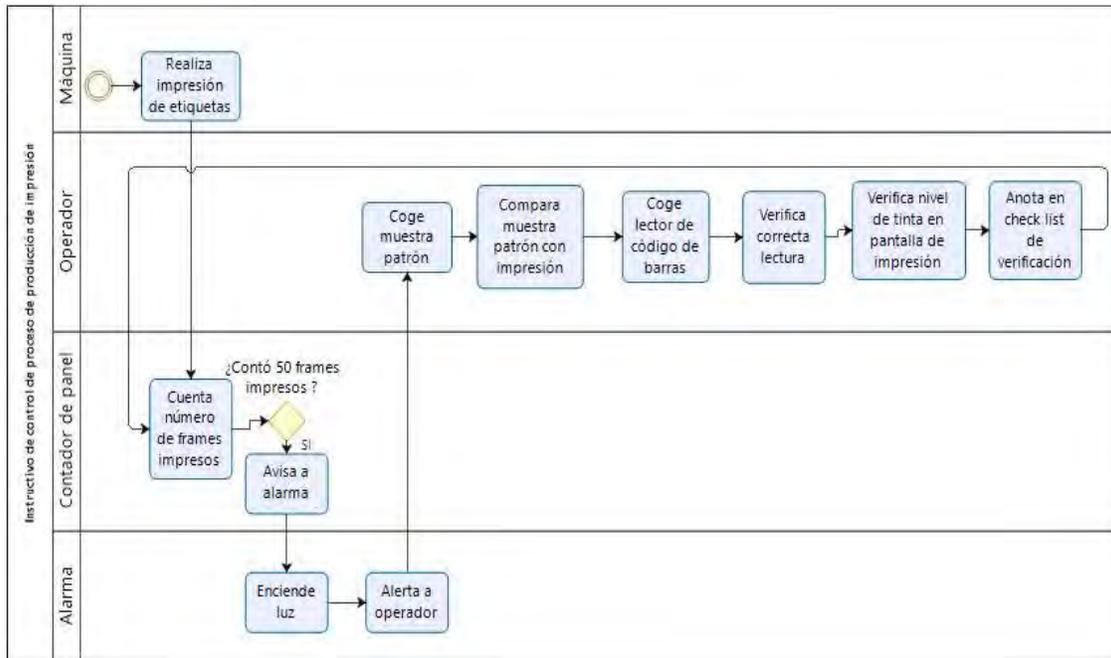


Figura 37: Instructivo propuesto para el control de proceso de impresión

La implementación del sistema de alarma de advertencia logrará reducir en un 80%, de acuerdo a los conversado con el supervisor de etiquetas y el operario experto, los costos asociados a los problemas causados por el inadecuado control de la producción en la operación de impresión. Lo que significa un ahorro en costos de etiquetas no conformes de la familia Tipo A. La información de los costos se ha obtenido del indicador de producción (MDI's) que posee el área. En la tabla 51, se muestran los resultados de la propuesta.

Tabla 51: Ahorro anual en costos propuestos por la implementación del Poka-yoke en la operación de impresión

	Cantidad actual de producciones no conformes anuales	Costo total anual generado	Cantidad propuesta de producciones no conformes anuales	Ahorro propuesto anual
Costo total asociado a las fallas ocasionadas por el inadecuado control de la producción en la impresión	20	S/ 2,545.37	4	S/ 2,059.01

Por tanto, se concluye que la implementación de un dispositivo sensor-alarma no solo logrará un ahorro en costos de producciones no conformes, que afectan a la rentabilidad e imagen de la empresa, sino también la ejecución constante de un control del proceso de impresión de etiquetas ya que mantendrá alerta al operador, en comparación a la actualidad donde los operadores se distraen y no realizan un control constante del proceso. Además, la implementación de la muestra patrón servirá como referencia al operador para contrastar la

producción llevada a cabo y de esa forma determinar si la producción es correcta o no. Y la implementación de un instructivo estándar que indicará a los operadores los pasos a ejecutar durante el control de la producción acompañado de un registro para el seguimiento de la ejecución de los mismos ya que en la actualidad no se tiene definida la forma correcta de control del proceso.

4.6 Propuesta 5: Mantenimiento autónomo para la operación de barnizado e impresión de etiquetas

Se aplicará el segundo de los pilares del mantenimiento preventivo total (TPM) con el objetivo de disminuir los defectos de calidad en las producciones de etiquetas en las operaciones de impresión y barnizado. En comparación a las anteriores propuestas, la aplicación del TPM - Autónomo se dará en conjunto a las operaciones de troquelado y barnizado, con el fin de aprovechar los recursos (humano, tiempo y material) necesarios que implica la ejecución de un proyecto TPM. Ya que debe ser llevado a cabo a partir de la formación de un equipo de trabajo (propio de la empresa) que se encargará de etapas de capacitación, concientización, creación de técnicas, ejecución de actividades y estandarización que pueden ser llevadas en simultáneo para las distintas operaciones. Para una satisfactoria aplicación del mantenimiento autónomo se requiere el compromiso del personal operativo, así como de la gerencia a cargo. Se conformará un equipo y se asignarán responsabilidades. Se ejecutarán actividades siguiendo estándares preparados con colaboración del personal. Para ello se definirán los parámetros considerados para la propuesta

- Alcance: Operaciones de impresión y Barnizado
- Objetivo: Reducir el desgaste prematuro del sistema de mangas de la máquina de barnizado y evitar las descalibraciones que se presentan en las máquinas HP de impresión a través de capacitación e implementación de actividades de limpieza e inspección con la finalidad de disminuir las paradas de máquina, mantenimientos correctivos y fallos en la producción de etiquetas.

Una vez definido los parámetros se muestra el plan para la implementación del TPM-Autónomo.

Tabla 52: Plan de implementación del TPM-Autónomo

PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM-AUTÓNOMO	
1era Etapa	Compromiso de la Gerencia de producción y Jefatura a Cargo
	Definición del equipo encargado de llevar a cabo el TPM
2da Etapa	Capacitación al personal operativo del área de etiquetas
	limpieza e inspección
	Estandarización de hábitos
	Registro y control de fallas

4.6.1 Compromiso de la Gerencia de producción y Jefatura a Cargo

Como fue mostrado en el anterior capítulo la operación de barnizado e impresión (encargadas de la fabricación de etiquetas autoadhesivas) evidencian presencia de fallas en las máquinas, desperdicios y paradas de máquinas que se traducen en producción de etiquetas defectuosas. Por ello es necesario contar con el compromiso de la gerencia de producción de la empresa para que pueda brindar los recursos necesarios, disposición de la mano de obra y jefatura a cargo para que la implementación del TPM Autónomo se realice de forma eficaz. Para lograr el compromiso y disposición de la gerencia se desarrollará una reunión con el comité de gerencia para explicar a detalle el plan propuesto en la tabla 54.

4.6.2 Definición del equipo de trabajo que llevará a cabo el proyecto TPM-AUTÓNOMO

Se formará un equipo denominado "Proyecto-TPM-Autónomo" que estará encargado de realizar las coordinaciones necesarias para ejecutar todas las actividades que conforman la implementación del TPM-Autónomo, así como dar el seguimiento necesario para lograr una eficaz ejecución del proyecto TPM-Autónomo.

El equipo estará conformado por:

- Supervisor de línea de producción de etiquetas.
- Coordinador de turno de trabajo de línea de producción de etiquetas.
- Supervisor de mantenimiento.
- Operario experto de barnizado.
- Operario experto de impresión.
- Analista de procesos del área de mejora continua

4.6.3 Capacitación del personal

Se realizarán capacitaciones al personal operativo de la línea de producción de etiquetas, así como al personal de mantenimiento que brinda soporte a las máquinas HP y barnizadora. La ejecución de las capacitaciones tiene un periodo de 4 semanas y se llevarán a cabo después del horario laboral. Las sesiones se realizarán en el comedor cuando la capacitación sea teórica y en la misma área cuando se trate de una sesión práctica. A continuación, se listan los temas a tratar a lo largo de la capacitación:

- Introducción al TPM y al mantenimiento autónomo.
- Etapas y beneficios del mantenimiento autónomo
- Conocimiento de partes y componentes mecánicos de máquina de barnizado e impresión
- Técnicas de lubricación, limpieza e inspección de impresora y barnizadora
- Estandarización y documentación de actividades

Para poder llevar un control de las asistencias de los operadores se utilizará un registro de capacitación el cual deberá ser llenado, firmado por los asistentes y archivado por el equipo de TPM. Además, se llevarán a cabo exámenes de conocimiento y ejercicios prácticos con las máquinas para evaluar el nivel de entendimiento de las sesiones ejecutadas.

Tabla 53: Ficha de capacitación sobre TPM-AUTÓNOMO

FICHA DE IMPLEMENTACIÓN TPM-AUTÓNOMO		
Fecha	viernes, 18 de Junio de 2021	
Expositor	Juan Perez	
Horas totales	2 horas	
Temario/Agenda	Recursos(Físicos,Material,etc)	
Introducción al mantenimiento Autónomo	Laptop	
Etapas del mantenimiento Autónomo	Proyector	
-	Afiches	
Lista de asistentes		
Colaborador	Cargo	Firma
Juan Perez Silva	Operador de Impresión	
Jose Pinedo Bravo	Operador de Barnizado	
Mario Bravo Pinedo	Operador de Impresión	
María Marquez Rivera	Operador de Barnizado	
Juan Perez Silva	Operador de Impresión	
Jose Pinedo Bravo	Operador de mantenimiento	
Mario Bravo Pinedo	Operador de Impresión	
María Marquez Rivera	Operador de mantenimiento	
Mario Bravo Pinedo	Operador de Impresión	
María Marquez Rivera	Operador de mantenimiento	

Por otro lado, se ha desarrollado un cronograma para la ejecución de las capacitaciones al personal operativo y de mantenimiento. En el cronograma también se especifican los temas a tratar, así como las duraciones de cada sesión.

Tabla 54: Cronograma de implementación sobre TPM-Autónomo

TEMAS DE CAPACITACIÓN	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					Tiempo total
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	
Introducción al TPM			0.5hr																		0.5hrs
Introducción al Mantenimiento autónomo			0.5hr																		0.5hrs
Etapas del mantenimiento autónomo					0.5hr																0.5hr
Beneficios del mantenimiento autónomo					0.5hr																0.5hr
Componentes de máquina de impresión							1hr			1hr											2hrs
Componentes de máquina de barnizado							1hr			1hr											2hrs
Técnica de lubricación, limpieza e inspección de impresora												2h			2h						4hrs
Técnica de lubricación, limpieza e inspección de barnizadora												2h			2h						4hrs
Estandarización y documentación de actividades																			1hr	1hr	2hrs

4.6.4 Limpieza e inspección de equipos

Dado que todo proyecto debe contar con un documento que sirva como pauta y referencia para la ejecución del plan del TPM autónomo se propone la creación de un manual de limpieza e inspección el cual debe de contener:

- Estandarización de las actividades de limpieza e inspección de tal forma que se puedan establecer tiempos de ejecución que se puedan implementar al turno de trabajo diario. Establecer instructivos que guíen al personal para una correcta ejecución y colocar fotos referenciales del estado final de las máquinas luego de realizada la limpieza e inspección.
- Definir las ubicaciones de los elementos de limpieza, así como especificar la cantidad a utilizar, frecuencia de uso y método de utilización.
- Guías sobre los métodos de ejecución de actividades de limpieza e inspección.

Las actividades de limpieza deben de constituir desmontaje del equipo para realización de limpieza de las partes internas de tal modo que puedan descubrirse anomalías, para ello se requerirá que el personal operativo aprenda no solo de la ejecución de las actividades de producción sino de los componentes fundamentales que conformen la máquina a utilizar.

Limpieza

Se han desarrollado manuales de limpieza que tienen como finalidad mantener a las máquinas de producción fuera de desperdicios que puedan afectar su correcto funcionamiento. Para el desarrollo de los manuales se ha contado con el apoyo del área de mantenimiento, los operarios expertos de las máquinas e información del fabricante de los equipos.

Tabla 55: Manual de limpieza de la máquina de barnizado

PASOS PARA LA LIMPIEZA DE MÁQUINA BARNIZADORA	
1	Retirar rodillos de barnizado
2	Limpiar con alcohol isopropílico rodillo de barnizado
3	Secar con wypall rodillo de barnizado
4	Limpiar con alcohol isopropílico mangas de goma
5	Secar con wypall mangas de goma
6	Limpiar Rodillos anilox
7	Colocar rodillos de barnizado
8	Sopletear los módulos de absorción de aire
9	Retirar fuente de barniz
10	Extraer restos de barniz
11	Limpiar con agua caliente la fuente de barniz
12	Secar con wypall fuente de barniz
13	Colocar fuente de barniz

Fuente: Área de mantenimiento de la empresa

Tabla 56: Manual de limpieza de la máquina de impresión HP

PASOS PARA LA LIMPIEZA DE MÁQUINA HP	
1	Drenar el líquido de tanque de solución
2	Limpiar tanque de solución
3	Verter 2 galones de agua caliente en tanque de lavado
4	Verter 2 galones de agua caliente en tanque de impresión
5	Ejecutar lavado automático en el panel de control
6	Vacear el agua de los tanques de lavado e impresión
7	Ejecutar el ciclo de lavado por 2da vez
8	Extraer los rodillos de impresión ILP
9	Limpiar restos de impresión con paño sin pelusa
10	Sumergir los rodillos con alcohol por 3 minutos
11	Secar rodillos de impresión con paño sin pelusa
12	Limpiar bandeja de impresión con agua tibia
13	Hechar alcohol isopropílico a bandeja de impresión
14	Secar bandeja de impresión con paño sin pelusa
15	Comprobar si existe obstrucción en ranura de retorno y limpiar
16	Devolver rodillos de impresión
17	Reemplazar las mangueras de drenaje
18	Reemplazar las mangueras de bomba de cebado
19	Reemplazar los tanques de cebado dedicado y tanques de impresión
20	Echar químico para tanques de impresión negro
21	Colocar etiqueta para no confundir químicos
22	Echar agua caliente a los tanques de lavado de impresión por tercera vez
23	Drenar agua de ambos tanques
24	llenar el tanque de cebado con el químico DP680
25	llenar el tanque de lavado con agua desionizada

Fuente: Lex-Jet (Fabricante de máquina HP)

Inspección de equipos

Se han desarrollado formatos propuestos que permitirán realizar y monitorear la ejecución de inspecciones, calibración y lubricación de las máquinas, así como registrar las observaciones encontradas al realizar cada actividad. La ejecución de las actividades de inspección, calibración y lubricación de máquinas han sido instruidas en las sesiones de capacitación.

Tabla 57: Registro de mantenimiento de la máquina de impresión HP

REGISTRO DE INSPECCIÓN DE MÁQUINAS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ETIQUETAS			
Máquina			
Coordinador de turno			
Operador			
Fecha			
Inspección			
Actividad	Registro	Observación	
Verificar sistema de entintado negro			
Verificar sistema de entintado a colores			
Verificar estado de mantilla Hp			
Verificar estado de rodillos de impresión			
Calibración			
Actividad	Registro	Observación	
Calibrar Scalling			
Lubricación			
Actividad	Ultima fecha de lubricación	Registro	Observación
Lubricar manguera drenaje de tinta			
Lubricar sistema de rodillos de impresión			
Cambio de piezas			
Actividad	Ultima fecha de cambio de piezas	Registro	Observación
Cambio de mantilla HP			
Cambio de manguera de drenaje			
Cambio de Rodillos de impresión			
.....		
Supervisor de Mantenimiento		Coordinador de turno	

Tabla 58: Registro de mantenimiento de la máquina de barnizado

REGISTRO DE INSPECCIÓN DE MÁQUINAS DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE ETIQUETAS			
Máquina			
Coordinador de turno			
Operador			
Fecha			
Inspección			
Actividad	Registro	Observación	
Verificar rodillos de barnizado			
Verificar manga de goma de barnizado			
Verificar rodillos de transporte			
Verificar estado de lámpara y sistema de secado			
Lubricación			
Actividad	Ultima fecha de lubricación	Registro	Observación
Lubricar sistema de rodillos de barnizado(engranaje de transmisión)			
Cambio de piezas			
Actividad	Ultima fecha de cambio de piezas	Registro	Observación
Cambio de rodillos de barnizado			
Cambio de mangas de goma de barnizado			
.....		
Supervisor de Mantenimiento		Coordinador de turno	

4.6.5 Estandarización de hábitos

Como última etapa se debe lograr la estandarización de las actividades a ejecutar con el fin de guiar al personal y reforzar el conocimiento que han obtenido durante todo el proyecto; así como también instruir al personal nuevo que se integrará al equipo de producción. Se crearán manuales de ejecución y guías visuales que muestren los insumos y accesorios necesarios para realizar la limpieza y mantenimiento de los equipos, así como la frecuencia de uso, ubicación y cantidad de uso. Por otro lado, se mostrarán los componentes que conforman las máquinas de barnizado e impresión, también se incluirán fotos referenciales para disminuir las posibilidades de cometer error y se indicarán las frecuencias de uso de cada insumo o accesorio a usar. Para el desarrollo de los manuales se ha obtenido la información del área de mantenimiento, de los fabricantes de las máquinas, el supervisor del área y operarios expertos que conforman el grupo “Proyecto-TPM-Autónomo”.

Tabla 61: Manual de elementos y accesorios requeridos para la limpieza de máquina HP

Insumos			Frecuencia de uso		
Nombre	Cantidad	Ubicación	Cada 2 días	Cada 15 días	Cada 30 días
Agua caliente	4 galones	Grifos de mantenimiento	x		
Paños sin pelusa	5 unidades	Estante de insumos HP	x		
alcohol isopropílico	15 onzas	Estante de insumos HP	x		
Agua tibia	1 galon	Grifos de mantenimiento	x		
Químico primario	150 ml	Estante de insumos HP	x		
químico DP680	200 ml	Estante de insumos HP	x		
Agua desionizada	200 ml	Estante de insumos HP	x		
Accesorios			Frecuencia de uso		
Nombre	Cantidad	Ubicación	Cada 2 días	Cada 15 días	Cada 30 días
Llaves para desajustar rodillos	-	Estante de repuestos HP	x		
Manguera de drenaje	3 unidades	Estante de repuestos HP		x	
Manguera de bomba de cebado	1 unidad	Estante de repuestos HP			x
Baldes de limpieza	-	Almacén de limpieza	x		
tanque de cebado	1 unidad	Estante de repuestos HP		x	
tanque de impresión	1 unidad	Estante de repuestos HP		x	

Fuente: Grupo “Proyecto-TPM-Autónomo”

Tabla 62: Manual de elementos y accesorios requeridos para la limpieza de máquina barnizadora

Insumos			Frecuencia de uso		
Nombre	Cantidad		Cada 2 días	Cada 15 días	Cada 30 días
Paños sin pelusa	2 unidades	Anaqueles MP	x		
alcohol isopropílico	4 onzas	Almacén de insumos	x		
Agua tibia	1 galon	Grifos de mantenimiento	x		
Accesorios			Frecuencia de uso		
Nombre	Cantidad	Ubicación	Cada 2 días	Cada 15 días	Cada 30 días
Llaves para desajustar rodillos	-	Estante de Herramientas barnizadora	x		
Soplete de limpieza	-	Estante de Herramientas barnizadora	x		
Baldes de limpieza	-	Almacén de limpieza	x		
Fuente de barniz	1 unidad	Estante de Herramientas barnizadora			x

Fuente: Grupo “Proyecto-TPM-Autónomo”



Figura 38: Manual de componentes de máquina de impresión



Figura 39: Manual de componentes de máquina de barnizado

4.6.6 Control y registro de fallas

En esta etapa vamos a establecer mecanismos de registro ante la ocurrencia de nuevas fallas. En los anteriores pasos ya se propusieron actividades que permitan disminuir los fallos en la producción y mantener las máquinas de producción de las operaciones de barnizado e impresión en óptimas condiciones. Sin embargo, es necesario, tener registro y realizar un seguimiento a nivel de información de los próximos fallos que puedan presentarse producto de la implementación del TPM-Autónomo. Por ello, se propone un registro de control de ocurrencia de fallas que permita poder dar seguimiento, ejecutar algunas acciones correctivas inmediatas y de esta forma plantear nuevas mejoras en la aplicación del sistema o reforzar las actividades ya enseñadas. De esta manera se aplicará una mejora continua a la implementación del TPM-Autónomo en las operaciones de impresión y barnizado.

Tabla 63: Registro de control de ocurrencia de fallas y acciones correctivas inmediatas

REGISTRO DE CONTROL OCURRENCIA DE FALLAS Y ACCIONES CORRECTIVAS INMEDIATAS		
Datos generales		
Nombre de Operario		
Nombre de S.Mant		
Operación		
Número de Ot		
Fecha		
Detalle del problema		
Descripción de la fallas	Acción inmediata ejecutada	Causa raíz de problema
Plan de implementación de solución		
Actividad	Responsable	Fecha de Ejecución

Beneficios esperados de la implementación del TPM-AUTÓNOMO en las operaciones de barnizado e impresión.

Al implementarse correctamente el Tpm-Autónomo se logrará reducir en un 90%, de acuerdo a los conversado con el Supervisor de etiquetas y mantenimiento de la empresa, los costos asociados a los problemas causados por la falta de mantenimiento en la operación de barnizado y en un 85% los costos asociados a los problemas causados por la falta de mantenimiento en la operación de impresión. Lo que significa un ahorro en costos de etiquetas no conformes de la familia Tipo A. La información de los costos se ha obtenido del indicador de producción (MDI´s) que posee el área. El detalle del cálculo se encuentra en el **Anexo 44 y 45.**

Tabla 64: Ahorro mensual en costos propuesto por la implementación del TPM-Autónomo en las operaciones de impresión y barnizado

	COSTO TOTAL ANUAL GENERADO	AHORRO PROPUESTO ANUAL	AHORRO PROPUESTO TOTAL ANUAL	AHORRO PROPUESTO TOTAL MENSUAL
Costo total asociado a la falta de mantenimiento del equipo de impresión	S/. 4,263.10	S/. 3,623.64	S/. 5,545.72	S/. 462.14
Costo total asociado a la falta de mantenimiento del equipo de barnizado	S/. 2,261.27	S/. 1,922.08		

Por otro lado, también se va a una reducir las paradas de producción ocasionadas por las fallas de las máquinas de impresión y barnizado. De acuerdo a los conversado con el equipo encargado de llevar a cabo el proyecto TPM-Autónomo, las paradas de producción podrán reducirse en un 35% en la operación de barnizado y en un 40% en la operación de impresión.

Tabla 65: Ahorro mensual en tiempos propuestos por la implementación del TPM-Autónomo en las operaciones de impresión y barnizado

Máquinas		Parada de producción actual				Parada de producción propuesta				Ahorro mensual(min)
Nombre de máquina	Número de máquinas	Tiempo de paradas de producción por	Número de turnos	Tiempo de paradas de producción por día (min)	Tiempo de paradas de producción mensual(min)	Tiempo de paradas de producción por turno(min)	Número de turnos	Tiempo de paradas de producción por día (min)	Tiempo de paradas de producción mensual(min)	
Barnizadora Cartes VF350	1	36.5	2	73	2190	23.725	2	47.45	1423.5	766.5
Impresora HP Indigo WS6600	1	30	2	60	1800	18	2	36	1080	720

Por tanto, se concluye que la aplicación del TPM-Autónomo va a permitir la reducción de problemas y paradas de máquina en las operaciones de barnizado e impresión de etiquetas, así como la reducción de costos por producciones no conformes; ya que, al aplicarse actividades de inspección, limpieza, lubricación y cambio de componentes de forma oportuna

a las máquinas de producción, se lograrán mejores condiciones de funcionamiento. La implementación de cronogramas, manuales y registros permitirán una estandarización en la ejecución de estas actividades, así como un seguimiento de las mismas. Sin la existencia de formatos que nos permitan registrar las actividades podría existir una pérdida de información que puede ser valiosa para la ejecución de próximos proyectos que involucren estas operaciones. Por último, se ha considerado la utilización de dispositivos electrónicos (*tablets*) para el registro de las actividades de mantenimiento ya que ayudarían a un procesamiento de información más rápido, ordenado y de mayor aprovechamiento, ya que esta información podría ser enviada directamente a una base de datos de Macros que clasifique y permita desarrollar estadísticos para un mejor seguimiento y control de las operaciones.

4.7 Propuesta 6: Implementación de AMEF como mecanismo de análisis de fallas potenciales y establecimiento de acciones de mejora a partir de la adecuación del TPM-AUTÓNOMO en las operaciones de barnizado e impresión de etiquetas.

Se ha propuesto el TPM-Autónomo como una herramienta que permita mantener los equipos de producción de impresión y barnizado en óptimas condiciones, con el fin de reducir las paradas de máquinas y producciones no conformes de etiquetas. Sin embargo, es necesario contar con una herramienta que permita administrar las posibles fallas que pueden ocurrir una vez adecuado el TPM-Autónomo. Por ello se utilizará la herramienta AMEF, a partir del proceso mejorado en las operaciones de barnizado e impresión, ya que permitirá analizar las posibles fallas (registradas en el registro de ocurrencia de fallos establecido) a cometerse luego de la implementación del TPM-Autónomo. Y permitirá establecer los planes de acción que permitan reforzar los conocimientos y prácticas instruidas durante el plan de mantenimiento, eviten la ocurrencia de fallas y permitan darle un seguimiento al proyecto TPM -Autónomo implementado a lo largo del tiempo con el fin de lograr una eficaz adecuación.

4.7.1 Determinación de las actividades a realizarse, los modos de fallo a presentarse y el efecto causado.

Es necesario describir las actividades a ejecutarse como parte del plan de mantenimiento, limpieza y lubricación de los equipos de barnizado e impresión. Luego de ello, se debe observar y analizar las actividades para conocer los modos de fallos que pueden ocasionarse

como consecuencia de la mala ejecución, poco entendimiento o no ejecución de los mismos. Por último, se debe dar a conocer los efectos ocasionados por los fallos. Para poder determinar los modos de fallos y los efectos, se ha recaudado información por parte del Equipo que ha llevado a cabo el proyecto TPM-Autónomo, conformado por el supervisor de la línea de producción de etiquetas, el supervisor de mantenimiento y operarios expertos principalmente. En la tabla 66, se muestran las actividades, modos de fallos y efectos.

Tabla 66: Actividades, modos de fallos y efectos ocasionados en las operaciones de impresión y barnizado producto de implementación del TPM-Autónomo

Actividad	Modo de fallo	Efecto
Limpieza de máquina	Incumplimiento de los pasos de limpieza de máquina HP	Acumulación de desperdicios que pueden ocasionar producciones fallidas
	Incumplimiento de los pasos de limpieza de máquina barnizadora	Acumulación de desperdicios que pueden ocasionar producciones fallidas
Inspección de máquina	Inspección inadecuada de sistema de entintado negro	Producciones no conformes por la presencia de manchas
	Inspección inadecuada de sistema de entintado a colores	Producciones no conformes por la presencia de manchas
	Inspección inadecuada de estado de mantilla HP	Producciones no conformes por la escasa uniformidad en la impresión
	Inspección inadecuada de rodillos de barnizado	Producciones no conformes por barnizado inadecuado
	Inspección inadecuada de manga de goma de barnizado	Producciones no conformes por barnizado inadecuado
Calibración de máquina	Inspección inadecuada de rodillos de transporte	Producciones no conformes por barnizado inadecuado
	Inadecuada calibración de scalling de máquina de impresión	Producciones fallidas
Lubricación de máquina	Lubricación de manguera de drenaje de tinta mal ejecutada	Desgaste de sistema de impresión
	Lubricación de sistema de rodillos de impresión mal ejecutada	Desgaste de sistema de impresión
	Lubricación sistema de rodillos de barnizado(engranaje de transmisión) mal ejecutada	Desgaste de sistema de barnizado
Cambio de piezas	Cambio de mantilla HP	Daño ocasionado al sistema de impresión
	Cambio de manguera de drenaje	Daño ocasionado al sistema de impresión
	Cambio de Rodillos de impresión	Daño ocasionado al sistema de impresión
	Cambio de mangas de goma de barnizado	Daño ocasionado al sistema de barnizado
	Cambio de rodillos de barnizado	Daño ocasionado al sistema de barnizado
Registro de documentación de actividades de mantenimiento	Incumplimiento del registro de control de ejecución de actividades de mantenimiento de máquina de impresión HP	Ejecución de actividades en periodos inadecuados
	Incumplimiento del registro de control de ejecución de actividades de mantenimiento de máquina de barnizado	Ejecución de actividades en periodos inadecuados
	Registro inadecuado de mantenimiento de la máquina de impresión	Perdida de información
	Registro inadecuado de mantenimiento de la máquina de impresión	Perdida de información

4.7.2 Determinación del nivel de severidad de los modos de falla

Es necesario determinar el nivel de severidad de los modos de falla y para ello se ha realizado una tabla de valor. En la tabla 67, se muestra la tabla de valor de severidad con los criterios considerados por el equipo “Proyecto-TPM-Autónomo” conformado por el Supervisor de la línea de producción de etiquetas, el supervisor de mantenimiento y operarios expertos principalmente.

Tabla 67: Valores de severidad de los modos de falla

Gravedad	Criterio	Valor
Baja	Fallo de pequeña importancia , no es razonable que afecte la ejecución de una producción/Puede ocasionar falta de información	1 a 3
Mderada	Fallo de mediana importancia que puede generar la producción de etiquetas no conformes	4 a 6
Alta	Fallo de alta importancia que puede afectar al funcionamiento de la máquina de producción y genera producciones no conformes	7 a 8
Muy Alta	Fallo potencial crítico que afecta al funcionamiento del sistema de forma severa y daño de la máquina de producción	9 a 10

En el **Anexo 46**, se muestra la tabla AMEF con los niveles de severidad definidos para cada uno de los modos de fallos definidos

4.7.3 Determinación de las causas y calificación del nivel de ocurrencia.

Se debe determinar las causas que originan los modos de fallos, además de definir el nivel de ocurrencia del fallo debido a la causa presentada. Para ello se ha realizado una tabla de frecuencias de acuerdo a la naturaleza del fallo y lo determinado por el equipo "Proyecto-TPM-Autónomo".

Tabla 68: Tabla de valor de frecuencia de los modos de falla

Frecuencia	Criterio	Valor
Baja	Entre 1 a 3 fallas cada año	1 a 3
Mderada	Entre 1 a 3 fallas cada 6 meses	4 a 6
Alta	Entre 1 a 3 fallas cada mes	7 a 8
Muy Alta	Entre 1 a 3 fallas cada semana	9 a 10

A continuación, se muestra la tabla AMEF con las causas determinadas y el nivel de ocurrencia de las mismas.

Tabla 69: Causas determinadas por la metodología AMEF y nivel de ocurrencia

Actividad	Modo de fallo	Causas potenciales de fallo	Ocurrencia
Limpieza de máquina	Incumplimiento de los pasos de limpieza de máquina HP	Inadecuada capacitación al personal	8
	Incumplimiento de los pasos de limpieza de máquina barnizadora	Inadecuada capacitación al personal	9
Inspección de máquina	Inspección inadecuada de sistema de entintado negro	Falta de seguimiento de las actividades	8
	Inspección inadecuada de sistema de entintado a colores	Falta de seguimiento de las actividades	6
	Inspección inadecuada de estado de mantilla HP	Falta de seguimiento de las actividades	6
	Inspección inadecuada de rodillos de barnizado	Falta de seguimiento de las actividades	7
	Inspección inadecuada de manga de goma de barnizado	Falta de seguimiento de las actividades	6
	Inspección inadecuada de rodillos de transporte	Falta de seguimiento de las actividades	7
Calibración de máquina	Inadecuada calibración de scalling de máquina de impresión	Inadecuada capacitación al personal	6
Lubricación de máquina	Lubricación de manguera de drenaje de tinta mal ejecutada	Inadecuada capacitación al personal	5
	Lubricación de sistema de rodillos de impresión mal ejecutada	Inadecuada capacitación al personal	5
	Lubricación sistema de rodillos de barnizado(engranaje de transmisión) mal ejecutada	Inadecuada capacitación al personal	5
Cambio de piezas	Cambio de mantilla HP	Falta de práctica en ejecución de cambio	5
	Cambio de manguera de drenaje	Falta de práctica en ejecución de cambio	5
	Cambio de Rodillos de impresión	Complejidad en la ejecución del cambio	4
	Cambio de mangas de goma de barnizado	Complejidad en la ejecución del cambio	2
	Cambio de rodillos de barnizado	Complejidad en la ejecución del cambio	2
Registro de documentación de actividades de mantenimiento	Incumplimiento del registro de control de ejecución de actividades de mantenimiento de máquina de impresión HP	Olvido por parte de personal/Falta de seguimiento por parte Equipo TPM	8
	Incumplimiento del registro de control de ejecución de actividades de mantenimiento de máquina de barnizado	Olvido por parte de personal/Falta de seguimiento por parte Equipo TPM	8
	Registro inadecuado de mantenimiento de la máquina de impresión	Falta de capacitación en el registro de formatos	9
	Registro inadecuado de mantenimiento de la máquina de impresión	Falta de capacitación en el registro de formatos	9

4.7.4 Calificación del grado de detección del control, cálculo de NPR y toma de acciones

Se debe determinar en qué grado los controles definidos pueden detectar la ocurrencia de las fallas. Luego de ello es necesario calcular el Número prioritario de riesgo (NPR) que va a permitir priorizar los modos de fallo. Por último, se va a definir las acciones correspondientes que permitan disminuir el nivel de ocurrencia y severidad de los modos de fallo. Para ello se ha realizado una tabla de grado de detección de control de los fallos determinada por el equipo “Proyecto-TPM-Autónomo” y que se muestra a continuación.

Tabla 70: Tabla de grado de control de los modos de falla

Frecuencia	Criterio	Valor
Muy alta	Es improbable que el defecto no sea detectado	1 a 3
Alta	El defecto es fácilmente detectable aunque podría escapar a un primer control	4 a 6
Mediana	El defecto resulta difícil de detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento	7 a 8
Improbable	El defecto no puede detectarse	9 a 10

A continuación, se muestra la tabla AMEF con los niveles de NPR de cada modo de fallo, así como las acciones determinadas por el equipo “Proyecto-TPM-Autónomo”, que permitirán disminuir el nivel de ocurrencia y severidad de los fallos y reforzarán la implementación del TPM en las operaciones de barnizado e impresión de etiquetas.

Tabla 71: Nivel de NPR de los modos de falla y acciones de control correspondientes

Modo de fallo	Severidad	Ocurrencia	Detección	NPR	Acciones
Incumplimiento de los pasos de limpieza de máquina barnizadora	4	9	8	288	Capacitación periódica al personal operativo
Incumplimiento de los pasos de limpieza de máquina HP	4	8	8	256	Capacitación periódica al personal operativo
Inspección inadecuada de sistema de entintado a colores	6	6	6	216	Auditorías de ejecución de actividades /Talleres prácticos de reforzamiento.
Inspección inadecuada de rodillos de transporte	5	7	6	210	Auditorías de ejecución de actividades /Talleres prácticos de reforzamiento.
Inadecuada calibración de scaling de máquina de impresión	5	6	7	210	Capacitación periódica al personal operativo
Cambio de manguera de drenaje	10	5	4	200	Talleres de reforzamiento de actividades de cambio de componentes
Inspección inadecuada de sistema de entintado negro	6	8	4	192	Auditorías de ejecución de actividades /Talleres prácticos de reforzamiento.
Lubricación de manguera de drenaje de tinta mal ejecutada	6	5	6	180	Capacitación periódica al personal operativo
Inspección inadecuada de rodillos de barnizado	5	7	5	175	Auditorías de ejecución de actividades /Talleres prácticos de reforzamiento.
Cambio de Rodillos de impresión	10	4	4	160	Talleres de reforzamiento de actividades de cambio de componentes
Inspección inadecuada de manga de goma de barnizado	5	6	5	150	Auditorías de ejecución de actividades /Talleres prácticos de reforzamiento.
Lubricación sistema de rodillos de barnizado(engranaje de transmisión) mal ejecutada	5	5	6	150	Capacitación periódica al personal operativo
Cambio de mantilla HP	9	5	3	135	Talleres de reforzamiento de actividades de cambio de componentes
Lubricación de sistema de rodillos de impresión mal ejecutada	6	5	4	120	Capacitación periódica al personal operativo
Cambio de rodillos de barnizado	10	2	6	120	Talleres de reforzamiento de actividades de cambio de componentes
Inspección inadecuada de estado de mantilla HP	6	6	3	108	Auditorías de ejecución de actividades /Talleres prácticos de reforzamiento.
Cambio de mangas de goma de barnizado	9	2	6	108	Talleres de reforzamiento de actividades de cambio de componentes
Registro inadecuado de mantenimiento de la máquina de impresión	2	9	3	54	Auditoría de ejecución de actividades
Registro inadecuado de mantenimiento de la máquina de impresión	2	9	3	54	Auditoría de ejecución de actividades
Incumplimiento del registro de control de ejecución de actividades de mantenimiento de máquina de impresión HP	3	8	2	48	Auditoría de ejecución de actividades
Incumplimiento del registro de control de ejecución de actividades de mantenimiento de máquina de barnizado	3	8	2	48	Auditoría de ejecución de actividades

Por tanto, se puede concluir que la aplicación de AMEF como herramienta de análisis de posibles fallas potenciales a cometerse en el periodo post-implementación del TPM-Autónomo en las operaciones de impresión y barnizado de etiquetas, permite establecer planes de acción que eviten la ocurrencia de las mismas, reforzar actividades que están presentando fallos en la ejecución y darles un seguimiento a las actividades a lo largo del tiempo con el fin de lograr una eficaz implementación.

Por último, se presenta la ilustración que permite visualizar la integración de las herramientas a implementar en la línea de producción de etiquetas de la organización. Se plantea que las herramientas SMED y *Poka-yoke* se ejecuten de forma paralela en las operaciones seleccionadas para luego dar paso a la implementación del TPM-Autónomo y finalmente aplicar la herramienta de prevención AMEF.

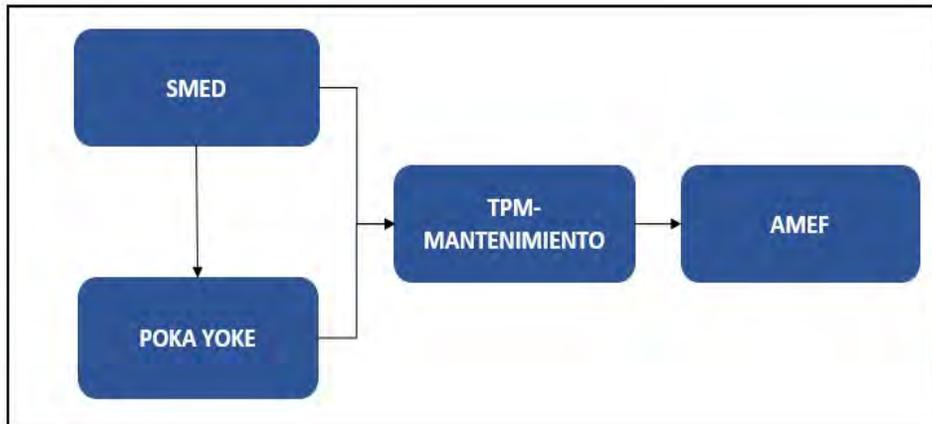


Figura 40: Integración de las herramientas de la propuesta de mejora



CAPITULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PROPUESTA DE MEJORA

5.1 Gastos de implementación de las propuestas de mejora

A continuación, se detallarán los gastos asociados a la implementación de las propuestas de mejora

5.1.1 Gastos por la implementación SMED

Para llevar a cabo de forma satisfactoria la implementación de la metodología SMED, es necesario contar con capacitaciones que permitan instruir y concientizar al personal operativo del área de etiquetas. Por ello se realizará la contratación de un consultor externo especializado en la herramienta SMED. Por otro lado, se incurrirá en gastos de implementación y adecuación de las propuestas expuestas en el capítulo 4 con el fin de lograr la estandarización y reducción de tiempos de configuración de las máquinas troqueladora y barnizadora.

A continuación, en la tabla 72, se encuentra el detalle de los costos incurridos en la compra de equipos, estantes, implementos y adecuaciones necesarias

Tabla 72: Costo de equipos y adecuaciones para la implementación del SMED

Operación	Concepto	Número de	Costo total
Troquelado	Adecuación coche porta troquel	1	S/ 120.00
	Adquisición de estante de producto en proceso a troquelar	1	S/ 200.00
	Adquisición de estante de material de prueba para troquelado	1	S/ 200.00
	Adquisición de chaleco porta herramientas	1	S/ 152.90
Barnizado	Adquisición de chaleco porta herramientas	1	S/ 152.90
	Adquisición de coche porta herramientas	1	S/ 790.00
	Adecuación de coche porta herramientas	1	S/ 120.00
	Adquisición de estante de producto en proceso a barnizar	1	S/ 200.00
	Adecuación de linea guia de fuente de barniz	1	S/ 70.00
Costo de implementación			S/ 2,005.80

También, en la tabla 73, se presenta el costo de asesoramiento por parte del consultor externo especializado en SMED para ambas operaciones.

Tabla 73: Costo de asesoramiento para la implementación del SMED

Operación	Concepto	Costo
Troquelado-Barnizado	Consultor externo y equipo	S/ 5,000.00
Troquelado	Estudios y propuesta de set-up de troqueladora	S/ 2,000.00
Barnizado	Estudios y propuesta de set-up de barnizadora	S/ 2,000.00
Costo de asesoramiento		S/ 9,000.00

Además, se debe considerar el costo ocasionado por las horas extras, debido a que los operarios tendrán que asistir a las capacitaciones dadas por el equipo consultor por un periodo de 2 semanas, realizándose 2 sesiones por semana y con una duración de 2 horas por sesión. Para ello se realizarán las coordinaciones necesarias entre el consultor y el jefe del área. En la tabla 74, se muestra el detalle de los costos por horas extras. En el **Anexo 47**, se encuentra el detalle de los costos por hora del personal de la empresa en estudio.

Tabla 74: Costo de horas extras por capacitación para la implementación del SMED

Personal operativo	Número de personas	Costo H-H(Extra)	Número de horas de capacitación	Costo total
Coordinador de turno de etiquetas	2	S/ 9.11	8	S/ 145.83
Supervisor de área de etiqueas	1	S/ 11.72	8	S/ 93.75
Operador de máquina troqueladora	3	S/ 7.16	8	S/ 171.88
Operador de máquina barnizadora	2	S/ 7.16	8	S/ 114.58
Costo				S/ 526.04

En la tabla 75, se muestra el resumen de todos los costos ocasionados en la implementación de la herramienta SMED a las operaciones de troquelado y barnizado.

Tabla 75: Resumen de costos totales incurridos para la implementación del SMED

Motivo	Costo total
Costo por consultoría de SMED	S/ 9,000.00
Costo de implementación	S/ 2,005.80
Costo de horas extras por capacitación	S/ 526.04
	S/ 11,531.84

5.1.2 Gastos por la implementación de TPM-Autónomo

Para la implementación del mantenimiento autónomo se van a llevar a cabo las capacitaciones sobre la metodología explicadas en el capítulo 4. Las cuáles serán encabezadas por un especialista externo que junto al grupo denominado “Proyecto-TPM-Autónomo” llevarán a cabo todas las actividades concernientes a la aplicación de la herramienta. Es necesario mencionar que el TPM-Autónomo abarcará las operaciones de impresión y barnizado en su conjunto.

A continuación, en la tabla 76, se encuentra el detalle de los costos incurridos en la compra de dispositivos móviles de registro, impresión de manuales, instructivos y fichas de capacitación necesarias y la creación del sistema de información para el registro y almacenamiento de datos. Por último, se presenta el costo de asesoramiento por parte del consultor externo especializado en mantenimiento autónomo.

Tabla 76: Costo de equipos, instructivos, manuales para la implementación del TPM-Autónomo

Motivo	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Dispositivos tablets para el registro de información	6	S/ 300.00	S/ 1,800.00
Sistema de información para manejo y almacenamiento de registro de datos	1	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00
Impresión de manuales de limpieza de barnizadora	2	S/ 0.50	S/ 1.00
Impresión de manuales de limpieza de impresora	2	S/ 0.50	S/ 1.00
Formato de control de asistencia a capacitaciones	18	S/ 0.10	S/ 1.80
Manual de elementos y accesorios requeridos para la limpieza de máquina HP	4	S/ 2.50	S/ 10.00
Manual de elementos y accesorios requeridos para la limpieza de máquina barnizadora	4	S/ 2.50	S/ 10.00
Manual de componentes de máquina para mantenimiento de máquina de impresión	4	S/ 2.50	S/ 10.00
Manual de componentes de máquina para mantenimiento de máquina de barnizado	4	S/ 2.50	S/ 10.00
Instructivos de limpieza, lubricación, inspección, cambio de componentes y mantenimiento de equipos	20	S/ 5.00	S/ 100.00
Costo			S/ 4,443.80

También, en la tabla 77, se presenta el costo de asesoramiento por parte del consultor externo especializado en TPM-Autónomo.

Tabla 77: Costo de asesoramiento para la implementación del TPM-Autónomo

Motivo	Costo
Consultor externo, estudios y propuesta de TPM-Autónomo	S/ 9,000.00
Costo	S/ 9,000.00

Además, otro costo considerado que será importante es el ocasionado por las horas extras, debido a que los operarios y los integrantes que formarán parte del proyecto TPM-autónomo tendrán que asistir a las capacitaciones dadas por el equipo consultor por un periodo de 4

semanas de acuerdo a lo explicado en el capítulo 4. En el **Anexo 48**, se encuentra el detalle del costo total por hora de acuerdo al tema de capacitación dictado, ya que en algunos casos asistirá cierto tipo de personal de acuerdo al tema. En la tabla 78, se muestra el detalle de los costos por horas extras para capacitación.

Tabla 78: Costo de horas extras por capacitación para la implementación del TPM-Autónomo

Capacitación	Hora totales de capacitación	Costo total/HH (Extra)	Costo total
Introducción al TPM	0.50	S/ 106.90	S/ 53.45
Introducción al Mantenimiento autónomo	0.50	S/ 106.90	S/ 53.45
Etapas del mantenimiento autónomo	0.50	S/ 106.90	S/ 53.45
Beneficios del mantenimiento autónomo	0.50	S/ 106.90	S/ 53.45
Componentes de máquina de impresión	2.00	S/ 76.17	S/ 152.34
Componentes de máquina de barnizado	2.00	S/ 69.01	S/ 138.02
Técnica de lubricación, limpieza e inspección de impresora	4.00	S/ 76.17	S/ 304.69
Técnica de lubricación, limpieza e inspección de barnizadora	4.00	S/ 69.01	S/ 276.04
Estandarización y documentación de actividades	2.00	S/ 106.90	S/ 213.80
Costo			S/ 1,298.70

En la tabla 79, se muestra el resumen de todos los costos ocasionados en la implementación del TPM-Autónomo a las operaciones de impresión y barnizado.

Tabla 79: Resumen de costos totales incurridos para la implementación del TPM-Autónomo

Motivo	Costo total
Costo de implementación	S/ 4,443.80
Costo por consultoría de TPM	S/ 9,000.00
Costo de horas extras por capacitación	S/ 1,298.70
	S/ 14,742.50

Por otro lado, se detallan los costos que se incurrirán posterior a la implementación del TPM-Autónomo, es decir los costos de ejecución de las actividades del mantenimiento autónomo que implican la compra de insumos necesarios para la limpieza y lubricación de equipos, así como la compra de componentes para llevar a cabo el cambio de ellos. En la tabla 80, se muestra el resumen de los costos incurridos en la ejecución de las actividades de mantenimiento del TPM-Autónomo.

Tabla 80: Resumen de costos totales incurridos para la ejecución de actividades de limpieza, inspección, lubricación y cambio de componentes pertenecientes al TPM-Autónomo

Insumos para actividades de mantenimiento de máquina HP						
Nombre	Frecuencia de uso	Costo	Cantidad	Costo Mensual	Costo Semestral	Costo Anual
Paños sin pelusa	2 días	S/ 8.00	4	S/ 32.00	S/ 192.00	S/ 384.00
alcohol isopropilico	2 días	S/ 11.50	2	S/ 23.00	S/ 138.00	S/ 276.00
Químico primario	2 días	S/ 45.00	2	S/ 45.00	S/ 270.00	S/ 540.00
Químico DP680	2 días	S/ 50.00	2	S/ 50.00	S/ 300.00	S/ 600.00
Agua desionizada	2 días	S/ 17.00	2	S/ 34.00	S/ 204.00	S/ 408.00
Lubricante	2 días	S/ 25.00	1	S/ 25.00	S/ 150.00	S/ 300.00
Accesorios para actividades de mantenimiento de máquina HP						
Nombre	Frecuencia de cambio	Costo	Cantidad	Costo Mensual	Costo Semestral	Costo Anual
Manguera de drenaje(6)	15 días	S/ 25.00	6	S/ 150.00	S/ 900.00	S/ 1,800.00
Manguera de bomba de cebado	30 días	S/ 60.00	1	S/ 60.00	S/ 360.00	S/ 720.00
tanque de cebado	15 días	S/ 75.00	1	S/ 75.00	S/ 450.00	S/ 900.00
tanque de impresión	15 días	S/ 110.00	1	S/ 110.00	S/ 660.00	S/ 1,320.00
mantilla hp	15 días	S/ 55.00	2	S/ 110.00	S/ 660.00	S/ 1,320.00
Rodillo de impresión(6)	180 días	S/ 185.00	5		S/ 925.00	S/ 1,850.00
				S/ 714.00	S/ 5,209.00	S/ 10,418.00
Insumos para actividades de mantenimiento de máquina barnizadora						
Nombre	Frecuencia de uso	Costo	Cantidad	Costo Mensual	Costo Semestral	Costo Anual
Paños sin pelusa	2 días	S/ 8.00	4	S/ 32.00	S/ 192.00	S/ 384.00
alcohol isopropilico	2 días	S/ 11.50	2	S/ 23.00	S/ 138.00	S/ 276.00
Lubricante	2 días	S/ 25.00	1	S/ 25.00	S/ 150.00	S/ 300.00
Accesorios para actividades de mantenimiento de máquina barnizadora						
Nombre	Frecuencia de cambio	Costo	Cantidad	Costo Mensual	Costo Semestral	Costo Anual
Fuente de barniz	30 días	S/ 90.00	1	S/ 90.00	S/ 540.00	S/ 1,080.00
Mangas de barnizado(4)	30 días	S/ 65.00	4	S/ 260.00	S/ 1,560.00	S/ 3,120.00
Rodillo de barnizado(4)	180 días	S/ 150.00	4		S/ 600.00	S/ 1,200.00
				S/ 430.00	S/ 3,180.00	S/ 6,360.00

5.1.3 Gastos por la implementación del Poka-Yoke

Para la implementación de los sistemas *Poka-Yoke* en las operaciones de troquelado e impresión de etiquetas de forma independiente se deben incurrir en los siguientes gastos de adecuación, asesoramiento y capacitación.

Por un lado, se considera el costo de compra e instalación del sistema sensor -alarma de corrida de tiraje para la operación de troquelado. Y, por otro lado, del sistema contador-alarma para ejecución de control de producción para la operación de impresión de etiquetas. Además, se incluyen los gastos incurridos en los instructivos de funcionamiento que serán colocados en los alrededores de las máquinas y fichas de capacitación necesarias de forma independiente para cada operación. A continuación, en la tabla 81, se muestra el detalle.

Tabla 81: Costo sistemas de control e instructivos para la implementación del Poka-Yoke

Operación	Descripción	Cantidad	Costos	Total
Troquelado	Sistema Poka-yoke sensor -alarma de corrida de tiraje	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
	Impresión de instructivo de control de proceso de troquelado	3	S/ 2.00	S/ 6.00
	ficha de control de asistencia a capacitaciones	10	S/ 0.10	S/ 1.00
Impresión	Sistema Poka-yoke contador -alarma	1	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
	Impresión de instructivo de control de proceso de impresión	2	S/ 2.00	S/ 4.00
	ficha de control de asistencia a capacitaciones	10	S/ 0.10	S/ 1.00
Costo total				S/ 2,512.00

Se contratará, además, a un especialista en implementación de *Poka-Yoke* que esté encargado de analizar el sistema de control de producción actual de ambas operaciones de forma independiente y proponga sistemas eficientes que puedan mejorar el control de la producción. El especialista estará encargado de capacitar al personal operativo de las operaciones involucradas, así como a los coordinadores y supervisor de la línea de producción. Las capacitaciones serán llevadas a cabo en un total de 9 horas en las que se explicará los funcionamientos del sistema Poka-yoke aplicados, el método de uso *check-list* de control de producción y concientización e impacto de la aplicación del *Poka-Yoke*.

En la Tabla 82, se presenta el costo de asesoramiento por parte del consultor externo especializado en Poka-Yoke para ambas operaciones.

Tabla 82: Costo de asesoramiento para la implementación de Poka-Yoke

Operación	Concepto	Costo
Troquelado-Impresión	Especialista en sistema poka-yoke	S/ 4,000.00
Impresión	Estudios ,pruebas y propuesta de poka-yoke de impresión	S/ 1,600.00
Troquelado	Estudios,pruebas y propuesta de set-up de troqueladora	S/ 1,200.00
Costo		S/ 6,800.00

Por último, se va a considerar el costo por horas extras, debido a que los operarios tendrán que asistir a las capacitaciones dadas por el especialista por un periodo de 2 semanas y con una duración total de 9 horas. En el **Anexo 49** se encuentra el detalle del costo total por hora de acuerdo al tema de capacitación dictado, ya que en algunos casos asistirá cierto tipo de personal de acuerdo al tema. En la tabla 83, se muestra el detalle de los costos por horas extras por capacitación.

Tabla 83: Costo de horas extras por capacitación para la implementación del Poka-Yoke

Capacitación	Hora totales de capacitación	Costo total/HH (Extra)	Costo total
Concientización e impacto de Poka-Yoke	1.00	S/ 65.76	S/ 65.76
Sistema de funcionamiento de sistemas pokayokes-teórico(impresión)	2.00	S/ 51.43	S/ 102.86
Sistema de funcionamiento de sistemas pokayokes-práctico(impresión)	2.00	S/ 51.43	S/ 102.86
Sistema de funcionamiento de sistemas pokayokes-teórico(troquelado)	2.00	S/ 44.27	S/ 88.54
Sistema de funcionamiento de sistemas pokayokes-práctico(troquelado)	2.00	S/ 44.27	S/ 88.54
Total			S/ 448.57

En la tabla 84, se muestra el resumen de todos los costos ocasionados en la implementación del *Poka-Yoke* a las operaciones de impresión y troquelado.

Tabla 84: Resumen de costos totales incurridos para la implementación de *Poka-Yoke*

Motivo	Costo total
Costo de implementación	S/ 2,512.00
Costo por asesoría	S/ 6,800.00
Costo de horas extras por capacitación	S/ 448.57
	S/ 9,760.57

Por otro lado, se detallan los costos que se incurrirán posterior a la implementación del *Poka-Yoke*, es decir los costos de ejecución de las actividades de mantenimiento de los sistemas de control implementados. En la tabla 85, se muestra el resumen de los costos.

Tabla 85: Resumen de costos totales incurridos para la ejecución de actividades de mantenimiento de sistemas de control *Poka-Yoke*

Actividad	Frecuencia de mantenimiento	Costo de mantenimiento	Costo de mantenimiento Anual	Costo de mantenimiento anual Total
Mantenimiento de Sistema Poka-yoke sensor -alarma de corrida de tiraje	4 veces al año	S/ 300.00	S/ 1,200.00	S/ 2,040.00
Mantenimiento de Sistema Poka-yoke contador -alarma	4 veces al año	S/ 210.00	S/ 840.00	

5.2 Ahorro generado por la implementación de las propuestas de mejora

A continuación, se detallarán los ahorros generados como consecuencia de la implementación de las propuestas de mejora.

5.2.1 Ahorro por la implementación SMED

Para el cálculo de los ahorros y/o ingresos generados por la implementación del SMED en las operaciones de troquelado y barnizado se tomará en cuenta la reducción de producciones fallidas las cuales se reflejan en menores costos generados, producto de la falta de estandarización del proceso de configuración. Estos costos se encuentran registrados en el indicador de producción (MDI's) de la empresa. En las tablas 86 y 87 se presentan los ahorros generados por la disminución de *set ups* inadecuados en las operaciones de troquelado y barnizado, considerando que los costos unitarios por fallas son de S/.64.56 y S/.73.83 respectivamente.

Tabla 86: Cantidad y costo de producciones propuestas no conformes producto de la implementación del SMED

	Cantidad actual de producciones no conformes anuales generadas	Costo total anual generado	Cantidad propuesta de producciones no conformes anuales generadas	Costo total anual generado propuesto
Costo total asociado a la fallas ocasionada por el inadecuado <i>set-up</i> de la máquina de troquelado	18	S/ 1,162.22	4	S/ 258.27
Costo total asociado a la fallas ocasionada por el inadecuado <i>set-up</i> de la máquina de barnizado	18	S/ 1,329.59	4	S/ 295.46

Tabla 87: Ahorros generados por la disminución de producciones no conformes producto de la implementación del SMED

	Ahorro propuesto anual	Ahorro propuesto total anual
Ahorro total generado por la disminución de producciones no conformes en la operación de troquelado	S/ 903.95	S/ 1,938.07
Ahorro total generado por la disminución de producciones no conformes en la operación de barnizado	S/ 1,034.12	

Por otro lado, también se consideran los costos ahorrados por la disminución de frecuencia de cambio de piezas y consumibles en la troqueladora, ya que al haber menos producciones no conformes y un proceso estandarizado de *set-up* conlleva a que el tiempo de vida de las piezas sea mayor. En la tabla 88, se muestra el resumen los ahorros generados por este beneficio.

Tabla 88: Resumen de ahorros generados disminución de frecuencia de cambio de piezas en troqueladora

	Costo anual de cambio	Costo anual de propuesto	Ahorro propuesto anual	Ahorro propuesto total anual
Costo de cambio de troqueles	S/ 1,920.00	S/ 640.00	S/ 1,280.00	S/ 2,440.00
Costo de cambio de rodillos Nips	S/ 1,200.00	S/ 400.00	S/ 800.00	
Costo de cambio de cuchillas de corte(slitter)	S/ 540.00	S/ 180.00	S/ 360.00	

En la tabla 89 se muestra el resumen los ahorros generados por la implementación del SMED en las operaciones de troquelado y barnizado.

Tabla 89: Resumen de ahorros generados por la implementación del SMED

Motivo	Ahorro total Anual
Ahorro generado por disminución de producciones fallidas	S/ 1,938.07
Ahorro generado por disminución de frecuencia de cambio de piezas	S/ 2,440.00
	S/ 4,378.07

5.2.2 Ahorro por la implementación TPM

Los ahorros generados por la implementación del TPM-Autónomo a las operaciones de impresión y barnizado se dividen en 2 tipos de ahorros. Por un lado, el ahorro en costos por disminución de fabricación de producciones fallidas. Estos se encuentran registrados en el indicador de producción (MDI's) de la empresa. En la tabla 90, se muestra el detalle de los ahorros generados por la disminución de nivel de producciones fallidas.

Tabla 90 :Ahorros generados por la disminución de producciones no conformes producto por la implementación del TPM-Autónomo

	Costo total anual generado	Costo total anual generado propuesto	Ahorro propuesto anual	Ahorro propuesto total anual
Costo total asociado a las producciones no conformes en la operación de impresión	S/ 4,263.10	S/ 639.47	S/ 3,623.64	S/ 5,545.72
Costo total asociado a las producciones no conformes en la operación de barnizado	S/ 2,261.27	S/ 339.19	S/ 1,922.08	

Por otro lado, como se muestra en la tabla 91, se van a generar ahorros por reducción de costos en mantenimiento, (correctivos) de las máquinas de impresión y barnizado, los cuales van a ser reducidos en un 50% de acuerdo a lo estimado por el equipo que ha llevado a cabo el proyecto TPM-Autónomo.

Tabla 91: Ahorros generados por la disminución de costos de mantenimiento por la implementación del TPM-Autónomo

			Actual	Propuesto	Ahorro
Nombre de máquina	Cantidad de máquinas	Numero de reparaciones anuales	Costo anual de reparación	Costo anual de reparación	Ahorro total Anual
Máquina de impresión HP	1	13	S/ 30,000.00	S/ 15,000.00	S/ 27,000.00
Máquina barnizadora VF350	1	10	S/ 24,000.00	S/ 12,000.00	

Es necesario mencionar que existen también ahorros por reducción de paradas de fallas mecánicas los cuales son representados por el ahorro de tiempo generado por la disminución de paradas de producción en las operaciones de impresión y barnizado. Este ahorro de tiempo será aprovechado para la ejecución de las actividades de limpieza, calibración, cambio de componentes y lubricación que implica la implementación del TPM-Autónomo. El detalle del cálculo de tiempo de ejecución de actividades de mantenimiento autónomo, así como el ahorro de tiempos por disminución de paradas de producción se encuentran detallados en los **Anexos 50 y 51** en los que se puede mostrar que el tiempo neto de ahorro no llega a ser significativo para ejecutar mayor actividad de producción de etiquetas.

En la tabla 92, se muestra el resumen de todos los ahorros generados por la implementación del TPM-Autónomo a las operaciones de impresión barnizado.

Tabla 92: Resumen de ahorros generados por la implementación del TPM-Autónomo

Motivo	Ahorro Anual
Ahorro generado por disminución de producciones fallidas	S/ 5,545.72
Ahorro generado por disminución de costos de mantenimiento	S/ 27,000.00
	S/ 32,545.72

5.2.3 Ahorro por la implementación Poka-Yoke

Los ahorros obtenidos por la implementación de los sistemas *Poka-Yoke* en las operaciones de troquelado e impresión están orientados a la reducción de costos incurridos en la producción de etiquetas no conformes causadas por un inadecuado control de la producción. Estos costos se encuentran registrados en el indicador de producción (MDI's) de la línea de producción de etiquetas. En las tablas 93 y 94 se muestra el detalle de los ahorros generados

por la disminución de nivel de producciones fallidas en las operaciones de impresión y troquelado, considerando que los costos unitarios por fallas son de S/.127.26 y S/.51.63 respectivamente.

Tabla 93: Cantidad y costo de producciones propuestas no conformes producto por la implementación del *Poka-Yoke*

	Cantidad actual de producciones no conformes anuales generadas	Costo total anual generado	Cantidad propuesta de producciones no conformes anuales generadas	Costo total anual generado propuesto
Costo total asociado a las producciones no conformes en la operación de impresión	20	S/ 2,545.37	4	S/ 486.36
Costo total asociado a las producciones no conformes en la operación de troquelado	70	S/ 3,614.52	14	S/ 380.48

Tabla 94: Ahorros generados por la disminución de producciones no conformes producto por la implementación del *Poka-Yoke*.

	Ahorro propuesto anual	Ahorro propuesto total anual
Ahorro total generado por la disminución de producciones no conformes en la operación de impresión	S/ 2,059.01	S/ 5,293.06
Ahorro total generado por la disminución de producciones no conformes en la operación de troquelado	S/ 3,234.04	

Finalmente, en la tabla 95, se muestra el resumen de los ahorros generados por la implementación del SMED a las operaciones de impresión y troquelado en conjunto.

Tabla 95: Resumen de ahorros generados por la implementación del *Poka-Yoke*

Motivo	Ahorro Anual
Ahorro generado por la disminución de producciones fallidas	S/ 5,293.06

Cabe mencionar que, no se han considerado dentro del beneficio al ahorro perteneciente a la disminución de producciones no conformes de las etiquetas de los otros tipos de familia, lo cual generaría una mayor rentabilidad de las propuestas.

A continuación, se muestra un resumen de los costos totales incurridos para la implementación de las herramientas SMED, *Poka-Yoke* y TPM-Autónomo en las operaciones seleccionadas de la línea de producción de etiquetas, así como de los beneficios proyectados.

Los costos asociados a la implementación de las herramientas están compuestos básicamente en costos de asesoramiento por un consultor externo, costos de adquisición (equipos, estantes, dispositivos, softwares, etc.) y costos de oportunidad por dejar de producir. El resumen muestra que la inversión de mayor magnitud monetaria es la incurrida por la implementación del TPM-Autónomo, cubriendo un 40.9% de la inversión total, seguida de la inversión por la herramienta SMED (32%) y por último la del *Poka-Yoke* (27.1 %). El resumen también muestra que, de las 3 herramientas a implementarse, el TPM-Autónomo y el *Poka-Yoke* son las herramientas en las que se incurrirá en gastos a partir de su adecuación, esto debido al mantenimiento de los sistemas implementados como en compra de insumos, herramientas y componentes necesarios para la realización de actividades de mantenimiento y limpieza. Por otro lado, los beneficios a percibirse están compuestos, en síntesis, de ahorros en costos de producciones no conformes, ahorro en costos de mantenimiento y beneficios por mayor volumen de venta. En la tabla 96 se muestra que la herramienta que mayores beneficios monetarios va a traer es la perteneciente a la implementación del TPM-Autónomo (obteniendo un 77.1% del beneficio total anual), seguida de la herramienta *Poka-Yoke* (12.5%) y por último la del SMED (10.4 %).

Tabla 96: Resumen de costos y beneficios producto de la implementación SMED, *Poka-Yoke* y TPM-Autónomo en las operaciones seleccionadas de la línea de producción de etiquetas

	AHORROS/INGRESOS		COSTOS			
	Ahorro anual proyectado		Costo de implementación		Costo anual de ejecución proyectado	
Implementación de SMED	S/	4,378.07	S/	11,531.84	S/	-
Implementación de TPM	S/	32,545.72	S/	14,742.50	S/	16,778.00
Implementación de POKA-YOKE	S/	5,293.06	S/	9,760.57	S/	2,040.00
Total	S/	42,216.85	S/	36,034.91	S/	18,818.00

5.3 Flujo de caja del proyecto

Luego de haber realizado el costeo de la inversión requerida para ejecutar las mejoras desarrolladas en el capítulo anterior, así como calcularlos ahorros generados por la implementación de las mismas, se procede a desarrollar el flujo de caja del proyecto para un tiempo de 4 años. En el cual se detallan los costos de inversión inicial, así como los costos de ejecución a lo largo de los meses y los ahorros generados por la implementación de las mejoras. Por otro lado, El cálculo de la TMAR se ha definido a partir de 2 valores los cuales son: La tasa de inflación cuyo registro es 6.43% y por otro lado la tasa de riesgo definida por el área de proyectos de la empresa en mención dada con un valor de 12.7%. Por lo cual usando la fórmula del TMAR detallada en el **Anexo 51** se obtiene un valor de 20.01%. En la tabla 97, se muestra el flujo de caja del proyecto

Tabla 97: Flujo de caja del proyecto

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
INGRESOS					
Ingreso generado por la implementación	S/ -	S/ 42,216.85	S/ 42,216.85	S/ 42,216.85	S/ 42,216.85
Total de ingresos	S/ -	S/ 42,216.85	S/ 42,216.85	S/ 42,216.85	S/ 42,216.85
EGRESOS					
Gastos de implementación	S/ 36,034.91	S/ -	S/ -	S/ -	S/ -
Gastos de ejecución	S/ -	S/ 18,818.00	S/ 18,818.00	S/ 18,818.00	S/ 18,818.00
Total de egresos	S/ 36,034.91	S/ 18,818.00	S/ 18,818.00	S/ 18,818.00	S/ 18,818.00
FLUJO DE EFECTIVO					
FLUJO	-S/ 36,034.91	S/ 23,398.85	S/ 23,398.85	S/ 23,398.85	S/ 23,398.85
TIR ECONÓMICO	53%				
VAN ECONÓMICO	S/ 24,538.49				
COK	20%				

A partir de la tabla anterior, se realiza el análisis de rentabilidad para la ejecución de las propuestas. El resultado arroja un valor de TIR (Tasa de interés de retorno) del 53% y un valor del VAN (Valor actual neto) de S/. 24538.49. Los cuales al obtener por un lado un valor del VAN >0 y, por otro lado, un valor de TIR >TMAR, indican que la ejecución del proyecto es viable y rentable en términos financieros.

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

A partir del análisis económico realizado y la evaluación de los beneficios generados por el proyecto de implementación de técnicas *SMED*, *Poka-Yoke* y TPM-Autónomo en las operaciones de troquelado, barnizado e impresión de la línea de producción de etiquetas se concluye que la ejecución del proyecto es viable ya que se obtienen como resultados un VAN de S/. 24538.49 > 0 y un TIR económico de 53% mayor a la rentabilidad mínima aceptable exigido por la empresa (20%).

Por otro lado, se afirma que la aplicación de la técnica *SMED* en las operaciones de troquelado y barnizado contribuyen a la reducción de tiempos de ejecución de las configuraciones de las máquinas en un 31.24% y 30.57% respectivamente, lo cual permite la ejecución de una mayor cantidad de órdenes de trabajo en el área y el aprovechamiento de la capacidad de producción de las máquinas.

La implementación conjunta del mantenimiento autónomo y la metodología *AMEF* a las operaciones de impresión y barnizado permiten la obtención de una serie de beneficios. Por un lado, el mantenimiento autónomo no solo permite mantener las máquinas en óptimas condiciones de funcionamiento y reducir tiempos por paradas de producción, sino que involucra y capacita al personal operativo sobre actividades menores de mantenimiento y limpieza de equipos. Por otro lado, el *AMEF* permite dar un seguimiento de la ejecución de actividades del TPM-Autónomo a lo largo del tiempo, administrando los posibles fallos a manifestarse y planteando acciones de mejora.

La instalación de los sistemas *Poka-Yoke* en la línea de producción de etiquetas permitirán mejorar el sistema de control de la producción de etiquetas en las operaciones de impresión y troquelado, y a su vez, disminuirán los costos por producciones de conformes causados por el inadecuado control. La herramienta también permitirá realizar un mayor seguimiento a los coordinadores y supervisores de la ejecución de las actividades de control a través de los *check-list* de verificación y alarmas visuales.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda que la ejecución de las actividades de capacitación, al personal operativo de la línea de producción de etiquetas, se realice en el periodo del año que tenga menos demanda con el fin de mitigar los costos de oportunidad por dejar de producir.

Se sugiere el involucramiento y alta participación por parte de la gerencia encargada de la línea de producción de etiquetas para la implementación de las herramientas *SMED*, *TPM-Autónomo* y *Poka-Yoke*, debido a que ellos, son los principales agentes influenciadores de los niveles productivos de la organización, lo que permitirá generar mayor motivación y compromiso en el personal involucrado en el proyecto Lean.

Se aconseja realizar reuniones y auditorías de control de las actividades concernientes al proyecto Lean con el fin de evaluar la evolución y adecuación de las propuestas a lo largo del tiempo. Para ello se aconseja involucrar al área de mejora continua que es la encargada de llevar a cabo y dar seguimiento a los proyectos realizados en la empresa. Pues se requiere que las propuestas se sostengan a lo largo del tiempo para obtener los beneficios proyectados.

Se recomienda que los operarios (que debido a su expertis en el manejo de las máquinas) formarán parte del equipo de implementación del Proyecto TPM-Autónomo, cuenten también con dominio de habilidades blandas y capacidad de liderazgo para que puedan transmitir de forma eficientes sus opiniones o aportes para la realización del TPM-Autónomo y puedan también influenciar de forma positiva a los demás trabajadores del área.

En lo posible, se debería replicar la implementación de las técnicas *Lean Manufacturing* a las otras áreas de la empresa de modo que se puedan obtener los beneficios obtenidos en los capítulos anteriores y lograr que toda la organización se vea involucrada en una filosofía *Lean*.

BIBLIOGRAFÍA:

CARDONA, Jhon

2013 Modelo para la implementación de técnicas Lean Manufacturing en empresas editoriales. Tesis para obtener el grado de Maestría. Colombia.

ESPIN, Francisco

2013 Técnica SMED. Reducción del tiempo preparación. Alcoy: Área de Innovación y Desarrollo S.L.

FLORES, Willy

2017 Análisis y propuesta de mejora de procesos aplicando mejora continua, técnica SMED, y 5S, en una empresa de confecciones. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

FLORES, Carlos

2013 Optimización de procesos en la fabricación de termas eléctricas utilizando herramientas de lean manufacturing. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

GALGANO, Alberto

1995 Los siete instrumentos de la calidad total. Ediciones Diaz de Santos

GEHISY

2017 "Diagrama de Pareto". En aprendiendo calidad y *adr*. Consulta: 07 de octubre de 2020

<https://aprendiendocalidadyadr.com/diagrama-de-pareto/>

HERNÁNDEZ, Juan y VIZÁN, Antonio

2013 *Lean Manufacturing*: Conceptos, técnicas e implementación. Madrid.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMÁTICA

2010 Decreto legislativo N°.604. Clasificación Industrial Internacional Uniforme. Lima, enero. Consulta: 07 de octubre de 2020.

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib0883/Libro.pdf

IZCUE, Juan

2015 "Los Despachos y entregas - On time in Full". Portal Minero.Consulta:05 de Octubre de 2020.

<http://www.portalminero.com/pages/viewpage.action?pageld=96736750>

KRAJEWSKY, Lee

2008 Administración de operaciones. México. Prentice-Hall Hispanoamericana

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN

2015 ISO 9001 2015.Ginebra, 15 de setiembre. Consulta: 05 de Octubre de 2020

<http://www.parquemetroleon.com/assets/norma-iso-9001-2015.pdf>

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE NORMALIZACIÓN

2017 ISO 22301.s/l, 23 de julio. Consulta: 05 de octubre de 2020

<http://info.isotools.org/iso-22301-sistema-gestion-continuidad-negocio?hsCtaTracking=683f634c-96b5-4bf3-8b11-4d544f648be2%7C493d971c-896c-4f5a-9db9-d1b89658314f>

POCOREY, Fernando y Makoto CHOQUE.

2017 Sistema de Producción Toyota (TPS), eficiencia en la producción a través de la reducción de improductividad en todos sus niveles. Revistas Bolivianas. La Paz. Consulta: 10 de Octubre de 2020

http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-75322017000100009&lng=es&nrm=iso

SOCCONINI, Luis.

2008 Lean Manufacturing: paso a paso. México: Norma.

SASCO, Sharon

2019 Análisis y propuesta de mejora aplicando herramientas de lean manufacturing en la línea de acabados de la construcción en una empresa fabricante de productos plásticos. Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Vergara Gloria y Lopez, Alberto

2018 "Una Experiencia Real en el Mejoramiento Productivo de Procesos de la Industria Gráfica en Colombia" .Revista Economía y La Empresa.Cali.Consulta: 18 de octubre de 2020

<https://www.upo.es/revistas/index.php/RevMetCuant/article/view/3218/3562>

VIERIA, Dimitri

Diagrama Ishikawa: conoce qué es y cómo te ayudará a identificar y resolver problemas en tu negocio.Consulta:04 de octubre de 2020.

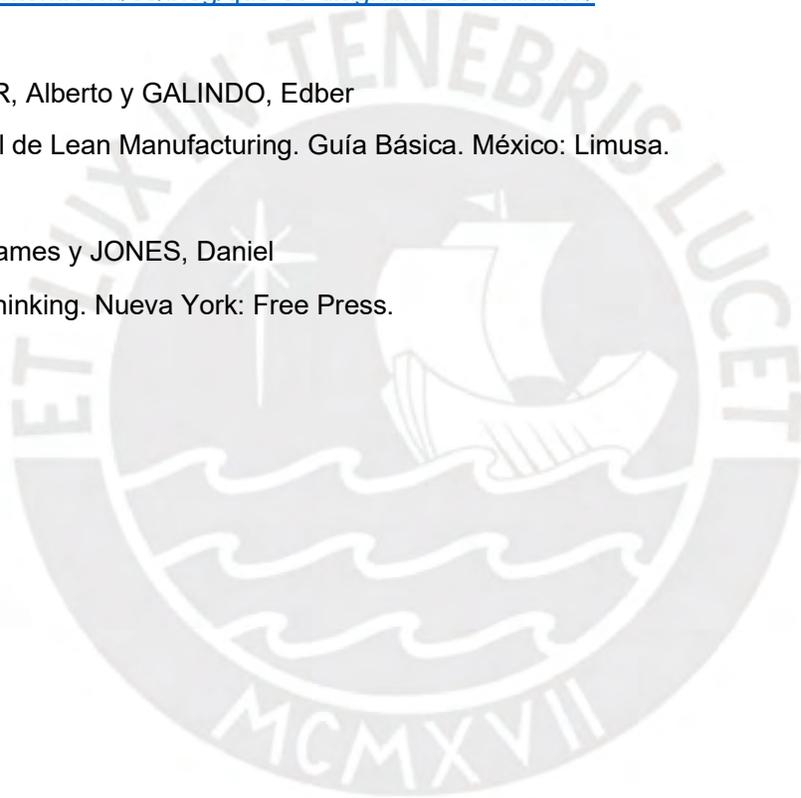
<https://rockcontent.com/es/blog/que-es-diagrama-de-ishikawa/>

VILLASEÑOR, Alberto y GALINDO, Edber

2007 Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica. México: Limusa.

WOMACK, James y JONES, Daniel

2005 Lean Thinking. Nueva York: Free Press.



Anexo 1: Diagrama de determinación de causas

Efecto	Causa
El libro queda con páginas incompletas	El asesor comercial se equivoca al ingresar los requerimientos del cliente
Aumenta el tiempo de espera del cliente	
El número de páginas es incorrecto	
El libro puede quedar con páginas incompletas	Los campos del formulario en el software cambian por numeración; El trabajador no tiene suficiente destreza con el teclado
El número de páginas o tipo de libro puede ser incorrecto	
Pérdida de tiempo mientras se retira el papel atascado	
Sobrecostos por papel desechado	La máquina no se encuentra aceiteada
Daño o pérdida de las extremidades	Descuido del trabajador; No uso de elementos de protección personal
Pérdida de tiempo mientras se retira el papel atascado	La máquina no se encuentra aceiteada
Sobrecostos por papel desechado	
Daño o pérdida de las extremidades	
Daño o pérdida de las extremidades	Descuido del trabajador; No uso de elementos de protección personal
El folleto queda con páginas incompletas	El asesor comercial se equivoca al ingresar los requerimientos del cliente
Aumenta el tiempo de espera del cliente	
El folleto puede quedar con páginas incompletas	
Pérdida de tiempo mientras se retira el folleto atascado	La máquina no se encuentra aceiteada
Sobrecostos por papel desechado	
Envío al cliente del material incompleto	
Envío al cliente del material incompleto	Descuido del trabajador
El material del CD grabado no pertenece al libro solicitado por el cliente	El asesor comercial se equivoca al ingresar los requerimientos del cliente
Envío al cliente del material incompleto	Descuido del trabajador

Fuente: Betancourt (2020)



Anexo 2: Diagrama de identificación de controles

Modos de fallo	Causa	Controles
La información que llega al trabajador es incorrecta	El asesor comercial se equivoca al ingresar los requerimientos del cliente	Confirmar los datos ingresados
Error en la digitación	Los campos del formulario en el software cambian por numeración; El trabajador no tiene suficiente destreza con el teclado	No existen
Atascamiento del papel	La máquina no se encuentra aceitada	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido
Atrapamiento de extremidades del trabajador	Descuido del trabajador; No uso de elementos de protección personal	Señalética de prevención en el área de trabajo; Control de ingreso con EPP al área de trabajo
Atascamiento del papel	La máquina no se encuentra aceitada	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido
Atrapamiento de extremidades del trabajador	Descuido del trabajador; No uso de elementos de protección personal	Señalética de prevención en el área de trabajo; Control de ingreso con EPP al área de trabajo
La información que llega al trabajador es incorrecta	El asesor comercial se equivoca al ingresar los requerimientos del cliente	Confirmar los datos ingresados
Error en la digitación	Los campos del formulario en el software cambian por numeración; El trabajador no tiene suficiente destreza con el teclado	No existen
Atascamiento del papel	La máquina no se encuentra aceitada	Realización de mantenimiento preventivo de acuerdo al programa de mantenimiento establecido
Olvidar la colocación de los folletos al interior del libro	Descuido del trabajador	Inspección visual por parte de empacador
La información que llega al trabajador es incorrecta	El asesor comercial se equivoca al ingresar los requerimientos del cliente	Confirmar los datos ingresados
Olvidar la colocación del CD al interior del libro	Descuido del trabajador	Inspección visual por parte de empacador

Fuente: Betancourt (2020)



Anexo 3: Toma de acciones

Modos de fallo	NPR	Acciones
La información que llega al trabajador es incorrecta	72	Enviar correo electrónico automático al cliente con su orden de pedido
Error en la digitación	150	Agregar reglas de validación al software
Atascamiento del papel	60	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento
Atrapamiento de extremidades del trabajador	20	Implementar ,mecanismo de parado automático
Atascamiento del papel	100	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento
Atrapamiento de extremidades del trabajador	20	Implementar ,mecanismo de parado automático
La información que llega al trabajador es incorrecta	72	Enviar correo electrónico automático al cliente con su orden de pedido
Error en la digitación	150	Agregar reglas de validación al software
Atascamiento del papel	45	Realizar auditorías al cumplimiento del programa de mantenimiento
Olvidar la colocación de los folletos al interior del libro	54	Implementar lista de comprobación antes de enviar a empaque
La información que llega al trabajador es incorrecta	45	Enviar correo electrónico automático al cliente con su orden de pedido
Olvidar la colocación del CD al interior del libro	54	Implementar lista de comprobación antes de enviar a empaque

Fuente: Betancourt (2020)

Anexo 4: Máquinas del proceso de Post-prensa

Nombre de la máquina	Marca	Velocidad de producción	Descripción
Cilíndrica N°1	Heidelberg	2069 pliegos/hora	Se utiliza para la realización del semitroquelado
Cilíndrica N°2	Heidelberg	2069 pliegos/hora	,troquelado y perforado de los pliegos a través de la presión realizado por un troquel
Stahl 1	Stahl FK-47	7947 pliegos/hora	Se utiliza para la realización del plegado y doblez de
Stahl 3	Stahl FK-50	10000 pliegos/hora	dípticos , trípticos y cuadrípticos de forma individual
Plastificadora manual	Plastimatic	200 pliegos/hora	Se utiliza para la realización del laminado con plástico <i>glue less</i> , mate y brillante .Esta máquina se alimenta de forma manual por fricción
Encoladora	Horizon BQ-270	250 libros /hora	Se utiliza para realizar el encolado de los libros con distinto grosor.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Máquinas del proceso de continuas largo tiraje

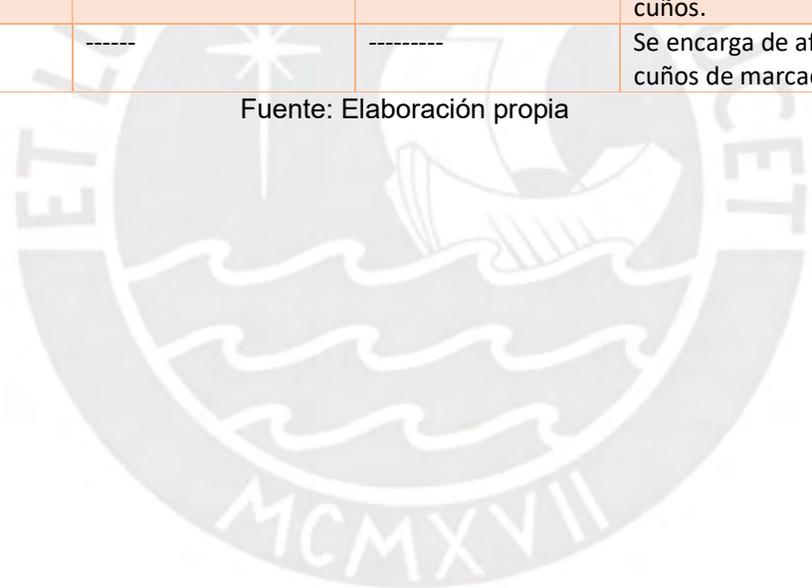
Nombre de la máquina	Marca	Velocidad de producción	Descripción
RK-PLUS	Rotatek RK-250	130 metros/minutos	Se utiliza para la impresión sobre la bobina de papel gracias a las torres de impresión a colores en las que se colocan las tintas y posteriormente las placas con el diseño definido. Esta máquina tiene la opción de salidas en paquete, hoja y bobina.
RK-200	Rotatek RK-200	140 metros/minutos	
RK-5	Rotatek RK-200	120 metros/minutos	
Muller Martini 5	Muller Martini Grapha Progress	150 metros/minutos	
Muller Martini 2	Muller Martini Grapha Progress	150 metros/minutos	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Máquinas del proceso de armado de sobres

Nombre de la máquina	Marca	Velocidad de producción	Descripción
Armadora de sobres	WINKLER & DUNNEBIER 227GS	8000 Pliegos/h	Se utiliza para la realización del troquel de la ventana, cerrar el sobre con adhesivo y colocar el poliestireno en la ventana.
Armadora de sobres	WINKLER & DUNNEBIER 327GS	9000 Pliegos/h	
Troqueladora de sobres	WINKLER & DUNNEBIER BT-40	13620 Pliegos/h	Se utiliza para la realización del corte del contorno de los sobres a través del desplazamiento vertical y horizontal de un tablero con cuchillas. Previamente se realiza la guía de los puntos a cortar a través de unos cuños.
Afiladora de cuños	-----	-----	Se encarga de afilar los cuños de marcación.

Fuente: Elaboración propia



Anexo 7: Máquinas del proceso de elaboración de formas planas

Nombre de la máquina	Marca	Velocidad de producción	Descripción
SM-74-5+L	Heidelberg Speed Master 74-5 +L	11940 pliegos/hora	Se utiliza para la impresión de las formas planas, cuenta con 5 torres de impresión a color, una torre de barnizado acrílico y un sistema de humectación.
SM-74-5	Heidelberg Speed Master 74-5	10500 pliegos/hora	
MO-E	Heidelberg	3000 pliegos/hora	Se utiliza para la impresión de formas planas , numeración , micro perforación y barnizados
Polar 092	Polar	10000 hojas/horas	Se utiliza para la realización de los cortes de papel a través de la guillotina con una capacidad máxima de 115 x 115 cm, usualmente se corta material para abastecer las máquina de impresión (74-5 – 74-5+L – MO-E)
Polar 115	Polar	10000 hojas/horas	
Wholenberg 115	Wholenberg	---	Se utiliza para la realización de los cortes de diferentes materiales como papel, placas y papel. Por esta máquina se procesan las mermas del proceso de planas para usarlas como papel de prueba.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8: Tabla de rendimiento de la línea de producción de productos valorados respecto al indicador OTIF del año 2020

MES	RESULTADO	OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
Enero	100.00%	96.00%	SI
Febrero	97.10%	96.00%	SI
Marzo	100.00%	96.00%	SI
Abril	100.00%	96.00%	SI
Mayo	94.30%	96.00%	NO
Junio	67.70%	96.00%	NO
Julio	82.00%	96.00%	NO
Agosto	100.00%	96.00%	SI
Septiembre	90.00%	96.00%	NO
Octubre	90.00%	96.00%	NO
Total de meses de cumplimiento			5
Total de meses de incumplimiento			5

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9: Tabla de rendimiento de la línea de producción de impresión Offset respecto al indicador OTIF del año 2020

MES	RESULTADO	OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
Enero	100.00%	90.00%	SI
Febrero	100.00%	90.00%	SI
Marzo	100.00%	90.00%	SI
Abril	100.00%	90.00%	SI
Mayo	100.00%	90.00%	SI
Junio	100.00%	90.00%	SI
Julio	100.00%	90.00%	SI
Agosto	100.00%	90.00%	SI
Septiembre	100.00%	90.00%	SI
Octubre	100.00%	90.00%	SI
Total de meses de cumplimiento			10
Total de meses de incumplimiento			0

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Tabla de rendimiento de la línea de producción de impresión variable respecto al indicador OTIF del año 2020

MES	RESULTADO	OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
Enero	95.56%	95.00%	SI
Febrero	96.23%	95.00%	SI
Marzo	53.00%	95.00%	NO
Abril	96.00%	95.00%	SI
Mayo	95.00%	95.00%	SI
Junio	96.00%	95.00%	SI
Julio	95.00%	95.00%	SI
Agosto	99.18%	95.00%	SI
Septiembre	98.64%	95.00%	SI
Octubre	98.42%	95.00%	SI
Total de meses de cumplimiento			9
Total de meses de incumplimiento			1

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: Tabla de rendimiento de la línea de producción de etiquetas respecto al indicador OTIF del año 2020

MES	RESULTADO	OBJETIVO	CUMPLIMIENTO
Enero	82%	75%	SI
Febrero	79%	75%	SI
Marzo	61%	75%	NO
Abril	52%	75%	NO
Mayo	53%	75%	NO
Junio	48%	75%	NO
Julio	76%	75%	SI
Agosto	63%	75%	NO
Septiembre	68%	75%	NO
Octubre	81%	75%	SI
Total de meses de cumplimiento			4
Total de meses de incumplimiento			6

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12: Tabla de costo de reclamos mensual de la línea de producción de productos valorados del año 2020

Mes	Costo de los reclamos de producción(US\$)	Objetivo permisible mensual (US\$)
Enero	\$ -	\$ 333.33
Febrero	\$ -	\$ 333.33
Marzo	\$ -	\$ 333.33
Abril	\$ -	\$ 333.33
Mayo	\$ 145.60	\$ 333.33
Junio	\$ -	\$ 333.33
Julio	\$ 131.70	\$ 333.33
Agosto	\$ 13.17	\$ 333.33
Septiembre	\$ -	\$ 333.33
Octubre	\$ 161.50	\$ 333.33
Noviembre		\$ 333.33
Diciembre		\$ 333.33

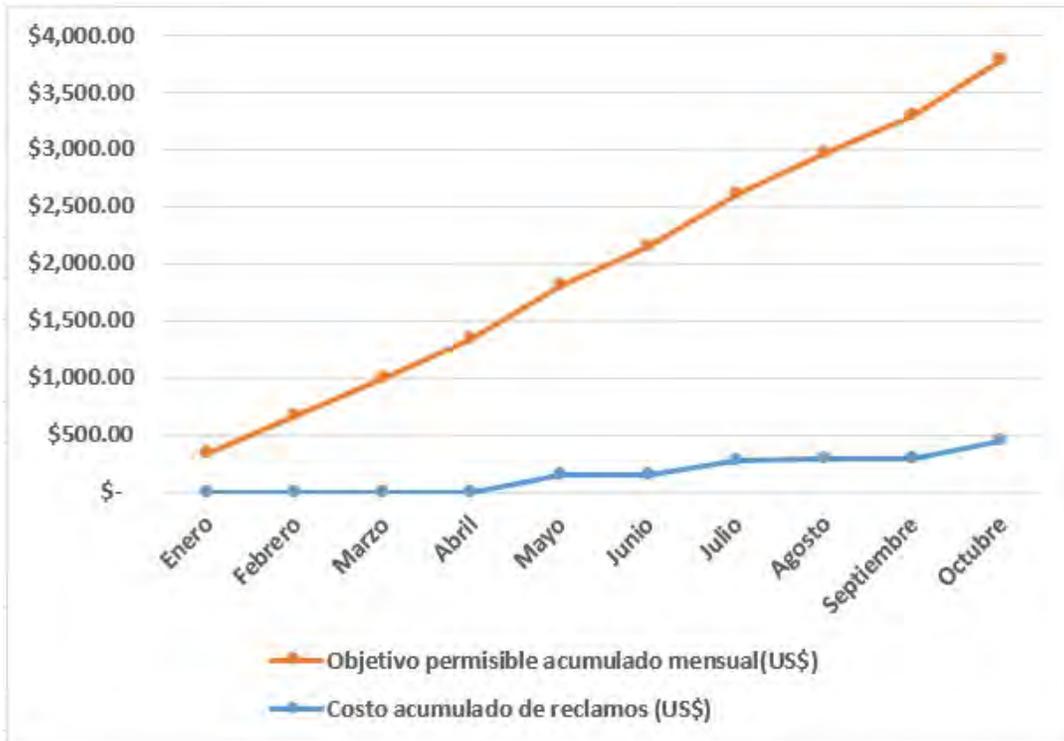
Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Tabla de acumulación de tasa de reclamos mensual respecto al objetivo mensual acumulado de la línea de producción de productos valorados 2020

Mes	Costo de los reclamos de producción (US\$)	Costo acumulado de reclamos (US\$)	Objetivo permisible acumulado mensual(US\$)
Enero	\$ -	\$ -	\$ 333.33
Febrero	\$ -	\$ -	\$ 666.67
Marzo	\$ -	\$ -	\$ 1,000.00
Abril	\$ -	\$ -	\$ 1,333.33
Mayo	\$ 145.60	\$ 145.60	\$ 1,666.67
Junio	\$ -	\$ 145.60	\$ 2,000.00
Julio	\$ 131.70	\$ 277.30	\$ 2,333.33
Agosto	\$ 13.17	\$ 290.47	\$ 2,666.67
Septiembre	\$ -	\$ 290.47	\$ 3,000.00
Octubre	\$ 161.50	\$ 451.97	\$ 3,333.33
Noviembre			\$ 3,666.67
Diciembre			\$ 4,000.00
Objetivo anual permisible de costo de reclamos			\$ 4,000.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Gráfico de evolución de la tasa de reclamos de la línea de producción de productos valorados (2020)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Tabla de costo de reclamos mensual de la línea de producción de impresión offset del año 2020

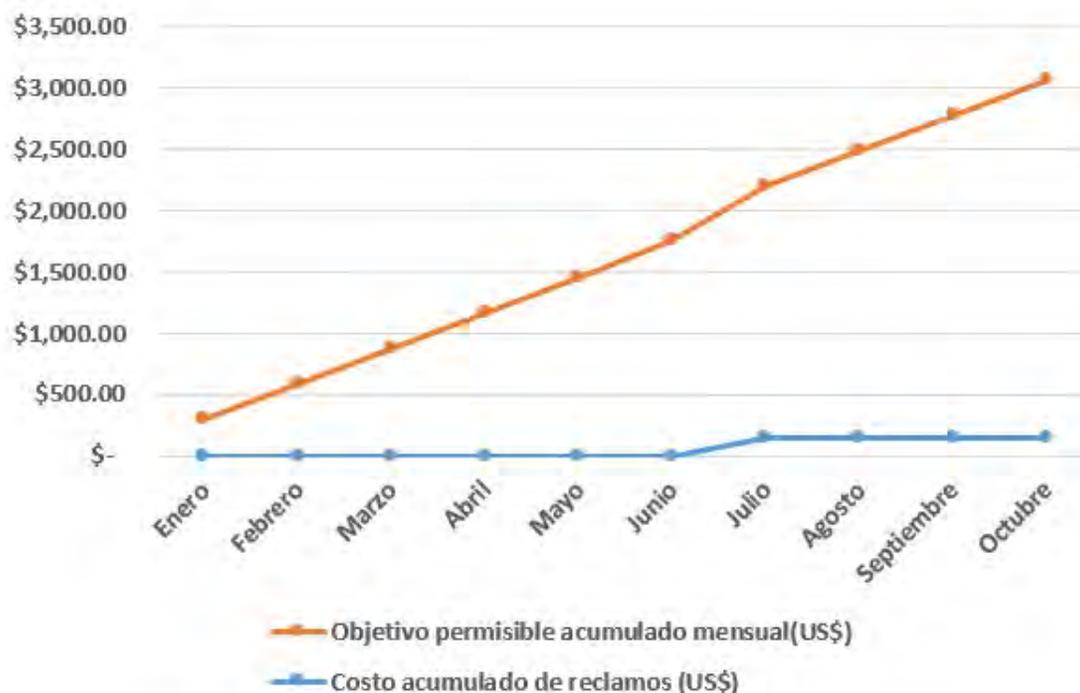
Mes	Costo de los reclamos de producción(US\$)	Objetivo permisible mensual (US\$)
Enero	\$ -	\$ 291.67
Febrero	\$ -	\$ 291.67
Marzo	\$ -	\$ 291.67
Abril	\$ -	\$ 291.67
Mayo	\$ -	\$ 291.67
Junio	\$ -	\$ 291.67
Julio	\$ 148.00	\$ 291.67
Agosto	\$ -	\$ 291.67
Septiembre	\$ -	\$ 291.67
Octubre	\$ -	\$ 291.67
Noviembre		\$ 291.67
Diciembre		\$ 291.67

Anexo 16: Tabla de acumulación de tasa de reclamos mensual respecto al objetivo mensual acumulado de la línea de producción de impresión offset 2020

Mes	Costo de los reclamos de producción (US\$)	Costo acumulado de reclamos (US\$)	Objetivo permisible acumulado mensual(US\$)
Enero	\$ -	\$ -	\$ 291.67
Febrero	\$ -	\$ -	\$ 583.33
Marzo	\$ -	\$ -	\$ 875.00
Abril	\$ -	\$ -	\$ 1,166.67
Mayo	\$ -	\$ -	\$ 1,458.33
Junio	\$ -	\$ -	\$ 1,750.00
Julio	\$ 148.00	\$ 148.00	\$ 2,041.67
Agosto	\$ -	\$ 148.00	\$ 2,333.33
Septiembre	\$ -	\$ 148.00	\$ 2,625.00
Octubre	\$ -	\$ 148.00	\$ 2,916.67
Noviembre			\$ 3,208.33
Diciembre			\$ 3,500.00
Objetivo anual permisible de costo de reclamos			\$ 3,500.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17: Gráfico de evolución de la tasa de reclamos de la línea de producción de impresión offset (2020)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 18: Tabla de costo de reclamos mensual de la línea de producción de impresión variable del año 2020

Mes	Costo de los reclamos de producción(US\$)	Objetivo permisible mensual (US\$)
Enero	\$ -	\$ 166.67
Febrero	\$ -	\$ 166.67
Marzo	\$ -	\$ 166.67
Abril		\$ 166.67
Mayo	\$ -	\$ 166.67
Junio	\$ 115.00	\$ 166.67
Julio	\$ -	\$ 166.67
Agosto	\$ 110.00	\$ 166.67
Septiembre	\$ -	\$ 166.67
Octubre	\$ -	\$ 166.67
Noviembre		\$ 166.67
Diciembre		\$ 166.67

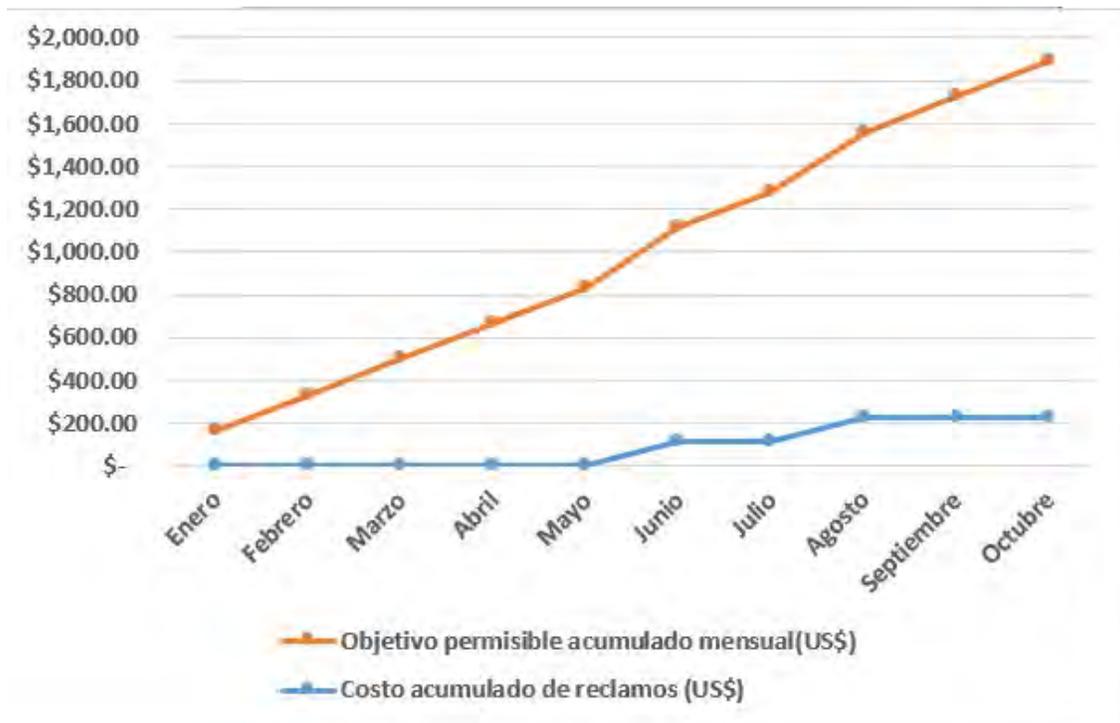
Fuente: Elaboración propia

Anexo 19: Tabla de acumulación de tasa de reclamos mensual respecto al objetivo mensual acumulado de la línea de producción de impresión variable del año 2020

Mes	Costo de los reclamos de producción (US\$)	Costo acumulado de reclamos (US\$)	Objetivo permisible acumulado mensual(US\$)
Enero	\$ -	\$ -	\$ 166.67
Febrero	\$ -	\$ -	\$ 333.33
Marzo	\$ -	\$ -	\$ 500.00
Abril		\$ -	\$ 666.67
Mayo	\$ -	\$ -	\$ 833.33
Junio	\$ 115.00	\$ 115.00	\$ 1,000.00
Julio	\$ -	\$ 115.00	\$ 1,166.67
Agosto	\$ 110.00	\$ 225.00	\$ 1,333.33
Septiembre	\$ -	\$ 225.00	\$ 1,500.00
Octubre	\$ -	\$ 225.00	\$ 1,666.67
Noviembre			\$ 1,833.33
Diciembre			\$ 2,000.00
Objetivo anual permisible de costo de reclamos			\$ 2,000.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20: Gráfico de evolución de la tasa de reclamos de la línea de producción de impresión variable (2020)



Fuente: Elaboración propia

Anexo 21: Tabla de costo de reclamos mensual de la línea de producción de etiquetas del año 2020

Mes	Costo de los reclamos de producción (US\$)	Objetivo permisible mensual (US\$)
Enero	\$ 239.68	\$ 365.17
Febrero	\$ 622.36	\$ 365.17
Marzo	\$ 414.65	\$ 365.17
Abril	\$ 410.34	\$ 365.17
Mayo	\$ 104.44	\$ 365.17
Junio	\$ 70.20	\$ 365.17
Julio	\$ 352.11	\$ 365.17
Agosto	\$ 1,013.99	\$ 365.17
Septiembre	\$ 31.05	\$ 365.17
Octubre	\$ 205.21	\$ 365.17
Noviembre		\$ 365.17
Diciembre		\$ 365.17

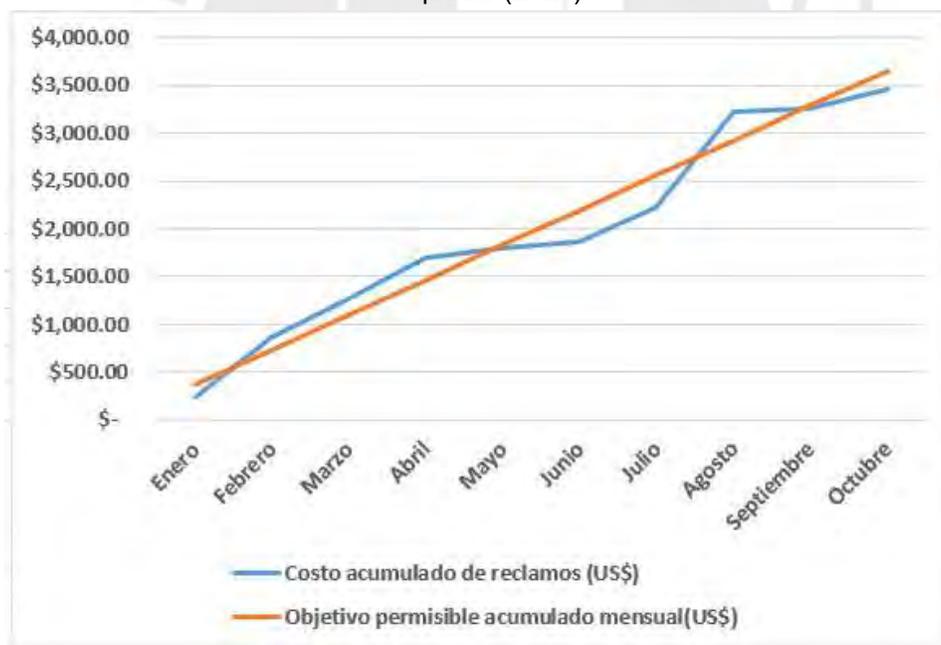
Fuente: Elaboración propia

Anexo 22: Tabla de acumulación de tasa de reclamos mensual respecto al objetivo mensual acumulado de la línea de producción de etiquetas del año 2020

Mes	Costo de los reclamos de producción (US\$)	Costo acumulado de reclamos (US\$)	Objetivo permisible acumulado mensual(US\$)
Enero	\$ 239.68	\$ 239.68	\$ 365.17
Febrero	\$ 622.36	\$ 862.04	\$ 730.33
Marzo	\$ 414.65	\$ 1,276.69	\$ 1,095.50
Abril	\$ 410.34	\$ 1,687.03	\$ 1,460.67
Mayo	\$ 104.44	\$ 1,791.47	\$ 1,825.83
Junio	\$ 70.20	\$ 1,861.67	\$ 2,191.00
Julio	\$ 352.11	\$ 2,213.78	\$ 2,556.17
Agosto	\$ 1,013.99	\$ 3,227.77	\$ 2,921.33
Septiembre	\$ 31.05	\$ 3,258.82	\$ 3,286.50
Octubre	\$ 205.21	\$ 3,464.03	\$ 3,651.67
Noviembre			\$ 4,016.83
Diciembre			\$ 4,382.00
Objetivo anual permisible de costo de reclamos			\$ 4,382.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 23: Gráfico de evolución de la tasa de reclamos de la línea de producción de etiquetas (2020)

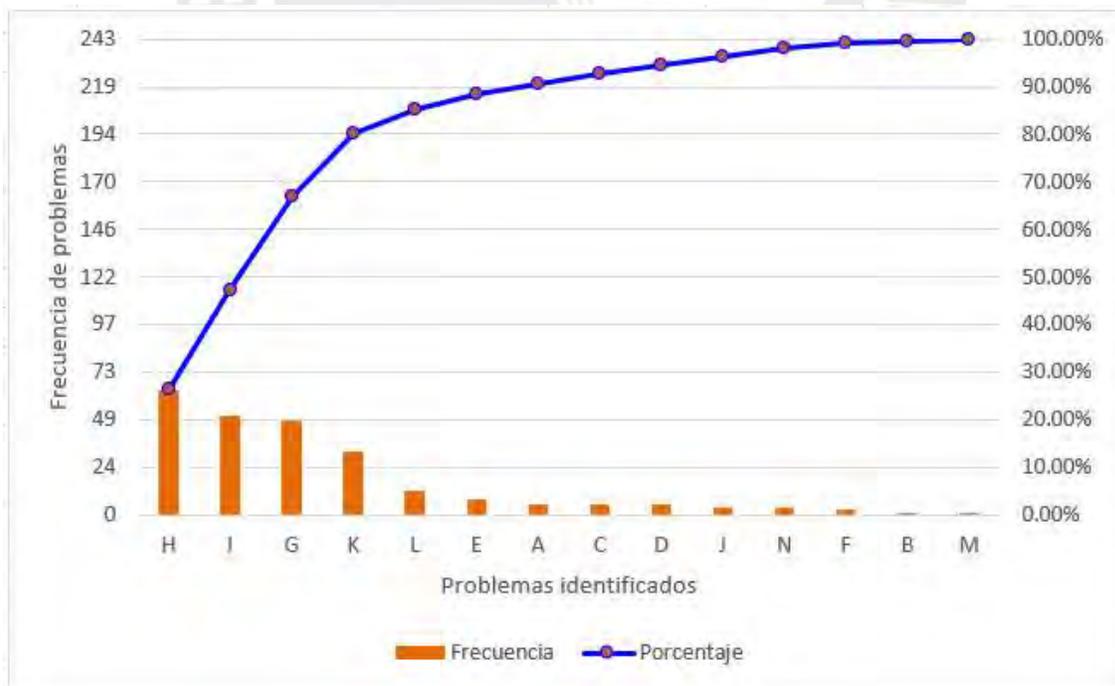


Fuente: Elaboración propia

Anexo 24: Tabla de frecuencia acumulada de problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en el año 2019

TABLA DE FRECUENCIA DE PROBLEMAS PRESENTADOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA DE ETIQUETAS DEL AÑO 2019						
Código	Problemas Identificados	CÓDIGO	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumado
H	Error en la operación de troquelado	H	64	64	26.34%	26.34%
I	Error en la operación de Barnizado	I	51	115	20.99%	47.33%
G	Error en la operación de impresión	G	48	163	19.75%	67.08%
K	Error en la operación de Hotstamping	K	32	195	13.17%	80.25%
L	Error en la operación de corte	L	12	207	4.94%	85.19%
E	Presencia de arrugas	E	8	215	3.29%	88.48%
A	Error de elección de papel	A	5	220	2.06%	90.53%
C	Error por parte del cliente	C	5	225	2.06%	92.59%
D	Materia prima defectuosa	D	5	230	2.06%	94.65%
J	Error en la operación de repujado	J	4	234	1.65%	96.30%
N	Error en la toma de decisión por Supervisor/Coordinador	N	4	238	1.65%	97.94%
F	Error en la operación de Laminado	F	3	241	1.23%	99.18%
B	Error por parte de comercial	B	1	242	0.41%	99.59%
M	Error en la operación de pre-prensa	M	1	243	0.41%	100.00%

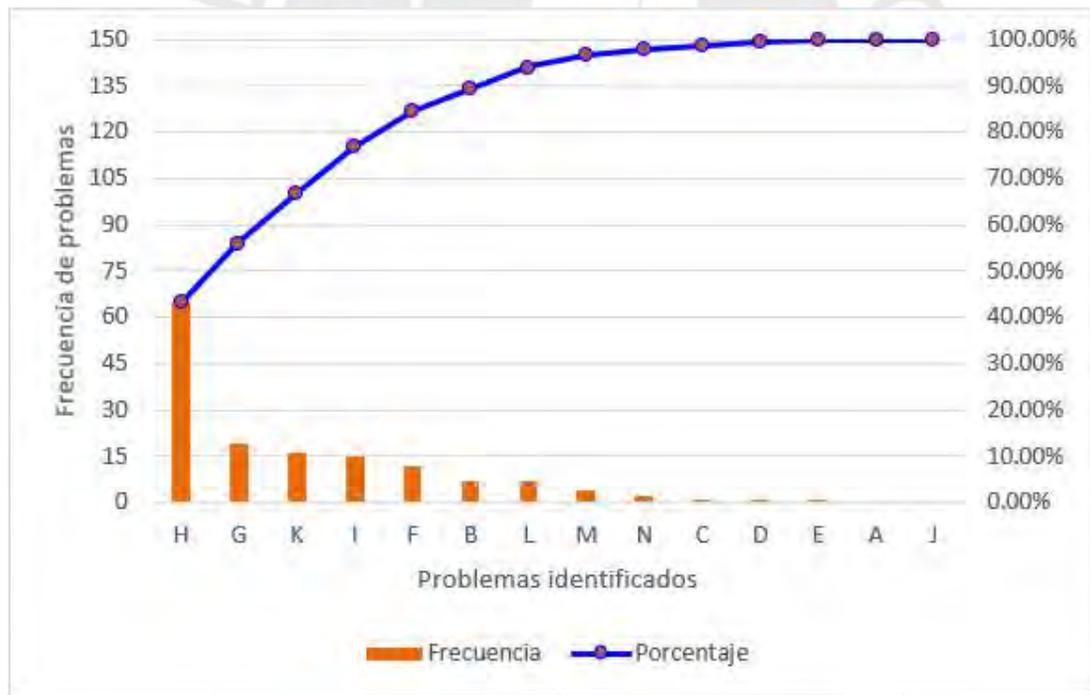
Anexo 25: Gráfico de Pareto de la frecuencia de problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A del año 2019



Anexo 26: Tabla de frecuencia acumulada de problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en el año 2020

TABLA DE FRECUENCIA DE PROBLEMAS PRESENTADOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA LINEA DE ETIQUETAS DEL AÑO 2020					
Código	Problemas Identificados	Frecuencia	Frecuencia Acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumado
H	Error en la operación de troquelado	65	65	43.33%	43.33%
G	Error en la operación de impresión	19	84	12.67%	56.00%
K	Error en la operación de Hotstamping	16	100	10.67%	66.67%
I	Error en la operación de Barnizado	15	115	10.00%	76.67%
F	Error en la operación de Laminado	12	127	8.00%	84.67%
B	Error por parte de comercial	7	134	4.67%	89.33%
L	Error en la operación de corte	7	141	4.67%	94.00%
M	Error en la operación de pre-prensa	4	145	2.67%	96.67%
N	Error en la toma de decisión por Supervisor/Coordinador	2	147	1.33%	98.00%
C	Error por parte del cliente	1	148	0.67%	98.67%
D	Materia prima defectuosa	1	149	0.67%	99.33%
E	Presencia de arrugas	1	150	0.67%	100.00%
A	Error de elección de papel	0	150	0.00%	100.00%
J	Error en la operación de repujado	0	150	0.00%	100.00%

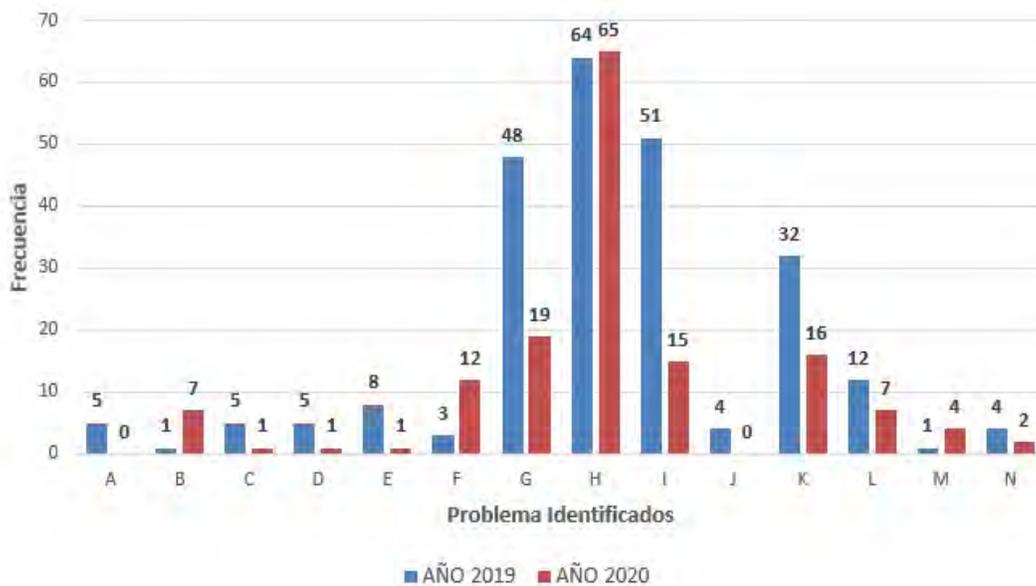
Anexo 27: Gráfico de Pareto de la frecuencia de problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A del año 2020



Anexo 28: Frecuencia comparativa de problemas presentados en el proceso de producción de la línea de etiquetas del año 2019 y 2020

Código	Problemas Identificados	Frecuencia Registrada 2019	Frecuencia Registrada 2020	Frecuencia Acumulada
A	Error de elección de papel	5	0	5
B	Error por parte comercial	1	7	8
C	Error por parte del cliente	5	1	6
D	Materia prima defectuosa	5	1	6
E	Presencia de arrugas	8	1	9
F	Error en la operación de Laminado	3	12	15
G	Error en la operación de impresión	48	19	67
H	Error en la operación de troquelado	64	65	129
I	Error en la operación de Barnizado	51	15	66
J	Error en la operación de repujado	4	0	4
K	Error en la operación de Hotstamping	32	16	48
L	Error en la operación de corte	12	7	19
M	Error en la operación de pre-prensa	1	4	5
N	Error en la toma de decisión por Supervisor/Coordinador Cargo	4	2	6
Total general		243	150	393

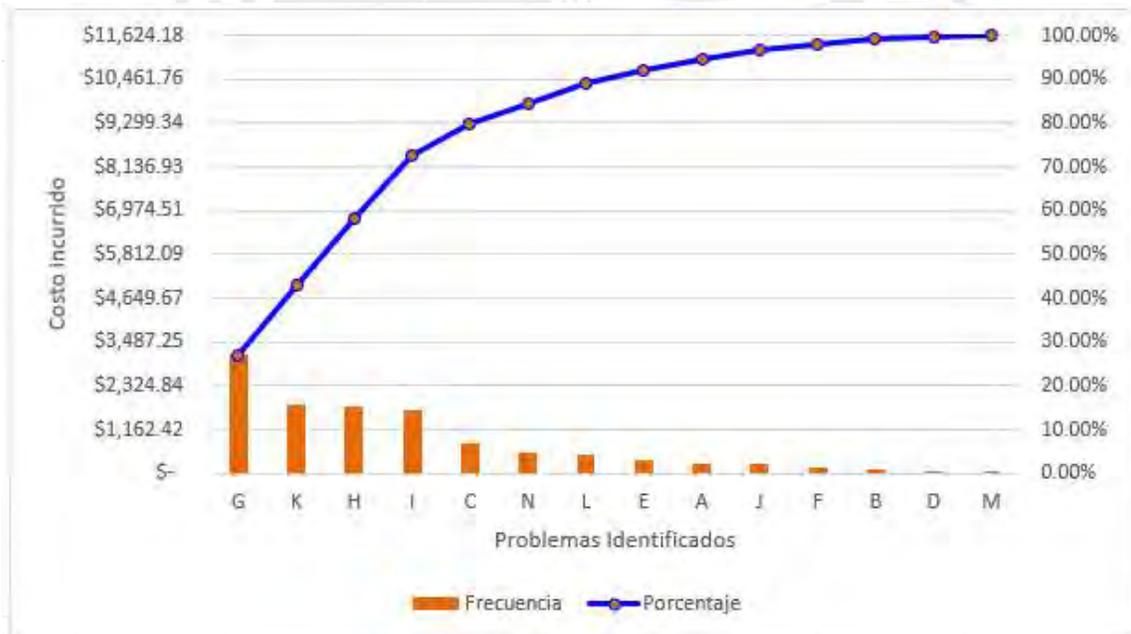
Anexo 29: Comparativo de problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas tipo A del año 2019 y 2020



Anexo 30: Tabla de costos acumulados incurridos por los problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en el año 2019

Código	Problemas Identificados	Costo	Costo acumulado	Porcentaje	Porcentaje acumado
G	Error en la operación de impresión	\$ 3,143.46	\$ 3,143.46	27.04%	27.04%
K	Error en la operación de Hotstamping	\$ 1,847.14	\$ 4,990.60	15.89%	42.93%
H	Error en la operación de troquelado	\$ 1,801.99	\$ 6,792.59	15.50%	58.44%
I	Error en la operación de Barnizado	\$ 1,671.10	\$ 8,463.69	14.38%	72.81%
C	Error por parte del cliente	\$ 811.41	\$ 9,275.09	6.98%	79.79%
N	Error en la toma de decisión por Supervisor/Coordinador	\$ 559.50	\$ 9,834.59	4.81%	84.60%
L	Error en la operación de corte	\$ 506.04	\$ 10,340.63	4.35%	88.96%
E	Presencia de arrugas	\$ 359.30	\$ 10,699.93	3.09%	92.05%
A	Error de elección de papel	\$ 276.60	\$ 10,976.52	2.38%	94.43%
J	Error en la operación de repujado	\$ 238.66	\$ 11,215.18	2.05%	96.48%
F	Error en la operación de Laminado	\$ 173.22	\$ 11,388.40	1.49%	97.97%
B	Error por parte de comercial	\$ 134.60	\$ 11,523.01	1.16%	99.13%
D	Materia prima defectuosa	\$ 68.89	\$ 11,591.90	0.59%	99.72%
M	Error en la operación de pre-prensa	\$ 32.28	\$ 11,624.18	0.28%	100.00%

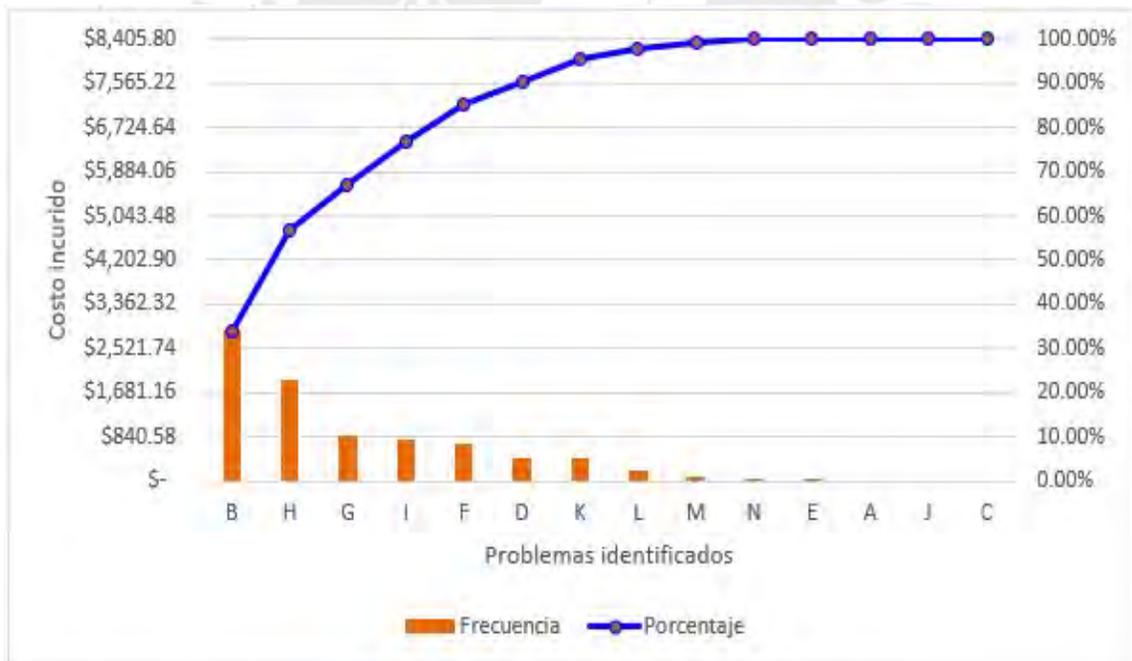
Anexo 31: Gráfico de Pareto de costos acumulados incurridos por los problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en el año 2019



Anexo 32: Tabla de costos acumulados incurridos por los problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en el año 2020

Código	Problemas Identificados	Costo	Costo acumulado	Porcentaje	Porcentaje acumado
B	Error por parte de comercial	\$ 2,854.70	\$ 2,854.70	33.96%	33.96%
H	Error en la operación de troquelado	\$ 1,912.22	\$ 4,766.93	22.75%	56.71%
G	Error en la operación de impresión	\$ 880.92	\$ 5,647.84	10.48%	67.19%
I	Error en la operación de Barnizado	\$ 793.67	\$ 6,441.51	9.44%	76.63%
F	Error en la operación de Laminado	\$ 699.37	\$ 7,140.89	8.32%	84.95%
D	Materia prima defectuosa	\$ 456.86	\$ 7,597.75	5.44%	90.39%
K	Error en la operación de Hotstamping	\$ 432.81	\$ 8,030.55	5.15%	95.54%
L	Error en la operación de corte	\$ 195.25	\$ 8,225.80	2.32%	97.86%
M	Error en la operación de pre-prensa	\$ 105.41	\$ 8,331.22	1.25%	99.11%
N	Error en la toma de decisión por Supervisor/Coordinador	\$ 68.13	\$ 8,399.35	0.81%	99.92%
E	Presencia de arrugas	\$ 6.52	\$ 8,405.87	0.08%	100.00%
A	Error de elección de papel	\$ -	\$ 8,405.87	0.00%	100.00%
J	Error en la operación de repujado	\$ -	\$ 8,405.87	0.00%	100.00%
C	Error por parte del cliente	\$ -	\$ 8,405.87	0.00%	100.00%

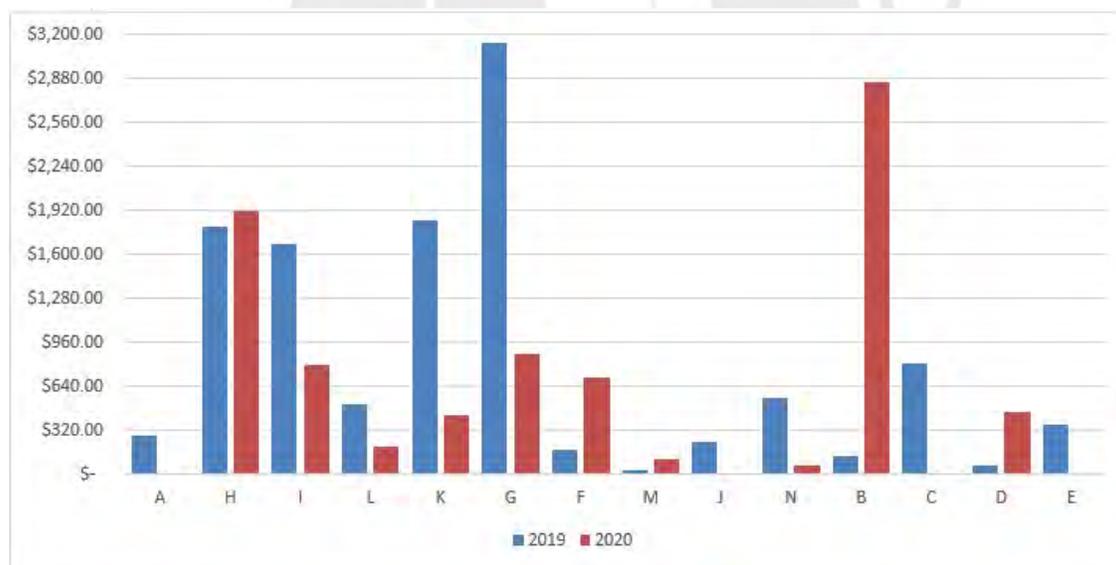
Anexo 33: Gráfico de Pareto de costos acumulados incurridos por los problemas presentados en la producción de la familia de etiquetas tipo A en el año 2020



Anexo 34: Comparativo de costo de problemas presentados en el proceso de producción de la línea de etiquetas del año 2019 y 2020

Código	Problemas Identificados	Costo 2019	Costo 2020	Costo total
A	Error de elección de papel	\$ 276.60	\$ -	\$ 276.60
H	Error en la operación de troquelado	\$ 1,801.99	\$ 1,912.22	\$ 3,714.21
I	Error en la operación de Barnizado	\$ 1,671.10	\$ 793.67	\$ 2,464.76
L	Error en la operación de corte	\$ 506.04	\$ 195.25	\$ 701.29
K	Error en la operación de Hotstamping	\$ 1,847.14	\$ 432.81	\$ 2,279.94
G	Error en la operación de impresión	\$ 3,143.46	\$ 880.92	\$ 4,024.38
F	Error en la operación de Laminado	\$ 173.22	\$ 699.37	\$ 872.59
M	Error en la operación de pre-prensa	\$ 32.28	\$ 105.41	\$ 137.69
J	Error en la operación de repujado	\$ 238.66	\$ -	\$ 238.66
N	Error en la toma de decisión por Supervisor/Coordinador	\$ 559.50	\$ 68.13	\$ 627.63
B	Error por parte de comercial	\$ 134.60	\$ 2,854.70	\$ 2,989.31
C	Error por parte del cliente	\$ 811.41	\$ -	\$ 811.41
D	Materia prima defectuosa	\$ 68.89	\$ 456.86	\$ 525.75
E	Presencia de arrugas	\$ 359.30	\$ 6.52	\$ 365.82
Total general		\$ 11,624.18	\$ 8,405.87	\$ 20,030.05

Anexo 35: Gráfico comparativo de costos incurridos por los problemas identificados en la producción de la familia de etiquetas A en los años 2019 y 2020



Anexo 36: Representación del nivel de riesgo para los problemas presentados en la línea de producción de etiquetas

Color	Representación del riesgo	NPR
Rojo	El problema representa un riesgo extremo	301 a más
Naranja	El problema representa un riesgo alto	201 a 300
Amarillo	El problema representa un riesgo medio	101 a 200
Verde	El problema representa un riesgo bajo o no representa riesgo	0 a 100

Anexo 37: Ejemplo de Paso 1 para el cálculo de priorización de causas

PASO 1:HALLAR EL VALOR DE FRECUENCIA DE LA CAUSA (VF)	
Paso 1.1) Verificar el número de veces que la causa identificada ha sido atribuida a la generación del problema en la operación de troquelado.Extracto de tabla N°38	
CAUSA -RAÍZ IDENTIFICADA	FRECUENCIA
Inadecuado control de la producción	70
Seteo inadecuado de máquina	18
Troqueles arqueados	6
Resultado : Frecuencia 18	
Paso 1.2) Buscar el nivel de frecuencia de la causa (18) el rango de valores en la tabla de valor de frecuencia.Extracto de tabla N°35	
Criterio	Valor de frecuencia(VF)
la causa ha sido atribuida a los problemas de troquelado con un nivel de frecuencia de 1 a 3 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	1
la causa ha sido atribuida a los problemas de troquelado con un nivel de frecuencia de 4 a 6 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	2
la causa ha sido atribuida a los problemas de troquelado con un nivel de frecuencia de 7 a 9 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	3
la causa ha sido atribuida a los problemas de troquelado con un nivel de frecuencia de 10 a 12 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	4
la causa ha sido atribuida a los problemas de troquelado con un nivel de frecuencia mayor a 12 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	5
Resultado : Como la frecuencia 18 se encuentra en rango de 12 veces a más entonces el VALOR DE FRECUENCIA ES 5	

Anexo 38: Ejemplo de Paso 2 para el cálculo de priorización de causas

PASO 2:HALLAR EL VALOR DE IMPACTO DE LA CAUSA (VI)			
Paso 2.1) hallar el costo unitario atribuido a la causa.Extracto de tabla N°48			
CAUSA -RAÍZ IDENTIFICADA	COSTO TOTAL	FRECUENCIA	COSTO UNITARIO
Inadecuado control de la producción	\$ 1,902.38	70	1902.38/70 =27.18
Seteo inadecuado de máquina	\$ 611.69	18	611.69/18 =33.98
Troqueles arqueados	\$ 276.33	6	138.17/6 =46.06
Resultado : Costo Unitario = \$ 16.99			
Paso 1.2) Buscar el valor del costo unitario \$ 16.99 en el rango de valores en la tabla de valor de impacto.Extracto de tabla N°46			
Criterio	Valor de Impacto		
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de [0 - 10 dólares]	1		
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de]10 - 20 dólares]	2		
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de]20 - 30 dólares]	3		
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de]30 a 40 dólares]	4		
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios mayores a 40 dólares	5		
Resultado : Como el costo Unitario(\$ 33.98) se encuentra en rango de]30 a 40 dólares] entonces el VALOR DE IMPACTO ES 4			



Anexo 39: Ejemplo de Paso 3 para el cálculo de priorización de causas

PASO 3 :HALLAR EL VALOR DE PONDERADO DE LA CAUSA (VP)					
Se tienen los valores de frecuencia de la causa y valor de impacto de la causa obtenidos del PASO 1 Y PASO 2					
CAUSA -RAÍZ IDENTIFICADA	Valor de Frecuencia de la causa(VF)	Valor de Impacto de la causa(VI)			
Inadecuado control de la producción	5	3			
Seteo inadecuado de máquina	5	4			
Troqueles arqueados	2	5			
Resultado : VF =5 y VI =4					
Determinar el Valor Ponderado de Frecuencia(PF) a partir del resultado del proceso de priorización de problemas realizado en el capítulo 3 que muestra la siguiente información: Extracto de tabla N°37					
Problemas Identificados	Nivel de Ocurrencia	Nivel de Severidad	Nivel de detectabilidad		
Error en la operación de troquelado	10	8	4		
Resultado :Valor Ponderado de Frecuencia(PF) =10					
Determinar el Valor Ponderado de Impacto(PI) a partir del resultado del proceso de priorización de problemas realizado en el capítulo 3 que muestra la siguiente información: Extracto de tabla N°37					
Problemas Identificados	Nivel de Ocurrencia	Nivel de Severidad	Nivel de detectabilidad		
Error en la operación de troquelado	10	8	4		
Resultado :Valor Ponderado de Impacto (PI) =8					
Hallar el Valor Ponderado a través de la fórmula de ponderación					
CAUSA -RAÍZ IDENTIFICADA	Valor de Frecuencia de la causa(VF)	Valor Ponderado de Frecuencia(PF)	Valor de Impacto de la causa(VI)	Valor Ponderado de Impacto(PI)	$\frac{VF + PF + VI + PI}{PF + PI}$
Inadecuado control de la producción	5	10	3	8	$\frac{5+10+3+8}{10+8}=5$
Seteo inadecuado de máquina	5	10	4	8	$\frac{5+10+4+8}{10+8}=5$
Troqueles arqueados	2	10	5	8	$\frac{2+10+5+8}{10+8}=4$
Resultado :Valor Ponderado de la causa (VP) =5					

Anexo 40: Tabla de valor a nivel de frecuencia de las causas identificadas que originan el problema en la operación de barnizado

Criterio	Valor de frecuencia(VF)
la causa ha sido atribuida a los problemas de barnizado con un nivel de frecuencia de 1 a 3 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	1
la causa ha sido atribuida a los problemas de barnizado con un nivel de frecuencia de 4 a 6 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	2
la causa ha sido atribuida a los problemas de barnizado con un nivel de frecuencia de 7 a 9 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	3
la causa ha sido atribuida a los problemas de barnizado con un nivel de frecuencia de 10 a 12 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	4
la causa ha sido atribuida a los problemas de barnizado con un nivel de frecuencia mayor a 12 veces en los 2 últimos años reportados(2019 y 2020)	5

Anexo 41: Tabla de valor a nivel de impacto de las causas identificadas que originan el problema de barnizado

Criterio	Valor de Impacto(VI)
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de [0 - 10 dólares]	1
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de]10 - 20 dólares]	2
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de]20 - 30 dólares]	3
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios se encuentran en un rango de]30 a 40 dólares]	4
La causa origina problemas cuyos costos de producción unitarios mayores a 40 dólares	5

Anexo 42: Tabla de resultados del cálculo de indicador NPR para el problema en la operación de barnizado identificado en la producción de la línea de etiquetas

Código	Problemas Identificados	Nivel de Ocurrencia	Nivel de Severidad	Nivel de detectabilidad	NPR
I	Error en la operación de Barnizado	6	4	6	144

Anexo 43: Actividades internas y externas del set-up de la máquina de barnizado

ACTIVIDADES		ACTUAL		PROPUESTA			
N°	Nombre	Interna	Externa	Interna	Externa	Eliminada	Reducir tiempo
1	Busqueda de alcohol isopropilico	X			X		
2	Búsqueda de Wypall	X			X		
3	Realiza limpieza del sistema de barnizado	X		X			
4	Recoge galón de barniz	X		X			
5	Encender módulos de máquina barnizadora	X		X			
6	Busqueda de lapicero	X				X	
7	Anota en el lote de barniz en el registro de producción (en el cuadro de observaciones)	X		X			
8	Coloca barniz en la fuente asegurando nivel de contacto	X		X			X
9	Busqueda de herramientas de ajuste	X				X	
10	Regular presión de rodillos de transporte	X		X			
11	Regular presión de manga de goma	X		X			
12	Recoje material a ser barnizado	X		X			X
13	Montar tuco en el eje de rebobinador	X		X			
14	Encender selector de aire y regular aire de presión	X		X			
15	Programar parámetros de operación según sustrato	X		X			
16	Retorna herramientas de ajuste	X			X		
17	Devuelve alcohol isopropilico	X			X		
18	Desecha Wypall	X		X			X
19	Inicio de prueba de barnizado	X		X			
20	Verificar visulamente la aplicación uniforme del barnizado	X		X			
21	Búsqueda de Wypall	X				X	
22	Búsqueda de Acetona	X				X	
23	Realiza prueba de acetona (Aplicar fricción sobre superficie barnizada)	X		X			
24	Desecha Wypall	X		X			X
25	Retorna acetona	X			X		
26	Busqueda de cinta adhesiva	X				X	
27	Realiza prueba de cinta adhesiva (Pega sobre superficie barnizada y verifica	X		X			
28	Revisa si existen defectos de barnizado y corrige	X		X			
29	Retorna cinta adhesiva	X			X		
30	Realiza inicio de producción en el panel	X		X			

Anexo 44: Detalle del cálculo de costos asociados a la falta de mantenimiento en la operación de impresión

CAUSA -RAÍZ ASOCIADAS A LA FALTA DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	COSTO TOTAL ANUAL GENERADO	AHORRO PROPUESTO ANUAL
Fallo de sistema de impresión por falta de mantenimiento(descalibración de máquina HP)	\$ 668.75	\$ 601.87
Incumplimiento del procedimiento de limpieza de mantilla HP	\$ 161.36	\$ 145.22
Falla de pieza BID Roller	\$ 158.16	\$ 142.34
Scalling de Máquina HP mal calibrado	\$ 90.52	\$ 81.47
Falla de Sistema de entintado por falta de mantenimiento	\$ 25.27	\$ 22.74
Uso de Bobina defectuosa	\$ 17.82	\$ 16.03
Costo total	\$ 1,121.87	\$ 1,009.68

Fuente: Elaboración propia

Anexo 45: Detalle del cálculo de costos asociados a la falta de mantenimiento en la operación de barnizado

CAUSA -RAÍZ ASOCIADAS A LA FALTA DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO	COSTO TOTAL ANUAL GENERADO	AHORRO PROPUESTO ANUAL
Desgaste de mangas de barnizado por falta de mantenimiento	\$ 324.42	\$ 275.76
Inadecuado método de producción ante fallos de máquina de barnizado	\$ 59.94	\$ 50.95
Deterioro de Rodillo de barnizado por falta de mantenimiento	\$ 76.24	\$ 64.80
Fallo intempestivo de lámpara de barniz	\$ 15.22	\$ 12.94
Desgaste de engranaje de transmisión por falta de mantenimiento	\$ 75.82	\$ 64.45
Incumplimiento del procedimiento de regulación de rodillo	\$ 43.43	\$ 36.91
Costo total	\$ 595.07	\$ 505.81

Fuente: Elaboración propia

Anexo 46: Nivel de severidad de los modos de falla según AMEF

Actividad	Modo de fallo	Efecto	Severidad
Limpieza de máquina	Incumplimiento de los pasos de limpieza de máquina HP	Acumulación de desperdicios que pueden ocasionar producciones fallidas	4
	Incumplimiento de los pasos de limpieza de máquina barnizadora	Acumulación de desperdicios que pueden ocasionar producciones fallidas	4
Inspección de máquina	Inspección inadecuada de sistema de entintado negro	Producciones no conformes por la presencia de manchas	6
	Inspección inadecuada de sistema de entintado a colores	Producciones no conformes por la presencia de manchas	6
	Inspección inadecuada de estado de mantilla HP	Producciones no conformes por la escasa uniformidad en la impresión	6
	Inspección inadecuada de rodillos de barnizado	Producciones no conformes por barnizado inadecuado	5
	Inspección inadecuada de manga de goma de barnizado	Producciones no conformes por barnizado inadecuado	5
	Inspección inadecuada de rodillos de transporte	Producciones no conformes por barnizado inadecuado	5
Calibración de máquina	Inadecuada calibración de scaling de máquina de impresión	Producciones fallidas	5
Lubricación de máquina	Lubricación de manguera de drenaje de tinta mal ejecutada	Desgaste de sistema de impresión	6
	Lubricación de sistema de rodillos de impresión mal ejecutada	Desgaste de sistema de impresión	6
	Lubricación sistema de rodillos de barnizado(engranaje de transmisión) mal ejecutada	Desgaste de sistema de barnizado	5
Cambio de piezas	Cambio de mantilla HP	Daño ocasionado al sistema de impresión	9
	Cambio de manguera de drenaje	Daño ocasionado al sistema de impresión	10
	Cambio de Rodillos de impresión	Daño ocasionado al sistema de impresión	10
	Cambio de mangas de goma de barnizado	Daño ocasionado al sistema de barnizado	9
	Cambio de rodillos de barnizado	Daño ocasionado al sistema de barnizado	10
Registro de documentación de actividades de mantenimiento	Incumplimiento del registro de control de ejecución de actividades de mantenimiento de máquina de impresión HP	Ejecución de actividades en periodos inadecuados	3
	Incumplimiento del registro de control de ejecución de actividades de mantenimiento de máquina de barnizado	Ejecución de actividades en periodos inadecuados	3
	Registro inadecuado de mantenimiento de la máquina de impresión	Perdida de información	2
	Registro inadecuado de mantenimiento de la máquina de impresión	Perdida de información	2

Anexo 47: Detalle del cálculo de costos por hora hombre del personal que labora

Personal	Sueldo mensual	Días	horas diarias	Costo H-H	Costo H-H(Extra)
Coordinador de turno de etiquetas	S/ 1,400.00	24	8	S/ 7.29	S/ 9.11
Supervisor de área de etiqueas	S/ 1,800.00	24	8	S/ 9.38	S/ 11.72
Operador de máquina troqueladora	S/ 1,100.00	24	8	S/ 5.73	S/ 7.16
Operador de máquina barnizadora	S/ 1,100.00	24	8	S/ 5.73	S/ 7.16
Supervisor de mantenimiento	S/ 1,800.00	24	8	S/ 9.38	S/ 11.72
Analista de procesos de mejora continua	S/ 2,100.00	20	8	S/ 13.13	S/ 16.41
Operadores de mantenimiento	S/ 1,000.00	24	8	S/ 5.21	S/ 6.51

Fuente: Área de gestión de personas de la empresa

Anexo 48: Detalle del cálculo de costos asociados a las capacitaciones ejecutadas para la implementación del TPM-Autónomo

Introducción al TPM/Introducción al mantenimiento autónomo/Etapas del mantenimiento autónomo/Beneficios del mantenimiento Autónomo/Estandarización y documentación de actividades			
Personal	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total/HH (Extra)
Coordinador de turno de etiquetas	2	S/ 9.11	S/ 18.23
Supervisor de área de etiqueas	1	S/ 11.72	S/ 11.72
Operador de máquina impresión	3	S/ 7.16	S/ 21.48
Operador de máquina barnizadora	2	S/ 7.16	S/ 14.32
Supervisor de mantenimiento	1	S/ 11.72	S/ 11.72
Analista de procesos de mejora continua	1	S/ 16.41	S/ 16.41
Operador de mantenimiento	2	S/ 6.51	S/ 13.02
Total			S/ 106.90
Componentes de máquina de barnizado/Técnica de Lubricación ,limpieza e inspección de máquina de barnizado			
Personal	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total/HH (Extra)
Coordinador de turno de etiquetas	2	S/ 9.11	S/ 18.23
Supervisor de área de etiqueas	1	S/ 11.72	S/ 11.72
Operador de máquina barnizadora	2	S/ 7.16	S/ 14.32
Supervisor de mantenimiento	1	S/ 11.72	S/ 11.72
Operador de mantenimiento	2	S/ 6.51	S/ 13.02
Total			S/ 69.01
Componentes de máquina de impresión/Técnica de Lubricación ,limpieza e inspección de máquina de impresión			
Personal	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total/HH (Extra)
Coordinador de turno de etiquetas	2	S/ 9.11	S/ 18.23
Supervisor de área de etiqueas	1	S/ 11.72	S/ 11.72
Operador de máquina impresión	3	S/ 7.16	S/ 21.48
Supervisor de mantenimiento	1	S/ 11.72	S/ 11.72
Operador de mantenimiento	2	S/ 6.51	S/ 13.02
Total			S/ 76.17

Anexo 49: Detalle del cálculo de costos asociados a las capacitaciones ejecutadas para la implementación del Poka-yoke

Concientización e impacto de Poka-yoke			
Personal	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total/HH (Extra)
Coordinador de turno de etiquetas	2	S/ 9.11	S/ 18.23
Supervisor de área de etiqueas	1	S/ 11.72	S/ 11.72
Operador de máquina impresión	3	S/ 7.16	S/ 21.48
Operador de máquina de troquelado	2	S/ 7.16	S/ 14.32
Total			S/ 65.76
Sistema de funcionamiento de sistemas pokayokes-teórico y práctico(impresión)			
Personal	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total/HH (Extra)
Coordinador de turno de etiquetas	2	S/ 9.11	S/ 18.23
Supervisor de área de etiqueas	1	S/ 11.72	S/ 11.72
Operador de máquina impresión	3	S/ 7.16	S/ 21.48
Total			S/ 51.43
Sistema de funcionamiento de sistemas pokayokes-teórico y práctico(troquelado)			
Personal	Cantidad de personas	Costo Unitario	Costo total/HH (Extra)
Coordinador de turno de etiquetas	2	S/ 9.11	S/ 18.23
Supervisor de área de etiqueas	1	S/ 11.72	S/ 11.72
Operador de máquina de troquelado	2	S/ 7.16	S/ 14.32
Total			S/ 44.27

Anexo 50: Detalle del cálculo de tiempo de ejecución de actividades del TPM-Autónomo en las operaciones de barnizado e impresión

Máquina de barnizado de etiquetas			
Actividad	Frecuencia	Tiempo de ejecuc	Tiempo mensual
Limpieza de barnizadora	I	10	120
Verificar rodillos de barnizado	I	20	240
Verificar manga de goma de barnizado	I		
Verificar rodillos de transporte	I		
Verificar estado de lámpara y sistema de secado	S	15	60
Lubricar sistema de rodillos de barnizado(engranaje de transmisión)	S	30	120
Cambio de mangas de goma de barnizado	Q	60	120
Cambio de rodillos de barnizado	M	120	60
Tiempo total de ejecucion			720
Máquina de impresión HP			
Actividad	Frecuencia	Tiempo de ejecuc	Tiempo mensual
Limpieza de impresora HP	I	15	180
Verificar sistema de entintado negro	I	5	60
Verificar sistema de entintado a colores	I		
Verificar estado de mantilla Hp	I	5	60
Verificar estado de rodillos de impresión	I	10	120
Calibrar Scalling	S	15	60
Lubricar manguera drenaje de tinta	S	10	40
Lubricar sistema de rodillos de impresión	S	15	60
Cambio de mantilla HP	Q	20	40
Cambio de manguera de drenaje	Q	30	60
Cambio de Rodillos de impresión	M	70	70
Tiempo total de ejecucion			750

Anexo 51: Detalle del ahorro de tiempo total neto por la implementación del TPM-Autónomo en las operaciones de barnizado e impresión

Máquinas		Ahorro mensual generado por paradas de máquina	Tiempo invertido en ejecución de actividades TPM	Ahorro total de tiempo generado
Nombre de máquina	Número de máquinas			
Barnizadora Cartes VF350	1	766.5	720	46.5
Impresora HP Indigo WS6600	1	756	750	6

Anexo 52: Fórmula para el cálculo de la TMAR

$$TMAR = i + f + i * f$$

i=tasa de inflación

f=tasa de riesgo

