

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO BASADO EN LOS INDICADORES DE
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA ATLANTICA SRL**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

ROBERTO CARLOS ÑIQUE DAVILA

ASESOR

JOSELITO SÁNCHEZ PÉREZ
<https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>

Chiclayo, 2021

**PROPUESTA DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE
MANTENIMIENTO BASADO EN LOS INDICADORES DE
OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS PARA
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA
ATLANTICA SRL**

PRESENTADA POR:

ROBERTO CARLOS ÑIQUE DAVILA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Martha Elina Tesén Arroyo

PRESIDENTE

Edward Florencio Aurora Vigo

SECRETARIO

Joselito Sánchez Pérez

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios, por acompañarme y ser mi fortaleza para crecer de manera espiritual, personal y profesional.

A mis padres por haberme brindado su apoyo incondicional en todo momento; además, por la motivación y consejos que siempre me brindan para tomar las decisiones correctas.

A mis hermanos por su acompañarme en todo momento.

A todas aquellas personas que me acompañaron y apoyaron en la universitaria.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme salud, fuerza y voluntad para cumplir con mis objetivos.

A la empresa ATLANTICA SRL, por darme la oportunidad y los recursos necesarios para el desarrollo de esta tesis.

A mis padres por darme los consejos para seguir adelante en mi desarrollo profesional.

A mi asesor, el Mgtr. Joselito Sánchez Pérez por su constante apoyo y orientación para la elaboración de esta tesis.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación consistió en la elaboración de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en los indicadores de overall equipment effectiveness para mejorar la productividad de la empresa ATLANTICA SRL. Se realizó un diagnóstico para conocer la situación actual de la empresa, el cual permitió identificar y analizar las paradas por modos de fallas y fallas funcionales de las máquinas afectando a la disponibilidad de las máquinas y por ende a la producción siendo un total de 2 619 paradas con una duración de 2 218,22 horas de paro durante el periodo de enero a junio del año 2019.

Con la propuesta planteada del sistema de gestión de manteniendo, la productividad total de la empresa se estima que mejore en 31,86% produciendo de 179 903 sacos de polipropileno por día a 237 714 sacos de polipropileno por día. Adicionalmente, se mejoró el plan de mantenimiento que posee la empresa tomando un tiempo diario de 120 minutos distribuidos simultáneamente en las actividades que realizarán los mecánicos. Para realizar esta propuesta de sistema de gestión de mantenimiento, esta se basó en el ciclo de mejora continua de Deming.

Por último, en cuanto al beneficio costo, se obtuvo que la empresa al aplicar la propuesta de mejora tendrá un beneficio de 14,43 soles por cada sol invertido.

Palabras clave: *Mantenimiento preventivo, productividad, sacos de polipropileno.*

ABSTRACT

This research work consisted in the development of a Maintenance Management System based on the overall equipment effectiveness indicators to improve the productivity of the company ATLANTICA SRL. Likewise, a diagnosis was made to know the current situation of the company, which allowed identifying and analyzing the stops by failure modes and functional failures of the machines affecting the availability of the machines and therefore the production being a total of 2 619 stops with a duration of 2 218.22 hours of unemployment during the period from January to June of this year.

With the proposed proposal of the maintenance management system, the company's total productivity is estimated to improve by 31.86%, producing from 179 903 bags of polypropylene per day to 237 714 bags of polypropylene per day. Likewise, the maintenance plan that the company owns was improved by taking a daily time of 120 minutes per day distributed simultaneously the activities that the mechanics will perform. Also, to carry out this maintenance management system proposal, it was based on the continuous improvement cycle of Deming.

Finally, in terms of cost benefit, it was obtained that the company when applying the improvement proposal will have a benefit of 14.43 soles for each sun invested.

Keywords: *Preventive maintenance, productivity, polypropylene bags.*

ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN	14
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	16
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	16
2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	20
2.2.1. PRODUCTIVIDAD.....	20
2.2.2. MANTENIMIENTO	21
2.2.3. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD	24
2.2.4. OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)	28
2.2.5. SISTEMA DE GESTIÓN	31
2.2.6. GESTIÓN INTEGRAL DEL MANTENIMIENTO	31
2.2.7. DIAGRAMA SIPOC	33
2.2.8. CICLO DE DEMING	33
III. RESULTADOS.....	34
3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	34
3.1.1. LA EMPRESA	34
3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	36
3.2.1. Productos.....	36
3.2.2. Recursos del proceso	37
3.2.3. Descripción del proceso productivo	44
3.2.4. Sistema de Producción.....	45
3.2.5. Análisis para el Proceso de Producción	46
3.2.6. Mantenimiento actual en la empresa	53
3.2.7. Indicadores Actuales de Producción y Productividad	60
3.2.8. Indicadores de mantenimiento.....	68
3.2.9. Cuadro Resumen de Indicadores Actuales del Proceso.....	81
3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS.....	82
3.3.1. Análisis de la información del proceso	82
3.3.2. Cuadro de Problemas, Causas y Pérdidas	84
3.3.3. Instrumento de orientación de Enfoque de Investigación	85
3.3.4. Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción	86
3.3.5. Elección de la metodología para la propuesta de mejora.....	87

3.4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO.....	94
3.4.1	Diseño del Sistema de Gestión de Mantenimiento	94
3.4.2.	Nuevos Indicadores de Producción y Productividad	182
3.4.3.	Cuadro Comparativo de Indicadores	193
3.4.4.	Evaluación del impacto de la propuesta.....	194
3.5.	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO	208
3.5.1.	Costos actuales del proceso de mantenimiento	208
3.5.2.	Costos del sistema de gestión de mantenimiento propuesto	208
3.5.3.	Cálculo del beneficio-costo de la propuesta.....	209
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	212
4.1.	CONCLUSIONES	212
4.2.	RECOMENDACIONES	213
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	214
VI.	ANEXOS	216

Lista de Tablas

Tabla 1. Factores ponderados para el análisis de criticidad	26
Tabla 2. Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF)	27
Tabla 3. Hoja de decisión RCM	28
Tabla 4. Clasificación del indicador OEE.....	29
Tabla 5. Obtención de tiempos en la eficiencia de los equipos.....	29
Tabla 6. Tiempos operativos de acuerdo con las pérdidas asociadas a los equipos	30
Tabla 7. Tipos de productos que la empresa fabrica.....	36
Tabla 8. Aditivos empleados en el proceso productivo	38
Tabla 9. Cantidad de materia prima e insumos procesados	39
Tabla 10. Personal de la empresa	41
Tabla 11. Maquinaria de la empresa	41
Tabla 12. Funciones y especificaciones de las máquinas	42
Tabla 13. Resumen general del diagrama de análisis del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno.....	50
Tabla 14. Personal de mantenimiento	53
Tabla 15. Perfil del personal de mantenimiento	54
Tabla 16. Actividades y frecuencias del mantenimiento preventivo de las máquinas... 56	
Tabla 17. Resumen de las fallas funcionales y modos de falla durante el periodo enero – junio 2019.....	59
Tabla 18. Total de sacos producidos en el periodo enero – junio	60
Tabla 19. Costo total de mano de obra por mes	62
Tabla 20. Capacidad diseñada del proceso de producción.....	64
Tabla 21. Capacidad real del proceso de producción	65
Tabla 22. MTBF y MTTR mensual y del periodo de la empresa.....	68
Tabla 23. Totales de siglas de tiempos del periodo enero – junio 2019	69
Tabla 24. Obtención de tiempo para el OEE de la extrusora 1 de enero a junio del 2019	70
Tabla 25. Obtención de tiempo para el OEE de la extrusora 2 de enero a junio del 2019	71
Tabla 26. Obtención de tiempo para el OEE de los telares de enero a junio del 2019... 72	
Tabla 27. Obtención de tiempo para el OEE de la laminadora de enero a junio del 2019	73
Tabla 28. Obtención de tiempo para el OEE de la impresora 1 de enero a junio del 2019	73
Tabla 29. Obtención de tiempo para el OEE de la impresora 2 de enero a junio del 2019	74
Tabla 30. Obtención de tiempo para el OEE de la convertidora 1 de enero a junio del 2019.....	75
Tabla 31. Obtención de tiempo para el OEE de la convertidora 2 de enero a junio del 2019.....	76
Tabla 32. Obtención de tiempo para el OEE de la convertidora 3 de enero a junio del 2019.....	76
Tabla 33. Obtención de tiempo para el OEE de la convertidora 4 de enero a junio del 2019.....	77
Tabla 34. OEE del periodo enero – junio 2019	79
Tabla 35. Resumen de los indicadores de producción, productividad, capacidad y mantenimiento	81

Tabla 36. Unidades no producidas por mantenimiento.....	83
Tabla 37. Problemas, causas y pérdidas.....	84
Tabla 38. Matriz de operacionalización.....	85
Tabla 39. Escala de Saaty.....	88
Tabla 40. Ponderación de las causas del problema empleando la escala de Saaty.....	89
Tabla 41. Puntaje obtenido en la normalización de la matriz.....	89
Tabla 42. Ponderación de metodologías para la solución de la causa 1.....	90
Tabla 43. Puntaje obtenido según la normalización para la solución de la causa 1.....	90
Tabla 44. Ponderación de metodologías para la solución de la causa 2.....	91
Tabla 45. Puntaje obtenido según la normalización para la solución de la causa 2.....	92
Tabla 46. Valorización final de las metodologías evaluadas.....	93
Tabla 47. Caracterización del proceso de mantenimiento de la empresa Atlantica SRL	96
Tabla 48. Subproceso de planificación.....	98
Tabla 49. Tabla resumen de la criticidad.....	100
Tabla 50. Análisis de criticidad de los equipos.....	101
Tabla 51. Codificación de la maquinaria.....	102
Tabla 52. AMEF de las máquinas.....	104
Tabla 53. Maquinaria operativa.....	114
Tabla 54. Costos de repuestos y materiales.....	115
Tabla 55. Elementos de protección personal a utilizar.....	118
Tabla 56. Otros costos.....	118
Tabla 57. Requerimiento de personal.....	118
Tabla 58. Contenido para la capacitación de gestión del mantenimiento.....	122
Tabla 59. Contenido para la capacitación de costos y presupuestos del mantenimiento.....	122
Tabla 60. Contenido para la capacitación de planificación y programación del mantenimiento.....	123
Tabla 61. Costo de las capacitaciones.....	123
Tabla 62. Costos de la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento.....	124
Tabla 63. Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.....	133
Tabla 64. Cronograma de Mantenimiento para las máquinas de la empresa.....	139
Tabla 65. Subproceso de mantenimiento.....	143
Tabla 66. Requerimiento de repuestos u otros.....	156
Tabla 67. Registro de mantenimiento preventivo.....	157
Tabla 68. Registro de mantenimiento correctivo.....	158
Tabla 69. Subproceso de control.....	159
Tabla 70. Subproceso de mejora continua.....	165
Tabla 71. Acta de reunión.....	166
Tabla 72. Identificación de los documentos.....	169
Tabla 73. codificación y descripción de los documentos.....	169
Tabla 74. Capacidad diseñada de extrusión.....	186
Tabla 75. Capacidad real del proceso de producción.....	186
Tabla 76. Totales de siglas de tiempos propuesto.....	190
Tabla 77. OEE propuesto.....	191
Tabla 78. Total de promedios de porcentajes entre lo propuesto y actual de la disponibilidad y rendimiento.....	192
Tabla 79. Resumen de indicadores de producción y productividad.....	193
Tabla 80. Controles para la actividad de habilitar peine portacuchillas – extrusora....	196
Tabla 81. Controles para la actividad limpieza de matriz – extrusora.....	197
Tabla 82. Controles para la actividad de limpieza de tolva – extrusora.....	197

Tabla 83. Controles para la actividad de limpieza de estructura interna y externa – extrusora.....	198
Tabla 84. Controles para la actividad de mantenimiento correctivo y preventivo – extrusora.....	198
Tabla 85. Controles para la actividad de montaje y desmontaje de motores – extrusora	199
Tabla 86. Controles para la actividad de limpieza de tina de baño de película – extrusora	199
Tabla 87. Controles para la actividad de esmerilado de piezas – extrusora.....	200
Tabla 88. Controles para la actividad de limpieza de estructura interna – telares	200
Tabla 89. Controles para la actividad de mantenimiento correctivo y preventivo – telares	201
Tabla 90. Controles para la actividad de cambio de aro – telares	202
Tabla 91. Controles para la actividad de cambio de rodillos – acabados	203
Tabla 92. Controles para la actividad de limpieza de bandejas – acabados.....	204
Tabla 93. Controles para la actividad de mantenimiento correctivo y preventivo – acabados	205
Tabla 94. Costos actuales del personal de mantenimiento.....	208
Tabla 95. Costo total actual del proceso de mantenimiento.....	208
Tabla 96. Cálculo del VAN y TIR.....	210
Tabla 97. Fracción del periodo de Recuperación	211
Tabla 98. Periodo de Recuperación	211
Tabla 99. Modos de fallas y fallas funcionales de la extrusora 1 de enero a junio del 2019.....	216
Tabla 100. Modos de fallas y fallas funcionales de la extrusora 2 de enero a junio del 2019.....	217
Tabla 101. Modos de fallas y fallas funcionales de telares de enero a junio del 2019 .	218
Tabla 102. Modos de fallas y fallas funcionales de la convertidora 1 de enero a junio del 2019.....	221
Tabla 103. Modos de fallas y fallas funcionales de la convertidora 2 de enero a junio del 2019.....	223
Tabla 104. Modos de fallas y fallas funcionales de la convertidora 3 de enero a junio del 2019.....	225
Tabla 105. Modos de fallas y fallas funcionales de la convertidora 4 de enero a junio del 2019.....	228
Tabla 106. Modos de fallas y fallas funcionales de la impresora 1 de enero a junio del 2019.....	230
Tabla 107. Modos de fallas y fallas funcionales de la impresora 2 de enero a junio del 2019.....	231
Tabla 108. Continuación de modos de fallas y fallas funcionales de la laminadora de enero a junio del 2019	233
Tabla 109. Fechas y horas de mantenimiento preventivo a las máquinas del subproceso de extrusión	234
Tabla 110. Fechas y horas de mantenimiento preventivo a las máquinas del subproceso de telares.....	235
Tabla 111. Continuación de fechas y horas de mantenimiento preventivo a las máquinas del subproceso de telares.....	236
Tabla 112. Paradas de la extrusora 1 del mes de enero.....	237
Tabla 113. Paradas de la extrusora 2 del mes de marzo	238
Tabla 114. Paradas de los telares del mes de enero	239

Tabla 115. Paradas de los telares del mes de febrero	240
Tabla 116. Paradas de lo laminadora del mes de enero	241
Tabla 117. Paradas de lo laminadora del mes de febrero.....	241
Tabla 118. Paradas de lo laminadora del mes de marzo	241
Tabla 119. Paradas de lo laminadora del mes de abril.....	241
Tabla 120. Paradas de la convertidora 2 del mes de enero	242
Tabla 121. Paradas de la convertidora 4 del mes de enero	243
Tabla 122. Paradas de la convertidora 1 del mes de marzo	244
Tabla 123. Paradas de la convertidora 3 del mes de mayo	245
Tabla 124. Paradas de la impresora 2 del mes de enero	246
Tabla 125. Paradas de la impresora 1 del mes de febrero	247
Tabla 126. Hoja de decisión del subproceso de extrusión	250
Tabla 127. Hoja de decisión del subproceso de telares.....	251
Tabla 128. Hoja de decisión del subproceso de conversión.....	252
Tabla 129. Hoja de decisión del subproceso de laminado	253
Tabla 130. Hoja de decisión del subproceso de impresión	254

Lista de Figuras

Figura 1. Matriz de criticidad	26
Figura 2. Diagrama de bloques del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno	46
Figura 3. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno.....	47
Figura 4. Diagrama de Análisis del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno	48
Figura 5. Continuación del Diagrama de Análisis del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno.....	49
Figura 6. Corsograma analítico del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno	51
Figura 7. Diagrama de Recorrido del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno.....	52
Figura 8. Organigrama del área de mantenimiento.....	53
Figura 9. Falla mecánica en la convertidora 1	55
Figura 10. Mantenimiento preventivo a la convertidora 1	57
Figura 11. Requerimiento de repuestos u otros	58
Figura 12. OEE de las máquinas y del periodo enero – junio	80
Figura 13. Diagrama de Ishikawa	82
Figura 14. Subprocesos del proceso de mantenimiento	97
Figura 15. Ciclo de Deming del proceso de mantenimiento	98
Figura 16. Matriz de criticidad	99
Figura 17. Flujograma de la elaboración de la planificación del proceso de mantenimiento	111
Figura 18. Flujograma del plan de capacitación.....	121
Figura 19. Flujograma de mantenimiento preventivo.....	146
Figura 20. Flujograma del mantenimiento correctivo.....	150
Figura 21. Orden de trabajo.....	152
Figura 22. Flujograma de evaluación y control del proceso de mantenimiento.....	162
Figura 23. Organigrama propuesto del área de mantenimiento	172
Figura 24. Punto ecológico en paletizado	206
Figura 25. Matriz de Leopold	207

I. INTRODUCCIÓN

En tiempos actuales, las empresas industriales presentan problemas por su productividad, eficiencias y utilización inadecuada de sus recursos. Debido a esto, están en la búsqueda de encontrar soluciones factibles para mejorar constantemente a través del análisis de sus procesos. Además, el mantenimiento ha sufrido cambios sustanciales, empezando desde lo correctivo, mediante la reparación de un equipo o máquina averiada, hasta la implementación de un mantenimiento preventivo, destinado a la conservación de equipos, la revisión y reparación que garanticen la disponibilidad y confiabilidad.

En 2019, La Sociedad Nacional de Industrias [01] detalla que en el primer cuatrimestre de 2019, la producción industrial de productos plásticos creció 4,2 % en relación al mismo periodo del año anterior. Esta mayor actividad productiva se explicó principalmente por el incremento de la demanda de tubos de plásticos y la mayor fabricación de placas, láminas y cintas de plásticos. Asimismo, en 2019, el Banco Central de Reserva del Perú [02] detalla que la demanda de tubos de alcantarillado, envases pet, sacos y telas de polipropileno aumentó en 15,2%.

En la región Lambayeque, la fabricación de sacos de polipropileno va en aumento debido a que esta región presenta una gran demanda por ser productora del arroz pilado, uno de los cereales más consumidos en todo el país, y por ende los molinos y piladoras de este cereal necesitan de envases para distribuir sus productos.

ATLANTICA SRL con RUC 20488011538 es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de sacos de polipropileno y, sus productos están dirigidos para los sectores de las industrias arroceras, avícolas, pesqueras, azucareras, mineras, harineras, alimentos balanceados, etc.

Actualmente la empresa no se ha visto afectada por la Ley N° 30884, conocida como Ley de plásticos, debido a que esta ley regula el plástico de un solo uso y otros plásticos no reutilizables.

Durante el periodo de enero a junio del año 2019, la empresa presentó una producción de 179 903 sacos de polipropileno/día y una productividad total de 4,99 sacos de

polipropileno/soles operando en un contexto operacional donde se posee una alta cantidad de paradas por los modos de fallas y fallas funcionales que presentan las máquinas causando que no operen de manera óptima, siendo un total de 2 619 paradas con una duración de 2 218,22 horas durante el periodo anteriormente mencionado, lo cual afectó a la disponibilidad de dichos activos.

La justificación de esta investigación surge por el entorno competitivo de la región y a nivel nacional, el cual exige tener productos de calidad entregados en el menor tiempo posible, debido a que la empresa posee un tiempo excesivo de paradas, esta muda genera pérdidas para la empresa. Por lo tanto, el propósito de este trabajo de investigación es brindar un aporte para la empresa ATLANTICA SRL debido a que presenta inconvenientes por las fallas en las máquinas mediante la propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en los indicadores de overall equipment effectiveness, el cual permitirá aumentar la disponibilidad de las máquinas.

Por lo mencionado anteriormente, surge la pregunta: La propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en los indicadores de overall equipment effectiveness permitirá mejorar la productividad en la empresa ATLANTICA SRL; por lo que se presenta como objetivo principal mejorar la productividad mediante un sistema de gestión de mantenimiento basado en los indicadores de overall equipment effectiveness. Para esto primero se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa hallando los indicadores de productividad de materiales, mano de obra, maquinaria; eficiencia física de los subprocesos de extrusión, telares y laminado; capacidad; y los indicadores de mantenimiento como lo son la disponibilidad, el MTBF, el MTTR y el OEE. Posteriormente se realizará la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento mediante el diagrama SIPOC el cual se basará en el ciclo de Deming. Por último, se hará una evaluación de costo-beneficio para determinar si la propuesta es factible.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

- En 2018, M. Zenithia y L. Pringgo [3] en su investigación **“Analysis of total productive maintenance (TPM) implementation using overall equipment effectiveness (OEE) and six big losses: A case study”**, se propuso mejorar la productividad y la gestión de mantenimiento de las 124 máquinas de la unidad Spinning II de la empresa PT. APAC INTI CORPORA; para ello, se calculó la efectividad global del equipamiento debido a que estos activos a menudo presentan fallas, las que causan un alto tiempo de inactividad lo que ocasiona que la producción planificada no se alcance. Asimismo, se emplea la metodología causa raíz para encontrar el problema y proporcionar sugerencias de mejora.

Al analizar las seis grandes pérdidas que ocurren en el proceso, se halló que el OEE fue de 79,96% lo que refleja que este valor es bastante bajo con el estándar del valor del OEE de clase mundial que es 85%. Además, mediante la herramienta Pareto se determinó que el factor más importante que influye en el bajo valor del OEE es la tasa de rendimiento por las pérdidas de velocidad reducida la cual representa el 17,303% de todas las pérdidas de tiempo. Por otra parte, al emplear un diagrama de causa-efecto, se determinó que las máquinas no son las correctas porque a menudo causa que se rompa el hilo y genere desperdicios; adicionalmente, algunos de los operarios no usan EPPs para contrarrestar el exceso de ruido. Las acciones de mejora que proponen es la aplicación del mantenimiento autónomo, proporcionar capacitaciones a los operarios y técnicos de mantenimiento para reducir las pérdidas por reducción de velocidad.

- En 2017, N. Ahmad, J. Hossen y A. Mithun [4] en su investigación **“Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case”**, aplicó el mantenimiento productivo total (TPM) para mejorar la eficiencia global del equipamiento (OEE) de una sección de marco de anillo de una planta de hilatura. Esta sección es considerada una de la más críticas, debido a que los hilos de fibra gruesa se convierten en hilo fino. Mediante la ayuda del análisis de Pareto y el análisis

causa efecto, se examinaron las seis pérdidas importantes de parada, ya sean averías o fallas del equipo, la configuración y ajuste, la reducción de velocidad y paradas menores, los defectos del proceso y la reducción del rendimiento. Asimismo, se llevó a cabo un programa de capacitación para educar a los operadores sobre estas pérdidas y las posibles formas de reducirlas. Mediante la aplicación del Kaizen, las pérdidas en la sección del marco del anillo se redujeron significativamente, y el OEE del equipo se incrementó de 75,09% a 88,02%, la productividad mejoró en un 23,93% y la producción de productos defectuosos se redujo en un 49,50%.

- En 2013, P. Viveros, R. Stegmaier, F. Kristjanpoller, L. Barbera y A. Crespo. [5] en su investigación **“Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo”**, busca crear un modelo de gestión de mantenimiento basado en siete etapas, teniendo como trascendencia la gestión y la optimización apoyada en el tiempo de procesos teniendo en cuenta la planificación, programación y ejecución de las actividades de mantenimiento. Las etapas para realizar el modelo de gestión de mantenimiento son: El análisis de la situación actual, el cual es el diagnóstico de la organización. La definición de objetivos, estrategias y responsabilidades de mantenimiento. La jerarquización de equipos teniendo en cuenta su criticidad. El análisis de puntos débiles en equipos de alto impacto. El diseño de planes de mantenimiento y los recursos necesarios para desarrollarlos. La programación del mantenimiento y la optimización en la asignación de recursos. La Evaluación y control de la ejecución del mantenimiento; y El Análisis del ciclo de vida y de la posible renovación de equipos. Para lograr el correcto desempeño de la gestión del mantenimiento de una organización, se tiene que definir previamente los objetivos que se persiguen. Adicionalmente, el modelo que propone se complementa con herramientas que sirvan de apoyo para el desarrollo e implementación de las etapas mencionadas, y el contexto operacional en el que operan, las cuales pueden afectar el desempeño del mantenimiento. Por medio de estas herramientas se entrega soportes para la toma de decisiones lógicas de gestión y optimización de una manera real y continua en todos los procesos que tienen que ver con la planificación, programación y ejecución del

mantenimiento, teniendo en cuenta el contexto operacional que pueden afectar la eficiencia y/o eficacia de la gestión del mantenimiento.

Por último, mediante este modelo propuesto se consigue alinear los objetivos locales del mantenimiento con los objetivos generales del negocio para la mejora continua de la organización.

- En 2013, R. Paropate y R. Sambhe [6] en su investigación “**The Implementation and Evaluation of Total Productive Maintenance – A Case Study of midsized Indian Enterprise**”, implementaron el mantenimiento productivo total para la máquina de cardado para mejorar con éxito la disponibilidad, la eficiencia y la tasa de calidad en la planta de Hilatura. Los valores actuales cuando se realizó la investigación para la disponibilidad, la eficiencia, la tasa de calidad y la eficiencia global del equipamiento fueron 89,6832%, 96,4783%, 79,29% y 68,9866% respectivamente. Para la calcular el OEE se apoyó en la hoja de cálculo Microsoft Excel y se tomó en cuenta la cantidad de producción, los desperdicios y la cantidad de algodón reciclado.

Su implementación consistió en 8 pilares, los cuales fueron: las 5S, el mantenimiento autónomo, kaizen, el mantenimiento planificado, mantenimiento de calidad, entrenamiento, office TPM y, la seguridad, salud y medio ambiente. A través de esta metodología de implementación, se logró mejorar las tasas del OEE, siendo los nuevos valores de las tasas los siguientes: la disponibilidad fue de 91,96%, la eficiencia fue de 97,177%, la tasa de calidad 79,758% y por último el OEE fue de 71,465%. Los porcentajes en que aumentaron estas tasas fueron de 2,59%, 0,7%, 0,59% y 3,59% respectivamente, por lo que muestra el éxito de la implementación del TPM en esta máquina de cardado.

- En 2013, A. Ortiz, C. Rodríguez y H. Izquierdo [7] en su investigación “**Gestión de mantenimiento en pymes industriales**”, realizaron un análisis de la gestión de mantenimiento en las pymes industriales de la ciudad de Guayana, estado de Bolívar. Se estructuró un modelo de gestión de mantenimiento basado en el ciclo Planear, Hacer, Verificar y Actuar (P, H, V, A). Por otra parte, el modelo de gestión que proponen se basa en el concepto de la gestión por procesos y está orientado a incrementar la disponibilidad de los equipos. Dentro del modelo para denotar la gestión de mantenimiento comienza y acaba con el cliente, el cual

representa al subsistema de producción. En la etapa de planificar está constituido por la política y objetivos, la identificación y clasificación de los equipos, el análisis de criticidad, la selección de modelo de mantenimiento, el análisis de modos de fallo y efectos, la planificación y programación del mantenimiento, la estimación de tiempos de ejecución, la documentación y el presupuesto. En la etapa de hacer, está constituido por la ejecución del plan de mantenimiento y por la reparación y corrección. En la etapa de verificar, está constituido por el análisis de averías, la evaluación de la efectividad del mantenimiento, la medición de satisfacción del cliente y, por las mejoras y/o modificaciones de las instalaciones y procedimientos. Por último, en la etapa de actuar, está constituida por la mejora de la mantenibilidad y por el mantenimiento autónomo y las 5S.

A. Ortiz, C. Rodríguez y H. Izquierdo [7] concluyen que la gestión de mantenimiento no es vista como un factor para mejorar la competitividad de la empresa, por lo que el reto de estas es evolucionar el paradigma de la corrección a la prevención.

2.2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. PRODUCTIVIDAD

En 1996, INEGI [8] se explica que la productividad es la relación entre la Producción de Bienes, en el caso de una empresa manufacturera, o Ventas en el de los Servicios, y las Cantidades de insumos utilizados. De esta manera, el concepto de productividad es igualmente aplicable a una empresa industrial o de servicios, a un comercio, a una industria o al agregado de la economía. En esencia, la productividad es un concepto de eficiencia en el uso de recursos, es decir, lo que se busca es hacer más y mejor con los mismos recursos.

La productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables. Por lo tanto, la productividad puede ser medida según el punto de vista:

$$Productividad = \frac{Producción}{Insumos}$$
$$Productividad = \frac{Resultados\logrados}{Recursos\empleados}$$

En 2007, J. Heizer y B. Render [9] nos expresan que la utilización de un solo factor productivo para medir la productividad se conoce como productividad de un solo factor, el cual indica la relación entre los bienes y servicios producidos y un recurso utilizado en su producción. Mientras que la productividad de múltiples factores supone una visión más amplia que incluye todos los factores productivos (trabajo, material, energía, capital) se le conoce como productividad total o multifactor.

2.2.1.1. Indicadores de productividad

En 1996, INEGI [8, p. 164] argumentaron que los indicadores de productividad son aquellos que nos ayudan a identificar alguna imperfección o defecto al momento de elaborar un producto u ofrecer un servicio, para así reflejar la eficiencia en el uso de los recursos generales y humanos de la empresa (estos pueden ser cuantitativos y cualitativos).

➤ **Productividad de materiales**

$$P_{Mat} = \frac{\text{Producción}}{\text{Entrada de MP}}$$

➤ **Productividad del recurso humano**

$$P_{MO} = \frac{\text{Producción actual}}{\text{número de operarios}}$$

➤ **Productividad de maquinaria**

$$P_{MO} = \frac{\text{Producción}}{\text{número de máquinas}}$$

➤ **Productividad total**

$$p_{TOT} = \frac{\text{Producción}}{R(\text{mat} + \text{maq} + \text{mo})}$$

R = unidades monetarias

➤ **Incremento de la productividad**

$$\Delta p = \frac{\text{Productividad propuesta} - \text{Productividad actual}}{\text{Productividad actual}} \times 100$$

2.2.2. MANTENIMIENTO

En 2014, Javier Cárcel [10] se entiende por mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo.

En 2003, Santiago García [11] detalla que definimos habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

2.2.2.1. Tipos de Mantenimiento [12]

- a) **Mantenimiento correctivo:** Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.
- b) **Mantenimiento preventivo:** Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las correcciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno.
- c) **Mantenimiento predictivo:** Es el que persigue conocer e informar permanentemente el estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo. Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y técnicos.

2.2.2.2. Confiabilidad

En 2013, Francisco Apablaza [13] expresa que la confiabilidad es la probabilidad de que un equipo o instalación funcione correctamente durante un periodo determinado, bajo condiciones operacionales previamente definidos. El estudio de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o componente. Si se tiene un equipo sin fallo, se dice que el equipo es ciento por ciento confiable o que tiene una probabilidad de supervivencia igual a uno. Al realizar un análisis de confiabilidad a un equipo o sistema, obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo. Se mide por el índice de MTBF.

- **Tiempo medio de buen funcionamiento (MTBF)**

En 2013, Francisco Apablaza [13] expresa que el MTBF es el tiempo promedio que es capaz de operar una máquina a capacidad sin interrupciones dentro del periodo considerado.

$$MTBF = \frac{\textit{Total de tiempo de buen funcionamiento}}{\textit{número totales de falla}} = \frac{\sum TBF}{n}$$

2.2.2.3. Mantenibilidad

Es la probabilidad que un equipo o sistema pueda ser reparado en un tiempo dado. Se mide por el índice MTTR.

- **Tiempo medio de reparación (MTTR)**

En 2013, Francisco Apablaza [13] expresa que el MTTR es el tiempo que se tarda en reparar o restaurar un sistema o equipo que ha fallado

$$MTTR = \frac{\textit{Total de tiempo técnico de reparación}}{\textit{número totales de falla}} = \frac{\sum TTR}{n}$$

2.2.3. MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), es una metodología utilizada para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe llevando a cabo su función, en el contexto operacional presente.

En 2012, C. Parra y A. Crespo [14] explica que el RCM sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes de un contexto operacional. Esta no es una fórmula matemática y su éxito se apoya principalmente en el análisis funcional de los activos de un determinado contexto operacional, realizado por un equipo natural de trabajo.

A. Metodología para la implantación del RCM

En 2012, C. Parra y A. Crespo [14] detalla que la metodología RCM propone un procedimiento que permite identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos en su contexto operacional, a partir del análisis de las siguientes 7 preguntas.

- ¿Cuál es la función?
- ¿Cuál es la falla funcional?
- ¿Cuál es el modo de falla?
- ¿Cuál es efecto de la falla?
- ¿Cuál es la consecuencia de la falla?
- ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla funcional?
- ¿Qué puede hacerse si no se conoce una tarea de prevención adecuada a este fallo?

a. Contexto operacional

Define al contexto operacional como el entorno donde funciona el equipo.

En 2012, C. Parra y A. Crespo [14] argumentaron que es una herramienta grafica que facilita la visualización del contexto operacional, es el diagrama de entrada- proceso- salida, en estos diagramas se debe identificar las entradas, los procesos y las salidas principales del sistema.

B. Herramientas claves de la metodología RCM

a. Análisis de criticidad

En 2012, C. Parra y A. Crespo [14] detalla que el análisis de criticidad es una metodología que permite identificar y jerarquizar por su importancia los activos de una instalación sobre las cuales vale la pena dirigir recursos (humanos, económicos y tecnológicos). En otras palabras, el proceso de análisis de criticidad ayuda a determinar la importancia y las consecuencias de los eventos potenciales de fallos de los sistemas de producción dentro del contexto operacional en el cual se desempeñan.

Para realizar este análisis tomaremos en cuenta los siguientes criterios:

- Flexibilidad operacional.
- Impacto a la producción.
- Costos de mantenimiento.
- Impacto a la seguridad y medio ambiente.
- Frecuencia de fallas.

A continuación se presentan de forma detallada, las expresiones utilizadas para jerarquizar los sistemas.

$$\mathbf{CTR = FF \times C}$$

Donde:

CTR: Criticidad total por riesgo.

FF: Frecuencia de fallos (rango de fallos en un tiempo determinado).

C: Consecuencias de los eventos de fallos.

El valor de las consecuencias (C), se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$\mathbf{C = (IO \times FO) + CM + SMA}$$

Donde:

IO: Factor de impacto en la producción.

FO: Factor de flexibilidad operacional.

CM: Factor de costos de mantenimiento.

SMA: Factor de impacto a la seguridad y medio ambiente.

A continuación se presentan los factores ponderados para realizar la jerarquización de los factores de frecuencia y consecuencia de fallos:

Tabla 1. Factores ponderados para el análisis de criticidad

Frecuencia de falla	Factor
Frecuente: mayor a 2 fallas al año	4
Promedio: 1 y 2 fallas al año	3
Bueno: 1 falla al año	2
Impacto a la producción	Factor
Pérdidas de producción superiores al 75%	10
Pérdidas de producción entre 50% y el 74%	7
Pérdidas de producción entre el 25% y el 49%	5
Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%	3
Pérdidas de producción menores al 10%	1
Flexibilidad Operacional	Factor
No se cuenta con unidades de reserva para cubrir la producción	4
Se cuenta con unidades de reserva que logran cubrir de forma parcial la producción	2
Se cuenta con unidades de reserva en línea	1
Costo de mantenimiento	Factor
Costos de reparación, materiales y mano de obra superiores a 3 000	2
Costos de reparación, materiales y mano de obra entre 1 a 3 000	1
Impacto a seguridad y medio ambiente	Factor
Riesgo alto de pérdida de la vida, daños graves a la salud	8
Riesgo medio de pérdida de la vida, daños importantes a la salud e incidente ambiental mayor	6
Riesgo mínimo de pérdida de la vida y afección a la salud e incidente ambiental menor	3
No existe ningún riesgo de pérdida de vida, ni afección a la salud, ni daños al ambiente	1

Fuente: Parra, 2012

Los resultados de los factores anteriores, se presentan en una matriz de criticidad.

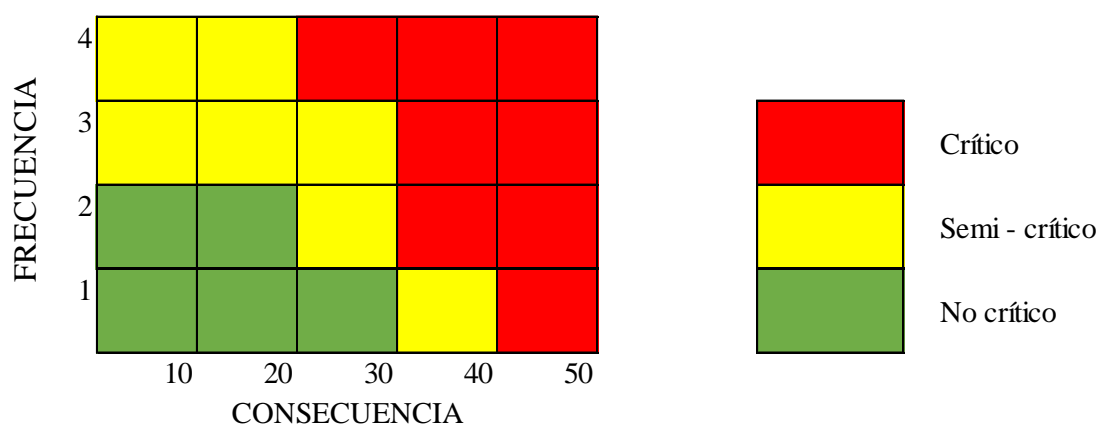


Figura 1. Matriz de criticidad

Fuente: Parra, 2012

b. Análisis de los modos y efectos de falla (AMEF)

El análisis de los modos y efectos de fallos (AMEF) es la herramienta principal del RCM para optimizar la gestión de mantenimiento en una organización determinada, ya que ayuda a responder las primeras cinco preguntas básicas del RCM.

En 2012, C. Parra y A. Crespo [14] argumentaron que el objetivo básico del AMEF es encontrar todas las formas o modos en los que puede fallar un activo dentro de un proceso, e identificar los posibles efectos de los fallos en función de tres criterios básicos del RCM: seguridad humana, seguridad del medio ambiente e impacto a la producción.

A continuación se muestra una hoja de trabajo AMEF.

Tabla 2. Análisis de Modos y Efectos de Falla (AMEF)

HOJA DE TRABAJO AMEF		AREA: EQUIPO:			
FUNCIÓN		FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLA		EFEECTO DE FALLA
1		A	1		
			2		
			3		

Fuente: Parra, 2012

- **Definir funciones:** Una función se define como el propósito o la misión de un activo en un contexto operacional específico. Es decir, es lo que el usuario desea que la máquina haga.
- **Definir falla funcional:** Un fallo funcional se define como una ocurrencia no previsible, que no permite que el activo alcance el funcionamiento esperado en el contexto operacional en el cual se desempeña. Es decir, razones por las que deja de hacer lo que el usuario desea que haga.
- **Definir modos de falla:** Las fallas funcionales tienen causas físicas que originan la aparición de las mismas, estas causas son lo que la metodología RCM define como modos de falla (causas físicas que provocan las fallas funcionales totales o parciales). Es decir define las razones, causas por la cual ha fallado.
- **Establecer los efectos de la falla:** Que ocurre cuando la falla se produce, es decir cómo afecta a la seguridad humana, medio ambiente y a la producción.

c. Hoja de decisión RCM

Es una herramienta diseñada por el RCM que permite seleccionar de forma óptima la actividad de mantenimiento más adecuada, para evitar los posibles efectos de cada modo de falla.

En 2012, C. Parra y A. Crespo [14] argumentaron que la hoja de decisión RCM es utilizada para registrar las respuestas a las preguntas del diagrama de decisión RCM y en la luz de estas repuestas, registrar la rutina de mantenimiento, la frecuencia y quien lo va a realizar.

Tabla 3. Hoja de decisión RCM

HOJA DE DECISIONES RCM										ÁREA:					
										EQUIPO:					
Referencias de información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción de falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por
							S1	S2	S3						
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4			
							N1	N2	N3						

Fuente: Parra, 2012

2.2.4. OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)

En 2009, Peter Belohlavek [15] detalla que la efectividad global del equipamiento de una planta o de un proceso productivo desarrollada por Seiichi Nakajima es el primer abordaje de realidades industriales como sistema complejo.

En 2010, José Cruelles [16] se explica como el OEE sirve para medir la eficiencia productiva de la máquina industrial, por ello es una razón que se emplea para medir el rendimiento y productividad de aquellas líneas de producción en las que la máquina tiene una gran influencia. La ventaja del oee frente a otras razones, es que mide en un indicador todos los parámetros fundamentales de una producción industrial: disponibilidad, rendimiento y calidad. Es decir, es posible saber si lo que falta se ha perdido por disponibilidad (la máquina estuvo cierto tiempo parada), rendimiento (la máquina estuvo funcionando a menos de su capacidad total) o calidad (se ha producido unidades defectuosas).

Este indicador se basa en 6 grandes pérdidas: pérdida de tiempo del mantenimiento, pérdidas de tiempo de la disponibilidad, pérdidas de tiempo ocioso,

pérdidas de reducción de la velocidad, pérdidas de tiempo de la calidad, pérdidas de tiempo de rendimiento. El valor del indicador OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o de una planta con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia. (Ver tabla 4)

Tabla 4. Clasificación del indicador OEE

OEE	CALIFICATIVO	CONSECUENCIAS
OEE < 65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
65% < OEE < 75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si está en proceso de mejora
75% < OEE < 85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en los valores del “World Class”
OEE > 99%	Excelente	Competitividad excelente

Fuente: Cruelles, 2010.

2.2.4.1. Determinación de los tiempos que intervienen en el rendimiento

En 2010, L. Cuatrecasas y F. Torrell. [16] explican como el tiempo disponible para operar a plena eficiencia (tiempo operativo eficiente) puede obtenerse a partir del tiempo total disponible deduciendo los correspondientes a todas las posibles pérdidas. En la tabla 5 contiene lo tiempos así obtenidos.

Tabla 5. Obtención de tiempos en la eficiencia de los equipos

Tiempo	Obtenido deduciendo del anterior los tiempos de:	Siglas y Cálculos
Tiempo disponible	Tiempo previsto para que el equipo se pueda utilizar	TD
Tiempo de carga	Tiempo muerto para: Mantenimiento preventivo Mantenimiento productivo Descanso y paro previsto	TC
Tiempo operativo	Tiempo de paro por: Averías y reparaciones Preparaciones y ajustes Otros especiales	TO
Tiempo operativo real	Pérdidas de velocidad por: Paradas cortas Reducciones de velocidad	TOR = CR x Q Con: CR: Ciclo real Q: Volumen prod.
Tiempo operativo eficiente	Tiempo operativo sin producción Tiempo puesta en marcha Tiempo perdido en reproceso Tiempo producción de despilfarros	TOE

Fuente: Cuatrecasas, 2010.

Tabla 6. Tiempos operativos de acuerdo con las pérdidas asociadas a los equipos

TIEMPO DISPONIBLE		
TIEMPO DE CARGA		Tiempo muerto
TIEMPO OPERATIVO		Tiempo de paro
TIEMPO OPERATIVO REAL	Pérdidas de velocidad	
TIEMPO OPERATIVO EFICIENTE	Pérdidas por productos defectuosos	

Fuente: Cuatrecasas, 2010.

2.2.4.2. Cálculo del indicador OEE

$$OEE = D \times E \times C = (TOE/TC) \times (OC)$$

En donde:

- D = Coeficiente de disponibilidad
- E = Coeficiente de efectividad
- C = Coeficiente de calidad

➤ **Coeficiente de disponibilidad:** en 2010, L. Cuatrecasas y F. Torrell. [17] detallan que se encuentran las pérdidas por averías, las pérdidas de preparación y ajustes y otras pérdidas por parada. Estas son las paradas obligadas que ocasionan pérdidas de tiempo y/o volumen de producción y su reducción a cero es vital para maximizar la eficiencia global del equipo.

$$D = \frac{\text{Tiempo operativo } TO}{\text{Tiempo de carga } TC}$$

➤ **Coeficiente de efectividad:** en 2010, L. Cuatrecasas y F. Torrell. [17] detallan que se encuentran las pérdidas por tiempos en vacío y paradas cortas y las pérdidas por reducción de velocidad.

$$E = \frac{\text{Tiempo operativo real ideal}}{\text{Tiempo operativo } TO}$$

➤ **Coeficiente de calidad:** en 2010, L. Cuatrecasas y F. Torrell. [17] detallan que se encuentran las pérdidas derivadas de los productos con calidad inferior a la esperada, es decir el tiempo que se emplea para su recuperación

o reproceso de estos productos y las pérdidas que ocurren durante la puesta en marcha de la maquinaria.

$$C = \frac{\textit{Tiempo operativo efectivo TOE}}{\textit{Tiempo operativo real TOR}}$$

2.2.5. SISTEMA DE GESTIÓN

En 2004, Francisco López [18] basándose en la norma ISO 9000, define a un sistema de gestión de una organización como un conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan para establecer la política y los objetivos y para lograr dichos objetivos.

2.2.6. GESTIÓN INTEGRAL DEL MANTENIMIENTO

En 2013, Carlos Boero, [19] explica cómo se debe considerar al sistema de mantenimiento como uno de los aspectos estratégicos que debe definir la alta dirección, ya que influye en el desarrollo de la empresa. La gestión integral del mantenimiento consiste en actuar en todos aquellos aspectos de importancia para el buen desarrollo de la empresa y que, de una u otra manera, se relacionan con el mantenimiento de las instalaciones. Se trata por tanto, de gestionar de una manera activa basándose en los objetivos de la empresa y no solo en los objetivos tradicionales del mantenimiento.

2.2.6.1. Por qué gestionar el mantenimiento

En 2003, Santiago García [20] detalla cómo es necesario gestionar el mantenimiento por las siguientes razones:

1. Porque la competencia obliga a rebajar costos. Por tanto, es necesario optimizar el consumo de materiales y el empleo de mano de obra.
2. Porque los departamentos necesitan estrategias, directrices a aplicar, que sean acorde con los objetivos planteados por la dirección.

2.2.6.2. Objetivos del mantenimiento

En 2013, Carlos Boero, [19] detallan que los objetivos parciales del mantenimiento pueden establecerse según los siguientes conceptos y constituciones:

- a) Maximizar la producción:
 - Mantener la capacidad de las instalaciones.
 - Asegurar la máxima disponibilidad de las instalaciones.
 - Reparar las averías con el mínimo de tiempo y costo.
- b) Minimizar costos:
 - Reducir al máximo las averías.
 - Prolongar la vida útil de las instalaciones.
 - Reducir las existencias de repuestos.
 - Reposición de los equipos en el modelo adecuado.
 - Colaboración en la optimización de los procesos.
 - Productividad del personal de mantenimiento.
- c) Calidad exigida:
 - Mantener el funcionamiento regular de producción, sin paros.
 - Eliminar las averías que afectan la calidad del producto.
 - Mantener los equipos para asegurar la calidad requerida.
- d) Preservar la energía:
 - Conservar en buen estado cañerías e instalaciones auxiliares.
 - Eliminar paros y puestas en marcha.
 - Controlar rendimientos energéticos de los equipos.
- e) Conservación del medio ambiente:
 - Eliminar posibilidades de fuga de contaminantes.
 - Evitar averías en instalaciones correctoras de poluciones.
- f) Higiene y Seguridad:
 - Mantener las protecciones de los equipos.
 - Adiestrar al personal sobre riesgos de accidentes.

2.2.7. DIAGRAMA SIPOC

En 2007, A. Tovar y A. Mota [22] detallan que SIPOC es una herramienta que consiste en un diagrama, que permite visualizar los procesos de manera sencilla y general. Este esquema puede ser aplicado a procesos de todos los tamaños y a todos los niveles.

En 2007, A. Tovar y A. Mota [22] detallan que SIPOC proviene de sus siglas en inglés, Supplier-Input-Process-Output-Customer.

- **Proveedor (Supplier):** es cualquier persona o proceso que suministran algún insumo.
- **Insumo (Input):** es todo aquello que se requiere para llevar a cabo nuestro proceso, puede ser información, materiales, actividades o recursos.
- **Proceso (Process):** son las actividades básicas para convertir las entradas en salidas.
- **Salida (Output):** es el resultado del proceso.
- **Cliente (Customer):** es la persona o proceso que se ve afectado por el resultado del proceso.

2.2.8. CICLO DE DEMING

En 2012, Lluís Cuatrecasas [21] detalla que el ciclo de Deming o ciclo de mejora, actúa como guía para llevar a cabo la mejora continua y lograr una forma sistemática y estructurada la resolución de problemas. Está constituida sobre cuatro actividades: Planificar, hacer, verificar y actuar.

El ciclo PHVA puede describirse brevemente como sigue [23]:

- **Planear:** Establecer los objetivos del sistema y sus procesos, y los recursos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de organización, e identificar y abordar los riesgos y las oportunidades.
- **Hacer:** Implementar lo planificado.
- **Verificar:** Realizar el seguimiento y (cuando sea aplicable) la medición de los procesos y los productos y servicios resultantes respecto a las políticas, los objetivos, los requisitos y las actividades planificadas, e informar sobre los resultados.
- **Actuar:** Tomar acciones para mejorar el desempeño, cuando sea necesario

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1.1. LA EMPRESA

ATLANTICA SRL, es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de telas y sacos de polipropileno, ya sean laminados, tejidos con o sin impresión, mallas y arpilleras destinadas al mercado nacional e internacional. Sus productos están dirigidos para los sectores de las industrias arroceras, avícolas, pesqueras, azucareras, mineras, harineras, alimentos balanceados, etc.

- RUC: 20488011538
- Razón Social: ATLANTICA SRL.
- Tipo de Empresa: Sociedad de Responsabilidad Limitada.
- Condición: Activo.
- Fecha Inicio Actividades: 01-05-12
- Actividad Comercial: Fabricación de sacos de polipropileno.
- CIU: 25200
- Dirección Legal: Predio Bullón Nro. S/N (Km 3 Vía de Evitamiento).
- Distrito / Ciudad: La Victoria.
- Departamento: Lambayeque, Perú.
- Gerente General: Saúl Estela Delgado.

a) Misión

Fabricamos y comercializamos sacos y telas de polipropileno, buscando la plena satisfacción de nuestros clientes, colaboradores y accionistas, de manera sostenida y comprometida en el medio ambiente y la sociedad. [24]

b) Visión

Para el año 2020 alcanzar los máximos niveles de productividad, calidad y ventas, fomentando siempre la mejora continua e innovación de nuestros procesos. [24]

c) Política Integrada

ATLANTICA SRL tiene implementado un sistema de Gestión de la Calidad basado en la norma internacional ISO 9001 y un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo en cumplimiento de la normativa nacional vigente; por ello, pasa asegurar la obtención de los resultados esperados, asume las siguientes políticas de gestión: [24]

- Gestionar la satisfacción de nuestros clientes, asegurando y procurando el cumplimiento de sus requisitos, de los compromisos asumidos por ATLANTICA SRL y de la normativa legal y reglamentaria aplicable, incluyendo Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Orientar nuestra gestión hacia la mejora continua de los procesos, en Seguridad y Salud en el Trabajo y el desarrollo integral de nuestros colaboradores.
- Gestionar el desempeño de nuestros proveedores, mitigando los riesgos de calidad, derivados de las relaciones comerciales establecidas.
- Proporcionar las condiciones operacionales necesarias que permitan brindar productos acorde con los resultados esperados.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.2.1. Productos

a. Descripción del Producto

El saco de polipropileno es un recipiente similar a una bolsa, y se fabrica por medio de cintas tejidas de este polímero termoplástico como materia prima, las cuales le brindan una alta tenacidad y resistencia, adicionándole carbonato y aditivos que le dan el color de acuerdo a las especificaciones del cliente.

Las características que presenta el saco de polipropileno son durabilidad, resistencia, variedad de colores, no presenta olor, y en ocasiones se le adiciona una capa de laminado la cual le proporciona impermeabilidad a la tela tejida. Estos sacos son recomendados para el uso en las industrias arroceras, pesqueras, mineras, etc.

En la siguiente tabla, se muestran la variedad de sacos que la empresa ATLANTICA SRL fabrica, según el tipo de saco, y los componentes que poseen. Para el desarrollo de esta investigación no se tomará en cuenta la fabricación de las mantas porque no se obtuvieron datos de producción ni de mantenimiento.

Tabla 7. Tipos de productos que la empresa fabrica

Tejidos	Sin impresión	Con basta
		Sin basta
	Con impresión	Con fuelle
		Sin fuelle
Laminados	Sin impresión	Con basta
		Sin basta
	Con impresión	Con basta
		Sin basta
Leno	Sin impresión	Con basta

Fuente: ATLANTICA SRL

b. Sub Productos

Los subproductos que posee la empresa, son los sacos de clase B, estos son los sacos que no han superado el control de calidad y son vendidos a comerciantes del mercado Moshoqueque. Otro subproducto es el scrap, el cual se genera de los subprocesos de laminado, impresión y conversión.

En el periodo de investigación el total de sacos de clase B fue de 1 163 018 sacos.
(ver tabla 18)

c. Desechos

El desecho son los sobrantes de las tintas de impresión, estas son generadas cuando no se calcula exactamente la proporción de mezcla para una cierta cantidad de rollos a imprimir. Esta tinta al estar expuesta al ambiente durante un tiempo prolongado, tiende a secarse en las bandejas y posteriormente se desechan.

d. Desperdicios

Los desperdicios que se obtienen dentro del proceso productivo son las siguientes:

- Bolsas del polipropileno.
- Pedazos de cintas.
- Baldes de pintura.
- Conos de cartón donde está el hilo para coser el saco.
- Pedazos de rafia.

3.2.2. Recursos del proceso

3.2.2.1. Materiales e Insumos

A. Materia Directos

1. Polipropileno:

Es un polímero termoplástico el cuál se obtiene de la polimerización del propileno, y es la materia prima para la fabricación de lo sacos.

2. Carbonato:

Es un compuesto químico, que se utiliza para mejorar la resistencia, mejorar la homogenización, otorgar mayor rigidez, y aumentar el módulo de Young, reduce el encogimiento y la abrasión durante el proceso de extrusión.

3. Aditivos:

Son los pigmentos de colores que se emplean para dar color a la cinta de polipropileno. La empresa usa de la marca Masterbatch el cual viene envasado

en bolsas de 25 kg. Estos materiales se agregan en la mezcla del subproceso de extrusión, así como en el subproceso de laminado y, la cantidad a emplear dependerá del tipo de cinta que se quiera producir.

En la tabla 8, se muestran los aditivos que emplea la empresa dentro del proceso productivo.

Tabla 8. Aditivos empleados en el proceso productivo

Código	Descripción
MMAX 001	Aditivo/mast - blanco LL-70
MMAX 002	Aditivo/mast - negro premium LL-74
MMAX 003	Aditivo/mast - amarillo eléctrico - 20
MMAX 004	Aditivo/mast - rojo bandera 409
MMAX 005	Aditivo/mast - rojo escarlata 443-E
MMAX 006	Aditivo/mast - azul eléctrico 50E
MMAX 007	Aditivo/estabilizador UV-800-LL
MMAX 008	Aditivo/mast - amarillo cálido
MMAX 009	Aditivo/ayuda de proceso 842-2.5
MMAX 010	Aditivo/mast - verde eléctrico 60-E
MMAX 011	Aditivo/mast - naranja mecánica
MMAX 012	Aditivo/mast - lúcuma 136
MMAX 013	Aditivo/purga mast 890 LL
MMAX 014	Aditivo/antioxidante 815
MMAX 015	Aditivo/mast - buff at 230
MMAX 016	Aditivo/mast - azul náutico
MMAX 017	Aditivo/mast - borgoña 544E
MMAX 018	Aditivo/mod-855-PP-RAF
MMAX 019	Aditivo/mod-comai
MMAX 044	Aditivo/mast-estabilizador UV-801-PP
MMAX 051	Aditivo/mast-blanco LL-70 CS

Fuente: ATLANTICA SRL

En la tabla 9, se muestra la cantidad de materia prima en insumos que fueron procesados en el periodo de investigación el cual fue de enero a junio del año 2019; adicionalmente, se muestra el scrap generado de los subprocesos de extrusión y laminado.

Tabla 9. Cantidad de materia prima e insumos procesados

Mes	Extrusora 1			Extrusora 2			Laminadora			% total de scrap en las 3 máquinas
	Ingreso de MP e insumos	kg de cinta producidas mensual	Scrap	Ingreso de MP e insumos	kg de cinta producidas mensual	Scrap	Ingreso de MP e insumos	MP consumida	Scrap	
Enero-2019	115968,61	113991,00	1720,30	179983,35	173005,00	5536,40	17806,80	17081,00	257,30	2,39 %
Febrero-2019	117541,55	113771,35	1716,10	216547,11	212548,60	4134,89	14561,90	13402,60	361,00	1,78 %
Marzo-2019	134575,10	132483,00	2493,50	243660,50	238954,28	4817,50	20054,50	18749,40	1032,80	2,09 %
Abril-2019	112430,95	110741,90	1802,70	230237,80	227150,60	3857,10	18324,00	17229,30	779,60	1,78 %
Mayo-2019	134905,65	133512,40	2095,10	247934,70	244633,60	4820,00	19788,00	18831,26	762,30	1,91 %
Junio-2019	132019,90	130095,40	1924,50	217615,00	214633,50	2981,50	21660,00	20444,30	854,30	1,55 %
Total	747441,76	734595,05	11752,20	1335978,46	1310925,58	26147,39	112195,20	105737,86	4047,30	1,91 %

Fuente: ATLANTICA SRL

En la tabla anterior se puede observar que el total del scrap procesado en las extrusora 1 y 2, y en la laminadora es el 1,91% del total de materia prima e insumos procesados. Se tomaron estas máquinas debido a que ingresan directamente materia prima e insumos. Por otra parte, en el mes de mayo es donde más se procesó materia prima e insumos con un total de 402 628,35 kg, y el mes donde se procesó menos fue el mes de enero con un total de 313 758,76 kg; además, en este mes es donde se produjo el mayor porcentaje de scrap generado con un total de 2,39%.

4. Tintas:

La empresa emplea tintas de la marca Indubras, para realizar las impresiones a los sacos.

5. Alcohol isopropílico:

Se emplea para disolver las tintas que se van a emplear en el subproceso de impresión, además se utiliza para la limpieza de los cilindros de la impresora y de los chichés.

6. Hilos de Naylon:

Se utilizan para coser la base del saco, y el color a emplearse dependerá de la necesidad del cliente.

B. Materiales Indirectos

1. Cinta Film:

Se emplea para poder embalar los sacos para ser despachados a los distintos clientes.

2. Rafia o Suncho:

Se emplean para poder amarrar el tejido laminado que se utiliza para enfardar los sacos y permite que estos últimos no puedan salirse.

3.2.2.2. Mano de obra

Para que el proceso de producción se lleve a cabo, participan un total de 133 trabajadores dentro del área de producción y mantenimiento, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10. Personal de la empresa

Área	Personal
Extrusión	18
Telares	45
Supervisor de extrusión y telares	3
Cortador de canillas	3
Prensa	6
Laminado	1
Impresión	6
Conversión	24
Paletizado	2
Supervisor de acabados	3
Mantenimiento	22
Total	133

Fuente: ATLANTICA SRL

3.2.2.3. Maquinaria y equipos

Para realizar el proceso de fabricación de los sacos de polipropileno, la empresa actualmente cuenta con un total de 64 máquinas las cuales se mencionan en la tabla 11.

Tabla 11. Maquinaria de la empresa

N	Máquina	Cantidad
1	Extrusoras	2
2	Telares	52
3	Laminadora	1
4	Impresoras	2
5	Convertidoras	4
6	Paletizadora	1
7	Prensas	2
	Total	64

Fuente: ATLANTICA SRL

En la tabla 12, se describen las funciones y especificaciones de las máquinas que son empleadas en el proceso productivo.

Tabla 12. Funciones y especificaciones de las máquinas

Subproceso	Máquina involucrada	Función del equipo/ máquina	Especificaciones	
Extrusión	Extrusora 1	Transformar los granos de polipropileno, carbonato y aditivos en una película a una temperatura entre 250 °C a 280 °C para posteriormente cortarla en cintas y ser embobinadas. Además, solo la extrusora 1 puede reprocesar el pellet proveniente del paletizado para hacer las cintas que se emplearán en los sacos de color negro.	Marca	CHINA
			Año de adquisición	2 012
			Estado – Vida útil	Operativa – 15 años
	Capacidad de diseño		360 kg/hora	
	Horas trabajadas (ene-jun)		3 259,38 horas	
	Extrusora 2		Marca	LOHIA
Año de adquisición		2 014		
Estado – Vida útil		Operativa – 15 años		
Telares	Telares 1-26, 29-50	Tejer las cintas trama y urdimbre en rollos por medio de las lanzaderas.	Capacidad de diseño	750 kg/hora
			Horas trabajadas (ene-jun)	3 490,95 horas
			Marca	LOHIA
	Año de adquisición		2 014	
	Estado – Vida útil		Operativa – 15 años	
	Capacidad de diseño		1 100 picks/min	
Telares 27-28	Tejer las cintas trama y urdimbre en rollos por medio de las lanzaderas, solo estos dos telares tejen los rollos para los sacos tipo leno.	Horas trabajadas (ene-jun)	175 893,91 horas	
		Marca	LOHIA	
		Año de adquisición	2 012 y 2 014	
Estado – Vida útil		Operativa – 15 años		
Capacidad de diseño		425 picks/min		
Horas trabajadas (ene-jun)		7 035,76 horas		
Laminado	Laminadora	Añadir la capa laminada de polipropileno a los rollos tejidos, donde los granos se desintegran y homogenizan al pasar por un tornillo a altas temperaturas formando una película que se adhiere a la tela tejida.	Marca	CHINA
			Año de adquisición	2 014
			Estado – Vida útil	Operativa – 15 años
			Capacidad de diseño	30 a 100 m/hora
			Horas trabajadas (ene-jun)	1 424,09 horas

Fuente: ATLANTICA SRL

(Continua...)

(...Continuación)

Subproceso	Máquina involucrada	Función del equipo/ máquina	Especificaciones		
Impresión	Impresora 1	Añadir las tintas a los rollos tejidos o laminados por medio de un cliché que sirve de molde del diseño previamente aprobado por el cliente.	Marca	CHINA	
			Año de adquisición	2 012	
			Estado – Vida útil	Operativa – 15 años	
			Capacidad de diseño	50 m/hora	
			Horas trabajadas (ene-jun)	1 395,47 horas	
	Impresora 2		Marca	BOTHEVEN	
			Año de adquisición	2 014	
			Estado – Vida útil	Operativa – 15 años	
Capacidad de diseño		100 m/hora			
		Horas trabajadas (ene-jun)	939,47 horas		
Conversión	Convertidoras	Cortar y coser los rollos tejidos, laminados e impresos en unidades. Se emplean corte en frío y en caliente.	Marca	BOTHEVEN	
			Año de adquisición	2 012 y 2014	
			Estado – Vida útil	Operativa – 15 años	
			Capacidad de diseño	30 – 45 sacos/min	
			Horas trabajadas (ene-jun)	14 139,62 horas	
Paletizado	Paletizadora	Transforma el scrap en pellet de polipropileno para que sean reprocesados en la extrusora 1.	Marca	CHINA	
			Año de adquisición	2 014	
			Estado – Vida útil	Operativa – 15 años	
		Capacidad de diseño	30 – 45 sacos/min		
Prensa	Prensas	Enfardar los sacos en cantidades de 500 a 1000 unidades por fardo.	Marca	TAIWAN	
			Año de adquisición	2 014	
			Estado – Vida útil	Operativa – 15 años	
		Capacidad de diseño	-		

Fuente: ATLANTICA SRL

3.2.3. Descripción del proceso productivo

Para realizar la descripción del proceso productivo de los sacos de polipropileno, se tomará como muestra a los sacos que se emplean como envase del arroz pilado, debido a que estos sacos emplean todos los subprocesos de producción que posee la empresa. Asimismo, todos los productos que fabrica la empresa mencionados en la tabla 7 ingresan por los subprocesos de extrusión, telares y conversión.

El proceso de fabricación de los sacos de polipropileno comienza con la recepción de materia prima (bolsas de polipropileno de 25 kg), las cuales se reciben y se apilan con un total de 50 bolsas en cada pallet en la puerta de almacén de materia prima. A su vez son trasladados dentro de dicho almacén para evitar la humedad y el contacto con el sol. Esta actividad de recepción también se realiza para los carbonatos y aditivos. A continuación, se describe el proceso:

- **Extrusión:** En este proceso es donde los granos de polipropileno previamente mezclados, ingresa por el tornillo sin fin y son sometidos a altas temperaturas para que desemboquen por una matriz donde se forma la película, la cual es enfriada en una bañera de agua. Una vez enfriada la película, esta pasa a través de un peine de cuchillas y son separadas de acuerdo la medida requerida pasando por el horno y, posteriormente por unos rodillos donde se somete a un estirado. Finalmente, los volantes llevan las cintas hacia las embobinadoras donde se obtienen las bobinas y posteriormente se almacenan.

- **Mezclado:** En esta etapa, el volante de extrusión es el encargado de realizar la mezcla necesaria, teniendo en cuenta las características de cinta que se quiere obtener. Esta actividad se realiza después que el supervisor del área haya realizado la fórmula de mezclado.

La empresa posee 2 extrusoras, las cuales son de diferente fabricante, y es por eso que debe aplicarse una curva de temperatura a cada máquina por recomendación del fabricante para que la película sea la adecuada.

- **Tejido:** Antes de realizar el tejido, el volante de telares se dirige hacia el almacén de cintas para recoger las bobinas teniendo en cuenta la cantidad y el color, después regresa al telar para colocar la trama y la urdimbre. Una vez de haber realizado la preparación previa al tejido, las cintas por medio de los telares, son tejidos dando consistencia al saco formando un rollo. El operario se encarga de inspeccionar la

calidad de la tela, ya sea observando si se presenta una rotura de urdimbre o de trama o, si se forman lomos de camello y posteriormente solucionarlo.

El rollo que sale de los telares es etiquetado teniendo en cuenta el peso, el metraje, el operador, el turno, el cliente para después ser almacenado.

- **Laminado:** Para realizar el laminado, se adhiere a la manga tejida del rollo una cobertura transparente de polipropileno, para darle mayor resistencia.

- **Impresión:** Se imprime el diseño del cliente a la manga tejida del rollo usando las tintas y clichés.

- **Conversión:** Los rollos previamente impresos, laminados o solo tejidos, son cortados y cosidos de la manga teniendo en cuenta las especificaciones del producto. Se emplean dos tipos de cortes, en caliente (corte zigzag) y en frío (corte recto).

- **Enfardado:** Aquí es donde los sacos se enfardan y son prensados de 500 o 1000 unidades. Además se registra el número, el peso, la medida y el tipo de saco y, el nombre del operario que se encarga de esta actividad para que se pueda realizar una trazabilidad.

- **Almacén de producto terminado:** Los fardos se trasladan en pallets por los estibadores hacia el almacén de producto terminado hasta ser despachados para los clientes.

3.2.4. Sistema de Producción

El sistema de producción debido a las operaciones que realiza la empresa es un sistema continuo, debido a las siguientes características: Poca diversificación de productos, debido a que se producen grandes volúmenes de un mismo producto; líneas de producción generalmente automatizadas, por lo que las labores de mantenimiento preventivo son importantes, porque al parar una máquina generalmente puede parar la línea; costos unitarios bajos; los operarios siempre realizan la misma tarea; y cada máquina y cada equipo están diseñados para realizar siempre la misma operación y preparados para aceptar de forma automática el trabajo que le es suministrado por una máquina precedente. Además la empresa fabrica a pedido (por órdenes) y por lotes (teniendo en cuenta las etiquetas de los rollos que se tejen).

3.2.5. Análisis para el Proceso de Producción

3.2.5.1. Diagrama de Bloques del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno

Como se mencionó en la descripción del proceso, se tomará como muestra la producción de los sacos para ser envases del arroz pilado y se utilizará para la elaboración del DOP y DAP. En la figura 2 se muestra el diagrama de bloques del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno, donde se indica que la materia prima que ingresa al proceso es el polipropileno, además del carbonato y de los aditivos. Por último, el scrap que sale de las operaciones de extrusión, telares y laminado, pasan por un proceso de paletizado para elaborar el pellet, el ingresará a la extrusora 1 para ser reprocesado.

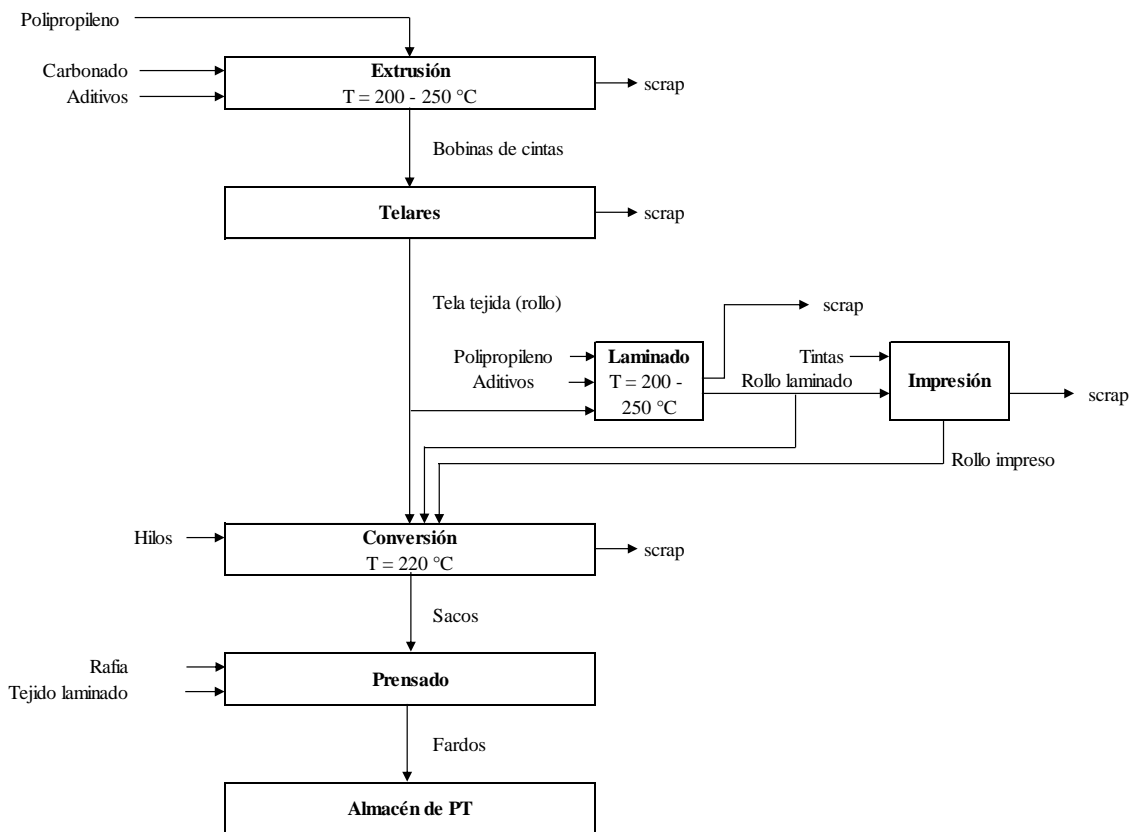


Figura 2. Diagrama de bloques del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno

Fuente: ATLANTICA SRL

Para realizar el diagrama de operaciones, el diagrama de análisis de proceso y el cursograma analítico del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno, se tomó como muestra la orden 96793 - etiqueta 65530, la cual es un rollo tejido, laminado e impreso con una longitud de 3000 metros. El producto

de esta orden es un saco que se emplea para envasar el arroz pilado la cual presenta las siguientes medidas: 22,8 pulgadas de ancho y 37,5 pulgadas de largo de corte, y las unidades de producción para esta etiqueta fueron de 2 995 sacos de clase A y 121 sacos de clase B.

3.2.5.2. Diagrama de Operaciones del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno

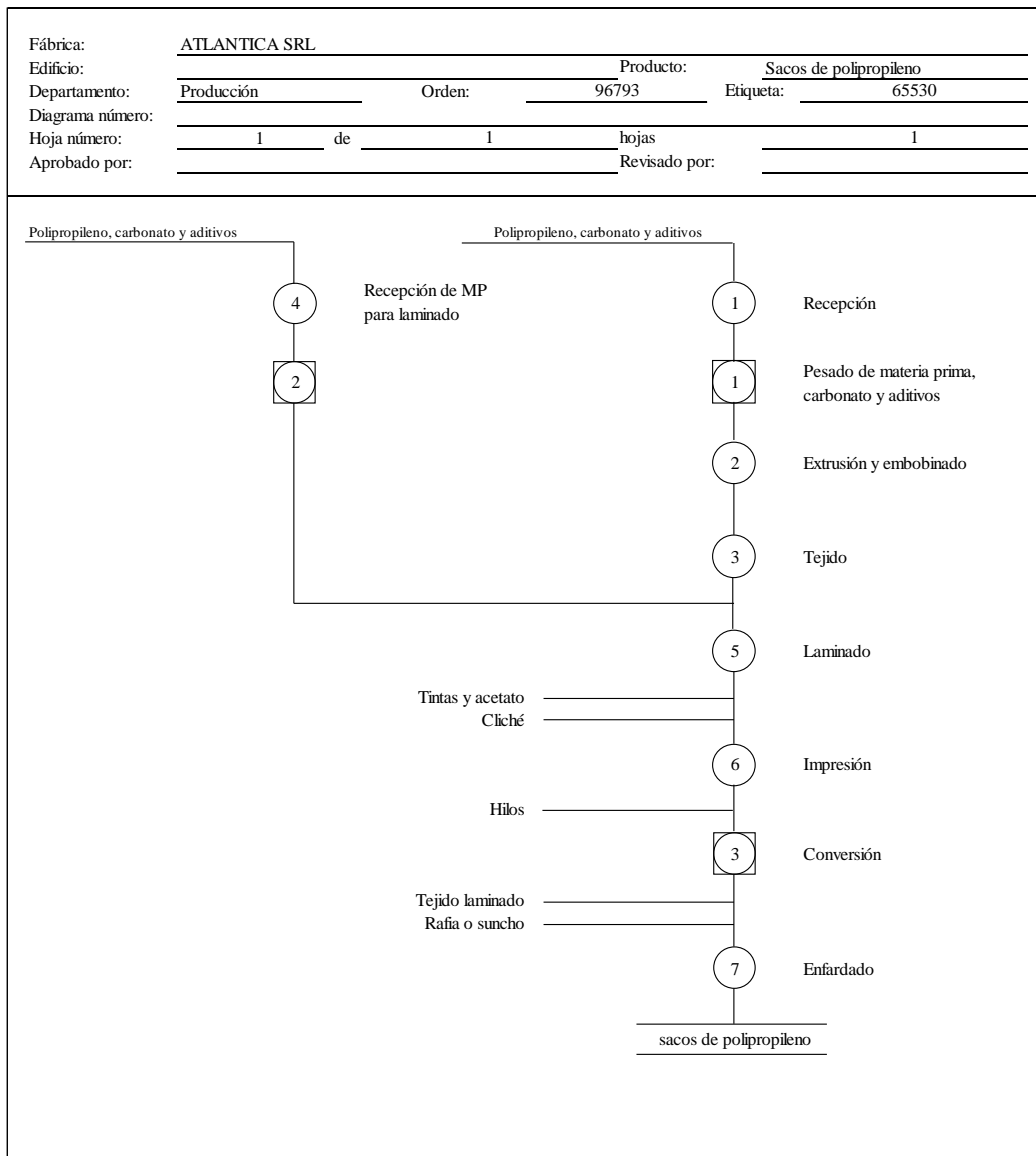


Figura 3. Diagrama de operaciones del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno
Fuente: ATLANTICA SRL

3.2.5.3. Diagrama de Análisis del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno

En las figuras 4 y 5, se muestran las actividades productivas e improductivas para el proceso de fabricación de los sacos de polipropileno.

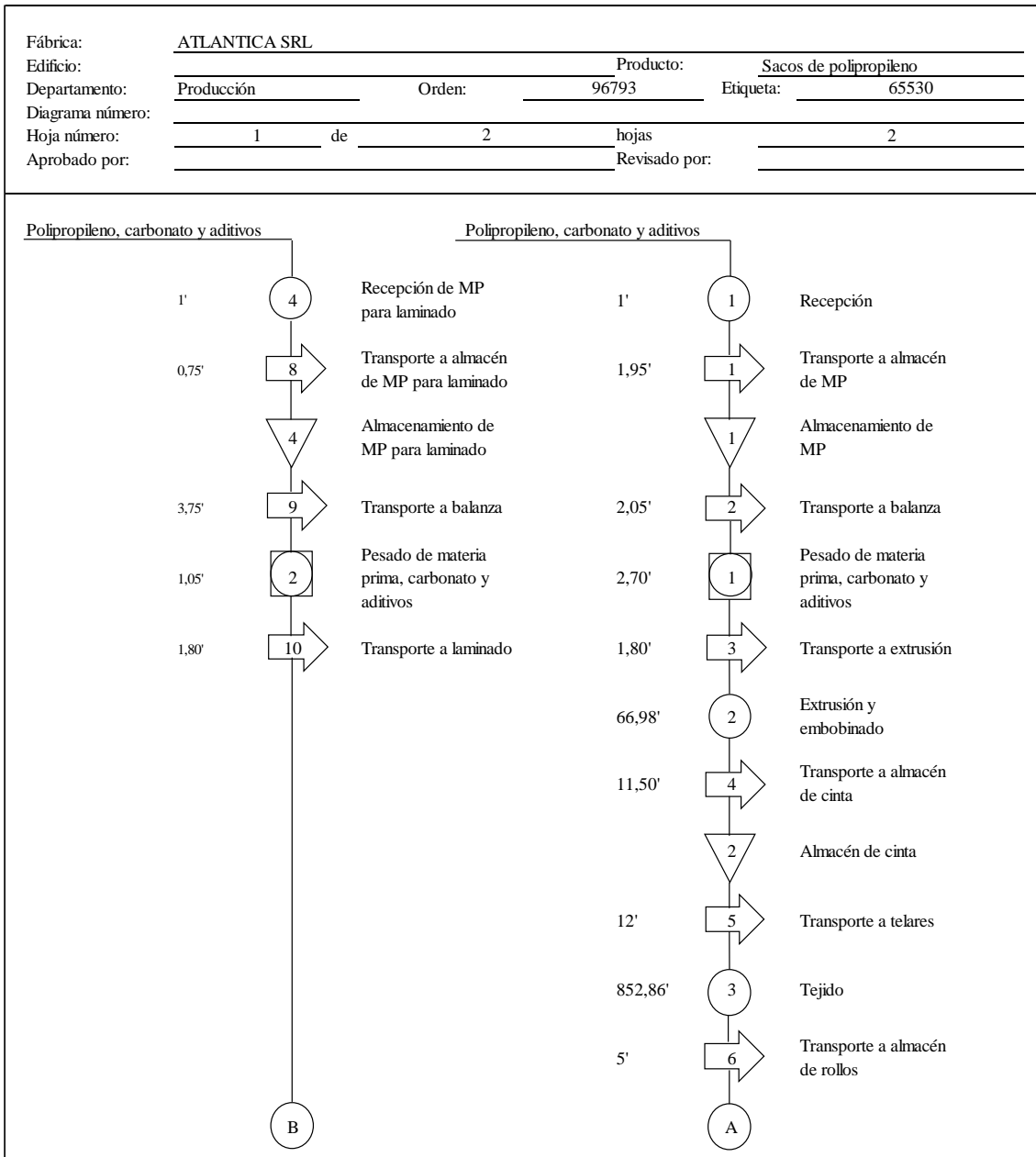


Figura 4. Diagrama de Análisis del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno
Fuente: ATLANTICA SRL

Fábrica:	ATLANTICA SRL		
Edificio:		Producto:	Sacos de polipropileno
Departamento:	Producción	Orden:	96793
Diagrama número:		Etiqueta:	65530
Hoja número:	2	de	2
Aprobado por:		hojas	2
		Revisado por:	

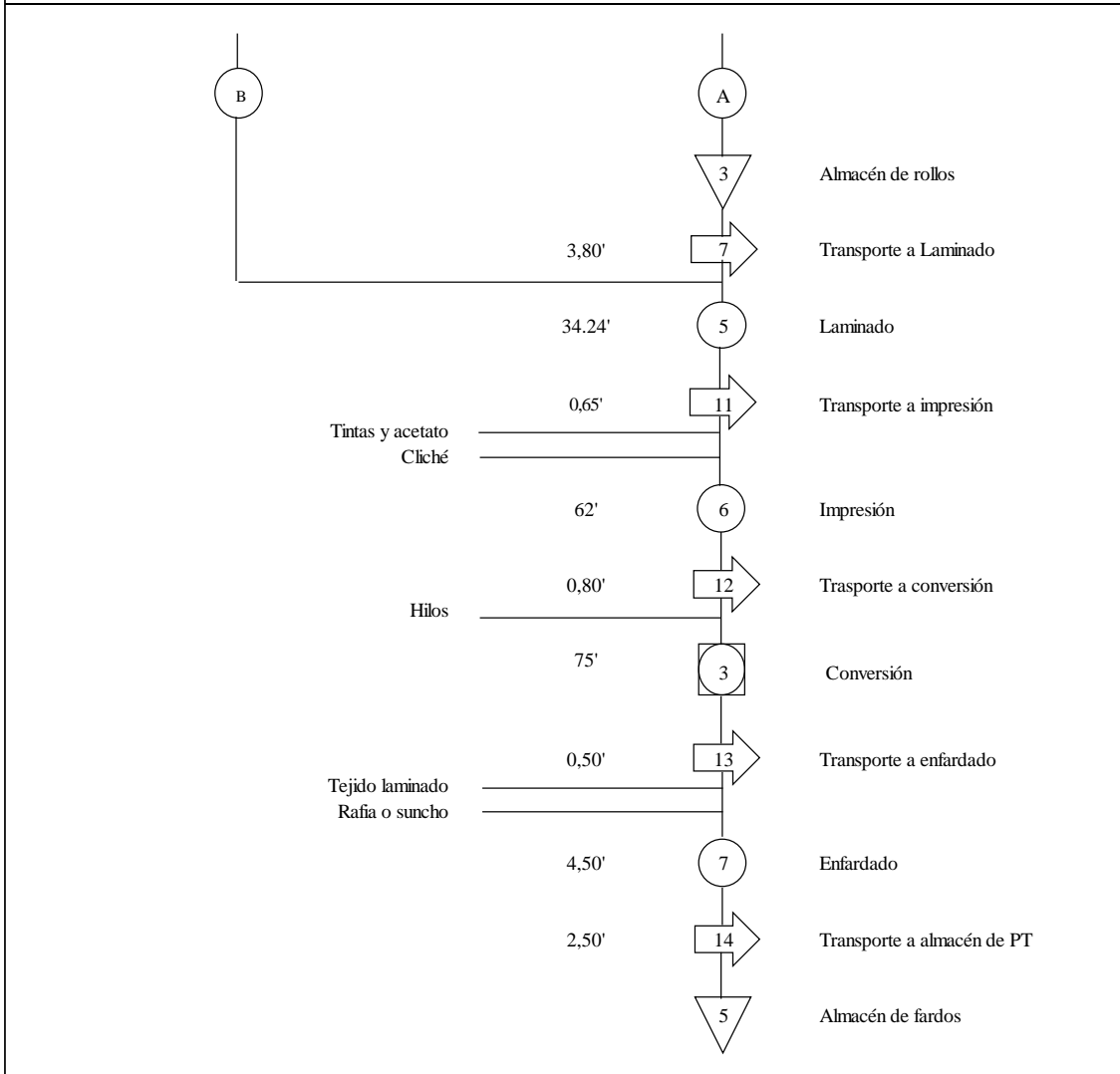


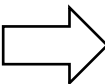



Figura 5. Continuación del Diagrama de Análisis del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno
Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 13. Resumen general del diagrama de análisis del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno

Resumen general			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación		7	1 022,58
Combinada		3	78,12
Transporte		14	48,85
Almacenamiento		5	-
Total		29	1 149,55

Fuente: ATLANTICA SRL

En la tabla 13, de acuerdo al estudio de la muestra de la orden 96793 etiqueta 65530; se muestra el resumen general del diagrama de análisis del proceso en el cual hay un total de 29 actividades, conformada por 7 operaciones con un tiempo de 1022,58 minutos, 3 actividades combinadas con un tiempo de 78,12 minutos, seguido por 14 actividades de transportes con un tiempo de 48,85 minutos, y por último 5 actividades de almacenamiento durante todo el proceso. A continuación se muestra el porcentaje de las actividades productivas e improductivas de todo el proceso de fabricación:

$$\% \text{ act. productivas} = \frac{1022,58 + 78,12}{1149,55} = 95,75\%$$

Como se observa en la fórmula anterior (% de actividades productivas), el proceso de fabricación de sacos de polipropileno de la empresa ATLANTICA SRL presenta un 95,75% de actividades productivas.

$$\% \text{ act. improductivas} = \frac{48,85}{1149,55} = 4,25\%$$

Por lo tanto, el porcentaje de actividades improductivas de la empresa ATLANTICA SRL es 4,25%. Estos dos resultados corresponden al 100% de todas las actividades que se realizan para obtener los sacos de polipropileno.

3.2.5.4. Cursograma Analítico del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno

Cursograma analítico				Operario / <u>Material</u> / Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 1	de 1		Resumen							
Objeto:				Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Sacos de polipropileno				Operación ○	7						
				Transporte ⇨	14						
				Espera □	0						
Actividad:				Inspección □	0						
Proceso de producción de sacos de polipropileno				Combinada 1 □	3						
Orden: 96793 Etiqueta: 65530				Almacenamiento ▽	5						
Método: Actual / Propuesto				Distancia (m)	278						
Lugar: Área de producción				Tiempo (min.-hombre)	-						
Operario(s):				Costo							
Ficha núm.				Mano de obra							
Compuesto por:				Material							
Fecha:				Total							
Aprobado por:				Fecha:							
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (min.)	Símbolo					Observaciones		
				○	⇨	□	□	□		▽	
Recepción			1	●						Se coloca las bolsas en pallets	
Transporte a almacén de MP		10	1.95	●						Se emplea patos y pallets	
Almacenamiento de MP									●	Evitar contacto con la humedad	
Transporte a balanza		12	2.05	●							
Pesado de materia prima, carbonato y aditivos			2.07						●		
Transporte a extrusión		6	1.8	●							
Extrusión y embobinado			66.98	●							
Transporte a almacén de cinta		45	11.5	●							
Almacén de cinta									●		
Transporte a telares		50	12	●							
Tejido			852.86	●							
Transporte a almacén de rollos		30	5	●						Se hace rodar al rollo	
Almacén de rollos									●		
Transporte a Laminado		20	3.8	●						Se hace rodar al rollo	
Recepción de MP para laminado			1	●						Se coloca las bolsas en pallets	
Transporte a almacén de MP para laminado		3	0.75	●						Se emplea patos y pallets	
Almacenamiento de MP para laminado									●	Evitar contacto con la humedad	
Transporte a balanza		20	3.75	●							
Pesado de materia prima, carbonato y aditivos			1.05						●		
Transporte a laminado		10	1.8	●						Se hace rodar al rollo	
Laminado			34.24	●							
Transporte a impresión		12	0.65	●						Se hace rodar al rollo	
Impresión			62	●							
Transporte a conversión		15	0.8	●						Se hace rodar al rollo	
Conversión			75						●		
Transporte a enfardado		10	0.5	●						Se emplea patos y pallets	
Enfardado			4.5	●							
Transporte a almacén de PT		35	2.5	●						Se emplea patos y pallets	
Almacén de fardos									●	Hasta su despacho	
Total				278	1149.6	7	14	0	0	3	5

Figura 6. Cursograma analítico del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno

Fuente: ATLANTICA SRL

3.2.5.5. Diagrama de Recorrido del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno

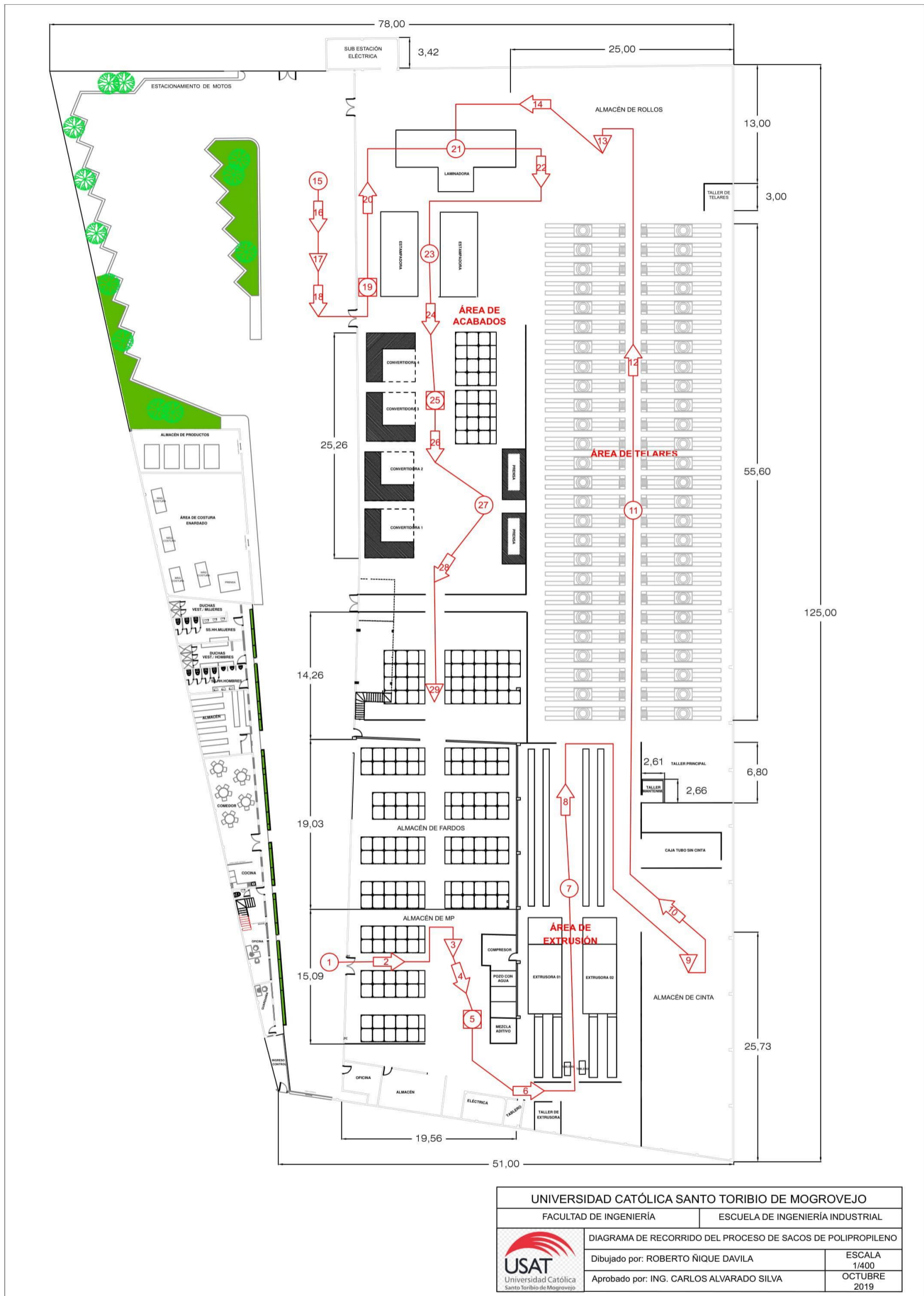


Figura 7. Diagrama de Recorrido del proceso de fabricación de los sacos de polipropileno
Fuente: ATLANTICA SRL

3.2.6. Mantenimiento actual en la empresa

3.2.6.1. Estructura jerárquica de mantenimiento

El proceso actual de mantenimiento está conformado por el jefe de mantenimiento y 21 técnicos (ver tabla 14) distribuidos en 6 divisiones (ver figura 8) para el desarrollo de las actividades de mantenimientos correctivos, preventivos y compras. Asimismo, en la tabla 15 se especifica el cargo, grado de instrucción y la fecha de ingreso del personal de mantenimiento.

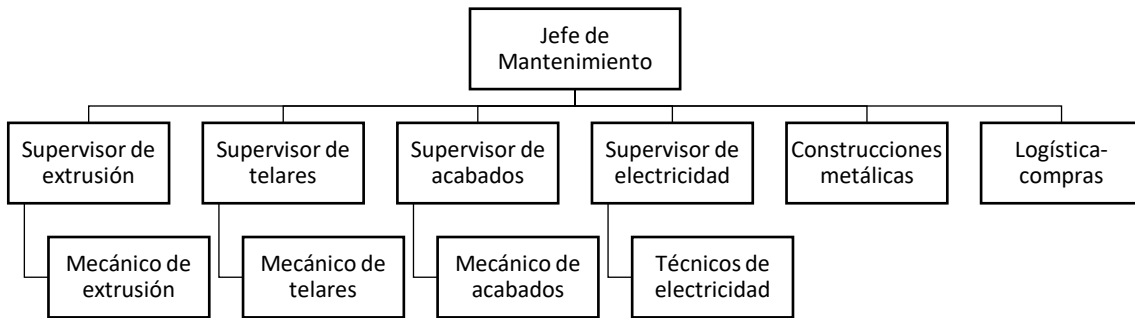


Figura 8. Organigrama del área de mantenimiento

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 14. Personal de mantenimiento

Jefe de mantenimiento	1
Supervisores	4
Construcciones metálicas	1
Logística - compras	1
Mecánico de extrusión	4
Mecánico de telares	4
Mecánico de acabados	4
Técnico en electricidad	3
<hr/>	
Total	22

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 15. Perfil del personal de mantenimiento

Personal	Cargo	Grado de instrucción	Fecha de ingreso
Emiliano Estela Delgado	Jefe de mantenimiento	Ingeniero de sistemas	01-02-16
Benjamín Huamán Lucero	Supervisor de extrusión	Técnico en electricidad industrial	01-09-17
Juan Damián Llontop	Supervisor de telares	Técnico en mecánica de mantenimiento	01-08-16
José Damián Llontop	Supervisor de acabados	Técnico en mecánica de mantenimiento	01-08-16
Daryl Silva Aguilar	Supervisor de electricidad	Técnico en controles de procesos industriales	28-09-15
Miguel Ángel Ortega Zambrano	Construcciones metálicas	Soldador	18-09-18
Delmán Cueva Ugaz	Logística	Técnico en mecánica de mantenimiento	24-11-14
David Guevara Quiroz	Mecánico de extrusión	Técnico en mecánica de mantenimiento	07-08-17
Santiago Yancul Lluen	Mecánico de extrusión	Técnico en mecánica de mantenimiento	04-07-18
César Torres Lluen	Mecánico de extrusión	Técnico en electricidad industrial	01-03-18
Jesús Sanchez Caicedo	Mecánico de extrusión	Técnico en mecánica de mantenimiento	19-11-18
Victor Chingay Farfán	Mecánico de telares	Técnico en electricidad industrial	04-01-16
Wilmer Olano Fernández	Mecánico de telares	Técnico en electricidad industrial	05-06-18
Segundo Crisanto Tiquillahuanca	Mecánico de telares	Técnico en mecánica de producción	01-11-17
René Quispe Ordinola	Mecánico de telares	Técnico en mecánica de mantenimiento	03-07-17
Manuel flores Cayao	Mecánico de acabados	Técnico en electricidad industrial	03-08-15
José Ipanaqué Flores	Mecánico de acabados	Técnico en mecánica de mantenimiento	06-06-18
José Túllume Chafloque	Mecánico de acabados	Técnico en mecánica de mantenimiento	01-10-16
Franki Farro Mayra	Mecánico de acabados	Técnico en mecánica de mantenimiento	04-09-18
Brayner Severino Aldana	Técnico en electricidad	Técnico en controles de procesos industriales	01-09-17
Kevin De la Cruz Sanchez	Técnico en electricidad	Técnico en electricidad industrial	06-06-18
Joscep Paredes Bocanegra	Técnico en electricidad	Técnico en controles de procesos industriales	17-07-17

Fuente: ATLANTICA SRL

3.2.6.2. Actividades que realizan actualmente

Las actividades que se desarrollan dentro del proceso de mantenimiento de la empresa ATLANTICA SRL son:

- a) Montaje, mejora e instalaciones de equipos:** consiste en ubicar e instalar la nueva maquinaria en el lugar donde realizará su operación, realizando las

conexiones eléctricas en las instalaciones y en los tableros de control de las máquinas para el adecuado funcionamiento. Este proceso también incluye mejoras o adecuación que les hacen a las máquinas agregando, quitando o modificando algunas partes de estos activos.

- b) Mantenimientos correctivos:** cuando se suscita un modo de falla o una falla funcional en las máquinas, estas generan paradas del proceso productivo; debido a esto, el operario de la máquina comunica al técnico de mantenimiento que se encuentre más próximo a él para que revise el porqué paró la máquina y pueda realizar acciones correctivas con el fin de solucionar el problema. Las causas más comunes por las que paran las máquinas son las fallas eléctricas, las fallas mecánicas, roturas de urdimbre cuando se teje el rollo por lo cual se revisan las lanzaderas.



Figura 9. Falla mecánica en la convertidora 1

Fuente: ATLANTICA SRL

- c) Mantenimientos preventivos:** las actividades que se realizan en este mantenimiento están predefinidas y son repetitivas según la frecuencia de cada máquina con el fin de evitar o reducir algunas fallas y mejorar la confiabilidad de las mismas. Estas actividades y su frecuencia según cada

máquina se muestran a continuación en la tabla 16. Por otra parte, el mantenimiento preventivo se ha estado cumpliendo al 100 % de acuerdo a lo planeado por el jefe de mantenimiento. Para mayor detalle de las fechas que se realizaron y el tiempo que se demoraron para llevarlo a cabo se muestran en el anexo 2.

Tabla 16. Actividades y frecuencias del mantenimiento preventivo de las máquinas

Máquina	Frecuencia	Actividades
Extrusora 1	Mensual	Revisión del motor principal 110 KW.
		Cambio y engrasado de los rodamientos godet.
		Mantenimiento al motor absorbente de cinta.
		Colocación de aceite a las cajas reductoras.
		Mantenimiento de la bañera.
Extrusora 2	Mensual	Lubricación de los rodamientos godet 1, 2, 3 y 4.
		Mantenimiento de intercambiador 2do godet.
		Limpieza de la bañera.
		Colocación de aceite a las cajas reductoras.
Telares	Quincenal	Desmontaje y limpieza de lanzaderas.
		Verificación de estado de partes móviles.
		Cambio de base de lanzadera.
		Cambio de base de escuadra.
		Desmontaje y montaje de impulsador de retención.
Laminadora	2 meses	Desmontaje y montaje de escuadra.
		Retirar cinta de rodillos y cadenas.
		Engrase de chumaceras, cadenas y piñones.
		Revisar el nivel de aceite de cajas reductoras.
		Limpieza y desinfección de bandejas de agua.
		Limpieza de tablero eléctrico.
		Limpieza de tablero eléctrico de tratamiento de corona.
		Cambio de filtro.
		Revisión de resistencia y termocuplas.
		Revisión y ajuste de cadenas y fajas.
Revisión del sistema de enfriamiento.		
Impresoras	Mensual	Limpieza general de máquina.
		Retirar cinta de los rodillos estriados.
		Revisar el nivel de aceite de las cajas reductoras.
		Revisar el sistema de secado.
		Limpieza y ajuste del tablero principal, tratamiento de corona.
		Limpieza de bombas de pintura.
		Limpieza general de máquina.
		Mantenimiento de variadores de velocidad de motor principal y de motor enrollador.
		Mantenimiento de contactores de bombas de pintura.
		Mantenimiento de contactores zona calefacción (aire caliente).
Convertidoras	Quincenal	Desmontaje de jaladores y lubricación.
		Cambio de resortes de jaladores y revisión si presenta desgaste.
		Limpieza de la cuchilla térmica.
		Mantenimiento de máquina de coser y ajuste.
		Cambio de resortes de rodillo de abridor de tela y cambio de pin.

Fuente: ATLANTICA SRL



Figura 10. Mantenimiento preventivo a la convertidora 1

Fuente: ATLANTICA SRL

d) Repuestos e insumos: respecto a los componentes, piezas o insumos que se necesitan para que las actividades de mantenimiento se lleven a cabo, estas se encuentran en el almacén de repuestos y para que los técnicos puedan emplearlas, necesitan llenar una solicitud de requerimiento de repuestos u otros (ver figura 11) para que el jefe de almacén pueda entregárselos. En el caso de los repuestos, se hace un requerimiento anual de las piezas que más se emplearon en el año a los mismos fabricantes de las máquinas, estos proveedores son de los países de China, Taiwán e India (ver anexo 9), y para que puedan llegar hasta las instalaciones se demoran 3 meses y se entregan al jefe de almacén para que puedan estar a disposición en cualquier momento. En ocasiones cuando se necesite realizar arreglos o modificaciones en las instalaciones de la fábrica, el técnico de logística y compras acude a conseguir estos requerimientos.

REQUERIMIENTO DE REPUESTOS U OTROS				
Nº 000334				
TECNICO SOLICITANTE: <u>Juan Domian</u>		TURNO: A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>		
AREA: <u>Tuberos</u>		FECHA: <u>05/11/2019</u>		
Nº MAQUINARIA: _____				
TIPO DE MANTENIMIENTO: <u>Preventivo</u>				
ITEM	CODIGO	DESCRIPCIÓN DEL REPUESTO	CANTIDAD	OBSERVACIONES
	<u>10-000</u>	<u>Chaveta - p. rueda</u>	<u>5</u>	<u>Tab 4 y 45</u>
	<u>10-000</u>	<u>Truco slipper wheel</u>	<u>5</u>	
JEFE DE AREA				
ENTREGADO POR				

Figura 11. Requerimiento de repuestos u otros
Fuente: ATLANTICA SRL

3.2.6.3. Fallas funcionales y modos de fallas durante el periodo de enero a junio del 2019

Las cantidades de las fallas funcionales y/o modos de fallas se realizaron por cada máquina del proceso de producción de sacos de polipropileno, pero al no encontrarse registros de paradas en las prensas y paletizado, estas máquinas no se emplearán para el cálculo del OEE. Para los registros de paradas de los otros subprocesos se tomaron los datos del periodo de enero a junio de 2019 los cuales fueron por mantenimiento correctivo mostrándose en el anexo 1. Asimismo, se elaboró una tabla resumen de todas las paradas por fallas funcionales y modos de falla la cual se muestra a continuación:

Tabla 17. Resumen de las fallas funcionales y modos de falla durante el periodo enero – junio 2019.

Máquina	N° veces	Horas de parada	Pérdida económica
Extrusora 1	68	94,90	569 020,40
Extrusora 2	104	112,12	672 271,52
Telares	910	974,17	5 841 123,32
Convertidora 1	286	191,25	1 146 735,00
Convertidora 2	145	80,92	485 196,32
Convertidora 3	537	234,80	1 407 860,80
Convertidora 4	186	87,47	524 470,12
Laminadora	20	42,50	254 830,00
Impresora 1	194	216,73	1 299 513,08
Impresora 2	169	183,37	1 099 486,52
Total	2 619	2 218,22	

Fuente: ATLANTICA SRL

De la tabla anterior, se aprecia que el número total de paradas que tuvo la empresa durante el periodo de investigación fue de 2 619 originando un total de 2 218,22 horas de parada. Si la empresa posee una capacidad de 179 903 sacos de polipropileno por día; en una hora produce 7 495 sacos de polipropileno. Para hallar las unidades no procesadas del periodo se tomará como referencia el subproceso de telares, debido a que las paradas de todos los subprocesos pueden darse de forma simultánea. Por lo tanto, las unidades no procesadas durante el periodo de investigación de enero a junio del 2019 fueron de 7 301 404,15 sacos de polipropileno. Si el precio de venta de un saco es de 0,80 soles, entonces si multiplicamos el ingreso de cada saco por el número de unidades no producidas, se obtiene un total de S/. 5 841 123,32 que la empresa deja de percibir.

3.2.7. Indicadores Actuales de Producción y Productividad

3.2.7.1. Producción

Para el desarrollo de esta investigación, se utilizó las cantidades producidas de clase A y B, y el scrap obtenidos durante el periodo enero a junio de las máquinas convertidoras como se observa en la tabla 18.

Tabla 18. Total de sacos producidos en el periodo enero – junio

Mes	Producción de sacos clase A	Sacos clase B	Total de sacos producidos	kg de scrap
Enero	4 307 041	156 329	4 463 370	621,8
Febrero	3 899 816	176 651	4 076 467	697,14
Marzo	4 724 785	212 344	4 937 129	902,8
Abril	4 811 243	211 594	5 022 837	803,21
Mayo	4 339 853	204 747	4 544 600	687,1
Junio	4 902 751	201 353	5 104 104	902,4
Total	26 985 489	1 163 018	28 148 507	4 614,45

Fuente: ATLANTICA SRL

Como se aprecia en la tabla anterior, el total de sacos clase A producidos por la empresa fue de 26 985 489 unidades, siendo el mes de junio el de mayor producción y el menor el mes de febrero con 4 902 751 y 3 899 816 unidades respectivamente; además, para producir esta cantidad la empresa empleó 150 días, por lo que la producción de sacos de polipropileno por día fue la siguiente:

$$\text{Producción} = \frac{26\,985\,489 \text{ sacos de polipropileno}}{150 \text{ días}}$$

$$\text{Producción} = 179\,903 \text{ sacos de polipropileno/día}$$

3.2.7.2. Productividad

Para realizar el cálculo de la productividad, se tomará en cuenta la cantidad de producto terminado y la cantidad de recursos empleados para la producción de los sacos de polipropileno.

➤ Productividad de Materiales

Para hallar la productividad de materiales, se tomó en cuenta la producción de sacos del periodo de enero – junio y la cantidad de materia prima e insumos

que ingresaron en los subprocesos de extrusión y laminado del mismo periodo (ver tabla 9) siendo un total de 2 195 615,42 kg de materia prima e insumos.

$$Productividad_{Mat} = \frac{26\ 985\ 489 \text{ sacos de polipropileno}}{2\ 195\ 615,42 \text{ kg de materia prima}}$$

$$Productividad_{Mat} = 12,29 \frac{\text{sacos de polipropileno}}{\text{kg de materia prima}}$$

Este indicador nos expresa que por cada kilogramo de materia prima e insumos que ingresa al proceso de producción, se producen 12,29 sacos de polipropileno.

➤ **Productividad de Mano de Obra**

En el área de producción y mantenimiento durante el periodo de enero a junio fue de 150 días, en la cual trabajaron 133 colaboradores por día de manera fija (ver tabla 10); es por ello, que la productividad de mano de obra de enero a junio es:

$$Productividad_{MO} = \frac{26\ 985\ 489 \frac{\text{sacos de polipropileno}}{150 \text{ días}}}{133 \text{ operario}}$$

$$Productividad_{MO} = 1\ 352,65 \frac{\text{sacos de polipropileno}}{\text{operarios x día}}$$

Este indicador de productividad de mano de obra nos indica que cada operario produce 1 352,65 sacos de polipropilenos por día.

➤ **Productividad de Maquinaria**

Para el cálculo de este indicador, se tomó en cuenta el total de máquinas que agregan valor al producto, siendo un total de 64 máquinas.

$$Productividad_{Maquinaria} = \frac{26\ 985\ 489 \frac{\text{sacos de polipropileno}}{150 \text{ días}}}{64 \text{ máquinas}}$$

$$Productividad_{Maquinaria} = 2\,810,98 \frac{\text{sacos de polipropileno}}{\text{máquina x día}}$$

Este indicador de productividad de maquinaria nos indica que cada máquina produce 2 810,98 sacos de polipropileno por día.

➤ **Productividad Total**

Para calcular la productividad total, es necesario saber los costes asociados a la producción de los sacos de polipropileno, los cuales se detallan a continuación:

Costo de personal: Este costo está representado por el jefe de mantenimiento, encargados de mantenimiento, mecánicos, supervisores, operarios y volantes, el cual es S/. 203 300,00 al mes; por lo tanto, el costo total del periodo de enero – junio es de S/. 1 219 800,00

Tabla 19. Costo total de mano de obra por mes

Personal	Cantidad	Salario mensual (S/.)	Subtotal (S/.)
Jefe de mantenimiento	1	4100	4 100
Encargados de mantenimiento	6	2000	12 000
Mecánicos	15	1200	18 000
Supervisores	6	1500	9 000
Operarios	57	1800	102 600
Volantes	48	1200	57 600
Total			203 300

Fuente: ATLANTICA SRL

Costo de energía eléctrica: Este costo involucra a toda la maquinaria para el funcionamiento del proceso oscila entre 95 000 y 100 000 soles al mes. Estas variaciones van a depender del uso de la maquinaria debido a que algunos días domingos se trabajan. Para el desarrollo de la productividad total, se tomará en cuenta el promedio el cual es de S/. 97 500 al mes, el cual representa S/. 585 000 en el periodo de enero – junio.

Costo de MP e insumos: El costo de la materia prima varía entre \$ 1,12 y \$ 1,55 por kilogramo, por lo que se tomará el promedio que es \$ 1,335 por kilogramo; además se adiciona el 5% por costo de importación por lo que el costo total por kilogramo es \$ 1,40 al transformarlo a soles con un tipo de cambio de 3,20 soles por USD; por lo tanto, el costo total por kilogramo de materia prima

a soles es de S/. 4,48 por kilogramo. Si en el periodo de investigación ingresó un aproximado de 637 200 kilogramos, entonces el costo de materia prima es de S/. 2 854 656,00.

- Promedio = \$ 1,335 por kilogramo
- Costo más impuesto = \$ 1,335 por kilogramo x (1,05)
Costo más impuesto = \$ 1,40 por kilogramo
- Convertir de USD a soles = \$ 1,40 por kilogramo x 3,20 soles por \$
Convertir de USD a soles = S/. 4,48 por kilogramo
- Costo de materia prima = 637 200 kilogramos x S/. 4,48 por kilogramo
Costo de materia prima = S/. 2 854 656,00

El estimado aproximado de carbonato que se consumió fue de 42 480 kilogramos, si el costo varía entre \$ 0,75 por kilogramo, si se usa el mismo tipo de cambio a soles el costo por kilogramo el carbonato sería S/. 2,40 por kilogramos, entonces el costo del carbonato fue de S/. 101 952,00.

Los aditivos (masterbatch) que se consumieron aproximadamente en el periodo fue de 23 788,8 kilogramos. El costo de los aditivos varía entre \$ 1,82 y \$ 5,25 por kilogramo; si se usa el mismo de tipo de cambio, el costo por kilogramo es de S/. 11,312 por kilogramo; por lo tanto, el costo de los aditivos es de S/. 269 098,91.

El costo total de las pinturas del periodo fue de S/. 200 000,00.

El costo total de hilos del periodo fue de S/. 105 500,00

El costo total de materia prima e insumos durante el periodo de investigación fue de S/. 3 531 206,91.

Costo de repuestos: Debido a que la empresa realiza el requerimiento anual a los diversos proveedores asiáticos, se tomará como referencia el costo anual del año 2018 de los repuestos de las máquinas el cual fue de S/. 130 430,27; pero para esta investigación se utilizará la mitad debido a que representa el periodo el cual será de S/. 62 215,13

Costo total del periodo

$$= S/.1 219 800 + S/.585 000 + S/.3 531 206,91 + S/.62 215,13$$

Costo total del periodo = S/. 5 398 222, 04

Si la producción durante el periodo de investigación fue de 26 985 489 sacos de polipropileno y el costo total de S/.5 398 222,04. Entonces la productividad total de la empresa ATLANTICA SRL es:

$$Productividad_{Total} = \frac{26\ 985\ 489\ \text{sacos de polipropileno}}{5\ 398\ 222,04\ \text{soles}}$$

$$Productividad_{Total} = 4,99\ \text{sacos de polipropileno/soles}$$

Este ratio nos indica que se producen 4,99 sacos de polipropileno por unidad monetaria (sol), es decir se tendrá un costo de S/. 0,20 para la elaboración de cada saco de polipropileno.

3.2.7.3. Capacidad

La capacidad es la producción o número de unidades que una instalación puede gestionar, recibir, almacenar o producir en un determinado periodo de tiempo.

➤ Capacidad de diseño

Esta capacidad está representada por la cantidad máxima de producción que se puede conseguir en condiciones ideales. Para el proceso de fabricación de los sacos de polipropileno la producción máxima teórica se obtiene a partir de la máquina cuya capacidad es la menor de todas, como se observa en la tabla 20.

Tabla 20. Capacidad diseñada del proceso de producción

Capacidad del telar	211 m/h
Horas trabajadas al día	24 horas
Sacos por rollo de 3000 m	2995
Telares	52
Total	262 889 sacos/día

Fuente: ATLANTICA SRL

$$Capacidad_{dis} = 211 \frac{m}{h} \times 24 \frac{h}{día} \times \frac{2990\ \text{sacos}}{3000\ m} \times 52\ \text{tel}$$

$$Capacidad_{dis} = 262\ 889\ \text{sacos/día}$$

➤ **Capacidad efectiva o real**

Es la capacidad la cual está representada por la cantidad máxima a la cual la producción llegó con sus limitaciones en un determinado periodo de tiempo. Para el proceso de fabricación de los sacos de polipropileno la capacidad real se detalla en la tabla 21.

Tabla 21. Capacidad real del proceso de producción

Capacidad efectiva o real	179 903 sacos de polipropileno / día
Horas trabajadas por día	24 horas

Fuente: ATLANTICA SRL

➤ **Utilización**

La utilización será calculada teniendo en cuenta la capacidad real y diseñada, la cual en el periodo de investigación fue de 68,43%

$$Utilización = \frac{179\,903 \text{ sacos de polipropileno/día}}{262\,889 \text{ sacos de polipropileno/día}}$$

$$Utilización = 0,6843 = 68,43\%$$

➤ **Capacidad ociosa**

Esta capacidad se halla mediante la diferencia entre la capacidad de diseño y la capacidad real; por lo tanto, la capacidad ociosa es:

$$Capacidad\ ociosa = \frac{82\,986 \text{ sacos de polipropileno/día}}{262\,889 \text{ sacos de polipropileno/día}}$$

$$Capacidad\ ociosa = 0,3157 = 31,57\%$$

3.2.7.4. Eficiencia física

Para hallar la eficiencia física, solo se tomará en cuenta los subprocesos de extrusión, telares y laminado, debido a que es más práctico calcular este indicador de estos subprocesos por lo que ingresan y salen la unidad de medida de kilogramo.

- **Extrusión:** Para hallar la eficiencia física de materiales del subproceso de extrusión, se divide la cantidad de cinta extruida entre la cantidad de materia prima procesa durante el periodo de investigación.

$$\text{Eficiencia física}_{Ext} = \frac{\text{kg de cinta extruída}}{\text{kg de materia prima}}$$

$$\text{Eficiencia física}_{Ext} = \frac{2\,045\,520,6 \text{ kg de cinta extruída}}{2\,083\,420,2 \text{ kg de materia prima}}$$

$$\text{Eficiencia física}_{Ext} = 0,9818 \frac{\text{kg de cinta extruída}}{\text{kg de materia prima}}$$

$$\text{Eficiencia física}_{Ext} = 98,18 \%$$

La eficiencia física del subproceso de extrusión es de 0,9818 kg de cinta extruída/kg de materia prima, lo que nos expresa que por cada kg de materia prima se aprovecha el 98,18%.

- **Telares:** Para hallar la eficiencia física del subproceso de telares, se divide la cantidad cinta extruída entre la cantidad de materia prima procesa que entra a este subproceso durante el periodo de investigación.

$$\text{Eficiencia física}_{Tel} = \frac{\text{kg de cinta extruída}}{\text{kg de materia prima}}$$

$$\text{Eficiencia física}_{Tel} = \frac{2\,129\,355,4 \text{ kg de cinta extruída}}{2\,155\,722,1 \text{ kg de materia prima}}$$

$$\text{Eficiencia física}_{Tel} = 0,9877 \frac{\text{kg de cinta extruída}}{\text{kg de materia prima}}$$

$$\text{Eficiencia física}_{Tel} = 98,77 \%$$

La eficiencia física del subproceso de telares es de 0,9877 kg de cinta extruída/kg de materia prima, lo que nos expresa que por cada kg de materia prima se aprovecha el 98,77%.

- **Laminado:** Para hallar la eficiencia física del subproceso de laminado, se divide la cantidad de materia prima consumida entre la cantidad de materia prima que entra a este subproceso durante el periodo de investigación.

$$Eficiencia\ física_{Lam} = \frac{kg\ de\ MP\ consumida}{kg\ de\ MP\ que\ ingresa}$$

$$Eficiencia\ física_{Lam} = \frac{105\ 737,86\ kg\ de\ MP\ consumida}{112\ 195,2\ kg\ de\ MP\ que\ ingresa}$$

$$Eficiencia\ física_{Lam} = 0,9424 \frac{kg\ de\ MP\ consumida}{kg\ de\ MP\ que\ ingresa}$$

$$Eficiencia\ física_{Lam} = 94,24\%$$

La eficiencia física del subproceso de laminado es de 0,9424 kg de MP consumida/kg de MP que ingresa, lo que nos expresa que por cada kg de materia prima se aprovecha el 94,24%.

3.2.8. Indicadores de mantenimiento

- **Tiempo Medio de Buen Funcionamiento y Tiempo Medio de Reparación**

Estos dos indicadores son claves para el mantenimiento de una instalación.

Tabla 22. MTBF y MTTR mensual y del periodo de la empresa

Máquina	Horas disponibles	N veces	Horas de parada	MTBF (horas/falla)	MTTR (horas/falla)
Extrusora 1	3470,50	68	94,90	49,66	1,40
Extrusora 2	3683,50	104	112,12	34,35	1,08
Telares	188190,92	910	974,17	2,91	1,07
Convertidora 1	3813,25	286	191,25	12,66	0,67
Convertidora 2	3813,75	145	80,92	25,74	0,56
Convertidora 3	3813,25	537	234,80	6,66	0,44
Convertidora 4	3813,75	186	87,47	20,03	0,47
Laminadora	1625,33	20	42,50	79,14	2,13
Impresora 1	2041,17	194	216,73	9,40	1,12
Impresora 2	2041,17	169	183,37	10,99	1,09
En el periodo				25,16	1,00

Fuente: ATLANTICA SRL

De acuerdo de la tabla 22, se puede apreciar que el MTBF de la empresa es 25,16 horas/falla, lo cual nos indica que por cada 25,16 horas de funcionamiento se presentará una falla; por otra parte, el MTTR de la empresa fue 1 hora/falla, lo cual nos indica que para reparar una falla se necesitará en promedio una hora. Para hallar estos indicadores se empleó los modos de fallas y fallas funcionales del anexo 1, dejando de tomar en cuenta los tiempos de preparación de las máquinas. El detalle del cálculo de las horas disponibles se realizó en la descripción del OEE por máquina.

- **Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

El Overall Equipment Effectiveness (OEE) es un indicador que por su mismo nombre traducido al español significa la eficiencia global del equipamiento. Para calcularlo en todo el periodo de enero a junio de 2019 se empleó la fórmula del apartado 2.2.4.2, y se realizó por máquina, excepto de los telares que se tomó el área como una solo máquina debido a la cantidad de telares que posee. Asimismo, al tiempo disponible se le restó todos los tiempos muertos (TM) que

son todos los tiempos de paradas que se han planificado por ejemplo los mantenimientos preventivos, reuniones y capacitaciones. A la resta de estos tiempos se halla el tiempo de carga, al cual se le resta todos los tiempos de paro (TP), que son todos los tiempos de para por fallas, ajustes, preparación de la máquina, obteniendo el tiempo operativo. A este tiempo operativo se le resta las pérdidas por velocidad (PV), que son todas las paradas por reducciones de velocidad, inactividad, atascos y algunas paradas menores, obteniendo el tiempo operativo real; a este último tiempo se le restan las pérdidas por productos defectuosos (PPD), que son todos los tiempos por productos defectuosos y unidades reprocesadas, obteniendo como tiempo final el tiempo operativo eficiente. Estos tiempos (siglas) de resta se encuentran en la tabla 23. Para saber que paradas corresponden a las siglas ver anexo 3.

Por último, para calcular el OEE se multiplica el coeficiente de disponibilidad (tiempo operativo/tiempo de carga) por el coeficiente de efectividad (tiempo operativo real/tiempo operativo) por el coeficiente de calidad (tiempo operativo eficiente/tiempo operativo real), obteniendo finalmente el OEE. Hallado el OEE por cada máquina, se sacó un promedio de todos los meses del periodo para obtener un OEE por todo el periodo el cual resultó 65,01%.

Tabla 23. Totales de siglas de tiempos del periodo enero – junio 2019

Máquinas	Siglas de tiempos			
	TM	TP	PV	PPD
Extrusora 1	41,50	211,12	1218,84	337,29
Extrusora 2	26,50	192,55	1743,05	69,63
Telares	2 933,08	5 261,25	23 739,82	1,42
Laminadora	35,67	201,24	81,96	11,50
Impresora 1	34,83	645,70	29,42	1,17
Impresora 2	34,83	1 101,70	93,23	3,42
Convertidora 1	100,75	359,53	713,78	171,65
Convertidora 2	100,25	226,02	823,85	77,24
Convertidora 3	100,75	341,02	669,46	109,07
Convertidora 4	100,25	187,82	762,48	103,56
Total	3 508,42	8 727,94	29 875,90	885,94

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 24. Obtención de tiempo para el OEE de la extrusora 1 de enero a junio de 2019

TIEMPO DISPONIBLE				3 512 horas	
TIEMPO DE CARGA				3 470,50 horas	
				Tiempo muerto	41,50 horas
TIEMPO OPERATIVO				3 259,38 horas	
				Tiempo de paro	211,12 horas
TIEMPO OPERATIVO REAL				2 040,54 horas	
				Pérdidas de velocidad	1218,84 horas
TIEMPO OPERATIVO EFICIENTE		1703,25 horas	Pérdidas por productos defectuosos	337,29 horas	
OEE	49,08%				

La extrusora 1 tuvo un total de tiempo disponible de 3512 horas, el restar este tiempo disponible menos las 41,50 de tiempo muerto (1 hora de capacitación anual de SST, 20 horas de mantenimiento preventivo del chiller y 20,5 horas de mantenimiento preventivo de la extrusora), se obtuvo 3470,50 horas de tiempo de carga y se le restó las 211,12 horas de tiempo de paro, lo que resulta 3259,38 horas de tiempo operativo. A este tiempo operativo se le restó las 1218,84 horas de pérdidas de velocidad para obtener el tiempo operativo real de 2040,54 horas; y por último a este tiempo operativo real se le restó las 337,29 horas de pérdidas por productos defectuosos (52,14 horas del scrap generado en esta máquina y 285,15 horas de reproceso del scrap total generado de la extrusora 1 y 2 y de los telares), por lo que el tiempo operativo eficiente es de 1703,25 horas. Por último, para calcular el OEE del periodo de investigación de enero a junio del año 2019 de la extrusora 1, se multiplica el coeficiente de disponibilidad (tiempo operativo/tiempo de carga) el cual fue 92,93 %, por el coeficiente de efectividad (tiempo operativo real/tiempo operativo) el cual fue 62,61 %, por el coeficiente de calidad (tiempo operativo eficiente/tiempo operativo real) el cual fue 83,47 %, teniendo un OEE de 49,08%.

Tabla 25. Obtención de tiempo para el OEE de la extrusora 2 de enero a junio de 2019

TIEMPO DISPONIBLE				3 710 horas
TIEMPO DE CARGA			3 683,50 horas	Tiempo muerto 26,50 horas
TIEMPO OPERATIVO		3 490,95	Tiempo de paro 192,55 horas	
TIEMPO OPERATIVO REAL		1 747,90 horas	Pérdidas de velocidad 1743,05 horas	
TIEMPO OPERATIVO EFICIENTE	1678,27 horas	Pérdidas por productos defectuosos 69,63 horas		
OEE	45,56%			

La extrusora 2 tuvo un total de tiempo disponible de 3710 horas, el restar este tiempo disponible menos las 26,50 de tiempo muerto (1 hora de capacitación anual de SST, 10 horas de mantenimiento preventivo del chiller y, 15,5 horas de mantenimiento preventivo de la extrusora), se obtuvo 3683,50 horas de tiempo de carga y se le restó las 192,55 horas de tiempo de paro, lo que resulta 3490,95 horas de tiempo operativo. A este tiempo operativo se le restó las 1743,05 horas de pérdidas de velocidad para obtener el tiempo operativo real de 1747,90 horas; y por último a este tiempo operativo real se le restó las 69,63 horas de pérdidas por productos defectuosos del scrap generado en esta máquina, por lo que el tiempo operativo eficiente es de 1678,27 horas. Por último, para calcular el OEE del periodo de investigación de enero a junio del año 2019 de la extrusora 2, se multiplica el coeficiente de disponibilidad (tiempo operativo/tiempo de carga) el cual fue 94,77 %, por el coeficiente de efectividad (tiempo operativo real/tiempo operativo) el cual fue 50,07 %, por el coeficiente de calidad (tiempo operativo eficiente/tiempo operativo real) el cual fue 96,02 %, teniendo un OEE de 45,56%.

Tabla 26. Obtención de tiempo para el OEE de los telares de enero a junio de 2019

TIEMPO DISPONIBLE		191 124 horas	
TIEMPO DE CARGA		188 190,92 horas	Tiempo muerto 2933,08 horas
TIEMPO OPERATIVO		182 929,67 horas	Tiempo de paro 5261,25 horas
TIEMPO OPERATIVO REAL	159 189,85 horas	Pérdidas de velocidad	23739,82 horas
TIEMPO OPERATIVO EFICIENTE	159188,43 horas	Pérdidas por productos defectuosos	1,42 horas
OEE	84,59%		

Para los 52 telares se tuvo un total de tiempo disponible de 191 124 horas, el restar este tiempo disponible menos las 2933,8 de tiempo muerto (73,66 horas de reuniones; 60 horas de capacitación anual de SST; 2617,33 horas en colocar lubricante; 156,09 horas de mantenimiento preventivo y, 26 horas de simulacro), se obtuvo 188190,92 horas de tiempo de carga y se le restó las 5261,25 horas de tiempo de paro, lo que resulta 182929,67 horas de tiempo operativo. A este tiempo operativo se le restó las 23739,82 horas de pérdidas de velocidad para obtener el tiempo operativo real de 159189,85 horas; y por último a este tiempo operativo real se le restó las 1,42 horas de pérdidas por productos defectuosos generados en todos los telares (corregir manga y rotura de urdimbre), por lo que el tiempo operativo eficiente es de 159188.43 horas. Por último, para calcular el OEE del periodo de investigación de enero a junio del año 2019 de los telares, se multiplica el coeficiente de disponibilidad (tiempo operativo/tiempo de carga) el cual fue 97,20 %, por el coeficiente de efectividad (tiempo operativo real/tiempo operativo) el cual fue 87,02%, por el coeficiente de calidad (tiempo operativo eficiente/tiempo operativo real) el cual fue 100 %, teniendo un OEE de 84,59 %., siendo este subproceso el mayor de todos durante el periodo de investigación.

Tabla 27. Obtención de tiempo para el OEE de la laminadora de enero a junio de 2019

TIEMPO DISPONIBLE				1661 horas	
TIEMPO DE CARGA				1625,33 horas	
				Tiempo muerto	35,67 horas
TIEMPO OPERATIVO				1424,09 horas	
				Tiempo de paro	201,24 horas
TIEMPO OPERATIVO REAL				1342,13 horas	
				Pérdidas de velocidad	81,96 horas
TIEMPO OPERATIVO EFICIENTE		1330,63 horas	Pérdidas por productos defectuosos	11,50 horas	
OEE	81,87%				

La laminadora tuvo un total de tiempo disponible de 1661 horas, el restar este tiempo disponible menos las 35,67 de tiempo muerto de mantenimiento preventivo se obtuvo 1625,33 horas de tiempo de carga y se le restó las 201,24 horas de tiempo de paro, lo que resulta 1424,09 horas de tiempo operativo. A este tiempo operativo se le restó las 81,96 horas de pérdidas de velocidad para obtener el tiempo operativo real de 1342,13 horas; y por último a este tiempo operativo real se le restó las 11,50 horas de pérdidas por productos defectuosos por lo que el tiempo operativo eficiente es de 1330,63 horas. Por último, para calcular el OEE del periodo de investigación de enero a junio del año 2019 de la laminadora, se multiplica el coeficiente de disponibilidad (tiempo operativo/tiempo de carga) el cual fue 87,62 %, por el coeficiente de efectividad (tiempo operativo real/tiempo operativo) el cual fue 94,24 %, por el coeficiente de calidad (tiempo operativo eficiente/tiempo operativo real) el cual fue 99,14 %, teniendo un OEE de 81,87 %.

Tabla 28. Obtención de tiempo para el OEE de la impresora 1 de enero a junio de 2019

TIEMPO DISPONIBLE				2 076 horas	
TIEMPO DE CARGA				2 041,17 horas	
				Tiempo muerto	34,83 horas
TIEMPO OPERATIVO				1 395,47 horas	
				Tiempo de paro	645,70 horas
TIEMPO OPERATIVO REAL				1 366,05 horas	
				Pérdidas de velocidad	29,42 horas
TIEMPO OPERATIVO EFICIENTE		1364,88 horas	Pérdidas por productos defectuosos	1,17 horas	
OEE	66,87%				

La impresora 1 tuvo un total de tiempo disponible de 2076 horas, el restar este tiempo disponible menos las 34,83 de tiempo muerto (1,33 horas de reuniones; 33 horas de

mantenimiento preventivo y, 0,5 horas de simulacro), se obtuvo 2041,17 horas de tiempo de carga y se le restó las 645,7 horas de tiempo de paro, lo que resulta 1395,47 horas de tiempo operativo. A este tiempo operativo se le restó las 29,42 horas de pérdidas de velocidad para obtener el tiempo operativo real de 1366,05 horas; y por último a este tiempo operativo real se le restó las 1,17 horas de pérdidas por productos defectuosos por lo que el tiempo operativo eficiente es de 1364,88 horas. Por último, para calcular el OEE del periodo de investigación de enero a junio del año 2019 de la impresora 1, se multiplica el coeficiente de disponibilidad (tiempo operativo/tiempo de carga) el cual fue 68,37 %, por el coeficiente de efectividad (tiempo operativo real/tiempo operativo) el cual fue 97,89 %, por el coeficiente de calidad (tiempo operativo eficiente/tiempo operativo real) el cual fue 99,91 %, teniendo un OEE de 66,87%.

Tabla 29. Obtención de tiempo para el OEE de la impresora 2 de enero a junio de 2019

TIEMPO DISPONIBLE				2 076 horas	
TIEMPO DE CARGA				2041,17 horas	
				Tiempo muerto	34,83 horas
TIEMPO OPERATIVO				939,47 horas	
				Tiempo de paro	1101,70 horas
TIEMPO OPERATIVO REAL				846,23 horas	
				Pérdidas de velocidad	93,23 horas
TIEMPO OPERATIVO EFICIENTE		842,82 horas	Pérdidas por productos defectuosos	3,42 horas	
OEE		41,29%			

La impresora 2 tuvo un total de tiempo disponible de 2076 horas, el restar este tiempo disponible menos las 34,83 de tiempo muerto (1,33 horas de reuniones; 1 hora por fumigación; 32 horas de mantenimiento preventivo y, 0,5 horas de simulacro), se obtuvo 2041,17 horas de tiempo de carga y se le restó las 1101,70 horas de tiempo de paro, lo que resulta 939,47 horas de tiempo operativo. A este tiempo operativo se le restó las 93,23 horas de pérdidas de velocidad para obtener el tiempo operativo real de 846,23 horas; y por último a este tiempo operativo real se le restó las 3,42 horas de pérdidas por productos defectuosos por lo que el tiempo operativo eficiente es de 842,82 horas. Por último, para calcular el OEE del periodo de investigación de enero a junio del año 2019 de la impresora 2, se multiplica el coeficiente de disponibilidad (tiempo operativo/tiempo de carga) el cual fue 46,03 %, por el coeficiente de efectividad (tiempo operativo real/tiempo operativo) el cual fue 90,08 %, por el coeficiente de calidad (tiempo operativo

eficiente/tiempo operativo real) el cual fue 99,60 %, teniendo un OEE de 41,29%, siendo este el menor de todas las máquinas durante el periodo de investigación.

Tabla 30. Obtención de tiempo para el OEE de la convertidora 1 de enero a junio de 2019

TIEMPO DISPONIBLE				3 914 horas
TIEMPO DE CARGA			3 813,25 horas	Tiempo muerto 100,75 horas
TIEMPO OPERATIVO		3 453,72 horas	Tiempo de paro 359,53 horas	
TIEMPO OPERATIVO REAL		2 739,93 horas	Pérdidas de velocidad 713,95 horas	
TIEMPO OPERATIVO EFICIENTE	2568,29 horas	Pérdidas por productos defectuosos 171,65 horas		
OEE	67,35%			

La convertidora 1 tuvo un total de tiempo disponible de 3914 horas, el restar este tiempo disponible menos las 100,75 de tiempo muerto (2,59 horas de reuniones; 0,83 hora por fumigación; 96 horas de mantenimiento preventivo; 0,33 horas de simulacro y, 1 hora de la capacitación anual de SST), se obtuvo 3813,25 horas de tiempo de carga y se le restó las 359,53 horas de tiempo de paro, lo que resulta 3453,72 horas de tiempo operativo. A este tiempo operativo se le restó las 713,95 horas de pérdidas de velocidad para obtener el tiempo operativo real de 2739,93 horas; y por último a este tiempo operativo real se le restó las 171,65 horas de pérdidas por productos defectuosos por lo que el tiempo operativo eficiente es de 2568,29 horas. Por último, para calcular el OEE del periodo de investigación de enero a junio del año 2019 de la convertidora 1, se multiplica el coeficiente de disponibilidad (tiempo operativo/tiempo de carga) el cual fue 90,57 %, por el coeficiente de efectividad (tiempo operativo real/tiempo operativo) el cual fue 79,33 %, por el coeficiente de calidad (tiempo operativo eficiente/tiempo operativo real) el cual fue 93,74 %, teniendo un OEE de 67,35%.

Tabla 31. Obtención de tiempo para el OEE de la convertidora 2 de enero a junio de 2019

TIEMPO DISPONIBLE				3 914 horas	
TIEMPO DE CARGA				3 813,75 horas	
				Tiempo muerto	100,25 horas
TIEMPO OPERATIVO				3 587,73 horas	
				Tiempo de paro	226,02 horas
TIEMPO OPERATIVO REAL				2 763,88 horas	
				Pérdidas de velocidad	823,85 horas
TIEMPO OPERATIVO EFICIENTE		2686,65 horas	Pérdidas por productos defectuosos	77,24 horas	
OEE	70,45%				

La convertidora 2 tuvo un total de tiempo disponible de 3914 horas, el restar este tiempo disponible menos las 100,25 de tiempo muerto (2,09 horas de reuniones; 0,83 hora por fumigación; 96 horas de mantenimiento preventivo; 0,33 horas de simulacro y, 1 hora de la capacitación anual de SST), se obtuvo 3813,75 horas de tiempo de carga y se le restó las 226,02 horas de tiempo de paro, lo que resulta 3587,73 horas de tiempo operativo. A este tiempo operativo se le restó las 823,85 horas de pérdidas de velocidad para obtener el tiempo operativo real de 2763,88 horas; y por último a este tiempo operativo real se le restó las 77,24 horas de pérdidas por productos defectuosos por lo que el tiempo operativo eficiente es de 2686,65 horas. Por último, para calcular el OEE del periodo de investigación de enero a junio del año 2019 de la convertidora 2, se multiplica el coeficiente de disponibilidad (tiempo operativo/tiempo de carga) el cual fue 94,07 %, por el coeficiente de efectividad (tiempo operativo real/tiempo operativo) el cual fue 77,04%, por el coeficiente de calidad (tiempo operativo eficiente/tiempo operativo real) el cual fue 97,21 %, teniendo un OEE de 70,45%.

Tabla 32. Obtención de tiempo para el OEE de la convertidora 3 de enero a junio de 2019

TIEMPO DISPONIBLE				3 914 horas	
TIEMPO DE CARGA				3 813,25 horas	
				Tiempo muerto	100,75 horas
TIEMPO OPERATIVO				3 472,23 horas	
				Tiempo de paro	341,02 horas
TIEMPO OPERATIVO REAL				2 802,78 horas	
				Pérdidas de velocidad	669,46 horas
TIEMPO OPERATIVO EFICIENTE		2693,71 horas	Pérdidas por productos defectuosos	109,07 horas	
OEE	70,64%				

La convertidora 3 tuvo un total de tiempo disponible de 3914 horas, el restar este tiempo disponible menos las 100,75 de tiempo muerto (2,59 horas de reuniones; 0,83 hora por fumigación; 96 horas de mantenimiento preventivo; 0,33 horas de simulacro y, 1 hora de la capacitación anual de SST), se obtuvo 3813,25 horas de tiempo de carga y se le restó las 341,02 horas de tiempo de paro, lo que resulta 3472,23 horas de tiempo operativo. A este tiempo operativo se le restó las 669,46 horas de pérdidas de velocidad para obtener el tiempo operativo real de 2802,78 horas; y por último a este tiempo operativo real se le restó las 109,07 horas de pérdidas por productos defectuosos por lo que el tiempo operativo eficiente es de 2693,71 horas. Por último, para calcular el OEE del periodo de investigación de enero a junio del año 2019 de la convertidora 3, se multiplica el coeficiente de disponibilidad (tiempo operativo/tiempo de carga) el cual fue 91,06 %, por el coeficiente de efectividad (tiempo operativo real/tiempo operativo) el cual fue 80,72%, por el coeficiente de calidad (tiempo operativo eficiente/tiempo operativo real) el cual fue 96,11 %, teniendo un OEE de 70,64%.

Tabla 33. Obtención de tiempo para el OEE de la convertidora 4 de enero a junio de 2019

TIEMPO DISPONIBLE				3 914 horas
TIEMPO DE CARGA			3 813,75 horas	Tiempo muerto 100,25 horas
TIEMPO OPERATIVO			3 625,93 horas	Tiempo de paro 187,82 horas
TIEMPO OPERATIVO REAL		2 863,45 horas	Pérdidas de velocidad 762,48 horas	
TIEMPO OPERATIVO EFICIENTE	2759,89 horas	Pérdidas por productos defectuosos 103,56 horas		
OEE	73,37%			

La convertidora 4 tuvo un total de tiempo disponible de 3914 horas, el restar este tiempo disponible menos las 100,25 de tiempo muerto (2,09 horas de reuniones; 0,83 hora por fumigación; 96 horas de mantenimiento preventivo; 0,33 horas de simulacro y, 1 hora de la capacitación anual de SST), se obtuvo 3813,75 horas de tiempo de carga y se le restó las 187,82 horas de tiempo de paro, lo que resulta 3625,93 horas de tiempo operativo. A este tiempo operativo se le restó las 762,48 horas de pérdidas de velocidad para obtener el tiempo operativo real de 2863,45 horas; y por último a este tiempo operativo real se le restó las 103,56 horas de pérdidas por productos defectuosos por lo que el tiempo operativo eficiente es de 2759,89 horas. Por último, para calcular el OEE del periodo de

investigación de enero a junio del año 2019 de la convertidora 4, se multiplica el coeficiente de disponibilidad (tiempo operativo/tiempo de carga) el cual fue 95,08 %, por el coeficiente de efectividad (tiempo operativo real/tiempo operativo) el cual fue 78,97%, por el coeficiente de calidad (tiempo operativo eficiente/tiempo operativo real) el cual fue 96,38 %, teniendo un OEE de 72,37 %.

Tabla 34. OEE del periodo enero – junio 2019

Máquinas	Tiempo disponible	Tiempo de carga	Tiempo operativo	Tiempo operativo real	Tiempo operativo eficiente	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
Extrusora 1	3 512	3 470,50	3 259,38	2 040,54	1 703,25	93,92%	62,61%	83,47%	49,08%
Extrusora 2	3 710	3 683,50	3 490,95	1 747,90	1 678,27	94,77%	50,07%	96,02%	45,56%
Telares	191 124	188 190,92	182 929,67	159 189,85	159 188,43	97,20%	87,02%	100,00%	84,59%
Laminadora	1 661	1 625,33	1 424,09	1 342,13	1 330,63	87,62%	94,24%	99,14%	81,87%
Impresora 1	2 076	2 041,17	1 395,47	1 366,05	1 364,88	68,37%	97,89%	99,91%	66,87%
Impresora 2	2 076	2 041,17	939,47	846,23	842,82	46,03%	90,08%	99,60%	41,29%
Convertidora 1	3 914	3 813,25	3 453,72	2 739,93	2 568,29	90,57%	79,33%	93,74%	67,35%
Convertidora 2	3 914	3 813,75	3 587,73	2 763,88	2 686,65	94,07%	77,04%	97,21%	70,45%
Convertidora 3	3 914	3 813,25	3 472,23	2 802,78	2 693,71	91,06%	80,72%	96,11%	70,64%
Convertidora 4	3 914	3 813,75	3 625,93	2 863,45	2 759,89	95,08%	78,97%	96,38%	72,37%
OEE del periodo						85,87%	79,80%	96,16%	65,01%

Fuente: ATLANTICA SRL

En la tabla 34 se aprecia que el OEE del periodo es de 65,01% por lo que dentro de la clasificación demuestra que es regular, presentando pérdidas económicas y siendo aceptable solo si se está en proceso de mejora. Es por ello, que la presente investigación se basará en este indicador OEE para poder mejorar la productividad de la empresa.

En la figura 12 se aprecia que los telares poseen el mayor OEE con 84,59%, mientras que el más bajo es la impresora 2 con 41,29%. Asimismo los telares también son los que presenta la mayor disponibilidad con 97,20%, esto se da debido a que este subproceso contiene 52 máquinas; sin embargo, la impresora 2 es el que posee la menor disponibilidad con 46,03% debido a los tiempos de preparación que se emplea para poner en marcha.

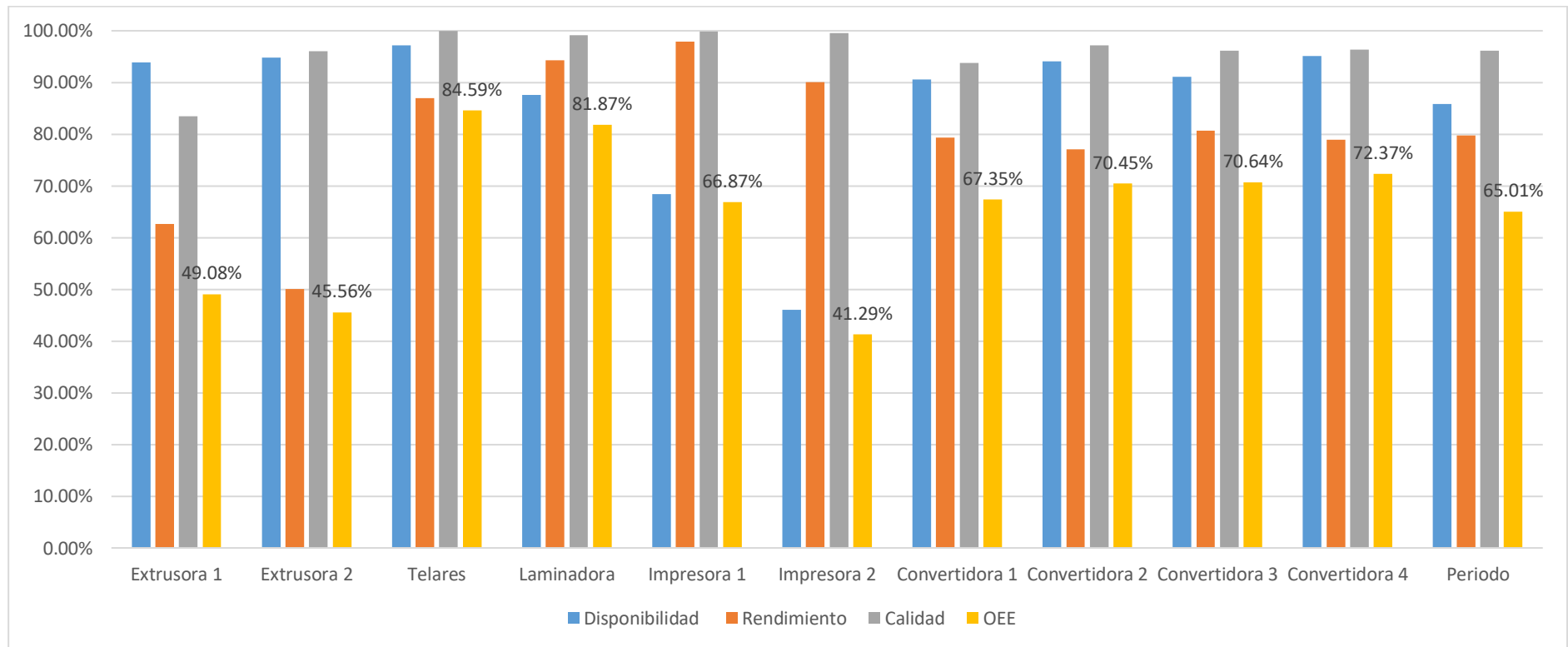


Figura 12. OEE de las máquinas y del periodo enero – junio
Fuente: ATLANTICA SRL

3.2.9. Cuadro Resumen de Indicadores Actuales del Proceso

Tabla 35. Resumen de los indicadores de producción, productividad, capacidad y mantenimiento

PRODUCCIÓN	
Producción diaria	179 903 <i>sacos de polipropileno/día</i>
PRODUCTIVIDAD	
Productividad de Materiales	12,29 $\frac{\text{sacos de polipropileno}}{\text{kg de materia prima}}$
Productividad de Mano de Obra	1 352,65 $\frac{\text{sacos de polipropileno}}{\text{operarios x día}}$
Productividad de Maquinaria	2 810,98 $\frac{\text{sacos de polipropileno}}{\text{máquina x día}}$
Productividad Total	4,99 $\frac{\text{sacos de polipropileno}}{\text{soles}}$
CAPACIDAD	
Capacidad diseñada	262 889 <i>sacos de polipropileno/día</i>
Capacidad efectiva o real	179 903 <i>sacos de polipropileno/día</i>
Utilización	68,43%
Capacidad ociosa	31,57%
EFICIENCIA FÍSICA	
Eficiencia física Extrusión	98,18%
Eficiencia física Telares	98,77%
Eficiencia física Laminado	94,24%
MANTENIMIENTO	
Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)	25,16 <i>horas/falla</i>
Tiempo Medio Para Reparar (MTTR)	1 <i>horas/falla</i>
OEE	65,01%

Fuente: ATLANTICA SRL

3.3. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

3.3.1. Análisis de la información del proceso

3.3.1.1. Diagrama de Ishikawa

Esta herramienta permitirá detallar las posibles causas que originan la baja productividad de la empresa ATLANTICA SRL.

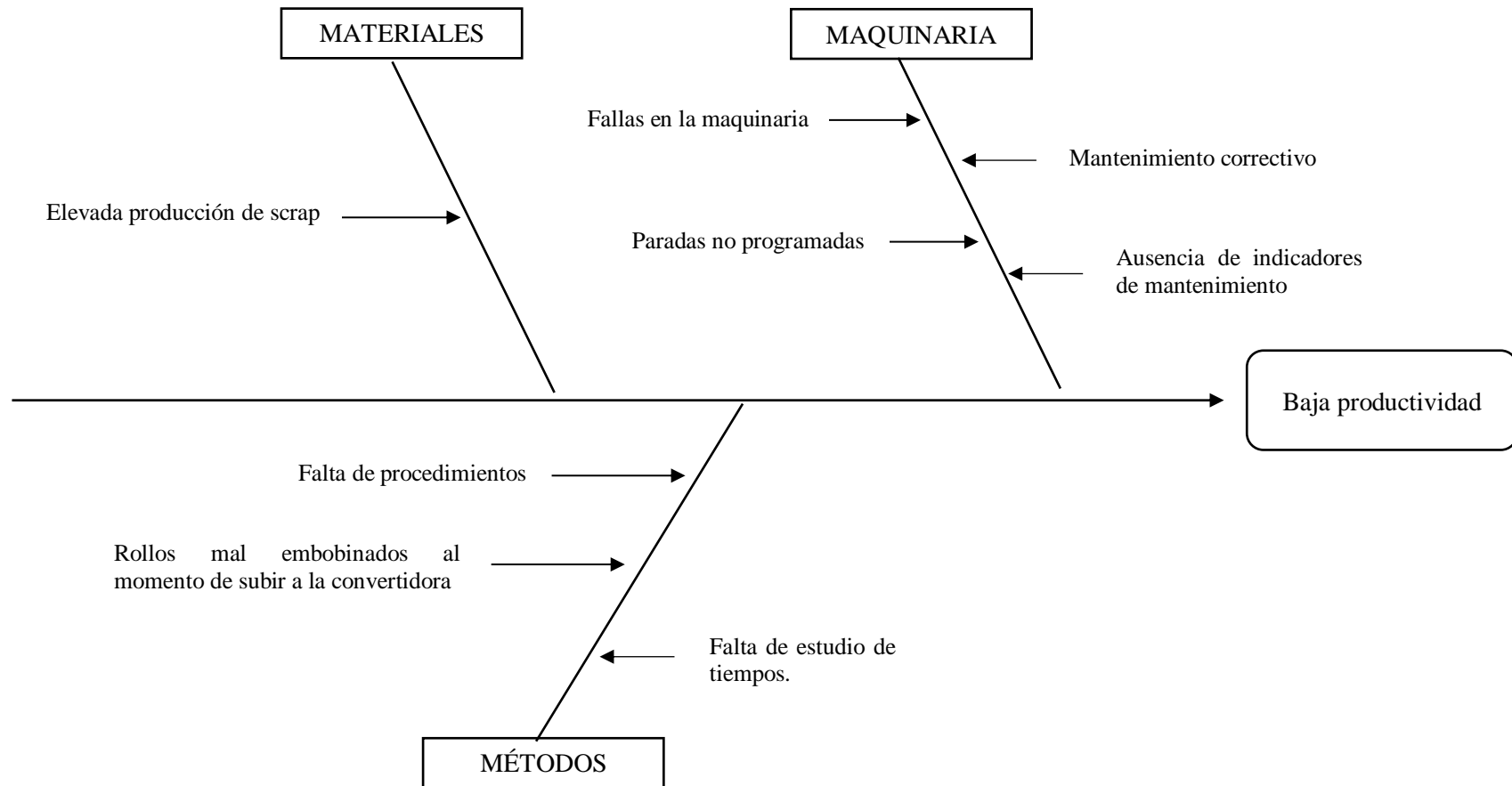


Figura 13. Diagrama de Ishikawa
Fuente: ATLANTICA SRL

3.3.1.2. Análisis de las máquinas

Para analizar a las máquinas, se tomó en cuenta el número de horas en que la maquinaria estuvo parada, lo cual se puede traducir en unidades no producidas y por ende en ingresos no percibidos, esto se muestra en la tabla 36.

Tabla 36. Unidades no producidas por mantenimiento

Máquina	Horas de parada	Unidades no producidas por tiempo de parada	Ingresos no percibidos (S/.)
Extrusora 1	94,90	711 275,50	569 020,40
Extrusora 2	112,12	840 339,40	672 271,52
Telares	974,17	7 301 404,15	5 841 123,32
Convertidora 1	191,25	1 433 418,75	1 146 735,00
Convertidora 2	80,92	606 495,40	485 196,32
Convertidora 3	234,80	1 759 826,00	1 407 860,80
Convertidora 4	87,47	655 587,65	524 470,12
Laminadora	42,50	318 537,50	254 830,00
Impresora 1	216,73	1 624 391,35	1 299 513,08
Impresora 2	183,37	1 374 358,15	1 099 486,52
Total	2 218,23		

De la tabla anterior, se aprecia que el total de horas de parada es de 2 218,23 horas, pero estas paradas pueden darse de manera simultánea, es por ello que para hallar las unidades no procesadas se tomará como referencia a los telares porque tiene el mayor tiempo de horas de parada. Por lo tanto, al multiplicar las 974,17 horas por 7 495 sacos de polipropileno por hora que se producen, las unidades no procesadas durante el periodo de investigación de enero a junio de 2019 son de 7 301 404,15 sacos de polipropileno. Si el precio de venta de un saco es de 0,80 soles, entonces si multiplicamos el ingreso de cada saco por el número de unidades no producidas, se obtiene un total de S/. 5 841 123,32 que la empresa deja de percibir.

3.3.2. Cuadro de Problemas, Causas y Pérdidas

Tabla 37. Problemas, causas y pérdidas

PROBLEMA	CAUSAS POSIBLES	PÉRDIDAS
Baja porproductividad	Fallas en la maquinaria	Durante el periodo de investigación se registraron un total de 2 619 entre fallas funcionales y modos de fallas (ver tabla 36), originando unas 974,17 horas de parada en los telares, lo que ocasionó que haya una pérdida económica de S/. 5 841 123,32.
	Elevada producción de scrap	El scrap generado de los subprocesos de extrusión y telares se recicla para utilizarlos en las mantas y en los sacos cosecheros negros. Pero este tiempo de reproceso podría emplearse para procesar nuevo material por lo que le tiempo que se empleó para reprocesar este scrap de 64 266,31 kg fue de 1071,11 horas que se deja de procesar nuevo material afectando a la directamente al indicador de calidad del OEE de la extrusora 1 debido al reproceso.

Fuente: ATLANTICA SRL

3.3.3. Instrumento de orientación de Enfoque de Investigación

Tabla 38. Matriz de operacionalización

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN DEL PROYECTO						
¿La propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en los indicadores de Overall Equipment Effectiveness permitirá mejorar la productividad en la empresa Atlantica SRL?						
ÁREA	PROBLEMA	CAUSAS	METODOLOGÍAS	TÉCNICAS / HERRAMIENTAS	LOGROS	INDICADORES
PRODUCCIÓN	Baja productividad	MANTENIMIENTO: Elevado número de fallas funcionales y modos de falla	Mantenimiento Productivo Total	Overall Equipment Effectiveness (OEE)	Incrementar la productividad total	$p = \text{Producción} / R (\text{mat} + \text{máq} + \text{mo})$ R = unidades monetarias
					Incrementar la productividad	$p = \text{Producción} / \text{Recurso utilizado}$ $\Delta p = ((\text{productividad 2} - \text{productividad 1}) / \text{productividad 1}) * 100$
					Aumentar la disponibilidad de las máquinas	Disponibilidad = (TO/ TC) * 100 $\Delta \text{ disponibilidad} = ((\text{disponibilidad 2} - \text{disponibilidad 1}) / \text{disponibilidad 1}) * 100$ TO = Tiempo operativo TC = Tiempo de carga
					Aumentar la efectividad de las máquinas	Efectividad = (TOR / TO) * 100 $\Delta \text{ rendimiento} = ((\text{rendimiento 2} - \text{rendimiento 1}) / \text{rendimiento 1}) * 100$ TOR = Tiempo operativo real TO = Tiempo operativo
					Disminuir la cantidad de scrap producido	Calidad = (TOE / TOR)*100 $\Delta \text{ Calidad} = ((\text{Calidad 2} - \text{Calidad 1}) / \text{Calidad 1}) * 100$ TOE = Tiempo operativo efectivo TOR = Tiempo operático real
		ELEVADA PRODUCCIÓN DE SCRAP	Ingeniería de Métodos	Estudio de tiempos	Tiempo estándar	Tiempo estándar = Tiempo normal / (1 – Suplemento)

Elaboración propia

3.3.4. Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción

➤ Problema: Baja productividad

a. Causa 1: Fallas en la maquinaria

- Descripción:

El mantenimiento preventivo que realiza la empresa no es el adecuado debido a que durante el periodo de investigación se registraron un total de 2 619 entre fallas funcionales y modos de fallas, ocasionando un total de 2 218,23 horas de parada (ver tabla 17). Esto influye directamente a la disminución de la disponibilidad de la maquinaria afectando severamente a la productividad, ya que los tiempos en los cuales las máquinas se encuentran paradas, deberían ser empleados para seguir produciendo, se emplean para detectar y corregir los modos y efectos de falla. Por otra parte, se desconoce sobre las metodologías y herramientas de mantenimiento programado, y los beneficios que conlleva. Además, no se emplean indicadores de mantenimiento los cuáles pueden ayudar a predecir las paradas no programadas y las fallas en las máquinas.

- Propuesta de solución:

Realizar un Sistema de Gestión de Mantenimiento con el objetivo de reducir las paradas inesperadas de las máquinas y así aumentar la disponibilidad de las mismas.

b. Causa 2: Elevada producción de scrap

- Descripción:

Los subprocesos originan una alta cantidad de producción de scrap debido a las actividades que realizan; pero solo el scrap de las extrusoras, telares y laminadora son reprocesados en la extrusora 1 para fabricar sacos cosecheros y mantas, por lo que el tiempo que se reprocesan puede ser empleado para procesar nueva materia prima. Lo que origina esta causa se describe a continuación:

Ineficiente manejo de la maquinaria: esto se debe por la falta de experiencia y capacitación del personal.

Mantenimiento inadecuado: algunas actividades de mantenimiento no se realizan adecuadamente, lo que puede generar roturas en la película de extrusión, rotura de trama y urdimbre por parte de los telares, defectos en la capa de laminado, una mala impresión por defecto de las bombas en impresión, y un mal corte en conversión.

Falta de control en los subprocesos: no está estandarizado el control que se debe realizar debido a la falta de formatos de control para la elongación, para la resistencia de cinta y para el control de denier; utilización de diferentes marcas de cintas métricas o flexómetros para el control de las medidas de los sacos, y equipos en su mayoría se encuentran descalibrados, y no llega a emplear toda la cinta de las bobinas de los telares. Asimismo las actividades que realizan los volantes no se encuentran estandarizados.

- **Propuesta de solución:**

Realizar constante capacitaciones a los operarios para el correcto funcionamiento de la maquinaria.

Capacitar a los mecánicos y al jefe de mantenimiento sobre metodologías de mantenimiento como el mantenimiento productivo total para reducir el scrap generado por defectos en las máquinas.

Elaborar estándares para mejorar el proceso de producción y control; además, realizar un plan maestro de producción para indicar la cantidad correcta de materia prima e insumos necesarios para ser procesados; así como emplear la ingeniería de métodos para realizar un estudio de tiempos para estandarizar las actividades de los volantes.

3.3.5. Elección de la metodología para la propuesta de mejora

Sabiendo del problema y sus causas y, al haber definido sus propuestas solución; se elaboró una matriz de Proceso de Análisis Jerárquico (AHP), donde se evaluarán la ponderación de las alternativas con la finalidad de escoger la mejor. Estas alternativas son:

- Mantenimiento Productivo Total
- Ingeniería de Métodos
- Sistema de Gestión de Mantenimiento
- Plan Maestro de Producción

A continuación, en la tabla 39 se muestra la ponderación a emplear según la matriz AHP.

Tabla 39. Escala de Saaty

Escala numérica	Escala Verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia.
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro.
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro.
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro.
9	Importancia absoluta de un criterio sobre el otro.
2,4,6,8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores.
2	Entre igualmente y moderadamente preferible.
4	Entre moderadamente y fuertemente preferible.
6	Entre fuertemente y extremadamente preferible.
8	Entre muy fuertemente y extremadamente preferible.

Para emplear esta escala, se mostrarán las causas halladas del problema de la empresa para poder enfrentarlos y así obtener valores que indiquen la priorización en la resolución; asimismo, se ayudará a encontrar la mejor metodología.

En la tabla 40 se muestra la priorización de las causas que presenta la empresa, en la cual se observa que se le atribuye una puntuación de 3 en la comparación de las fallas de las máquinas versus la elevada producción de scrap, es decir, que las fallas de las máquinas tienen 3 veces mayor importancia que la elevada producción de scrap.

Tabla 40. Ponderación de las causas del problema empleando la escala de Saaty

Causas identificadas del problema en la empresa	Fallas en las máquinas	Elevada producción de scrap
Fallas en las máquinas	1	3
Elevada producción de scrap	0,33	1

Una vez realizada la puntuación, se normaliza la matriz para obtener los puntajes ponderados reales y poder elegir la mejor metodología como se muestra en la tabla 41.

Tabla 41. Puntaje obtenido en la normalización de la matriz

Causas identificadas del problema en la empresa	Fallas en las máquinas	Elevada producción de scrap	Puntaje ponderado normalizado
Fallas en las máquinas	0,75	0,75	0,75
Elevada producción de scrap	0,25	0,25	0,25

Elaboración propia.

Seguidamente de haber normalizado la matriz inicial, se elaboran nuevas matrices correspondiente a las metodologías para poder enfrentarlas según el criterio de su capacidad de solución como se muestra en la tabla 42.

➤ **Causa 1: Fallas en la maquinaria.**

Tabla 42. Ponderación de metodologías para la solución de la causa 1

Ponderación de las alternativas con respecto a las fallas en las máquinas	Mantenimiento Productivo Total	Ingeniería de métodos	Sistema de Gestión de Mantenimiento	Plan maestro de producción
Mantenimiento Productivo Total	1	5	$1/3 = 0,33$	5
Ingeniería de métodos	$1/5 = 0,2$	1	$1/5 = 0,2$	4
Sistema de Gestión de Mantenimiento	3	5	1	5
Plan maestro de producción	$1/5 = 0,2$	$1/4 = 0,25$	$1/5 = 0,2$	1
Total	4,4	11,25	1,73	15

Elaboración propia.

Al igual que en la anterior ponderación, se busca normalizar la tabla para hallar los valores e identificar la mejor metodología para la propuesta de solución de la causa 1 como se muestra en la tabla 43.

Tabla 43. Puntaje obtenido según la normalización para la solución de la causa 1

Ponderación de las alternativas con respecto a las fallas en las máquinas	Mantenimiento Productivo Total	Ingeniería de métodos	Sistema de Gestión de Mantenimiento	Plan maestro de producción	Puntaje ponderado normalizado
Mantenimiento Productivo Total	0,23	0,44	0,19	0,33	0,30
Ingeniería de métodos	0,05	0,09	0,12	0,27	0,13
Sistema de Gestión de Mantenimiento	0,68	0,44	0,58	0,33	0,51
Plan maestro de producción	0,05	0,02	0,12	0,07	0,06

Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede apreciar que el Sistema de Gestión de Mantenimiento es la mejor alternativa para solucionar el problema de las fallas en la maquinaria presentado el 51% del puntaje total.

➤ **Causa 2: Elevada producción de scrap**

Tabla 44. Ponderación de metodologías para la solución de la causa 2

Ponderación de las alternativas con respecto a la elevada producción de scrap	Mantenimiento Productivo Total	Ingeniería de métodos	Sistema de Gestión de Mantenimiento	Plan maestro de producción
Mantenimiento Productivo Total	1	2	4	0,5
Ingeniería de métodos	0,5	1	3	2
Sistema de Gestión de Mantenimiento	0,25	0,33	1	0,33
Plan maestro de producción	2	0,50	3	1
Total	3,75	3,83	11	3,83

Elaboración propia.

Al igual que en la ponderación anterior, se busca normalizar la tabla para hallar los valores e identificar la mejor metodología para la propuesta de solución de la causa 2 como se muestra en la tabla 45.

Tabla 45. Puntaje obtenido según la normalización para la solución de la causa 2

Ponderación de las alternativas con respecto a la elevada producción de scrap	Mantenimiento Productivo Total	Ingeniería de métodos	Sistema de Gestión de Mantenimiento	Plan maestro de producción	Puntaje ponderado normalizado
Mantenimiento Productivo Total	0,27	0,52	0,36	0,13	0,32
Ingeniería de métodos	0,13	0,26	0,27	0,52	0,30
Sistema de Gestión de Mantenimiento	0,07	0,09	0,09	0,09	0,08
Plan maestro de producción	0,53	0,13	0,27	0,26	0,30

Elaboración propia.

En la tabla anterior se puede observar que el Mantenimiento Productivo Total es la mejor alternativa para solucionar el problema de la elevada producción de scrap presentado el 32% del puntaje total.

Para finalizar con la evaluación de las metodologías de mejora, se realiza una última matriz en la cual se multiplican los ponderados hallados de las tablas 43 y 45 con la ponderación de relevancia de cada causa de la tabla 41, para así sumarse y obtener un valor ponderado final por cada metodología.

Tabla 46. Valorización final de las metodologías evaluadas

Alternativas	Fallas en las máquinas	Elevada producción de scrap	Valor ponderado final
Mantenimiento Productivo Total	$0,30 \times 0,75 = 0,22$	$0,32 \times 0,25 = 0,08$	0,30
Ingeniería de métodos	$0,13 \times 0,75 = 0,10$	$0,30 \times 0,25 = 0,07$	0,17
Sistema de Gestión de Mantenimiento	$0,51 \times 0,75 = 0,38$	$0,08 \times 0,25 = 0,02$	0,40
Plan maestro de producción	$0,06 \times 0,75 = 0,05$	$0,30 \times 0,25 = 0,07$	0,12

Elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla 46, la mejor metodología para la propuesta de solución es el Sistema de Gestión de Mantenimiento presentando un 40%, seguido por el Mantenimiento Productivo Total con el 30%. Debido a que ambas metodologías son de mantenimiento, se empelarán ambas propuestas para la solución del problema y hacer una general la cuál es la propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en los indicadores de OEE.

3.4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

3.4.1 Diseño del Sistema de Gestión de Mantenimiento

Debido a que la empresa actualmente no cuenta con un Sistema de Gestión de Mantenimiento, se comenzará a establecer los elementos necesarios para desarrollar este sistema. Estos elementos serán: la planificación (estrategia), la documentación, la estructura jerárquica, y los recursos (los cuales estarán mencionando en la planificación).

3.4.1.1. La planificación

Misión

Garantizar la disponibilidad de las máquinas mediante las actividades de mantenimiento teniendo en cuenta la seguridad, para incrementar la capacidad de producción de la empresa Atlantica SRL.

Visión

Ser el proceso que brinde el apoyo necesario a las máquinas para que estén en las mejores condiciones y sean capaz de cubrir con las necesidades de producción de la empresa Atlántica fomentando la mejora continua.

Valores

Para que el proceso de mantenimiento realice sus actividades correctamente, es de suma importancia contar con personal capacitado y aparte de mostrar sus habilidades y actitudes, cuenten con ciertos valores para que se desempeñen de la mejor manera. Los valores a tener serán:

- Respeto
- Puntualidad
- Responsabilidad
- Honestidad
- Liderazgo
- Compañerismo
- Compromiso

Política de Mantenimiento

Garantizar la ejecución del mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipos eléctricos existentes en la empresa ATLANTICA SRL, asegurando su disponibilidad y confiabilidad para mejorar continuamente con el fin de cumplir con los objetivos de producción.

Objetivos

Objetivo General


Maximizar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Atlántica SRL, a fin de cumplir con las necesidades de producción, garantizando la seguridad del personal.

Objetivos Específicos

- Planificar eficazmente las actividades de mantenimiento, así como sus recursos para realizarlas.
- Aumentar el tiempo de buen funcionamiento.
- Reducir el tiempo medio de reparación.
- Cumplir con las actividades del plan de mantenimiento.
- Aumentar la eficiencia global del equipamiento.
- Cumplir con el total de actividades planeadas de mantenimiento.
- Asegurar la mejora continua y la toma de acciones correspondientes del proceso de mantenimiento.

Para poder medir el logro de las metas, se emplearán indicadores que estén de acuerdo a los objetivos trazados, los cuales se mostrarán en la caracterización del proceso de mantenimiento de la empresa Atlantica SRL empleando la matriz SIPOC (ver tabla 47).

Tabla 47. Caracterización del proceso de mantenimiento de la empresa Atlantica SRL

		CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA ATLANTICA SRL			CÓDIGO: AT-R-M-007 FECHA : XX-XX-XX VERSIÓN: 000	
NOMBRE DEL PROCESO MANTENIMIENTO		TIPO DE PROCESO SOPORTE O DE APOYO		RESPONSABLE DEL PROCESO JEFE DE MANTENIMIENTO		
OBJETIVO GENERAL DEL PROCESO:		Incrementar la disponibilidad de las máquinas de la empresa Atlántica SRL, a fin de cumplir con las necesidades de producción, garantizando la seguridad del personal.				
SUBPROCESO	OBJETIVOS	INDICADOR	FÓRMULA	META	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Planificación	Planificar eficazmente las actividades de mantenimiento, así como sus recursos para realizarlas	% de cumplimiento de Objetivos	$(\text{Objetivos cumplidos} / \text{objetivos planeados}) * 100\%$	Mayor a 90%	Anual	Jefe de mantenimiento
Mantenimiento	Aumentar el tiempo de buen funcionamiento	$MTBF = \text{Total de tiempo de buen funcionamiento} / \# \text{ de fallas}$	$\Delta MTBF = ((MTBF 2 - MTBF 1) / (MTBF 1)) * 100$	Aumentar 5%	Mensual	Asistente de mantenimiento
	Reducir el tiempo medio de reparación	$MTTR = \text{Total de tiempo técnico de reparación} / \# \text{ de fallas}$	$\Delta MTTR = ((MTTR 2 - MTTR 1) / (MTTR 1)) * 100$	Reducción 5%	Mensual	Asistente de mantenimiento
	Cumplir con las actividades del plan de mantenimiento	% de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo	$((\text{Actividades ejecutadas}) / (\text{Actividades programadas})) * 100\%$	Mayor a 90%	Mensual	Asistente de mantenimiento
	Aumentar la eficiencia global del equipamiento	OEE = Disponibilidad x Eficiencia x Calidad	$\Delta OEE = ((OEE 2 - OEE 1) / (OEE 1)) * 100$	Mayor de 65%	Mensual	Asistente de mantenimiento
Control	Cumplir con el total de actividades planeadas de mantenimiento	% de cumplimiento del total de las actividades de mantenimiento	$((\text{Actividades ejecutadas}) / (\text{Actividades programadas})) * 100\%$	Mayor a 90%	Mensual	Jefe de mantenimiento Asistente de mantenimiento
Mejora continua	Asegurar la mejora continua y la toma de acciones correspondientes del proceso de mantenimiento	Desempeño de actividades de mejora	$((R.I. 1 - R.I. 0) / (R.I. 0)) * 100\%$ R.I.1 = Resultado después de la implementación de la mejora R.I.0 = Resultado antes de la implementación de la mejora	Aumentar en 10%	Anual	Jefe de mantenimiento

PROVEEDORES	ENTRADAS	SUBPROCESOS Y ACTIVIDADES	SALIDAS	CLIENTES
Producción Mantenimiento Mantenimiento	Reporte de producción Registro de mantenimiento correctivo Estado técnico de las maquinarias	SUBPROCESO DE PLANIFICACIÓN Análisis de criticidad e histórico de fallas funcionales y modos de fallas Elaborar el plan anual del proceso de mantenimiento Elaborar el plan de mantenimiento preventivo SUBPROCESO DE MANTENIMIENTO Ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo programadas Atender las solicitudes de mantenimiento correctivo Registrar las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo SUBPROCESO DE CONTROL Evaluar y controlar las acciones de mantenimiento realizadas SUBPROCESO DE MEJORA CONTINUA Revisión del desempeño de mantenimiento y elaborar propuestas de mejora para su implementación	Plan anual de mantenimiento Plan de mantenimiento preventivo Maquinaria reparada Registro de mantenimiento preventivo Registro de mantenimiento correctivo Informe de mantenimiento Informe de posibles mejoras a implementar	Mantenimiento Mantenimiento Producción Mantenimiento Producción Mantenimiento Gerencial General

RECURSOS	DOCUMENTOS DEL PROCESO	REGISTROS DEL PROCESO
HUMANOS		
Jefe de mantenimiento Asistente de mantenimiento Técnicos de mantenimiento	Plan anual del proceso de mantenimiento Informe de mantenimiento Informe de posibles mejoras a implementar Plan de mantenimiento preventivo	Registro de mantenimiento preventivo Registro de mantenimiento correctivo Requerimiento de repuestos u otros Orden de trabajo
FISICOS	Plan de capacitaciones Manual de mantenimiento Procedimiento de planificación del proceso de mantenimiento Procedimiento de mantenimiento preventivo Procedimiento de mantenimiento correctivo Procedimiento de la evaluación y control del proceso de mantenimiento	Acta de reunión Caracterización del proceso de mantenimiento

Elaboración propia

La estrategia del proceso de mantenimiento será mejorar la productividad de la empresa mediante el uso del mantenimiento preventivo y correctivo con la finalidad de disminuir los tiempos de paradas de las máquinas. Para alcanzar esta estrategia se apoyará en la realización del sistema de gestión de mantenimiento, el cual estará integrado por los subprocesos del proceso de mantenimiento (ver figura 14).

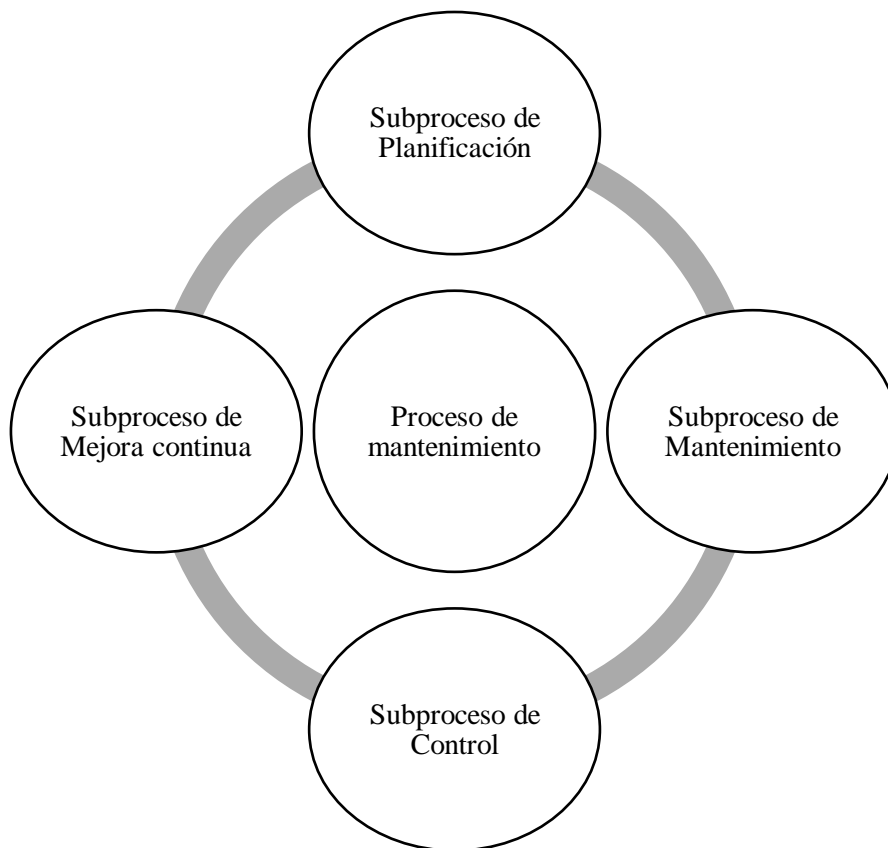


Figura 14. Subprocesos del proceso de mantenimiento
Fuente: ATLANTICA SRL

El sistema de gestión de mantenimiento se basará en el ciclo de Deming, con la finalidad de implantar una metodología de mejora continua a los subprocesos del mantenimiento.

Debido a que el ciclo de Deming se compone de cuatro etapas, las cuales son el Planear, Hacer, Verificar y Actuar; los subprocesos de mantenimiento se asociarán de acuerdo a las etapas de este ciclo. Integrados los subprocesos en el ciclo de Deming, es de suma importancia que se vuelva dinámico, lo que conlleva que una vez que se finalice la última etapa, se vuelva a repetir el ciclo con la finalidad de evaluar los subprocesos continuamente para implantar

mejoras. La integración de los subprocesos en el ciclo de Deming se muestra en la figura 15.

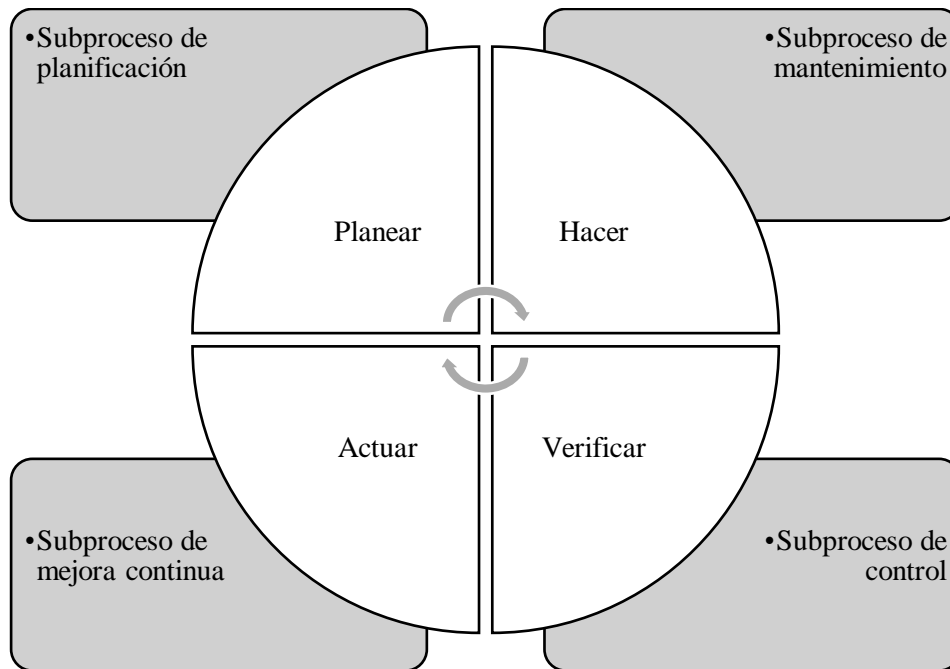


Figura 15. Ciclo de Deming del proceso de mantenimiento
Fuente: ATLANTICA SRL

A. Planear – Subproceso de planificación

Para este subproceso se planteará el siguiente objetivo

Tabla 48. Subproceso de planificación

Proceso	Mantenimiento
Subproceso	Planificación
Responsable	Jefe de mantenimiento
Objetivo	Planificar eficazmente las actividades de mantenimiento, así como sus recursos para realizarlas
Indicador de gestión	% de cumplimiento de Objetivos
Fórmula	$(\text{Objetivos cumplidos} / \text{objetivos planeados}) * 100\%$
Meta	Mayor a 90%
Actividades a desarrollar	Análisis de criticidad e histórico de fallas funcionales y modos de fallas Elaborar el plan anual del proceso de mantenimiento Elaborar el plan de mantenimiento preventivo

A continuación, se detallarán las actividades que se desarrollarán en este subproceso.

A.1. Análisis de la criticidad e histórico de fallas funcionales y modos de fallas

Jerarquización de los equipos

El análisis de criticidad ayudará a determinar la priorización de las máquinas cuando se susciten paradas por mantenimiento simultáneas dentro del proceso de producción de acuerdo al contexto operacional donde se desempeñan.

Para determinar dicha criticidad de las máquinas se empleó el modelo de criticidad semicuantitativo Criticidad Total por Riesgo (CTR), el cual toma como base el multiplicar la frecuencia de un fallo por la severidad del mismo. Asimismo, se creará la matriz de criticidad de todos los equipos teniendo en cuenta los siguientes criterios: crítico, semi-crítico, y no crítico, los cuales serán desarrollados en base al apartado 2.2.3. – B.

A.1.1. Análisis de criticidad

Se presenta el análisis de criticidad para identificar y poder establecer la jerarquización de los equipos, en función a su impacto e importancia para determinar los criterios de los mismos y facilitar el análisis AMEF.

Criticidad total = Frecuencia de falla x Consecuencia

Frecuencia = Número de fallas en un tiempo determinado

Consecuencia = (Impacto a la producción x flexibilidad operacional) + costo de mantenimiento + impacto SMH.

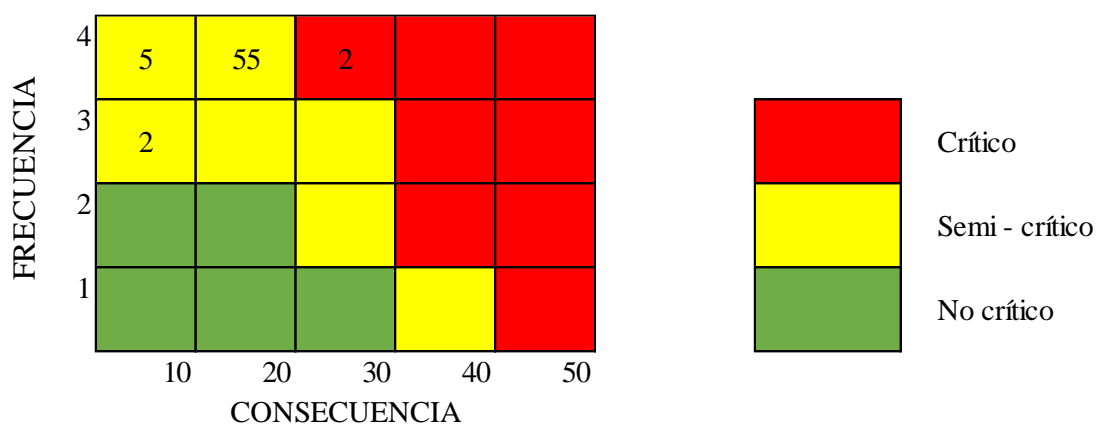


Figura 16. Matriz de criticidad

En la tabla 49 se muestra el resumen del análisis de criticidad donde se muestra que la empresa en total presenta 2 máquinas críticas las cuales son las extrusoras presentando

88 unidades de criticidad, y 62 máquinas semi-críticas siendo las mayores los telares con 60 unidades y las menores son las prensas con 15 unidades.

Tabla 49. Tabla resumen de la criticidad

Máquina	Total de máquinas	Frecuencia de falla	Consecuencia	Total	Jerarquización
Extrusora	2	4	22	88	Crítico
Telares	52	4	15	60	Semi-crítico
Convertidora	4	4	6	24	Semi-crítico
Laminadora	1	4	12	48	Semi-crítico
Impresora	2	4	11	44	Semi-crítico
Paletizadora	1	4	9	36	Semi-crítico
Prensa	2	3	5	15	Semi-crítico

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 50. Análisis de criticidad de los equipos

Máquina	Frecuencia falla	Impacto a la producción	Flexibilidad Operacional	Costo de mantenimiento	Impacto a SMA	Consecuencia	Total	Jerarquización
Extrusora 1	4	7	2	2	6	22	88	Crítico
Extrusora 2	4	7	2	2	6	22	88	Crítico
Telar 1	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 2	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 3	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 4	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 5	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 6	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 7	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 8	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 9	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 10	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 11	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 12	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 13	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 14	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 15	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 16	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 17	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 18	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 19	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 20	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 21	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 22	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 23	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 24	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 25	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 26	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 27	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 28	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 29	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 30	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 31	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 32	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 33	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 34	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 35	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 36	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 37	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 38	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 39	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 40	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 41	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 42	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 43	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 44	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 45	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 46	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 47	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 48	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 49	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 50	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 51	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Telar 52	4	10	1	2	3	15	60	Semi - crítico
Convertidora 1	4	1	1	2	3	6	24	Semi - crítico
Convertidora 2	4	1	1	2	3	6	24	Semi - crítico
Convertidora 3	4	1	1	2	3	6	24	Semi - crítico
Convertidora 4	4	1	1	2	3	6	24	Semi - crítico
Laminadora	4	1	4	2	6	12	48	Semi - crítico
Impresora 1	4	3	2	2	3	11	44	Semi - crítico
Impresora 2	4	3	2	2	3	11	44	Semi - crítico
Paletizadora	4	1	4	2	3	9	36	Semi - crítico
Prensa 1	3	1	2	2	1	5	15	Semi - crítico
Prensa 2	3	1	2	2	1	5	15	Semi - crítico

Fuente: ATLANTICA SRL

➤ **Codificación de las máquinas**

Para una mejor clasificación de las máquinas, se aplicará la misma codificación que actualmente emplea la empresa para hacer más práctico el uso del mismo.

Tabla 51. Codificación de la maquinaria

Máquina	Codificación	Máquina	Codificación
Extrusora 1	1011	Telar 31	10231
Extrusora 2	1012	Telar 32	10232
Telar 1	10201	Telar 33	10233
Telar 2	10202	Telar 34	10234
Telar 3	10203	Telar 35	10235
Telar 4	10204	Telar 36	10236
Telar 5	10205	Telar 37	10237
Telar 6	10206	Telar 38	10238
Telar 7	10207	Telar 39	10239
Telar 8	10208	Telar 40	10240
Telar 9	10209	Telar 41	10241
Telar 10	10210	Telar 42	10242
Telar 11	10211	Telar 43	10243
Telar 12	10212	Telar 44	10244
Telar 13	10213	Telar 45	10245
Telar 14	10214	Telar 46	10246
Telar 15	10215	Telar 47	10247
Telar 16	10216	Telar 48	10248
Telar 17	10217	Telar 49	10249
Telar 18	10218	Telar 50	10250
Telar 19	10219	Telar 51	10251
Telar 20	10220	Telar 52	10252
Telar 21	10221	Laminadora 1	1031
Telar 22	10222	Impresora 1	1041
Telar 23	10223	Impresora 2	1042
Telar 24	10224	Convertidora 1	1051
Telar 25	10225	Convertidora 2	1052
Telar 26	10226	Convertidora 3	1053
Telar 27	10227	Convertidora 4	1054
Telar 28	10228	Paletizadora	107
Telar 29	10229	Prensa 1	1061
Telar 30	10230	Prensa 2	1062

Fuente: ATLANTICA SRL

A.1.2. Análisis de modos y efectos de falla (AMEF)

El AMEF es la herramienta principal del RCM para optimizar la gestión de mantenimiento de una organización, debido a que ayuda a responder las primeras cinco preguntas básicas del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

Para la elaboración del análisis de modos y efectos de falla (ver tabla 52) se tomó en cuenta la ayuda de los operarios y los mecánicos para conocer los efectos que presentan las máquinas. Además, se empleó hojas de decisión de RCM para seleccionar de forma óptima las actividades de mantenimiento y para evitar los posibles efectos de cada modo de falla. (ver anexo 5)

Tabla 52. AMEF de las máquinas

Maquinaria	Función		Falla Funcional		Modo de Falla	Efecto de falla	
Extrusora	1	Transformar los gránulos de polipropileno en cintas	A	Caída de línea	1	Atasco de cinta en rodillo	El exceso de cinta en el rodillo impide que gire normalmente lo que genera que la velocidad disminuya.
					2	Falla de subsionador de materia prima	No permite que los gránulos de polipropileno lleguen con normalidad al tornillo.
					3	Falla en el tornillo	Produce cintas muy finas y pocas resistentes en la cual puede generar una rotura en el telar.
					4	Resistencias quemadas	Disminución de la velocidad de producción.
					5	Rotura de rodamiento del motor	El desgaste de los rodamientos permite que esto lleguen a romperse provocando que trabaje irregularmente y posible aumento de temperatura por el sobre esfuerzo que realiza.
					6	Rotura de empaquetadura del tubo de agua del rodillo	No permite que el agua llegue correctamente a la tina de enfriamiento de la película.
					7	Baja tensión de energía	Genera que la velocidad disminuya y por ende la producción de cinta.
					8	Falla de chiller	Ineficiente enfriamiento de la película de polipropileno y posibles roturas de cintas al embobinarse.
					9	Falla en presión de malla	Se produce fugas de aire en el conector provocando una pérdida de fuerza en el pistón y parada de máquina.

(Continúa...)

(...Continuación)

Telares	1	Tejer las cintas en rollos	A	Reducción de medida	1	Rotura y salida de pinzas	Genera una variación de medida del ancho del telar.
					2	Revisión de frenos de portaconos	Desviación de medida por un mal ajuste del freno lo que puede ocasionar una rotura del resorte y posibles daños potenciales al telar.
					3	Falla de bodis	Ajuste inapropiado de las bobinas lo que puede ocasionar que se llegue a desajustar la bobina y desviar la medida del tejido.
		B	Rotura de trama	1	Pinzas en mal estado	La cinta pasa por las pinzas las cuales al presentar filo, la fricción hace que se rompa la trama.	
				2	Mala regulación de frenos y o rotura del resorte del freno	Al no ajustar la medida correctamente del freno puede ocasionar una desviación y rotura de trama y posibles daños potenciales al telar.	
		C	Rotura de urdimbre	1	Reparación de lanzaderas	Genera roturas de urdimbre por todos los lados del rollo que se está tejiendo y desgaste en los rodajes de 6001 y 6000	
	2			Mala regulación o rotura de faja	Rotura de urdimbre de un solo lado del telar lo que genera scrap.		
	3			Falla de sensor de urdimbre	Inexactitud del sensor para que la lanzadera pueda deslizarse por la pista.		
	2	Envolver el tejido en rollos	A	Rollo mal embobinado	1	Falla en el motor enrollador	Ocasiona que el enrollado de la tela tejida no sea derecho lo que puede ocasionar posibles desviaciones al imprimir.

(Continúa...)

(...Continuación)

Convertidoras	1	Cortar los sacos en unidades individuales	A	Cortes ineficientes	1	Falla de sisaya	Al cortar el rollo de los sacos en unidad ya sea en caliente o en frío, esto genera que el corte no sea el correcto y genera sacos clase B.
					2	Falla en el jalador	No permite atrapar y jalar correctamente los sacos por unidad para llevarlos hacia la caída de máquina.
					3	Falla de la línea de aire	No permite que el flujo de aire llegue con la presión adecuada.
					4	Falla de pistón de aire	
					5	Cambio de válvula	
					6	Falla eléctrica	Genera una para en la producción
					7	Falla en el guiador de fuelle	Provoca que el corte del saco no sea exacto.
					8	Falla de ruedas de salida	Genera una para en la producción
					9	Falla de taca	
					10	Falla en el abridor de boca	
	2	Cocer la base de los sacos	A	Fallas en la cocida	1	Aguja en mal estado	Ineficientes punzadas al momento de coser el saco, lo que origina que se descosa y por ende volver a coser.
					2	Falla en la faja del motor de la máquina de coser	Pérdida de velocidad en la cosida.
					3	Rotura de hilo en el eje de la máquina	Provoca un mal giro de la rueda y posible pérdida de velocidad.
					4	Atasco de hilo en máquina de coser	Disminución de la velocidad de producción.
					5	Falla en la polea del motor de la máquina de coser	Pérdida de velocidad y mala cosida del saco.

(Continúa...)

(...Continuación)

Laminadora	1	Adicionar la capa de protección	A	Reducción de velocidad de producción	1	Cadena en mal estado	Permite que los rodillos no giren normalmente.
					2	Rotura de faja	Los sacos no son trasladados correctamente para ser cortados.
					3	Rodillo en mal estado	No gira con la normalidad disminuyendo la velocidad de producción
					4	Falla eléctrica	Genera una para en la producción
					5	Falla en el compresor	Provoca que las válvulas electroneumáticas no trabajen correctamente.
					6	Falla en los rodillos	Pérdida de velocidad de producción.
					7	Falla mecánica	Genera una para en la producción.
		B	Motor principal quemado	1	Rotura de rodaje	Los ruidos que se perciben son como a modo de golpes por el sobreesfuerzo que realiza el motor aumentando también su temperatura.	
				2	Sobrecalentamiento del motor principal	Disminución de la velocidad de producción.	
Impresoras	1	Imprimir los diseños de los clientes	A	Reducción de velocidad de producción	1	Desalineado de cadena de enrollador	Provoca que la impresión no salga derecha.
					2	Faja desgastada	Provoca que el motor no haga girar con normalidad a los cilindros.
					3	Falta de lubricación de engranajes	La falta de lubricación permite que los engranajes se desgasten paulatinamente y reduzcan la velocidad de producción.
					4	Falla de bomba	La inyección de tinta no es la correcta.
					5	Falla de embobinador de rollos	Genera una para en la producción
					6	Falla de tratamiento de corona	
					7	Falla del sensor	
					8	Rotura de perno de piñón	El constante movimiento provoca que se pueda romper los pernos provocando un posible daño a los operarios.
					9	Falta de aire	No permite que el flujo de aire llegue con la presión adecuada.
					10	Falla eléctrica	Genera una para en la producción.
					11	Piñones desajustados	Disminución de la velocidad de producción.
					12	Problema con una racla	
					13	Tecla malogrado	

A.2. Elaborar el plan anual del proceso de mantenimiento

Para realizar el plan anual del proceso de mantenimiento de la empresa ATLANTICA SRL, primero se deberá revisar el procedimiento de planificación del proceso de mantenimiento (AT-P-M-001), el cual se muestra a continuación:

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
	ATLANTICA SRL			
	PROCESO DE MANTENIMIENTO			
	CÓDIGO: AT-P-M-001			
	VERSIÓN: 000		PÁGINA: 1 de 4	
<h1>PROCEDIMIENTO DE PLANIFICACIÓN DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA ATLANTICA SRL</h1>				
	CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	JEFE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
REVISADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX
APROBADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX

1. **Objetivo:** Establecer de manera clara los procedimientos que permitan la correcta planificación y ejecución del proceso de mantenimiento

2. **Alcance:** Este procedimiento abarca desde el análisis de modos y efectos de falla y planes de mantenimiento anteriores y culmina con la aprobación plan de anual de mantenimiento.

3. **Definiciones:**

3.1. **Mantenimiento:** Conjunto de actividades necesarias para que un equipo pueda cumplir con su función.

3.2. **Mantenimiento preventivo:** Son todas las actividades planificadas y repetitivas que se llevan a cabo para lograr las condiciones óptimas de desempeño de las máquinas.

3.3. **Mantenimiento correctivo:** Es el tipo de mantenimiento que solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando.

3.4. **Plan anual de mantenimiento:** Abarca el conjunto de actividades y recursos a utilizar durante el año de planificación.

3.5. **Disponibilidad:** Es la proporción de tiempo en que un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.

3.6. **Falla funcional:** Desperfecto en sistemas y equipos que no permiten el correcto funcionamiento.

3.7. **Modo de falla:** Es cualquier evento que causa una falla funcional.

4. **Responsables:**

- Jefe de mantenimiento.
- Gerente general.

5. **Desarrollo del procedimiento:**

5.1. **Análisis de modos y efectos de falla y planes de mantenimiento anteriores:** El jefe de mantenimiento analizará los modos y efectos de fallas y los planes de mantenimiento anteriores para tener más énfasis por donde empezar a mejorar.

5.2. **Recepción de reporte de producción:** Los reportes de producción constituyen todas las paradas que se hayan suscitado en el proceso de producción para realizar el cálculo del OEE.

- 5.3. Evaluación de la información:** Aquí es donde se recopila la información de los AMEF, paradas e inconvenientes que se presentaron en el proceso de producción en relación a las máquinas.
- 5.4. Realizar la lista de la maquinaria disponibles:** Se realiza la lista de las máquinas que posee la empresa y se determina su estado operativo.
- 5.5. Realizar los responsables de las actividades:** El jefe de mantenimiento establece a los responsables que se encargarán de realizar las actividades.
- 5.6. Realizar la lista de requerimiento y repuestos:** El jefe de mantenimiento realiza la lista de los repuestos y requerimientos a emplearse durante el año de planificación.
- 5.7. Realizar la lista de requerimiento de personal:** El jefe de mantenimiento realiza la lista de requerimiento del personal de mantenimiento para que realicen las actividades, teniendo la posibilidad de poder contratar a nuevo personal.
- 5.8. Realizar el plan de capacitación:** El jefe de mantenimiento realiza una lista de las posibles capacitaciones y/o consultoría.
- 5.9. Elaboración del presupuesto:** Se determinará todos los costos que conllevan todas las actividades del plan anual de mantenimiento.
- 5.10. Aprobación del plan anual de mantenimiento:** El gerente general aprueba el plan anual de mantenimiento.

6. Flujograma:

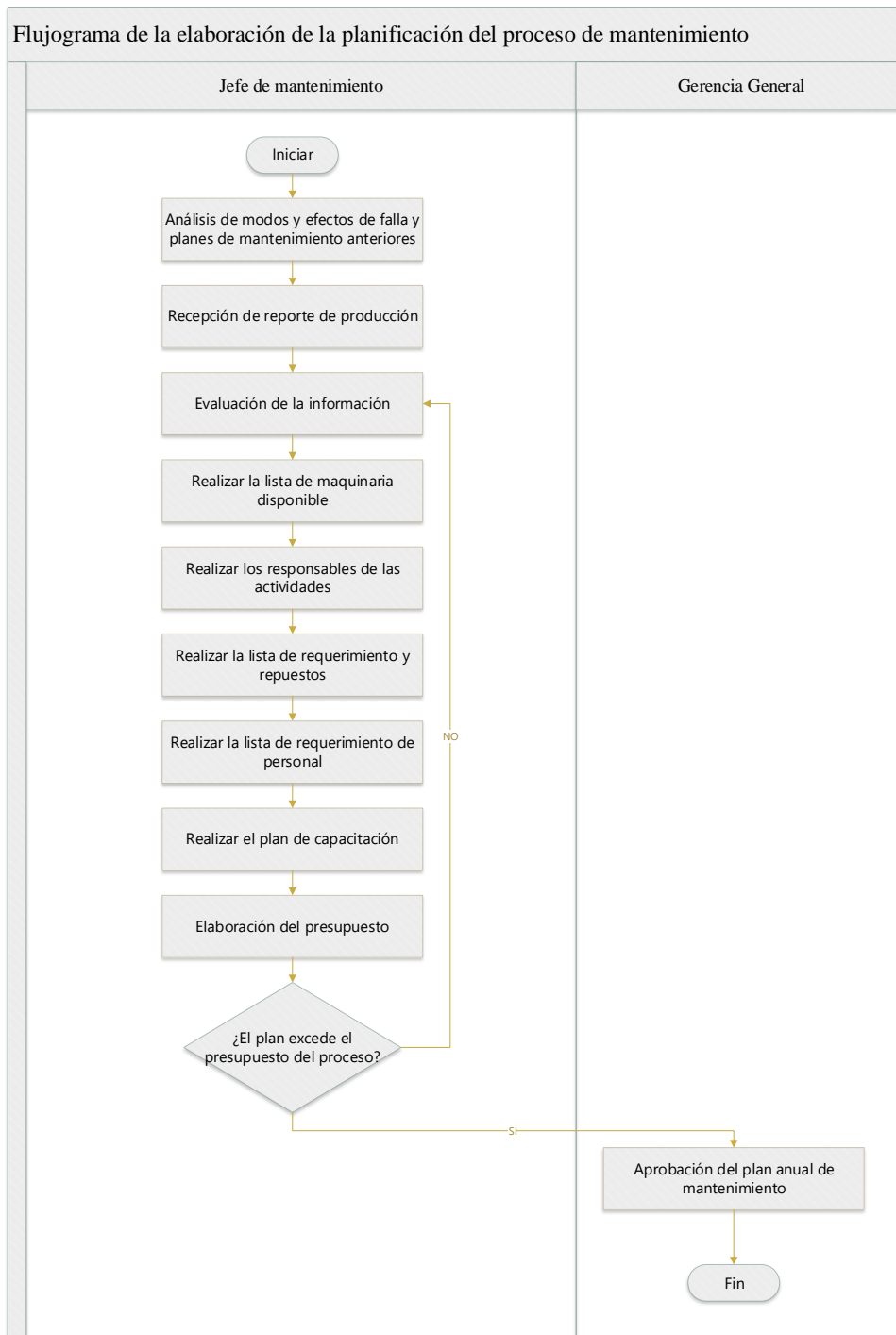



Figura 17. Flujograma de la elaboración de la planificación del proceso de mantenimiento
Elaboración propia

7. Documentos:

- Plan de mantenimiento preventivo.
- Requerimiento de repuestos u otros.

8. Registros:

- Registro de mantenimiento correctivo.

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
	ATLANTICA SRL			
	PROCESO DE MANTENIMIENTO			
	CÓDIGO: AT-M-M-001			
	VERSIÓN: 000		PÁGINA: 1 de 7	

PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO

	CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	JEFE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
REVISADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX
APROBADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX

I. Título: PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO DEL AÑO 2020 DE LA EMPRESA ATLANTICA SRL.

II. Objetivos

2.1. Objetivo general

Elaborar el plan anual de mantenimiento que garantice la disponibilidad de las máquinas.

2.2. Objetivo específicos

- Realizar la lista de las máquinas disponibles para la producción del año 2020.
- Determinar los responsables de actividades generales a realizar.
- Determinar el requerimiento de repuestos.
- Determinar el requerimiento de personal.
- Elaborar el plan de capacitaciones.
- Elaborar el presupuesto anual.
- Elaborar el manual de mantenimiento.

III. Definiciones

- c. **Mantenimiento:** Conjunto de actividades necesarias para que un equipo pueda cumplir con su función.
- d. **Mantenimiento preventivo:** Son todas las actividades sistemáticas predefinidas y repetitivas que se llevan a cabo para lograr las condiciones óptimas de las máquinas.
- e. **Mantenimiento correctivo:** Es el tipo de mantenimiento que solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando.
- f. **Confiabilidad:** Es la probabilidad que un equipo o sistema no falle en un periodo determinado.
- g. **Disponibilidad:** Es la proporción de tiempo en que un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.
- h. **Mantenibilidad:** Es la probabilidad que un equipo o sistema pueda ser reparado en un tiempo dado.
- i. **Indicador:** Expresión matemática de lo que se quiere medir.

IV. DESARROLLO DEL PLAN

4.1. LISTA DE MAQUINARIA DISPONIBLE

Tabla 53. Maquinaria operativa

Área	Máquina	Marca	Capacidad	Estado
EXTRUSIÓN	Extrusora 1	CHINA	360 kg/hora	Operativa
	Extrusora 2	LOHIA	750 kg/hora	Operativa
TELARES	Telares 1-26, 29-50	LOHIA	1100 piks/min	Operativa
	Telares 27-28	LOHIA	425 piks/min	Operativa
ACABADOS	Convertidora 1	BOTHEVEN	30 - 45 sacos/min	Operativa
	Convertidora 2			Operativa
	Convertidora 3			Operativa
	Convertidora 4			Operativa
	Impresora 1	CHINA	50 m/hora	Operativa
	Impresora 2	BOTHEVEN	100 m/hora	Operativa
	Laminadora 1	CHINA	30 - 100 m/hora	Operativa
PALETIZADO	Paletizadora	CHINA	-	Operativa
PRENSA	Prensa 1	TAIWAN	-	Operativa
	Prensa 2	TAIWAN	-	Operativa
AIRE COMPRIMIDO	Compresor 1	SULLAIR	-	Operativa
	Compresor 2	ADEKOM	-	Operativa
	Compresor 3	SULLAIR	-	Operativa

Fuente: ATLANTICA SRL

4.2. RESPONSABLES DE LAS ACTIVIDADES GENERALES

- **Actividades de responsabilidad del mecánico de mantenimiento:** Estas actividades serán simples como limpieza, lubricación, cambio de aceite y ajuste de piezas y/o pernos, por lo que en algunos casos también serán realizados por los mecánicos y en algunos casos los operarios.
- **Actividades de responsabilidad del equipo de mantenimiento:** Estas actividades serán de mayor complejidad, por lo que se necesita de conocimientos específicos de mantenimiento. Debido a la naturaleza de estas actividades serán realizadas por todo el proceso de mantenimiento, ya que poseen los conocimientos necesarios para el funcionamiento de las máquinas.
- **Actividades de planificación y de mejora continua:** Estas actividades serán de responsabilidad del jefe de mantenimiento debido a la complejidad.

- **Actividades de control:** Estas actividades serán de responsabilidad del asistente de mantenimiento debido a que se realizarán los cálculos de los indicadores.

4.3. LISTA DE REQUERIMIENTOS Y REPUESTOS

La lista de los repuestos y materiales se muestra a continuación:

Tabla 54. Costos de repuestos y materiales

Código	Descripción	Cantidad	Sub total S/.
	Pinza amperimétrica	3	182,4
	Pistola láser	2	430
	Grasa SKF	30 kg	600
	Trapos industriales	50 kg	130
RECO00039	Rpto/con-enlace pin	3	63,64
RECO00115	O-ring belt correa naranja -p300	10	348,04
RECO00145	34032	1	62,77
RECO00147	Photo sensor-vl18-4n3712-cs2012-e-34	3	406,19
RECO00155	Air cylinder-32x20 ca-cs2012-a-8	7	865,26
RECO00196	56336b feed crank link assy	4	1 113,45
RECO00197	258 nut	8	40,98
RECO00213	1/asa0010 screw	3	35,34
RECO00215	32022 crank shaft connection	5	874,78
RECO00218	1/4s40010 screw	6	74,37
RECO00229	32141 needle bar link pin	5	45,27
RECO00236	34041 feed rocker crank pin	5	403,61
RECO00245	1/4n40207 nut	6	45,44
RECO00253	39543n thrust washer	7	107,58
RECO00267	033092a- looper connection rod assy (conjunto de la barra de garfio)	2	617,78
RECO51054	Feed crank link pim - alimentacion de enlace de arranque pin -	7	202,33
RECO77	Screw	5	24,07
RECOCS2012-M-18	Correa-465h	3	142,62
REEX00002	Rpto/ex-eje (hs-bsjr-230/270-47) - eje porta cono/plano 07 - 10	16	392,24
REEX00006	Rpto/ex-pasador pin (gb879-86) - pasador pin/plano-07-18	90	82,93
REEX00010	Rpto/ex-diwel pin (gb879-86) - pin porta cono/plano-07-22	3	2,29
REEX00015	Rpto/ex-cubierta (hs-bsjr-230/270-63) - tapa de embobinadora/plano-08-3	137	931,74
REEX00016	Rpto/ex-perno (hs-bsjr-230/270-22) - perno reguladorde polin/plano-08-5	382	339,09
REEX00018	Rpto/ex-cinta adhesiva (hs-bsjr-230/270-65) - cinta de guiador/plano-07-17	101	132,5
REEX00019	Rpto/ex-prensa roller ?24 (hs-bsjr-230-23) - polin diametro 24/plano-08-20	43	655,37
REEX00020	Rpto/ex-eje (hs-bsjr-230/270-37) - eje porta cam/jplano-08-23	26	517,2
REEX00023	Rpto/ex-catch comp unidad let (hs-bsjr-230-77) - freno de bronce/plano-09-4	225	363,08
REEX00028	Rpto/ex-guía de rosca (hs-bsjr-230-71) - guia cinta/plano-10-1	59	322,36
REEX00029	Rpto/ex-guía de deslizamiento (hs-bsjr-230-61,72,73) - porta guia cinta/plano-10-4	206	1 070,16

REEX00031	Rpto/ex- (hs-bsjr-230-59) pin guiador del cam -cam follower/plano-10-7	204	1023,3
REEX00032	Rpto/ex-fao (hs-bsjr-230/270-56) - cam/plano-10-8	195	16 372,02
REEX00033	Rpto/ex - disco magnetico (hs-bsjr-230-02) dico magnetico acoplado a motor/plano-11-10	37	2 354,85
REEX00034	Rpto/ex-piñon plastico de 26-dientes (a)- piñon 26 dientes/plano-12	241	652,5
REEX00035	Rpto/ex-piñon plastico de 58-dientes (c) - piñon 58 dientes/plano-12	220	1 222,42
REEX00036	Rpto/ex-correa de modelo xl-220 (e) - faja que va en npiñones de 26-64 dientes xl-220	106	652,63
REEX00037	Rpto/ex-piñon plastico de 64-dientes (b) - piñon 64 dientes/plano-12	171	1 205,71
REEX00038	Rpto/ex-piñon plastico de 49-dientes (d) - piñon 49 dientes/plano-12	119	543,08
REEX00040	Rpto/ex-maya para estrucion/plano n°12	18	9 629,19
REEX00045	Rpto/ex-relay de estado solido para resistencias del tornillo de extrusora	3	268,3
REEX00056	Rpto/ex-resorte de presion de canilla /plano-07-24(hs-bsjr-230-49	640	288,78
REEX00071	Rpto/ex- (hs-bsjr-230/270-66. 270b-34) base principal del cam- cabinet- plano n°8,21	3	424,08
REEX00075	Rpto/ex- (gb1096-79) chaveta - key/plano n°12-10	145	48,49
REEX00077	Hs-bsjr-230-008-1 hook support left	50	533,9
REEX00081	Hs-bsjr-230-12 axle , plano°12	38	133,12
REEX00095	Loza para guiador de cinta (hs-bsjr-230-71-1)	343	312,32
REEX00131	500k x 2w - potenciómetro de 500k x 2w	9	155,09
REEX00141	Ext-2. Filter belt aist 304 kpz 152/24 mesh	7	3 494,52
REEX00142	Ext-2.filter belt aisi 304 kpz 72/15 mesh	7	3 551,69
REEX00143	Ext-2 filter belt wire mesh 100 (165mmx10 mtr)	7	1 282,22
REEX00145	Ext-2 grearse orelube bm50	7	504,53
REEX00147	Pistola para cinta	3	1 266,82
RELA00005	Rpto/impr-stikers /rollos 35cmx0.35mm de espesor x 10 metros	1 561	21 108,29
RETE00001	Rpto/tel-11158201310-choncooid wheel-p-m-42 (rueda choncooid)	102	1 581,75
RETE00009	Rpto/tel-11158392410-cam roller face tightening (rodillo de transporte)	196	1 440,22
RETE00019	Rpto/tel-11130558000-weft compensation lever (guiador magnetico)	192	4 615,87
RETE00050	Rpto/tel-11158461300-shuttle body weft guide p-10 (base principal de lanzadera)	42	4 175,55
RETE00066	Rpto/tel-11130006510-compesator with eye (compensadores de telares)	7 869	9 985,25
RETE00079	Rpto/tel-11158200900-stopper whell-p (rueda stopper)	133	1 457,57
RETE00080	Rpto/tel-11158201500-pusher whell m-62 (rueda impulsadora)	37	342,06
RETE00081	Rpto/tel-11164005800-swinging lever assembly new (escuadra palanca)	100	664,03
RETE00084	Rpto/tel-orquia inferior (smitte guide -p)	72	236,99
RETE00086	Rpto/tel-11164030600 (banda porta ojales)	70	1 278,59
RETE00087	Rpto/tel- 11131550720-connecting strip (sujetador de banda)	5	4,47
RETE00090	Rpto/tel-11158116620-roller spacer-n (bocinas espaciadoras)	190	159,15
RETE00094	Rpto/tel- 11158073000-pivot pint (pin de palanca)	71	116,45
RETE00095	Rpto/tel- 11130601710-spring-l (resorte del guiador de la trama-l)	642	1 227,55
RETE00096	Rpto/tel-11158239400-weft tension spring-omg (resortes de freno)	86	173,1

RETE00098	Rpto/tel- 11158953000-weft guide ceramic with finger holder (guiador de ceramica)	151	11 065,31
RETE00101	Rpto/tel- 11158443200-cover back-p dia 38 (bocina de cono)	82	127,81
RETE00108	Rpto/tel- 11130521900-clamp shuttle guide (sujetador de la orquia inferior)	7	19
RETE00109	Rpto/tel-11130226030-adapter-62 (adaptador de aluminio)	89	93,39
RETE00117	Rpto/tel-11130828210-spring strecher-p (regulador de freno)	37	49,98
RETE00118	Rpto/tel-oyalillo de loza	309	110,54
RETE00131	Rpto/te-electrica-11147252550-rj 45 adapter card 4 wire comm (tarjeta enlace rj45)	2	171,71
RETE00135	Rpto/tel-electrica-14210100070-hmi color 256color size 3.5 renu prizm-710 (pantalla hmi)	1	304,07
RETE00149	Rpto/tele-11130537300-guide band lower (guia banda inferior)	42	239,83
RETE00157	Rpto/tele-11130603300-spring (resorte)	87	42,65
RETE00174	Rpto/tele-11130603400-washer (anillos de bronce)	65	32,04
RETE00175	Rpto/tele-11131512210/11130510800-bush for spring (bocina plastica azul)	178	286,52
RETE00176	Rpto/tele-12470200001-maillons (ojal de metal de peine de leno)	6 490	4 185,29
RETE00189	Rpto/teyu- (yz8-2160a-1-12.c) carretero superior	9	36,09
RETE00191	Rpto/teyu- yz10.3456-1-2b fajas porta lizos superior	67	1 461,84
RETE00211	Rpto/tel- resorte del compensador (compesator spring - 11131652420)	1 693	2 057,33
RETE00212	Rpto/tel- soporte (spring holder - 11131603310)	430	317,5
RETE00216	Rpto/tel- lubricador de urdimbre (x goteo) (drop oiler no. 6 r1/8" - 12470310025)	6	308,02
RETE00219	Rpto/tel- base sujetadora de freno (brake bearing - 11131537500)	439	302,83
RETE00225	Rpto/tel - resorte del guiador de trama - m (spring - m - 11404175000)	215	351,05
RETE00227	Rpto/tel- lona para telares (super grip fabric 1c22 ngs -0 fs - 12740310241)	166,8	2 431,04
RETE00235	Deflecting pulley 11131511010	286	565,3
RETE00257	11147250081 - amplifier card for load cell	3	436,07
RETE00262	14060009000 push button momentary black	7	71,78
RETE00273	11164028500-creel adapter-s38(tubo porta urdimbre)	410	372,71
RETE00314	Yz8.2160.2-7 driving whell (rueda de conducir)	11	189,56
RETE00343	11130602700 - leather pad	43	32,08
Totales			131 772,67

Las listas de los elementos de protección personal se muestran a continuación:

Tabla 55. Elementos de protección personal a utilizar

Descripción	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Total (S/.)
Cascos color azul	10	21,9	219
Careta para soldar	1	18,9	18,9
Careta para esmerilar	1	17,9	17,9
Orejas adaptables al casco	20	39,9	798
Respirador con filtro	5	42,9	214,5
Respirador doble vía para pintura	1	99,9	99,9
Lentes transparentes	20	7,9	158
Lentes luna oscura	5	4,9	24,5
Botas punta acero	10	27,5	275
Botas dieléctricas	10	119	1190
Guantes de látex	20	5,9	118
Guantes anticorte	20	12,7	254
Mangas anticorte	10	22	220
Guantes dieléctricos clase 1	1	239	239
Guantes de cuero	2	66	132
Fajas	15	19	285
Arnés	1	199,9	199,9
Mandil de cuero para soldar	1	19,9	19,9
Escarpines para soldar	1	14,9	14,9
Total			4 498,4

Tabla 56. Otros costos

Descripción	Cantidad	Costo unitario (S/.)	Total (S/.)
Celulares	2	700	1 400
Archivador	6	30	180
Papel bond A4	10	15	150
Total			1 730

4.4. LISTA DE REQUERIMIENTO DE PERSONAL

Tabla 57. Requerimiento de personal

Puesto	Especialización	Cantidad	Salario mensual (S/.)	Subtotal (S/.)
Jefe de mantenimiento	Ingeniero de Sistemas	1	4 100	4 100
Asistente de mantenimiento	Ingeniero Mecánico Eléctrico o Industrial	1	1 500	1 500
Encargados de mantenimiento	Técnicos de SENATI	6	2 000	12 000
Mecánicos	Técnicos de SENATI	15	1 200	18 000
Practicantes SENATI	Estudiantes de SENATI	3	450	1 350
Total				36 950

4.5. PLAN DE CAPACITACIONES

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
	ATLANTICA SRL			
	PROCESO DE MANTENIMIENTO			
	CÓDIGO: AT-M-M-005			
	VERSIÓN: 000		PÁGINA: 1 de 5	
PLAN DE CAPACITACIONES				
	CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	JEFE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
REVISADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX
APROBADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX

1. Objetivos:

1.1. Objetivo principal:

Proporcionar al personal de mantenimiento las competencias necesarias para realizar sus actividades de manera más eficiente.

1.2. Objetivos específicos:

- Proveer de conocimientos y desarrollar habilidades para que el personal realice sus actividades de la mejor manera.
- Contribuir a elevar y mantener la eficiencia individual y rendimiento colectivo.

2. **Alcance:** El presente plan de capacitaciones es de aplicación para todo el personal del proceso de mantenimiento de la empresa ATLANTICA SRL.

3. Responsables:

- Jefe de mantenimiento.
- Personal a recibir la capacitación.

4. Desarrollo:

4.1. Detección de las necesidades de capacitación: Consiste en determinar qué habilidades o capacidades requiere el proceso de mantenimiento a corto, mediano y largo plazo.

4.2. Clasificación y jerarquización de las necesidades de capacitación: Se clasifica qué necesidades son las de mayor urgencia o de mayor importancia.

4.3. Elaboración del programa de capacitación: Consiste en la búsqueda de los temas y las entidades de realizar las capacitaciones, teniendo en cuenta sus horarios y el lugar a realizarlos.

4.4. Ejecución del programa de capacitación: El personal seleccionado recibe la capacitación para que posteriormente lo ponga en práctica en la empresa.

4.5. Evaluación de resultados: Se determina si el personal participante de la capacitación está satisfecho con lo aprendido y lo considera útil para mejorar sus actividades.

5. Flujograma:

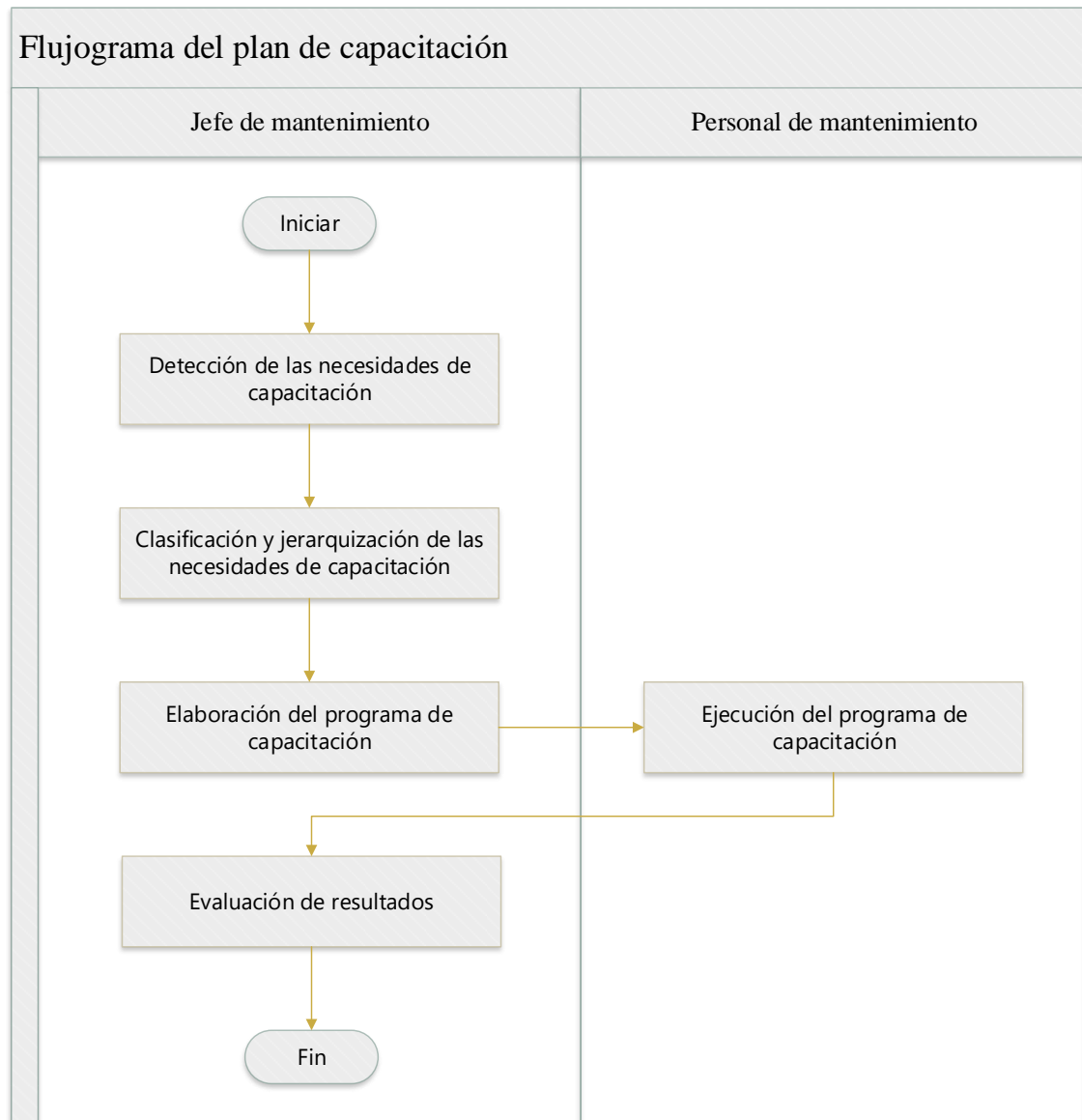


Figura 18. Flujograma del plan de capacitación
Elaboración propia

6. Programa de capacitación:

6.1. Temas a desarrollar:

a. Gestión del Mantenimiento:

Tabla 58. Contenido para la capacitación de gestión del mantenimiento

Objetivo	Desarrollar una visión moderna sobre la gestión del mantenimiento.
Dictado por	EdEx PUCP
Inicio – fin / duración	04-01-20 hasta 25-01-20 / 24 horas
Dirigido a	Jefe de mantenimiento.
Plataforma	Virtual
Temario	Modelo general de mantenimiento. Procesos claves y la auditoría de mantenimiento. Indicadores de gestión de mantenimiento. Análisis de criticidad. Mantenimiento productivo total. Análisis de costo de ciclo de vida en mantenimiento. Logística para el mantenimiento. Seguridad en el mantenimiento.

b. Costos y Presupuestos del Mantenimiento:

Tabla 59. Contenido para la capacitación de costos y presupuestos del mantenimiento

Objetivo	Brindar al participante la visión y determinación de los costos de operación y mantenimiento de las máquinas.
Dictado por	TECSUP
Inicio – fin / duración	08-03-20 hasta 29-03-20 / 36 horas
Dirigido a	Jefe de mantenimiento.
Plataforma	Virtual
Temario	Costos globales del mantenimiento. Costos de almacenamiento y gestión de repuestos. Presupuesto de mantenimiento. Gestión del reemplazo y renovación de activos.

c. Planificación y Programación del Mantenimiento:

Tabla 60, Contenido para la capacitación de planificación y programación del mantenimiento

Objetivo	Desarrollar que el participante planifique el mantenimiento de manera eficiente.
Dictado por	TECSUP
Inicio – fin / duración	08-02-20 hasta 22-02-20 / 45 horas
Dirigido a	Asistente de mantenimiento.
Plataforma	Virtual
Temario	Introducción a la gestión del mantenimiento. Técnicas de mantenimiento. Planificación de la gestión del mantenimiento. Programación del mantenimiento Sistemas de control.

6.2. Presupuesto:

En la tabla 61, se indica el costo total por las capacitaciones. En los anexos 4; se muestra a manera detallada los temas para la capacitación.

Tabla 61. Costo de las capacitaciones

Capacitación	Nº operario	Costo por operario	Costo total
Gestión del Mantenimiento.	1	S/1 500,00	S/1 500,00
Costos y Presupuestos del Mantenimiento.	1	S/1 260,00	S/1 260,00
Planificación y Programación del Mantenimiento.	1	S/1 090,00	S/1 090,00
TOTAL			S/3 850,00

4.6. PRESUPUESTO


Para realizar el presupuesto del proceso de mantenimiento, se empleará los costos de los repuestos y materiales (ver tabla 54), el costo de los elementos de protección personal (ver tabla 55), otros costos (ver tabla 56), el costo de personal (ver tabla 57), y el costo de las capacitaciones (ver tabla 61).

Tabla 62. Costos de la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento

Descripción	Costo (S/.)
Repuestos y materiales	131 772,67
Elementos de protección personal	4 498,40
Otros costos	1 730,00
Requerimiento de personal	221 700,00
Capacitaciones	3 850,00
Total	363 551,07

En la tabla 57, se muestra los costos mensuales propuestos de mano de obra, siendo este de S/. 36 950,00, y para realizar la comparación se tomará un período de 6 meses, entonces el salario total del personal de mantenimiento para el nuevo periodo es de S/. 221 700,00.

4.7. MANUAL DE MANTENIMIENTO

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
	ATLANTICA SRL			
	PROCESO DE MANTENIMIENTO			
	CÓDIGO: AT-M-M-006			
	VERSIÓN: 000		PÁGINA: 01 de 04	
<h2>MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA ATLANTICA SRL</h2>				
	CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	JEFE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
REVISADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX
APROBADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este manual es facilitar los lineamientos para el desarrollo del mantenimiento constante de las máquinas de la empresa ATLANTICA SRL, para conseguir que funcionen de manera correcta de acuerdo al contexto operativo, para alcanzar niveles máximos de disponibilidad y por ende cumplir con las metas de producción.

DEFINICIONES

- **Mantenimiento Preventivo:** Son todas las actividades sistemáticas predefinidas y repetitivas que se llevan a cabo para lograr las condiciones óptimas de las maquinarias, tanto en la parte mecánica como eléctrica, evitando o reduciendo las fallas de las máquinas y mejorando la confiabilidad de las mismas. Asimismo, el conjunto de estas actividades permite alargar el tiempo de vida de la máquina y salvaguardar la integridad de los usuarios.
- **Mantenimiento Correctivo:** Conjunto de acciones que llevan a cabo para corregir o solucionar algún desperfecto, daño mecánico o eléctrico en las máquinas con el fin de restituir su disponibilidad.
- **Falla funcional:** Desperfecto en sistemas y equipos que no permiten el correcto funcionamiento.
- **Modo de falla:** Es cualquier evento que causa una falla funcional.
- **Eventualidades:** Es un suceso imprevisto en el contexto operativo.
- **Normativa de mantenimiento:** Conjunto de normas aplicables a una determinada materia o actividad en relación al mantenimiento.

NORMATIVA

Artículo 1. El mantenimiento preventivo se llevará a cabo a todas las máquinas de la empresa ATLANTICA SRL conforme al plan de mantenimiento establecido por el jefe. Así mismo, durante el tiempo se determinará las actividades específicas para el mantenimiento preventivo de las máquinas paletizadora y prensas.

Artículo 2. Las actividades preventivas serán desarrolladas en su mayoría por el personal de mantenimiento (mecánicos y eléctricos), siguiendo las especificaciones del plan de mantenimiento (AT-M-M-004).

Artículo 3. En el caso de que ocurriera alguna falla que se tuviera la necesidad de aplicar un mantenimiento correctivo; se deberá revisar el procedimiento de mantenimiento correctivo (AT-P-M-003)

Artículo 4. Para la gestión de los recursos solicitados, se seguirá los siguientes lineamientos:

4.1. El mecánico de mantenimiento realizará la solicitud del repuesto llenando el Requerimiento de repuestos u otros (AT-R-M-003) y lo llevará hacia el almacén de repuestos teniendo en cuenta el código, la descripción del repuesto, la cantidad y, se quedará a esperar la entrega del repuesto solicitado.

4.2. Para la fabricación de estructuras metálicas, el soldador junto al asistente de mantenimiento hará un requerimiento y lo enviará directamente hacia el departamento de compras para su aprobación. Una vez aprobado el requerimiento, el mecánico de logística y compras será el encargado de conseguir los materiales necesarios en las partes de la ciudad.

4.3. Para el requerimiento anual de repuestos, los encargados de realizarlo serán el jefe y el asistente de mantenimiento, teniendo en cuenta los repuestos que más se emplearon en el periodo anterior. Una vez realizado estos requerimientos, se llevará hacia Gerencia General para que realice la cotización con los diferentes proveedores a nivel mundial. Este requerimiento se hará en los meses de junio o julio, debido a que se demora aproximado 3 meses en llegar hacia las instalaciones de la empresa cuando se ha realizado la compra.

Para los insumos (aceites, grasas, lubricantes) y otros repuestos o herramientas que se puedan encontrar en el mercado local o nacional, se enviará un requerimiento hacia el departamento de compras para que los pueda conseguir. Una vez que llegan a las instalaciones, el jefe de almacén hará el inventario correspondiente y avisará al asistente de mantenimiento que los requerimientos ya se encuentran en las instalaciones.

Artículo 5. Ejecución del Mantenimiento.

5.1. El Jefe de Mantenimiento se encargará de verificar físicamente los trabajos realizados por el personal de mantenimiento para asegurar el avance y la calidad de los mismos.

5.2. Una vez concluido las tareas, el Jefe de mantenimiento dará el visto bueno de la realización del trabajo para así poder poner en marcha la máquina. En el caso de que el jefe de mantenimiento no se encontrara en las instalaciones, el supervisor del área de mantenimiento será el encargado de dar el visto bueno.

Artículo 6. Para realizar las actividades de manera óptima, se recomienda a todo el personal de mantenimiento revisar los procedimientos establecidos para el proceso de mantenimiento.

Artículo 7. Las eventualidades que no se incluyan en este manual, serán resueltas en una reunión por el Jefe de Mantenimiento, la Jefa de Producción y Gerencia General.

A.3. Elaborar el plan de mantenimiento preventivo

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
	ATLANTICA SRL			
	PROCESO DE MANTENIMIENTO			
	CÓDIGO: AT-M-M-004			
	VERSIÓN: 000	PÁGINA: 01 de 14		
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL AÑO 2020 DE LA EMPRESA ATLANTICA SRL				
	CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	JEFE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
REVISADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX
APROBADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX

I. Título: PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL AÑO 2020 DE LA EMPRESA ATLANTICA SRL.

II. Objetivo:

2.1. Objetivo principal:

Incrementar la disponibilidad de la maquinaria de la empresa ATLANTICA SRL.

2.2. Objetivos específicos:

- Garantizar la disponibilidad de la maquinaria.
- Evitar accidentes de trabajos.
- Prolongar la vida útil de las máquinas.

III. Definiciones

a. Mantenimiento: Conjunto de actividades necesarias para que un equipo pueda cumplir con su función.

b. Mantenimiento preventivo: Son todas las actividades sistemáticas predefinidas y repetitivas que se llevan a cabo para lograr las condiciones óptimas de las máquinas.

c. Confiabilidad: Es la probabilidad que un equipo o sistema no falle en un periodo determinado.

d. Disponibilidad: Es la proporción de tiempo en que un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.

e. Mantenibilidad: Es la probabilidad que un equipo o sistema pueda ser reparado en un tiempo dado.

IV. Desarrollo del plan

El plan de mantenimiento se realiza con el fin de garantizar la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas, y asegurar la vida útil de estos activos de la empresa.

Para desarrollar este plan de mantenimiento, primero se tuvo que determinar a qué equipos se les va hacer el mantenimiento. Para ello se realizó una lista de todas las máquinas que posee la empresa (Tabla 65). Debido a que las máquinas

paletizadora y las prensas no se les encontraron registros de paradas durante el periodo de investigación de enero – junio de 2019, no se les realizará manteniendo preventivo por la falta de datos. Asimismo, se realizará una lista de actividades de mantenimiento preventivo teniendo en cuenta las actividades históricas de mantenimiento de las máquinas que se realizaron en todo el tiempo de funcionamiento que lleva la empresa, apoyándose de los manuales de las máquinas que son proveídos por la marca de las mismas, y teniendo en cuenta las recomendaciones de los mecánicos y operarios. Es por ello, para una mejor elaboración se clasificaron las actividades según el encargado de realizarlas y por la frecuencia de repetición.

Actividades según el responsable a realizarlas:

- **Actividades de responsabilidad del mecánico de mantenimiento:** Estas actividades serán simples como limpieza, lubricación, cambio de aceite y ajuste de piezas y/o pernos, por lo que en algunos casos también serán realizados por los mecánicos y en algunos casos los operarios.
- **Actividades de responsabilidad del equipo de mantenimiento:** Estas actividades serán de mayor complejidad, por lo que se necesita de conocimientos específicos de mantenimiento. Debido a la naturaleza de estas actividades serán realizadas por todo el proceso de mantenimiento, ya que poseen los conocimientos necesarios para el funcionamiento de las máquinas.

Actividades según por su frecuencia de repetición:

- **Actividades diarias y semanales:** Estas actividades son realizadas por los técnicos de mantenimiento y electricista industrial. El tiempo para realizar estas actividades no pasarán de los 30 minutos para su desarrollo.
- **Actividades mensuales:** Estas actividades mayormente consiste en limpieza de filtros, limpieza de dispositivos ópticos, reparar lanzaderas, etc.
- **Actividades semestrales:** Estas actividades estarán conformadas por comprobar si existen daños en los cables de protección, lubricar las cadenas y los sistemas de arrastres, cambio de fajas, etc.
- **Actividades anuales:** Estas actividades están conformadas principalmente por tareas de mayor complejidad y conllevan una gran cantidad de horas de

ejecución. Estas actividades pueden ejecutarse en los últimos días de diciembre o los primeros días de enero realizando un mantenimiento general de las máquinas antes de iniciar la producción en los primeros días de cada año.

Asimismo, el tiempo a emplear para la duración de estas actividades de mantenimiento, se tomó como referencia el tiempo histórico que emplean los mecánicos, electricistas y en algunos casos los operarios para la realización de estas actividades.

Tabla 63. Plan de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.

PLAN DE MANTENIMIENTO RCM PARA LA EMPRESA ATLANTICA SRL									
Máquina	Actividad	Trabajo a realizar	Materiales	Herramientas	Frecuencia	Personal	Condición de máquina	Tiempo Aproximado de Trabajo	Observaciones
Extrusora	Medir el amperaje del motor	Medir	-	Pinza amperimétrica	Diario	Eléctrico	En marcha	5 min	
	Limpieza de ventiladores	Limpiar	Trapo industrial	Aire comprimido	Diario	Mecánico	En marcha	10 min	
	Limpieza de filtros de refrigeración	Limpiar	-	Aire comprimido	Diario	Mecánico	En marcha	10 min	
	Controlar el nivel de aceite de motoreductores	Controlar	En pantalla de máquina	-	Diario	Mecánico	En marcha	15 min	
	Verificación de temperaturas	Verificar	En pantalla de máquina	-	Diario	Eléctrico	En marcha	10 min	
	Verificar filtro del tableros eléctricos.	Verificar	-	-	Diario	Mecánico	En marcha	15 min	
	Verificar temperatura de agua	Verificar	En pantalla de máquina	-	Diario	Mecánico	En marcha	5 min	
	Verificar funcionamiento de embobinadoras	Verificar	-	-	Diario	Mecánico	En marcha	10 min	
	Verificar el nivel de aceite de motores	Verificar	En pantalla de máquina	-	Diario	Mecánico	En marcha	5 min	
	Revisar la válvula neumática	Revisar	Válvula	-	Semanal	Mecánico	Parada	25 min	
	Limpieza de tablero de distribución	Limpiar	Trapo industrial	-	Semanal	Eléctrico	Parada	30 min	
	Limpieza de conductores eléctricos	Limpiar	Trapo industrial	-	Semanal	Eléctrico	Parada	60 min	
	Limpieza filtro de salida en chiller	Limpiar	-	Aire comprimido, llaves	Semanal	Mecánico	En marcha	20 min	
	Limpieza inferior de la máquina	Limpiar	Trapo industrial	Aire comprimido	Semanal	Mecánico	Parada	60 min	
	Controlar tensiones de correas	Controlar	Correas	-	Semanal	Mecánico	Parada	30 min	
	Verificar el correcto funcionamiento de todos los cilindros y rodillos	Verificar	Rodillos	-	Semanal	Mecánico	Parada	20 min	
	Cambio de agua del chiller	Cambio	Agua	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada	120 min	Verificar el correcto funcionamiento después de realizar la actividad
	Verificar el nivel de aceite del chiller	Verificar	2 litros de aceite	-	Mensual	Mecánico	Parada	30 min	
	Limpieza del filtro interior del chiller	Limpiar	Trapo industrial	Aire comprimido, llaves	Mensual	Mecánico	Parada	60 min	
	Comprobar el funcionamiento de disyuntores y sistema de parada de emergencia	Comprobar	-	Pinza amperimétrica	Mensual	Eléctrico	Parada	10 min	
	Comprobar que los cables y tubos flexibles de protección no se encuentren dañados	Comprobar	-	Pinza amperimétrica	Mensual	Eléctrico	Parada	15 min	
	Limpieza de dispositivos ópticos	Limpiar	Trapo industrial	-	Mensual	Mecánico	En marcha	20 min	
	Comprobar que los cables y tubos flexibles de protección no se encuentren dañados	Comprobar	-	-	Mensual	Eléctrico	En marcha	20 min	
	Limpieza de ventiladores	Limpiar	Trapo industrial	-	Mensual	Mecánico	En marcha	20 min	
	Cambio de rodamientos godet	Cambio	Rodamientos	Gracera	Mensual	Mecánico	Parada	240 min	
	Mantenimiento al motor absorbente de cinta	Mantener	-	Llaves	Mensual	Mecánico y eléctrico	Parada		
	Colocación de aceite a las cajas reductoras	Colocación	Aceite, trapo industrial	-	Mensual	Mecánico	Parada		
	Mantenimiento a la bañera	Mantener	Agua	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada		Mantenimiento preventivo general. Máquina parada en el turno
	Revisar el subsionador de materia prima	Revisar	-	-	Trimestral	Mecánico	Parada	45 min	
	Revisar el tornillo	Revisar	Tornillo	Llaves	Trimestral	Mecánico	Parada	60 min	
Revisar las resistencias	Revisar	-	Pinza amperimétrica	Trimestral	Eléctrico	Parada	150 min		
Cambio de empaquetadura del tubo de agua	Cambio	-	Llaves	Semestral	Mecánico	Parada	40 min		
Revisar los rodillos	Revisar	Rodillos	Llaves	Semestral	Mecánico	Parada	60 min		
Lubricar cadenas y todo el sistema de arrastre	Lubricar	Grasa, trapo industrial	Gracera	Semestral	Mecánico	Parada	20 min		
Revisar tensión de cadenas	Revisar	-	-	Semestral	Mecánico	Parada	20 min		
Ajuste de tornillos de conductores eléctricos	Ajustar	-	Destornillador	Semestral	Eléctrico	Parada	40 min		

(Continúa...)

(...Continuación)

PLAN DE MANTENIMIENTO RCM PARA LA EMPRESA ATLANTICA SRL										
Máquina	Actividad	Trabajo a realizar	Materiales	Herramientas	Frecuencia	Personal	Condición de máquina	Tiempo Aproximado de Trabajo	Observaciones	
Telares	Controlar las cubiertas de las ruedas de lanzadera	Controlar	Rodajes 6001	Llaves alen 5 y 4	Diario	Mecánico	Parada	30 min		
	Limpiar el polvo de tejido de lanzadera y peine	Limpiar	Trapo industrial	Aire comprimido	Diario	Mecánico	Parada	5 min		
	Verificar la suavidad de los alojamientos de las filetas	Verificar	-	-	Semanal	Mecánico	Parada	10 min		
	Lubricar ruedas y rodamientos	Lubricar	Grasa SKF, Trapo Industrial	Aire comprimido	Semanal	Mecánico	Parada	15 min		
	Inspeccionar las canaletas de conductores eléctricos	Inspeccionar	-	-	Semanal	Eléctrico	Parada	10 min		
	Desmontaje y limpieza de lanzaderas	Montaje	Trapo industrial	Llaves	Quincenal	Mecánico	Parada	120 min	Mantenimiento preventivo general. Máquina parada en el turno	
	Verificación de partes móviles	Verificar	-	Llaves	Quincenal	Mecánico	Parada			
	Cambio de base de lanzadera	Cambiar	-	Llaves	Quincenal	Mecánico	Parada			
	Cambio de base de escuadra	Cambiar	-	Llaves	Quincenal	Mecánico	Parada			
	Desmontaje y montaje de impulsador de retención	Montaje	-	Llaves	Quincenal	Mecánico	Parada			
	Desmontaje y montaje de escuadra	Montaje	-	Llaves	Quincenal	Mecánico	Parada			
	Cambiar pinzas	Cambiar	-	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada			20 min
	Revisar estado de las pinzas	Revisar	-	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada			10 min
	Reparar lanzaderas	Reparar	-	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada	30 min		
	Revisar sensor de urdimbre	Revisar	-	Pinza amperimétrica	Mensual	Eléctrico	Parada	5 min		
	Revisar motor enrollador	Revisar	-	Pinza amperimétrica	Mensual	Eléctrico	Parada	5 min		
	Comprobar el funcionamiento correcto de los interruptores de seguridad y el sistema de emergencia	Comprobar	-	Pinza amperimétrica	Mensual	Eléctrico	Parada	10 min		
	Limpiar el equipo óptico	Limpiar	Trapo industrial	-	Mensual	Eléctrico	Parada	5 min		
	Cambio de faja	Cambiar	-	Llaves	Trimestral	Mecánico	Parada	40 min	Reemplazar por otros repuestos para no perder el tiempo de producción	
	Revisar frenos de lanzadera	Revisar	-	-	Trimestral	Mecánico	Parada	30 min		
Revisar bodis	Revisar	-	-	Trimestral	Mecánico	Parada	50 min			
Regulación de frenos de lanzadera	Regular	-	-	Trimestral	Mecánico	Parada	30 min			
Comprobar si existen daños en cables y/o mangueras de protección	Comprobar	-	-	Semestral	Eléctrico	Parada	10 min			

(Continúa...)

(...Continuación)

PLAN DE MANTENIMIENTO RCM PARA LA EMPRESA ATLANTICA SRL									
Máquina	Actividad	Trabajo a realizar	Materiales	Herramientas	Frecuencia	Personal	Condición de máquina	Tiempo Aproximado de Trabajo	Observaciones
Laminadora	Medir el amperaje del motor	Medir	Trapo industrial, guantes, cinta aislante	Pinza Amperimétrica	Diario	Electricista	En marcha	10 min	
	Limpieza del tratamiento de corona	Limpiar	Trampo industrial	Aire comprimido	Semanal	Mecánico	En marcha	10 min	
	Verificar las juntas rotativas si presentas fugas de agua	Verificar	Trampo industrial	-	Semanal	Mecánico	En marcha	15 min	
	Controlar el nivel de aceite en los motores de engranajes	Controlar	Pantalla de la máquina	-	Semanal	Mecánico	En marcha	3 min	
	Verificar si los rodillos presentan desgaste o ruido extraño	Verificar	-	-	Semanal	Mecánico	En marcha	15 min	
	Revisar componentes	Revisar	Trapo industrial	LLaves	Quincenal	Mecánico	Parada	15 min	
	Revisar los interruptores de seguridad, sistema de desconexión de emergencia	Revisar	Cinta aislante	Pinza Amperimétrica	Mensual	Electricista	Parada	30 min	
	Retirar cinta de rodillos y cadenas	Retirar	Cinta	-	Trimestral	Mecánico	Parada	360 min	En mantenimiento preventivo general. Máquina parada en el turno
	Lubricar chumaceras, cadenas, piñones	Lubricar	Grasa SKF, Trapo Industrial	LLaves	Trimestral	Mecánico	Parada		
	Revisar el nivel de aceite de cajas reductoras	Revisar	Pantalla de la máquina	-	Trimestral	Mecánico	Parada		
	Limpieza y desinfección de bandejas de agua	Limpiar	Trapo industrial, agua	Aire comprimido	Trimestral	Mecánico	Parada		
	Limpieza de tablero eléctrico	Limpiar	Trampo industrial	Aire comprimido	Trimestral	Mecánico	Parada		
	Limpieza de tablero eléctrico de tratamiento de corona	Limpiar	Trampo industrial	Aire comprimido	Trimestral	Mecánico	Parada		
	Revisión de tratamiento de corona	Revisar	-	Aire comprimido	Trimestral	Mecánico	Parada		
	Cambio de filtro	Cambiar	Pernos	Aire comprimido	Trimestral	Mecánico	Parada		
	Revisión de resistencia y termocuplas	Revisar	Cinta aislante	Pinza Amperimétrica	Trimestral	Electricista	Parada		
	Revisión y ajuste de cadenas y fajas	Revisar	-	LLaves	Trimestral	Mecánico	Parada		
	Revisión de unidad de mantenimiento	Revisar	Trapo industrial	-	Trimestral	Mecánico	Parada		
	Revisión del sistema de enfriamiento	Revisar	Trapo industrial	-	Trimestral	Mecánico	Parada		
	Limpieza general de máquina	Limpiar	Trapo industrial	Aire comprimido	Trimestral	Mecánico	Parada		
Cambio de cadena	Cambiar	Cadena, trapo industrial	LLaves	Semestral	Mecánico	Parada	60 min		
Cambio de faja	Cambiar	Faja	LLaves	Semestral	Mecánico	Parada			
Cambio de rodillo	Cambiar	Rodillo	LLaves	Semestral	Mecánico	Parada			
Revisar rodillos	Revisar	Rodillos	LLaves	Semestral	Mecánico	Parada			
Cambio de rodajes	Cambiar	Grasa SKF, Trapo Industrial	LLaves	Semestral	Mecánico	Parada			

(Continúa...)

(...Continuación)

PLAN DE MANTENIMIENTO RCM PARA LA EMPRESA ATLANTICA SRL									
Máquina	Actividad	Trabajo a realizar	Materiales	Herramientas	Frecuencia	Personal	Condición de máquina	Tiempo Aproximado de Trabajo	Observaciones
Convertidoras	Medir el amperaje del motor	Medir	Trapo industrial, guantes, cinta aislante	Pinza Amperimétrica	Diario	Electricista	En marcha	5 min	
	Revisar guiador de fuelle	Revisar	Guiador de fuelle	Llaves	Diario	Mecánico	Parada	5 min	
	Revisar jaladores	Revisar	Jaladores	Llaves	Diario	Mecánico	Parada	5 min	En cada cambio de rollo
	Revisar abridor de boca	Revisar	Abridor de boca	Llaves	Diario	Mecánico	Parada	5 min	En cada cambio de rollo
	Revisar que no haya atascos en la máquina de coser	Revisar	Máquina de coser	-	Diario	Mecánico	Parada	5 min	
	Limpieza de fajas	Limpiar	Fajas, trapo industrial	Aire comprimido	Diario	Mecánico	Parada	20 min	En pausas activas del personal
	Limpiar ventilador de los motores	Limpiar	-	Aire comprimido	Diario	Electricista	En marcha	5 min	
	Verificar el nivel de aceite de las máquinas de coser	Verificar	-	-	Diario	Mecánico	Parada	20 min	En pausas activas del personal
	Comprobar el funcionamiento de los sensores infrarrojos	Comprobar	-	Pinza Amperimétrica	Diario	Electricista	En marcha	5 min	
	Regular ruedas de salida	Regular	Ruedas	Llaves	Semenal	Mecánico	Parada	5 min	
	Desmontaje de jaladores y lubricación	Desmontar	Jaladores	Llaves	Quincenal	Mecánico	Parada	480 min	En mantenimiento preventivo general. Máquina parada en el turno
	Cambio de resortes de jaladores	Cambiar	Resortes	Llaves	Quincenal	Mecánico			
	Limpieza de cuchilla térmica	Limpiar	Cuchilla	Aire comprimido	Quincenal	Mecánico			
	Mantenimiento de la máquina de coser	Mantener	Máquina de coser	Llaves	Quincenal	Mecánico			
	Cambio de resortes de rodillo de abridor de tela y cambio de pin	Cambiar	Resortes	Llaves	Quincenal	Mecánico			
	Revisar línea de aire	Revisar	-	Aire comprimido	Mensual	Mecánico	En marcha	20 min	
	Revisar pistón de aire	Revisar	Pistón		Mensual	Mecánico	En marcha	20 min	
	Revisar taca	Revisar	Taca	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada	30 min	
	Comprobar el correcto funcionamiento de los rodillos estriados	Comprobar	Rodillos estriados	-	Mensual	Mecánico	Parada	10 min	Domingo donde no trabaje la máquina
	Comprobar las pegativas de seguridad	Comprobar	Pegativas	-	Mensual	Mecánico	Parada	5 min	
	Verificar el funcionamiento de los interruptores y paradas de emergencia	Verificar	-	Pinza Amperimétrica	Mensual	Electricista	Parada	10 min	
	Cambiar aguja	Cambiar	Aguja	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada	5 min	
	Revisar eje de la máquina de coser	Revisar	Ejes	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada	10 min	
	Revisar polea del motor de la máquina de coser	Revisar	Polea	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada	10 min	
	Revisar sisaya	Revisar	Sisaya	Llaves	Trimestral	Mecánico	Parada	15 min	
	Lubricación de chumaceras	Lubricar	Grasa SKF, Trapo Industrial	Llaves	Semestral	Mecánico	Parada	30 min	
	Lubricación de los jaladores	Lubricar	Grasa SKF, Trapo Industrial	Llaves	Semestral	Mecánico	Parada		
	Verificar fugas de aceite y de aire	Verificar	Trapo industrial	-	Semestral	Mecánico	Parada	10 min	
Comprobar si los ejes y poleas presentan desgaste	Comprobar	-	Llaves	Semestral	Mecánico	Parada	10 min		
Cambiar válvula	Cambiar	Válvula	Llaves	Anual	Electricista	Parada	15 min		

(Continúa...)

(...Continuación)

PLAN DE MANTENIMIENTO RCM PARA LA EMPRESA ATLANTICA SRL										
Máquina	Actividad	Trabajo a realizar	Materiales	Herramientas	Frecuencia	Personal	Condición de máquina	Tiempo Aproximado de Trabajo	Observaciones	
Impresora	Verificar el funcionamiento y el estado de los interruptores de seguridad	Verificar	-	Pinza amperimétrica	Semanal	Eléctrico	Parada	20 min		
	Mantenimiento de tratamiento de corona	Mantener	-	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada	45 min		
	Lavado de racla	Lavar	Alcohol, trapo industrial	-	Mensual	Mecánico	Parada	45 min		
	Revisar línea de aire	Revisar	-	Aire comprimido	Mensual	Mecánico	En marcha	20 min		
	Limpieza de los tableros de distribución	Limpiar	Trapo industrial	-	Mensual	Eléctrico	En marcha	20 min		
	Revisar el nivel de aceite de las cajas reductoras	Revisar	En la pantalla de la máquina	-	Mensual	Mecánico	Parada	480 min	En mantenimiento preventivo general. Máquina parada en el turno	
	Revisar el sistema de secado	Revisar	-	-	Mensual	Mecánico	Parada			
	Limpieza y ajuste del tablero principal y tratamiento de corona	Limpiar	Trapo industrial	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada			
	Limpieza de bombas de pintura	Limpiar	Trapo industrial	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada			
	Limpieza general de máquina	Limpiar	Trapo industrial	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada			
	Mantenimiento de variadores de velocidad de los motores	Mantener	-	Pinza amperimétrica, llaves	Mensual	Eléctrico	Parada			
	Mantenimiento de bombas	Mantener	-	Llaves	Mensual	Mecánico	Parada			
	Mantenimiento de contactares de la zona de calefacción	Mantener	-	Pinza amperimétrica	Mensual	Eléctrico	Parada			
	Revisar sensor	Revisar	-	Pinza amperimétrica	Trimestral	Eléctrico	Parada			15 min
	Revisar conexiones eléctricas	Revisar	-	Pinza amperimétrica	Trimestral	Eléctrico	Parada			40 min
	Alinear cadena de enrollador	Alinear	Cadena	Llaves	Semestral	Mecánico	Parada	50 min	Verificar el correcto funcionamiento después de realizar la actividad	
	Cambio de faja	Cambiar	Faja	Llaves	Semestral	Mecánico	Parada	20 min		
	Lubricación de engranajes	Lubricar	Grasa SKF, Trapo Industrial	Gracera	Semestral	Mecánico	Parada	10 min		
	Mantenimiento de embobinador de rollos	Mantener	-	Llaves	Semestral	Mecánico	Parada	40 min		
	Cambio de perno de piñón	Cambiar	Pernos	Llaves	Semestral	Mecánico	Parada	60 min		
Ajustar piñones	Ajustar	Piñón	Llaves	Semestral	Mecánico	Parada	30 min			
Mantenimiento de tecla	Mantener	-	Llaves	Semestral	Mecánico	Parada	30 min			
Lubricar chumaceras, piñones y verificar ejes si presentan desgastes	Lubricar	Grasa SKF, Trapo Industrial	Aire comprimido	Semestral	Mecánico	Parada	40 min			
Verificar fugas de aceite en las bombas hidráulicas	Verificar	Trapo industrial	-	Semestral	Mecánico	En marcha	10 min			
Verificar ruidos extraños en los motores eléctricos	Verificar	-	Destornillador	Semestral	Mecánico	En marcha	10 min			

Fuente: ATLANTICA SRL

V. Cronograma de actividades

El cronograma de mantenimiento facilita a realizar de una manera organizada las actividades o tareas que se le realizará a la maquinaria, de manera que las acciones de mantenimiento se den en los tiempos planificados, minimizando así los posibles desperfectos que pueden afectar al proceso de producción disminuyendo la presencia de daños en la maquinaria. En la tabla 64 se describen las actividades que deberán ser realizadas, así como su frecuencia durante los 12 meses del año.

Para una mejor apreciación del cronograma de mantenimiento se empleó la siguiente leyenda:

D	Diario
S	Semanal
Q	Quincenal
M	Mensual
T	Trimestral
Sm	Semestral
A	Anual

Debido a que esta tesis es solo una propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento y básicamente toda la planificación de este sistema de gestión se desarrolló primera etapa del ciclo de Deming (Planear – Subproceso de planificación). Debido a esto, las etapas de hacer, verificar y actuar; se realizarán de manera superficial teniendo en cuenta las actividades de los subprocesos planteados para este ciclo de Deming.

B. Hacer – Subproceso de mantenimiento

En esta etapa se preparará y se ejecutarán las actividades correspondientes al mantenimiento preventivo y correctivo; y se registrará la información proveniente de estos tipos de mantenimiento previamente mencionados. Además, se desarrollarán procedimientos para facilitar la ejecución de las actividades correspondientes a este subproceso. Para la actividad del mantenimiento correctivo, es de suma importancia la recolección de datos por medio del registro de mantenimiento preventivo (AT-R-M-002) para su posterior análisis.

Tabla 65. Subproceso de mantenimiento

Proceso	Mantenimiento
Subproceso	Mantenimiento
Responsable	Asistente de mantenimiento
Objetivos	Aumentar el tiempo de buen funcionamiento
	Reducir el tiempo medio de reparación
	Cumplir con las actividades del plan de mantenimiento
	Aumentar la eficiencia global del equipamiento
Indicadores de gestión	MTBF = Total de tiempo de buen funcionamiento / # de fallas
	MTTR = Total de tiempo técnico de reparación / # de fallas
	% de cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo
	OEE = Disponibilidad x Eficiencia x Calidad
Fórmulas	$\Delta \text{ MTBF} = ((\text{MTBF } 2 - \text{MTBF } 1) / (\text{MTBF } 1)) * 100$
	$\Delta \text{ MTTR} = ((\text{MTTR } 2 - \text{MTTR } 1) / (\text{MTTR } 1)) * 100$
	$((\text{Actividades ejecutadas}) / (\text{Actividades programadas})) * 100\%$
	$\Delta \text{ OEE} = ((\text{OEE } 2 - \text{OEE } 1) / (\text{OEE } 1)) * 100$
Metas	Aumentar 5%
	Reducción 5%
	Mayor a 90%
	Mayor de 65%
Actividades a desarrollar	Ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo programadas
	Atender las solicitudes de mantenimiento correctivo
	Registrar las actividades de mantenimiento correctivo y preventivo

Elaboración propia

A continuación, se detallarán las actividades que se desarrollarán en este subproceso.

B.1. Ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo programadas

Para poder ejecutar las actividades de mantenimiento preventivo, primero se revisará el procedimiento de mantenimiento preventivo, y de acuerdo a eso, se realizarán las actividades programadas según su frecuencia.

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
	ATLANTICA SRL			
	PROCESO DE MANTENIMIENTO			
	CÓDIGO: AT-P-M-002			
	VERSIÓN: 000		PÁGINA: 01 de 05	
PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO				
	CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	JEFE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
REVISADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX
APROBADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX

1. **Objetivo:** Realizar las actividades de mantenimiento preventivo para lograr el desempeño óptimo de las máquinas.

2. **Alcance:** Aplicable a todas las máquinas de la empresa ATLANTICA SRL que se hayan planificado las actividades de mantenimiento preventivo.

3. **Definiciones:**

3.1. **Mantenimiento:** Conjunto de actividades necesarias para que un equipo pueda cumplir con su función.

3.2. **Mantenimiento preventivo:** Son todas las actividades planificadas y repetitivas que se llevan a cabo para lograr las condiciones óptimas de desempeño de las máquinas.

3.3. **Disponibilidad:** Es la proporción de tiempo en que un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.

3.4. **Falla funcional:** Desperfecto en sistemas y equipos que no permiten el correcto funcionamiento.

3.5. **Modo de falla:** Es cualquier evento que causa una falla funcional.

4. **Responsables:**

- Jefe de mantenimiento.
- Asistente de mantenimiento.
- Técnicos de mantenimiento.
- Supervisor de producción.

5. **Desarrollo del procedimiento:**

5.1. **Revisión del plan de mantenimiento preventivo:** El asistente de mantenimiento revisa el plan de mantenimiento preventivo para saber a qué máquinas de las realizará el mantenimiento preventivo.

5.2. **Solicitud de máquina para mantenimiento preventivo:** Una vez realizado la revisión del plan de mantenimiento preventivo, el asistente de mantenimiento solicita la máquina al supervisor de producción para poder realizar las actividades preventivas.

5.3. **Evaluación para realizar el mantenimiento preventivo:** El jefe de producción evalúa si se le puede realizar el mantenimiento preventivo de acuerdo al plan de producción.

5.4. **Planificación de las actividades a realizar:** Una vez que se acepta realizar el mantenimiento preventivo a la máquina, el técnico de mantenimiento

planificará las actividades, repuestos y consumibles a emplear en la actividad preventiva.

5.5. Verificación de los repuestos: El técnico de mantenimiento verifica que contenga el repuesto a utilizar, en el caso que no lo tuviera, realiza el requerimiento de repuestos u otros (AT-R-M-003) y se dirige hacia almacén para que el jefe de almacén pueda otorgarle el repuesto.

5.6. Ejecución de las actividades a realizar: Una vez que el técnico posee el repuesto, se dirige hacia la máquina y realiza la actividad preventiva.

5.7. Evaluación de la máquina: El jefe de mantenimiento verifica que esté conforme la acción preventiva, sino fuera el caso, el técnico realiza algunos ajustes para que la máquina pueda operar óptimamente. De no encontrarse el jefe de mantenimiento en las instalaciones, el supervisor de área de mantenimiento será el que evalúe de la acción preventiva.

5.8. Entrega de máquina operativa: Una vez realizada la actividad preventiva, se hace entrega de la máquina en estado operativo al supervisor de producción.

5.9. Registrar actividades realizadas: El técnico de mantenimiento será el encargado de registrar las actividades realizadas en el registro de mantenimiento preventivo (AT-R-M-001) empleando las computadoras que se encuentran en planta.

6. Flujograma:

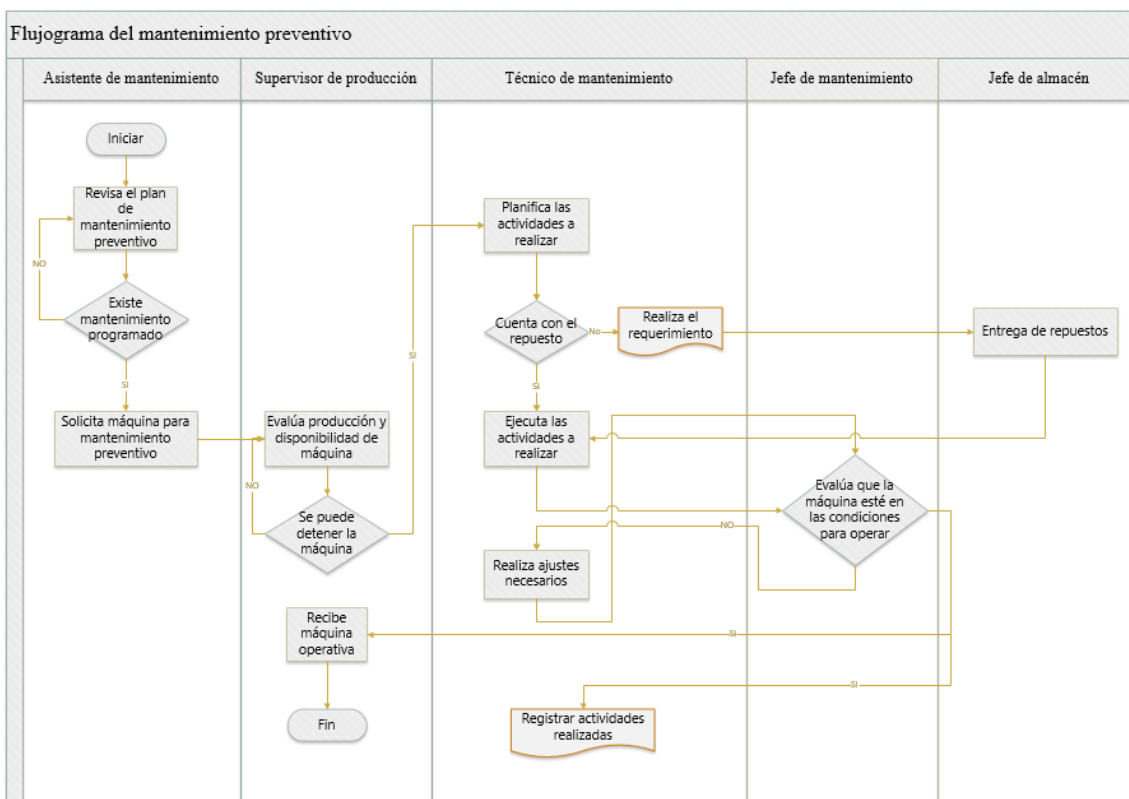


Figura 19. Flujograma de mantenimiento preventivo
Elaboración propia

7. Documentos:

- Plan de mantenimiento preventivo.
- Requerimiento de repuestos u otros.

8. Registros:

- Registro de mantenimiento preventivo.

B.2. Atender las solicitudes de mantenimiento correctivo

Para que los supervisores y técnicos de mantenimientos puedan atender las solicitudes de mantenimiento correctivo, se desarrollará un procedimiento para que puedan ejecutar las actividades de mantenimiento correctivo y así poder atender las solicitudes por parte del proceso de producción.

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
	ATLANTICA SRL			
	PROCESO DE MANTENIMIENTO			
	CÓDIGO: AT-P-M-003			
	VERSIÓN: 000		PÁGINA: 01 de 04	
PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO				
	CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	JEFE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
REVISADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX
APROBADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX

1. **Objetivo:** Atender de forma eficaz los modos de falla que se susciten en las máquinas que afectan su operación.

2. **Alcance:** Aplicable a todas las máquinas de la empresa ATLANTICA SRL que presenten fallas durante su operación.

3. **Definiciones:**

3.1. **Mantenimiento:** Conjunto de actividades necesarias para que un equipo pueda cumplir con su función.

3.2. **Mantenimiento correctivo:** Es el tipo de mantenimiento que solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando.

3.3. **Disponibilidad:** Es la proporción de tiempo en que un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.

3.4. **Falla funcional:** Desperfecto en sistemas y equipos que no permiten el correcto funcionamiento.

3.5. **Modo de falla:** Es cualquier evento que causa una falla funcional.

4. **Responsables:**

- Jefe de mantenimiento.
- Técnicos de mantenimiento.

5. **Desarrollo del procedimiento:**

5.1. **Reporte de falla:** En caso de presentarse algún modo de falla, el operario avisa a su supervisor que la máquina no está operando correctamente.

5.2. **Generación de orden de trabajo:** El supervisor de producción al verificar que la máquina presenta un desperfecto y genera una orden de trabajo para ser entregada al técnico de mecánico más próximo a él.

5.3. **Inspección de la máquina:** El técnico de mantenimiento revisa la orden de trabajo para y se dirige hacia la máquina que posee el modo de falla, inspecciona la falla y analiza el estado actual de la misma.

5.4. **Verificación de los repuestos:** El técnico de mantenimiento al analizar el estado actual de la máquina, se dirige hacia el taller de mantenimiento de acuerdo al área en que se encuentre realizando sus actividades y verifica que se encuentre el repuesto a necesitar. Si no lo encontrara, realiza el requerimiento de repuestos u otros (AT-R-M-003) y se dirige hacia almacén para que el jefe de almacén pueda otorgarle el repuesto.

- 5.5. Ejecución de las actividades correctivas:** Una vez que el técnico posee el repuesto, se dirige hacia la máquina averiada y realiza la actividad correctiva.
- 5.6. Evaluación de la máquina:** El jefe de mantenimiento verifica que esté conforme la acción correctiva, sino fuera el caso, el técnico vuelve a realizar la ejecución de la actividad correctiva. De no encontrarse el jefe de mantenimiento en las instalaciones, el supervisor de área de mantenimiento será el que evalúe de la acción correctiva.
- 5.7. Entrega de máquina operativa:** Una vez solucionado el percance, se hace entrega de la máquina en estado operativo al operario de producción.
- 5.8. Registrar falla:** El técnico de mantenimiento será el encargado de registrar el modo de falla en el registro de mantenimiento correctivo (AT-R-M-003) empleando las computadoras que se encuentran en planta.

6. Flujograma:

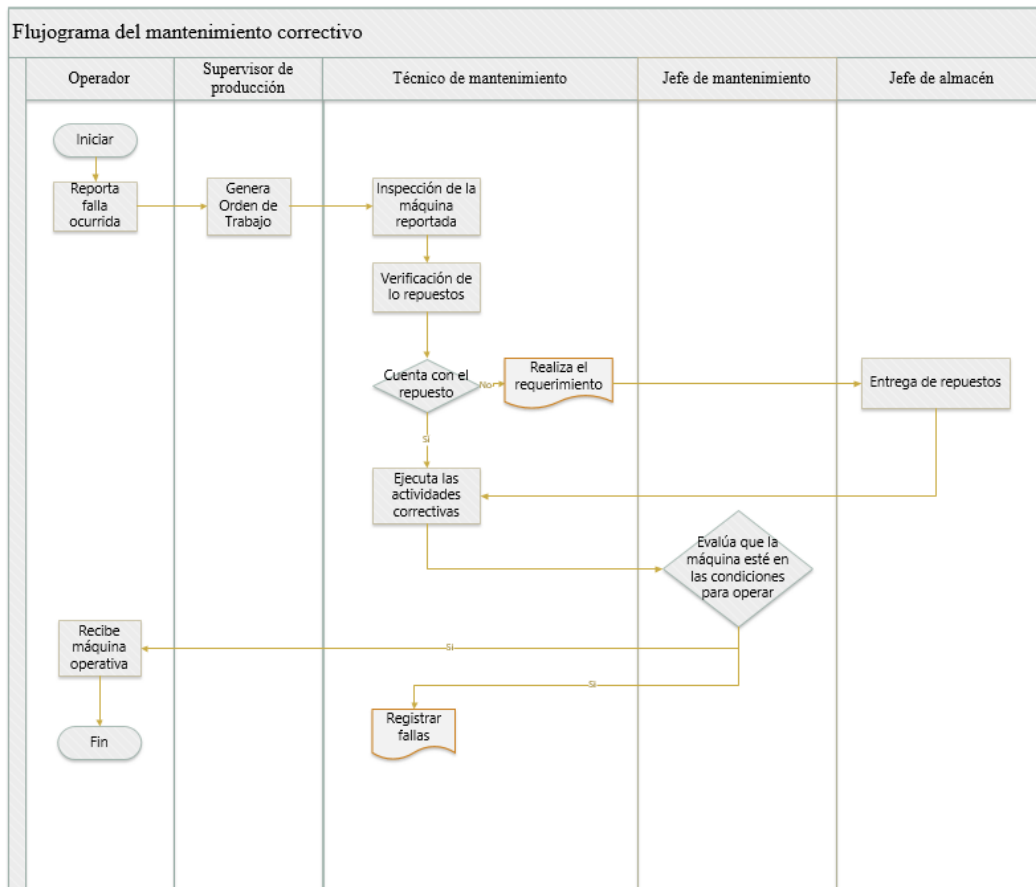


Figura 20. Flujograma del mantenimiento correctivo
Elaboración propia

7. Documentos:

- Orden de trabajo.
- Requerimiento de repuestos u otros.

8. Registros:

- Registro de mantenimiento correctivo.

➤ Orden de trabajo.

La orden de trabajo es generada por el supervisor de producción a cargo, así mismo los parámetros dentro de esta orden se explican a continuación:


- **Nº de OT:** este parámetro será llenado por el asistente de mantenimiento de acuerdo a la secuencia.
- **Turno:** es llenado por el supervisor de producción a cargo, el cual tiene en cuenta el turno A, B o C en que se encuentra desarrollando la producción.
- **Generado por:** llevará el nombre del supervisor de producción a cargo.
- **Área:** este parámetro corresponde en qué área se encuentra la máquina que posee la falla.
- **Máquina:** este parámetro llevará el código de la máquina donde se suscitó el problema.
- **Operario:** este parámetro da a conocer el nombre del operario de la máquina.
- **Orden de trabajo:** en esta sección estarán los parámetros de la orden de trabajo.
 - **Fecha de emisión:** representa la fecha exacta de la emisión de la OT, bajo el formato de día-mes-año.
 - **Hora de emisión:** se especifica la hora exacta de la emisión de la OT, bajo el formato hh:min am/pm.
 - **Tiempo estimado:** se especifica el tiempo necesario para cumplir con las tareas de mantenimiento.
 - **Fecha de cierre:** se especifica la fecha exacta del cierre de la OT, bajo el formato día-mes-año.
 - **Hora de cierre:** se especifica la hora exacta del cierre de la OT, bajo el formato hh:min am/pm.
 - **Tiempo real:** se calcula el tiempo real que se necesitó para realizar la OT. Para realizar el cálculo se resta la hora de cierre menos la hora de emisión.
- **Trabajo:** es esta sección estarán los parámetros del trabajo a realizar.
 - **Fecha de inicio:** se especifica la hora de inicio del trabajo bajo el formato día-mes-año.
 - **Hora de inicio:** se especifica la hora exacta del inicio del trabajo, bajo el formato hh:min am/pm.
 - **Tiempo que opera hasta fallo:** en este parámetro se calcula el tiempo que la máquina estuvo operando hasta que presentó la falla y será llenado por el asistente de mantenimiento.
 - **Fecha final:** se especifica la hora fecha exacta del término del trabajo, bajo el formato día-mes-año.
 - **Hora final:** se especifica la hora de término del trabajo, bajo el formato hh:min am/pm.
 - **Tiempo total de mantenimiento:** se calcula el tiempo exacto que se necesitó para hacer el trabajo. Este cálculo está representado por la resta de la hora final menos la hora de inicio.

- **Actividades y/o tareas realizadas:** se especifica las actividades y/o tareas realizadas.
- **Suministros:** se especifica los suministros utilizados.
- **Repuestos:** se especifica los repuestos empleados.
- **Herramientas:** se especifica las herramientas a utilizar.
- **Normas de seguridad:** se especifica las normas de seguridad que se deberá a tener en cuenta para realizar las actividades y/o tareas de mantenimiento.
- **Observaciones:** se indica todas las observaciones relevantes que se suscitaron al momento de realizar el trabajo.
- **Causa:** especifica las posibles causas que provocaron el daño.
- **Efecto:** especifica los posibles efectos que tendrá el fallo de la máquina.

	ORDEN DE TRABAJO		Código: AT-R-M-004		
			Versión: 000		
			Fecha: xx-xx-xx		
Nº de OT		Turno	Generado por:		
Área		Máquina	Operario:		
Orden de trabajo			Trabajo		
Fecha de emisión	Hora de emisión	Tiempo estimado	Fecha de inicio	Hora de inicio	Tiempo que opera hasta fallo (horas)
Fecha de cierre	Hora de cierre	Tiempo real	Fecha final	Hora final	Tiempo total de mantenimiento (horas)
Actividades y/o tareas realizadas	Suministros		Repuestos		
	Herramientas		Normas de seguridad		
Observaciones	Causa		Efecto		

Figura 21. Orden de trabajo
Elaboración propia

➤ **Instructivo para realizar el mantenimiento a las máquinas de coser.**

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
	ATLANTICA SRL			
	PROCESO DE MANTENIMIENTO			
	CÓDIGO: AT-P-M-005			
	VERSIÓN: 000		PÁGINA: 01 de 03	
<p>INSTRUCTIVO PARA REALIZAR EL MANTERNIMIENTO DE LAS MÁQUINAS DE COSTURA RECTA</p>				
	CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	TÉCNICO DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
REVISADO POR:	JEFE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
APROBADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX

1. **Objetivo:** Representar la forma correcta de cómo realizar el mantenimiento a las máquinas de costura recta de las convertidoras a manera de que cumplan con las características específicas de los productos.

2. **Alcance:** Es aplicable a las máquinas de costura recta de la empresa ATLANTICA SRL.

3. **Definiciones:**

- **Máquina de costura recta:** máquina utilizada para coser la base del saco con la ayuda de hilo y aguja.

4. **Responsables:**

- Técnico de Mantenimiento

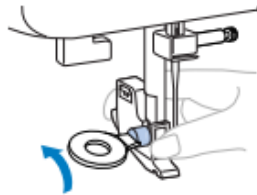
5. **Desarrollo del instructivo:**

A. Debe colocarse los EPP necesarios antes de empezar con la actividad.

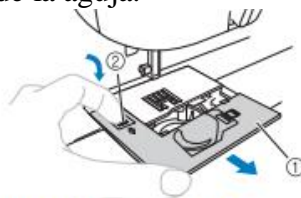
B. Se coloca el candado de seguridad en los botones de accionamiento.

C. Levante la aguja y el pie.

D. Afloje el tornillo del pie y el de la presilla de la aguja para retirar el soporte del pie y la aguja.



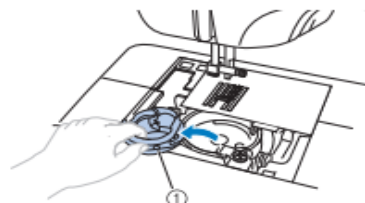
E. Deslice el liberador de la cubierta de la placa de la aguja hacia usted para extraer la cubierta de la placa de la aguja.



- ① Cubierta de la placa de la aguja
- ② Liberador de la cubierta de la placa de la aguja

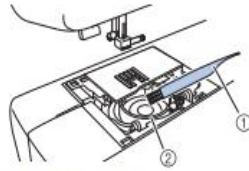
F. Retire la caja de la bobina.

Coja la caja de la bobina y tire de ella hacia fuera.



- ① Caja de la bobina

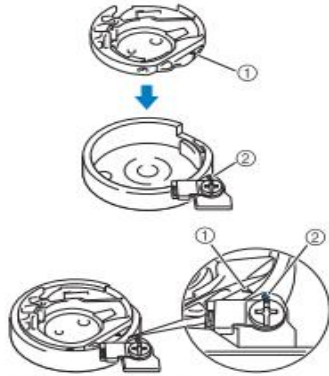
G. Utilice el cepillo de limpieza y el spray de aire comprimido para eliminar todo el polvo de la pista y la zona de alrededor.



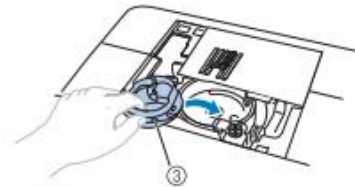
- ① Cepillo de limpieza
- ② Pista

- No ponga aceite lubricante en la caja de la bobina.

H. Coloque la caja de la bobina de manera que su marca U quede alineada con la marca de triángulo de la pista.



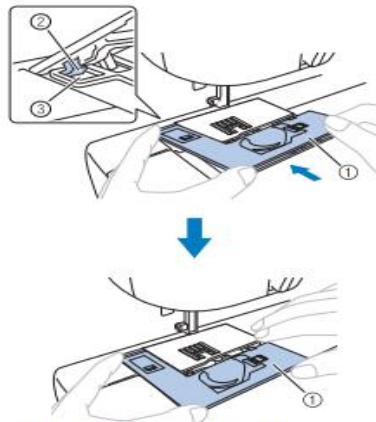
- Haga coincidir las marcas Δ y \circ .



- ① Marca Δ
- ② Marca \circ
- ③ Caja de la bobina

- Asegúrese de que los puntos indicados queden alineados antes de colocar la caja de la bobina.

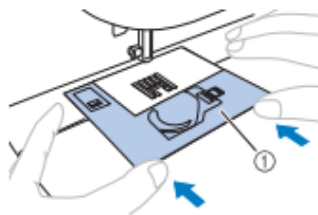
I. Según se muestra, inserte la pestaña de la cubierta de la placa de la aguja en el orificio de la placa de la aguja y, a continuación, coloque correctamente la cubierta.



- ① Cubierta de la placa de la aguja
- ② Pestaña
- ③ Orificio


- Compruebe que la cubierta de la placa de la aguja está al mismo nivel que la superficie superior de la máquina.

J. Desde la parte delantera, vuelva a deslizar la cubierta de la placa de la aguja para colocarla en su posición.



① Cubierta de la placa de la aguja

Tabla 67. Registro de mantenimiento preventivo

	REGISTRO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			Código	AT-R-M-001
				Versión	0
				Fecha	XX-XX-XX

FECHA INICIO:	FECHA FINAL:	HORA INICIO:	HORA FINAL:	TOTAL MINUTOS:	TURNO

TECNICO RESPONSABLE:

NOMBRE DEL EQUIPO:

FECHA DE AUTORIZACION:

ITEM	DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO
1	
2	
3	
4	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

OBSERVACIONES:

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO
			UNITARIO	TOTAL

RESPONSABLE

JEFE DE MANTENIMIENTO

Elaboración propia

C. Verificar – Subproceso de control


Para esta etapa del ciclo, es importante realizar la evaluación y control de las actividades del proceso de mantenimiento para verificar si se están cumpliendo con los objetivos planteados en la planificación. Asimismo, para realizar la actividad de evaluar y controlar de este subproceso, se empleará:

- La recepción de los registros de mantenimiento preventivo y correctivo.
- Se calcularán los indicadores para determinar si se están cumpliendo con los objetivos.
- Se organizará los datos obtenidos del mantenimiento preventivo y correctivo para emplear herramientas como el diagrama de Pareto o el diagrama de Ishikawa y de esa manera realizar un análisis.

Tabla 69. Subproceso de control

Proceso	Mantenimiento
Subproceso	Control
Responsables	Jefe de mantenimiento Asistente de mantenimiento
Objetivo	Cumplir con el total de actividades planeadas de mantenimiento
Indicador de gestión	% de cumplimiento del total de las actividades de mantenimiento
Fórmula	$((\text{Actividades ejecutadas}) / (\text{Actividades programadas})) * 100\%$
Meta	Mayor a 90%
Actividad a desarrollar	Evaluar y controlar las acciones de mantenimiento realizadas

Elaboración propia

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO	
	ATLANTICA SRL	
	PROCESO DE MANTENIMIENTO	
	CÓDIGO: AT-P-M-004	
	VERSIÓN: 000	PÁGINA: 01 de 03

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO

	CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	ASISTENTE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
REVISADO POR:	JEFE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
APROBADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX

1. **Objetivo:** Evaluar y controlar las actividades de mantenimiento que se están desarrollando, para asegurar la disponibilidad de las máquinas de la empresa ATLANTICA SRL.

2. **Alcance:** Aplicable a todo el proceso de mantenimiento.

3. **Definiciones:**

3.1. **Mantenimiento:** Conjunto de actividades necesarias para que un equipo pueda cumplir con su función.

3.2. **Mantenimiento Preventivo:** Son todas las actividades planificadas y repetitivas que se llevan a cabo para lograr las condiciones óptimas de desempeño de las máquinas.

3.3. **Mantenimiento correctivo:** Es el tipo de mantenimiento que solo se realiza cuando el equipo es incapaz de seguir operando.

3.4. **Disponibilidad:** Es la proporción de tiempo en que un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.

3.5. **Evaluación y control de mantenimiento:** Consiste en medir los resultados y verificar si se están cumpliendo con los objetivos de mantenimiento.

4. **Responsables:**

- Jefe de mantenimiento.
- Asistente de mantenimiento.

5. **Desarrollo del procedimiento:**

5.1. **Verificar el cumplimiento del mantenimiento preventivo:** El asistente de mantenimiento verifica que se estén ejecutando las actividades de mantenimiento preventivos de acuerdo al plan.

5.2. **Verificar el nivel de eficacia de la gestión de mantenimiento:** El asistente de mantenimiento se encarga de realizar los cálculos de los indicadores de gestión para determinar la eficacia del sistema de gestión según las frecuencias planificadas.

5.3. **Identificar las fallas:** El asistente de mantenimiento identifica las fallas de todas las máquinas para poder realizar análisis y posteriormente realizar conjuntamente con el jefe de mantenimiento y los supervisores de mantenimiento las posibles mejoras a implementarse.

5.4. Elaborar informe: El asistente de mantenimiento se encarga de realizar el informe de mantenimiento por una frecuencia de un año de actividades de la empresa.

5.5. Revisión del informe: El jefe de mantenimiento es el encargado de revisar el informe de mantenimiento realizado por el asistente de mantenimiento.

6. Flujograma:

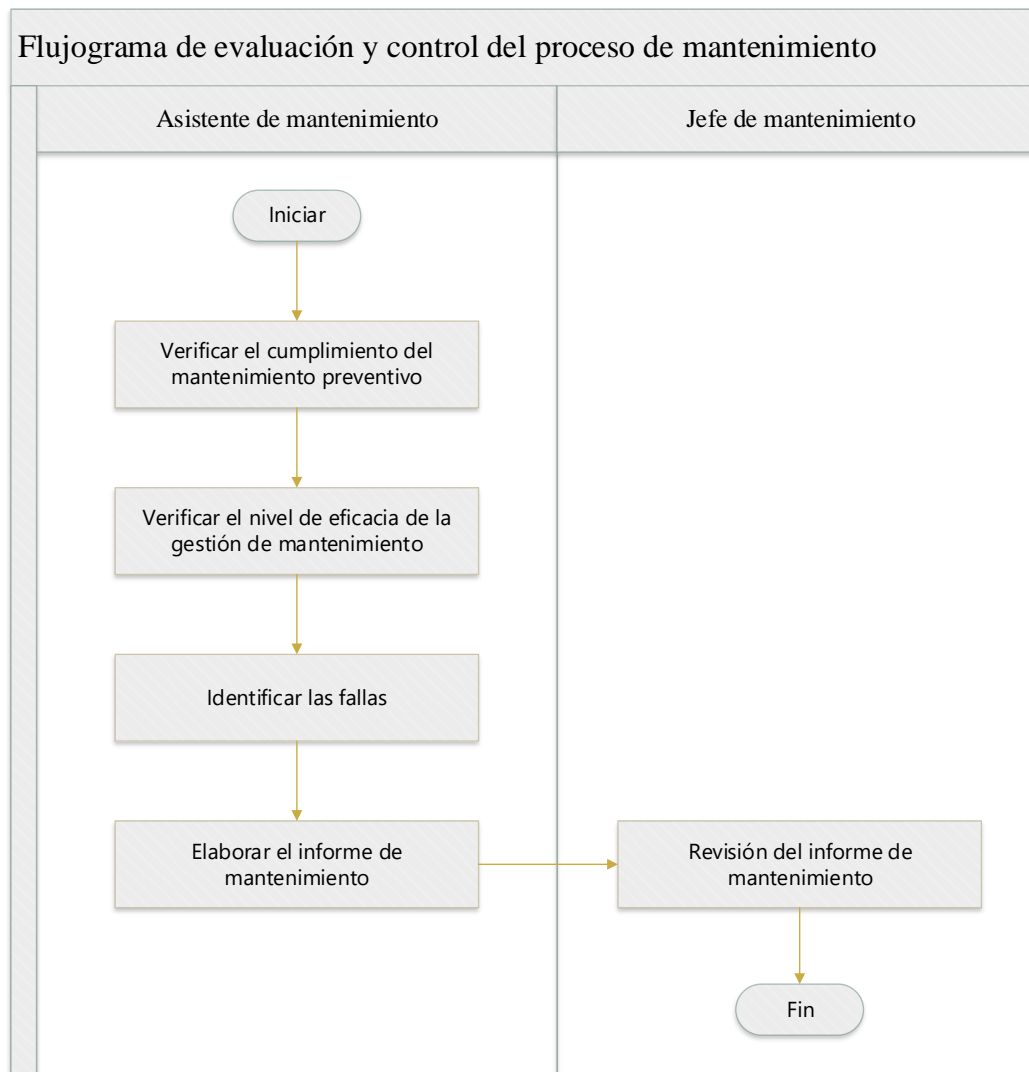


Figura 22. Flujograma de evaluación y control del proceso de mantenimiento
Elaboración propia

7. Documentos:

- Informe de desempeño de la maquinaria.
- Informe de mantenimiento.

8. Registros:

- Registro de mantenimiento correctivo.

Para la realización del informe de mantenimiento se empleará el siguiente formato:

	SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO			
	ATLANTICA SRL			
	PROCESO DE MANTENIMIENTO			
	CÓDIGO: AT-M-M-002			
	VERSIÓN: 000		PÁGINA: 01 de 02	
INFORME DE MANTENIMIENTO				
	CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	ASISTENTE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
REVISADO POR:	JEFE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
APROBADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX

INFORME DE MANTENIMIENTO

A : **SAUL ESTELA DELGADO.**
GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA.

DEL : **ING. EMILIANO ESTELA DELGADO.**
JEFE DE MANTENIMIENTO.

ASUNTO : **ALCANZO EL INFORME DE MANTENIMIENTO**
REFERENTE A LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN
EL AÑO XXXX.

FECHA : **Chiclayo, día de mes de año.**

Por el presente es grato dirigirme al despacho de cargo, haciéndole llegar mi más cordial saludo, y en mi condición de Jefe de Mantenimiento, designado para conducir los programas de mantenimiento pertinentes para que el proceso productivo se mantenga acorde a sus planes de producción.

Localización geográfica:

Predio Bullón S/N – Vía de evitamiento Km. 3 – La Victoria – Chiclayo.

Fechas de inicio y finalización:

Fecha de inicio del proyecto: día – mes – año
Fecha prevista de finalización del proyecto: día – mes – año

Objetivo planteado:

(Describir objetivo)

Resultados esperados:

(Describir resultados)

Descripción del proyecto:

(Describir el proyecto)

D. Actuar – Subproceso de mejora continua

Siendo el actuar la parte final del ciclo de Deming, es importante realizar un informe de posibles mejoras a implementar (AT-M-M-003). En esta etapa, se definirá las posibles mejoras a implementar empleando nuevas actividades o la utilización de nuevas metodologías de mantenimiento. Es importante mencionar que este informe AT-M-M-003 servirá como retroalimentación para el subproceso de planificación. Además, se revisará el desempeño de las mejoras para determinar si se cumple la mejora continua.

Tabla 70. Subproceso de mejora continua

Proceso	Mantenimiento
Subproceso	Mejora continua
Responsables	Jefe de mantenimiento
Objetivo	Asegurar la mejora continua y la toma de acciones correspondientes del proceso de mantenimiento
Indicador de gestión	Desempeño de actividades de mejora
Fórmula	$((R.I. 1 - R.I. 0) / (R.I. 0)) * 100\%$ R.I.1 = Resultado después de la implementación de la mejora R.I.0 = Resultado antes de la implementación de la mejora
Meta	Aumentar en 10%
Actividad a desarrollar	Revisión del desempeño de mantenimiento y elaborar propuestas de mejora para su implementación

Elaboración propia

Adicionalmente, para realizar las posibles mejoras a implementar para el proceso de mantenimiento, se empleará un acta de reunión para determinar qué actividades se desarrollarán y quienes serán los responsables de realizarlas, para así dejar constancia de lo acordado para realizar las posibles mejoras. Esta acta se muestra a continuación:

Tabla 71. Acta de reunión

	<h2 style="margin: 0;">ACTA DE REUNIÓN</h2>		Código: AT-R-M-005
			Versión: 000
			Fecha: xx-xx-xx
Lugar:		Nº Acta:	Fecha:
Hora de inicio:		Hora final:	

Asistentes	
1.	5.
2.	7.
3.	8.
4.	9.
5.	10.

Objetivo

Desarrollo de la reunión:

Compromisos		
Actividad	Responsable	Fecha
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

Responsable de la reunión

 Nombre:
 Cargo:

Elaboración propia

Por otra parte, como esta investigación tiene como finalidad realizar la propuesta de sistema de gestión de mantenimiento, solo se realizará el formato del informe de posibles mejoras a implementar la cual se muestra a continuación:



SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

ATLANTICA SRL

PROCESO DE MANTENIMIENTO

CÓDIGO: AT-M-M-003

VERSIÓN: 000

PÁGINA: 01 de 02

**INFORME DE POSIBLES MEJORAS A
IMPLEMENTAR EN LA EMPRESA
ATLANTICA SRL**

	CARGO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ELABORADO POR:	JEFE DE MANTENIMIENTO			XX-XX-XX
REVISADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX
APROBADO POR:	GERENTE GENERAL			XX-XX-XX

INFORME DE MANTENIMIENTO

A : **SAUL ESTELA DELGADO.**
GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA.

DEL : **ING. EMILIANO ESTELA DELGADO.**
JEFE DE MANTENIMIENTO.

ASUNTO : **ALCANZO EL INFORME DE POSIBLES MEJORAS A
IMPLEMENTAR PARA EL AÑO XXXX.**

FECHA : **Chiclayo, día de mes de año.**

Breve descripción de las posibles mejoras:

(Describir brevemente las posibles mejoras)

Objetivos planteados:

(Describir objetivo)

Metodologías a utilizar:

(Describir metodologías)

Realizar plan de mejoras:

(Describir el plan de mejoras)

Elaborar el presupuesto:

(Describir el presupuesto)

Resultados esperados:

(Describir resultados)

Conclusiones:

(Describir conclusiones)

3.4.1.2. Documentación

Documentación de soporte para el Sistema de Gestión de Mantenimiento

Para el correcto desarrollo del sistema de gestión de mantenimiento, es indispensable el uso la documentación, debido a que brinda el soporte para el control y el análisis.

En las tablas 72 y 73 se mostrarán la identificación de los documentos, la codificación y descripción de los documentos respectivamente.

Tabla 72. Identificación de los documentos

IDENTIFICACIÓN	CÓDIGO
PRIMER PAR	
ATLANTICA SRL	AT
SEGUNDO PAR	
Manual, plan, informe, presupuesto	M
Procedimientos, instructivos	P
Registro, formatos, requerimientos, actas	R
TERCER PAR	
Mantenimiento	M
CUARTO PAR	
Números según documento	0

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 73. codificación y descripción de los documentos

Código	Descripción
AT-M-M-001	Plan anual del proceso de mantenimiento
AT-M-M-002	Informe de mantenimiento
AT-M-M-003	Informe de posibles mejoras a implementar
AT-M-M-004	Plan de mantenimiento preventivo
AT-M-M-005	Plan de capacitaciones
AT-M-M-006	Manual de mantenimiento
AT-P-M-001	Procedimiento de planificación del proceso de mantenimiento
AT-P-M-002	Procedimiento de mantenimiento preventivo
AT-P-M-003	Procedimiento de mantenimiento correctivo
AT-P-M-004	Procedimiento de la evaluación y control del proceso de mantenimiento
AT-P-M-005	Instructivo para realizar el mantenimiento de las máquinas de costura recta
AT-R-M-001	Registro de mantenimiento preventivo
AT-R-M-002	Registro de mantenimiento correctivo
AT-R-M-003	Requerimiento de repuestos u otros
AT-R-M-004	Orden de trabajo
AT-R-M-005	Acta de reunión
AT-R-M-006	Caracterización del proceso de mantenimiento

Fuente: ATLANTICA SRL

3.4.1.3. Estructura Jerárquica

Para el sistema de gestión de mantenimiento, la organización tendrá en cuenta los siguientes puntos:

- Los niveles jerárquicos.
- La división de funciones.
- Las líneas de responsabilidad y autoridad.

Para ello, es necesario mejorar el organigrama del proceso de mantenimiento debido a que este debe funcionar de una manera organizada para ser conformado dentro del sistema integral que posee actualmente la empresa.

Actualmente, el proceso de mantenimiento está conformada por jefe de mantenimiento y los 21 técnicos los cuales se encargan de realizar las actividades. Debido a esto, se propone mejorar el organigrama el cual poseerá un nuevo cargo el cual será asistente de mantenimiento y la búsqueda de 2 practicantes de mecánica de mantenimiento y 1 de electricidad industrial del instituto SENATI. En este organigrama se destaca una nueva división de funciones y, una nueva línea de responsabilidad en los diferentes cargos de mantenimiento.

Asimismo, las funciones de los supervisores y de los mecánicos serán las mismas que realizan actualmente. Por lo tanto, el manual de organización y funciones propuesto será el que se muestra a continuación.

MANUAL DE ORGANIZACIÓN Y FUNCIONES

1. OBJETIVO Y FINALIDAD

Lograr que todo el personal de manteniendo de la empresa conozca de manera eficiente sus obligaciones y jerarquía.

2. FUNCIONES GENERALES

- a. Administrar las actividades y recursos para lograr los objetivos planteados.
- b. Realizar, implementar, supervisar y controlar la planificación del mantenimiento.

3. FUNCIONES ESPECÍFICAS

- a. Elaboración de la planificación del mantenimiento.
- b. Elaboración de objetivos y metas.
- c. Elaborar el plan de mantenimiento preventivo.
- d. Gestión y control de indicadores.
- e. Elaborar cotizaciones.
- f. Colaborar con el entrenamiento del personal

4. CLASIFICACIÓN Y UBICACIÓN EN LA ESTRUCTURA ORGÁNICA DE LA EMPRESA

El área de mantenimiento es parte de la jerarquía que deriva de gerencial general.

5. ESTRUCTURA ORGÁNICA

El área de mantenimiento está constituida por los siguientes puestos de trabajo.

- Jefe de mantenimiento.
- Asistente de mantenimiento.
- Supervisor de extrusión.
- Supervisor de telares.
- Supervisor de acabados.
- Supervisor de electricidad.
- Construcciones metálicas.
- Logística-compras
- Mecánico de extrusión.
- Mecánico de telares.
- Mecánico de acabados.
- Técnicos de electricidad.

6. ORGANIGRAMA

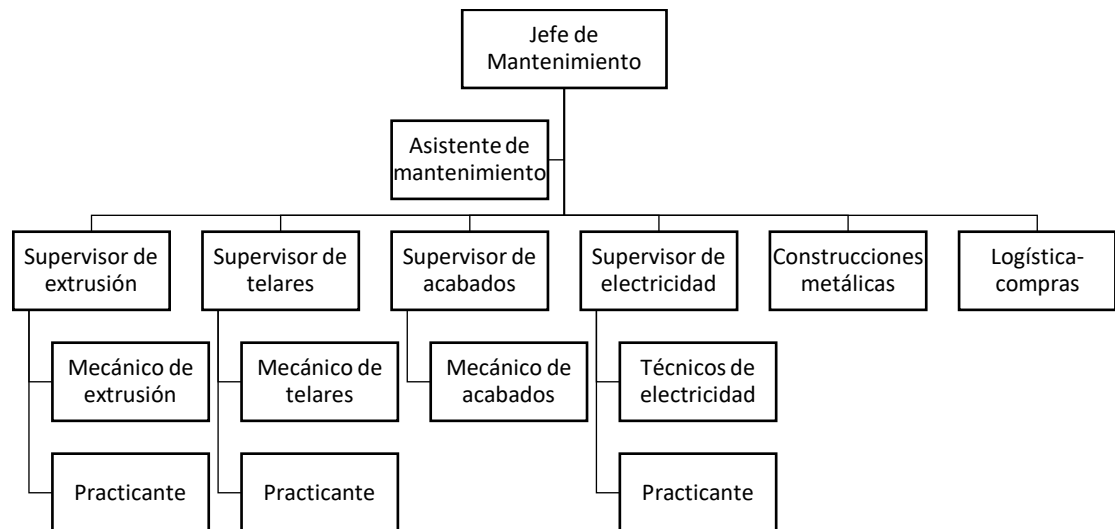


Figura 23. Organigrama propuesto del área de mantenimiento

Fuente: ATLANTICA SRL

A. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO

NOMBRE DEL PUESTO	CLASE OCUPACIONAL	REPORTA A
Jefe de mantenimiento	Jefe	Gerencia General

B. FUNCIONES GENERALES

1. Responsable del planeamiento, programación, ejecución y evaluación de las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo de las máquinas y equipos que conforman las líneas de producción.

C. FUNCIONES ESPECÍFICAS

1. Cumplir con el plan de mantenimiento preventivo.
2. Coordinar y supervisar las labores realizadas por el personal de mantenimiento.
3. Coordinar junto con la Jefa de Producción las paradas programadas de las máquinas, para realizar el mantenimiento preventivo general de las máquinas.
4. Verificar el estado actual de la maquinaria.
5. Realizar procedimientos e instructivos para las actividades de mantenimiento preventivo y/o correctivo.
6. Realizar los controles de seguridad junto con el Coordinador de Gestión de la Calidad y Seguridad de las máquinas e instalaciones.
7. Propone acciones, procesos o políticas que ayuden a la mejora continua de la empresa.
8. Reportar a Gerencia General las labores de mantenimiento.
9. Coordina con contratistas para la ejecución de actividades inherentes al mantenimiento.
10. Gestiona la adquisición de los repuestos necesarios para la gestión planificada del mantenimiento preventivo y correctivo.

D. FORMACIÓN ACADÉMICA

EDUCACIÓN	Profesional Universitario en las especialidades de Ing. Mecánica-Eléctrica, Ing. Industrial o Ing. Sistemas
CAPACITACIÓN	Gestión del mantenimiento productivo total, gestión de personal.
EXPERIENCIA	Experiencia mínima de 3 años en cargos similares.

E. PERSONALIDAD

APTITUDES	Capacidad para trabajar en equipo, gran sentido de responsabilidad y honestidad. Líder orientado a los resultados. Manejo de personal y líder. Planificador.
HABILIDADES	Habilidades matemáticas, blandas, manejo de equipos y de máquinas eléctricas.
ACTITUDES	Colaborador, proactivo para todo tipo de situaciones, capacidad para trabajar bajo presión y fuera de horario.
ASPECTO EMOCIONAL	Proactivo, analítico, creativo. Deseos de superación, personalidad y estabilidad emocional.

F. AMBITO LABORAL

CONDICIONES DE TRABAJO	Ambiente de oficina y planta.
RESPONSABILIDADES	Planeamiento, organización y control del proceso de mantenimiento.
USO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Computadora, software (Excel, Word, Power Point, AutoCAD, MS Project)

G. DEPENDIENTE INMEDIATO

- Asistente de mantenimiento.
- Supervisor de extrusión.
- Supervisor de telares.
- Supervisor de acabados.
- Supervisor de electricidad.
- Construcciones metálicas.
- Logística-compras

A. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO

NOMBRE DEL PUESTO	CLASE OCUPACIONAL	REPORTA A
Asistente de mantenimiento	Asistente	Jefe de mantenimiento

B. FUNCIONES GENERALES

1. Ayudar en la planificación de las actividades del plan de mantenimiento.
2. Ayudar a controlar la eficacia del sistema de gestión de mantenimiento.

C. FUNCIONES ESPECÍFICAS

1. Llenar órdenes de trabajo y revisar trabajos realizados.
2. Llevar el registro del mantenimiento de cada una de las máquinas en una base de datos.
3. Ayudar al Jefe de mantenimiento a realizar procedimientos e instrucciones para el mantenimiento preventivo y/o correctivo.
4. Realizar los controles de seguridad en las máquinas e instalaciones.
5. Proponer acciones, procesos o políticas que ayuden a la mejora continua de la empresa en relación al mantenimiento.

D. FORMACIÓN ACADÉMICA

EDUCACIÓN	Egresado o bachiller en Ing. Mecánica-Eléctrica, Ing. Industrial.
CAPACITACIÓN	Planificación de mantenimiento.
EXPERIENCIA	Experiencia de un año en cargos similares.

E. PERSONALIDAD

APTITUDES	Capacidad para trabajar en equipo, gran sentido de responsabilidad y honestidad. Manejo de personal y líder. Planificador.
HABILIDADES	Habilidades matemáticas, blandas, manejo de equipos y de máquinas eléctricas.
ACTITUDES	Colaborador, proactivo para todo tipo de situaciones, capacidad para trabajar bajo presión.
ASPECTO EMOCIONAL	Proactivo, analítico, creativo. Deseos de superación, personalidad y estabilidad emocional.

F. AMBITO LABORAL

CONDICIONES DE TRABAJO	Ambiente de oficina y planta.
RESPONSABILIDADES	Planeamiento, organización y control del proceso de mantenimiento.
USO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Computadora, software (Excel, Word, Power Point, AutoCAD, MS Project)

A. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO

NOMBRE DEL PUESTO	CLASE OCUPACIONAL	REPORTA A
Supervisores de mantenimiento	Supervisor	Jefe de mantenimiento

B. FUNCIONES GENERALES

1. Ejecutar los trabajos de mantenimiento preventivo programados.
2. Ejecutar los trabajos de mantenimiento correctivo por emergencia.

C. FUNCIONES ESPECÍFICAS

1. Realizar las actividades de mantenimiento preventivo programados.
2. Ejecuta las reparaciones por mantenimiento correctivo ocasionadas por emergencias en las líneas de producción.
3. Reportar directamente al supervisor de mantenimiento sobre el cumplimiento del plan de mantenimiento vigente.
4. Conocer a detalle los modos de fallas y efectos de las fallas existentes, su severidad, ocurrencia y probabilidad de detección.
5. Verificar junto al Jefe de Mantenimiento el estado de la maquinaria.
6. Registrar los reportes de mantenimiento y las órdenes de trabajos.
7. Lidera durante las intervenciones de mantenimiento de emergencia del turno de madrugada, a fin de resolver la operatividad de las instalaciones de producción.
8. Llenar los requerimientos de repuestos para el mantenimiento preventivo o correctivo.

D. FORMACIÓN ACADÉMICA

EDUCACIÓN	Egresado o bachiller en Ing. Mecánica-Eléctrica, Ing. Industrial.
CAPACITACIÓN	Planificación de mantenimiento.
EXPERIENCIA	Experiencia de un en cargos similares.

E. PERSONALIDAD

APTITUDES	Capacidad para trabajar en equipo, gran sentido de responsabilidad y honestidad. Manejo de personal y líder. Planificador.
HABILIDADES	Habilidades matemáticas, blandas, manejo de equipos y de máquinas eléctricas.
ACTITUDES	Colaborador, proactivo para todo tipo de situaciones, capacidad para trabajar bajo presión.
ASPECTO EMOCIONAL	Proactivo, analítico, creativo. Deseos de superación, personalidad y estabilidad emocional.

F. AMBITO LABORAL

CONDICIONES DE TRABAJO	Ambiente de oficina y planta.
RESPONSABILIDADES	Planeamiento, organización y control del proceso de mantenimiento.
USO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Computadora, software (Excel, Word, Power Point, AutoCAD, MS Project)

G. DEPENDIENTE INMEDIATO

Mecánicos de mantenimiento.

A. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO

NOMBRE DEL PUESTO	CLASE OCUPACIONAL	REPORTA A
Mecánicos de mantenimiento	Mecánicos	Supervisor de mantenimiento

B. FUNCIONES GENERALES

1. Ejecutar los trabajos de mantenimiento preventivo programados.
2. Ejecutar los trabajos de mantenimiento correctivo por emergencia.

C. FUNCIONES ESPECÍFICAS

1. Realizar las actividades de mantenimiento preventivo programados.
2. Ejecuta las reparaciones por mantenimiento correctivo ocasionadas por emergencias en las líneas de producción.
3. Reportar directamente al supervisor de mantenimiento sobre el cumplimiento del plan de mantenimiento vigente.
4. Conocer a detalle los modos de fallas y efectos de las fallas existentes, su severidad, ocurrencia y probabilidad de detección.
5. Registrar los reportes de mantenimiento y las órdenes de trabajos.
6. Llenar los requerimientos de repuestos para el mantenimiento preventivo o correctivo.

D. FORMACIÓN ACADÉMICA

EDUCACIÓN	Técnico profesional en mecánica de mantenimiento.
CAPACITACIÓN	Actividades de mantenimiento.
EXPERIENCIA	Experiencia de 6 meses en cargos similares.

E. PERSONALIDAD

APTITUDES	Capacidad para trabajar en equipo, gran sentido de responsabilidad y honestidad.
HABILIDADES	Habilidades blandas, manejo de equipos y de máquinas eléctricas.
ACTITUDES	Colaborador, proactivo para todo tipo de situaciones, capacidad para trabajar bajo presión.
ASPECTO EMOCIONAL	Proactivo, analítico, creativo. Deseos de superación, personalidad y estabilidad emocional.

F. AMBITO LABORAL

CONDICIONES DE TRABAJO	Ambiente en planta.
RESPONSABILIDADES	Ejecutar las actividades de mantenimiento
USO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Computadora, software (Excel, Word)

A. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO

NOMBRE DEL PUESTO	CLASE OCUPACIONAL	REPORTA A
Construcciones metálicas	Soldador	Jefe de mantenimiento

B. FUNCIONES GENERALES

1. Realizar todo tipo de trabajos de soldadura que se le encarguen.

C. FUNCIONES ESPECÍFICAS

1. Trabajar en conjunto con los mecánicos y los electricistas para realizar el mantenimiento de la maquinaria o instalaciones.
2. Organizar las labores previas para el proceso de soldadura.
3. Mantener el área de trabajo ordenado.
4. Realizar otras actividades encargadas por el jefe de mantenimiento.

D. FORMACIÓN ACADÉMICA

EDUCACIÓN	Técnico profesional en mecánica de mantenimiento o soldador.
CAPACITACIÓN	Actividades de mantenimiento.
EXPERIENCIA	Experiencia de 6 meses en cargos similares.

E. PERSONALIDAD

APTITUDES	Capacidad para trabajar en equipo, gran sentido de responsabilidad y honestidad.
HABILIDADES	Habilidades blandas, manejo de equipos y de máquinas eléctricas.
ACTITUDES	Colaborador, proactivo para todo tipo de situaciones, capacidad para trabajar bajo presión.
ASPECTO EMOCIONAL	Proactivo, analítico, creativo. Deseos de superación, personalidad y estabilidad emocional.

F. AMBITO LABORAL

CONDICIONES DE TRABAJO	Ambiente en planta.
RESPONSABILIDADES	Ejecutar las actividades encomendadas
USO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Equipos de soldadura.

A. IDENTIFICACIÓN DEL PUESTO

NOMBRE DEL PUESTO	CLASE OCUPACIONAL	REPORTA A
Técnicos de electricidad	Técnico	Jefe de mantenimiento

B. FUNCIONES GENERALES

1. Brindar el mantenimiento necesario a las instalaciones eléctricas.
2. Verificar que la temperatura de las máquinas sea la adecuada.

C. FUNCIONES ESPECÍFICAS

1. Realizar el mantenimiento correctivo o preventivo de los sistemas eléctricos de las máquinas y de la planta.
2. Realizar las órdenes de trabajo entregadas por el Jefe de mantenimiento.
3. Ayudar a los mecánicos con la calibración, lubricación y limpieza de la maquinaria según el periodo establecido.
4. Mantener el área de trabajo ordenado.

5. Supervisar y mantener operativa la iluminación de la empresa.

D. FORMACIÓN ACADÉMICA

EDUCACIÓN	Técnico profesional en electricidad industrial o control de procesos industriales.
CAPACITACIÓN	Actividades de mantenimiento.
EXPERIENCIA	Experiencia de 6 meses en cargos similares.

E. PERSONALIDAD

APTITUDES	Capacidad para trabajar en equipo, gran sentido de responsabilidad y honestidad.
HABILIDADES	Habilidades blandas, manejo de equipos y de máquinas eléctricas.
ACTITUDES	Colaborador, proactivo para todo tipo de situaciones, capacidad para trabajar bajo presión.
ASPECTO EMOCIONAL	Proactivo, analítico, creativo. Deseos de superación, personalidad y estabilidad emocional.

F. AMBITO LABORAL

CONDICIONES DE TRABAJO	Ambiente en planta.
RESPONSABILIDADES	Ejecutar las actividades encomendadas
USO DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	Computadora, software (Excel, Word)

Con esta propuesta del Manual de Organización y Funciones para el proceso de mantenimiento, se pretende dar un mayor enfoque a la planificación al contar con un asistente de mantenimiento. Esta planificación ayudará a realizar las actividades con mayor efectividad del plan de mantenimiento preventivo, lo cual se pretende disminuir las paradas para aumentar la productividad de la empresa.

3.4.2. Nuevos Indicadores de Producción y Productividad

3.4.2.1. Producción

ATLANTICA SRL posee 3 turnos de producción de 8 horas cada uno; dentro del cual el nuevo tiempo de mantenimiento preventivo empleará 120 minutos por día repartidos en todos los subprocesos, los cuales se harán de manera simultánea en algunos casos para evitar al mínimo las paras de producción. Además, se utilizará 40 minutos para la preparación de las máquinas de telares para la colocación de las bobinas. Por lo tanto, el tiempo base por día es el siguiente:

Tiempo base (Tb)

***= minutos por día – mantenimiento preventivo
– tiempo de preparación***

$$\text{Tiempo base (Tb)} = 1\ 440 \frac{\text{min}}{\text{día}} - 120 \frac{\text{min}}{\text{día}} - 40 \frac{\text{min}}{\text{día}} = 1\ 280 \frac{\text{min}}{\text{día}}$$

El ciclo está representado por el subproceso de telares, el cual equivale a 852,85 minutos para la elaboración de 2 995 sacos (ver figura 4) en un telar. De acuerdo a esto se obtiene un ciclo de:

Ciclo (c) ≅ 852,85 minutos x telar / 2 995 saco de polipropileno

Ciclo (c) ≅ 0,28 minutos x telar / saco de polipropileno

Una vez obtenido el tiempo base y el ciclo, se procederá a calcular la producción diaria:

$$\text{Producción} = \frac{1280 \frac{\text{minutos}}{\text{día}}}{0,28 \frac{\text{minutos x telar}}{\text{sacos}}} \times 52 \text{ telates}$$

Producción = 237 714 sacos de polipropileno / día

3.4.2.2. Productividad

➤ Productividad de Materiales

Para la producción de 26 985 489 sacos de polipropilenos se emplearon un total de 2 195 615,42 kg de materia prima; entonces para producir la cantidad diaria propuesta de 237 714 sacos se empleará la cantidad de kg de materia prima:

$$\begin{array}{l} 26\ 985\ 489 \text{ sacos de polipropileno} \text{ -----} 2\ 195\ 615,42 \text{ kg de materia prima} \\ 237\ 714 \text{ sacos de polipropileno} \text{ -----} x \end{array}$$

$$x = 19\ 341,08 \text{ kg de materia prima}$$

Por lo tanto, la productividad de materiales es:

$$Productividad_{Mat} = \frac{237\ 714 \text{ sacos de polipropileno}}{19\ 341,08 \text{ kg de materia prima}}$$

$$Productividad_{Mat} = 12,29 \frac{\text{sacos de polipropileno}}{\text{kg de materia prima}}$$

Este indicador nos expresa que por cada kilogramo de materia prima que ingresa al proceso de producción, se producen 12,29 sacos de polipropileno. Asimismo, se recalca que este indicador se mantiene debido a que no se ha realizado un estudio para mejorarlo.

➤ Productividad de Mano de Obra

En el área de producción y mantenimiento durante el periodo de enero a junio fue de 150 días, en la cual trabajaron 133 colaboradores; es por ello, que la productividad de mano de obra es:

$$Productividad_{MO} = \frac{237\ 714 \text{ sacos/día}}{133 \text{ operario}}$$

$$Productividad_{MO} = 1\ 787,32 \frac{\text{sacos de polipropileno}}{\text{operarios x día}}$$

Este indicador de productividad de mano de obra nos indica que cada operario produce 1 787,32 sacos de polipropilenos por día.

➤ **Productividad de Maquinaria**

Para el cálculo de este indicador, se tomó en cuenta el total de máquinas que agregan valor al producto, siendo un total de 63 máquinas.

$$Productividad_{Maquinaria} = \frac{237\,714 \text{ sacos/día}}{64 \text{ máquinas}}$$

$$Productividad_{Maquinaria} = 3\,714,28 \frac{\text{sacos de polipropileno}}{\text{máquina x día}}$$

Este indicador de productividad de maquinaria nos indica que cada máquina produce 3 712,28 sacos de polipropileno por día.

➤ **Productividad Total**

Para calcular la productividad total, es necesario saber los costes asociados a la producción de los sacos de polipropileno, los cuales se detallan a continuación:

Costo de personal: Este costo está representado por el jefe de mantenimiento, asistente de mantenimiento, encargados de mantenimiento, mecánicos, practicantes SENATI, supervisores, operarios y volantes, el cual es S/. 206 150,00 al mes; por lo tanto, el costo total año es de S/. 2 473 800,00

Costo de energía eléctrica: Este costo involucra a toda la maquinaria para el funcionamiento del proceso oscila entre 95 000 y 100 000 soles al mes. Estas variaciones van a depender del uso de la maquinaria debido a que algunos días domingos se trabajan. Para el desarrollo de la productividad total, se tomará en cuenta el promedio el cual es de S/. 97 500 al mes, por lo el costo anual de energía es de S/. 1 170 000,00 al año.

Costo de MP e insumos: El costo de la materia prima varía entre \$ 1,12 y \$ 1,55 por kilogramo, por lo que se tomará el promedio que es \$ 1,335 por kilogramo; además se adiciona el 5% por costo de importación por lo que el costo total por kilogramo es \$ 1,40 al transformarlo a soles con un tipo de cambio de 3,20 soles por USD; por lo tanto, el costo total por kilogramo de materia prima a

soles es de S/. 4,48 por kilogramo. Para hacer más práctico el cálculo del nuevo indicador, se tomará el doble de materia que ingresó en el periodo de investigación. Si durante este periodo de enero - junio ingresó un aproximado de 637 200 kilogramos, entonces al año ingresará 1 274 400 kilogramos al año, y el costo de materia prima es de S/. 5 709 312,00. Asimismo para el cálculo del carbonato, aditivos y otros insumos, se utilizará el doble de material.

El estimado aproximado de carbonato que se consumirá será de 84 960 kilogramos, si el costo varía entre \$ 0,75 por kilogramo, si se usa el mismo tipo de cambio a soles el costo por kilogramo el carbonato sería S/. 2,40 por kilogramos, entonces el costo del carbonato fue de S/. 203 904,00.

Los aditivos (masterbatch) que se consumirá aproximadamente en el periodo será de 47 577,6 kilogramos. El costo de los aditivos varía entre \$ 1,82 y \$ 5,25 por kilogramo; si se usa el mismo de tipo de cambio, el costo por kilogramo es de S/. 11,312 por kilogramo; por lo tanto, el costo de los aditivos es de S/. 538 197,81.

El costo total de las pinturas del periodo fue de S/. 400 000,00.

El costo total de hilos del periodo fue de S/. 211 000,00

El costo total de materia prima e insumos durante el periodo de investigación fue de S/. 7 062 413,81.

Costo de repuestos: Debido a que la empresa realiza el requerimiento anual a los diversos proveedores asiáticos, se tomará como referencia el costo anual del año 2018 de los repuestos y algunos materiales el cual será de S/. 131 342,67 (ver tabla 88)

Costo total del periodo

$$= S/.2 473 800 + S/.1 170 000 + S/.7 062 413,81 + S/.131 342,67$$

$$\mathbf{Costo\ total\ del\ periodo = S/.10\ 837\ 556,48}$$

Si la producción por día es de 237 714 sacos de polipropileno y tomando como referencia 300 días al año; entonces, la producción de sacos de este nuevo periodo anual es de 71 314 200 sacos de polipropileno por año y el costo total para producirlos es de S/.10 837 556,48. Entonces la nueva productividad total de la empresa ATLANTICA SRL es:

$$Productividad_{Total} = \frac{71\,314\,200 \text{ sacos de polipropileno}}{10\,837\,556,48 \text{ soles}}$$

$$Productividad_{Total} = 6,58 \text{ sacos de polipropileno/soles}$$

Este indicador de productividad total nos expresa que se producen 6,58 sacos de polipropileno por unidad monetaria (sol), es decir se tendrá un costo de S/. 0,15 para la elaboración de cada saco de polipropileno.

3.4.2.3. Capacidad

➤ Capacidad de diseño

Esta capacidad está determinada por la cantidad máxima de producción que se llega a conseguir en condiciones ideales. Dentro del proceso de producción la producción máxima teórica se mantiene, debido a que las capacidades de las extrusoras son las mismas, como se observa en la tabla 74.

Tabla 74. Capacidad diseñada de extrusión

Capacidad del telar	211 m/h
Horas trabajadas al día	24 horas
Sacos por rollo de 3000 m	2995
Telares	52
Total	262 889 sacos/día

Fuente: ATLANTICA SRL

$$Capacidad_{dis} = 211 \frac{m}{h} \times 24 \frac{h}{día} \times \frac{2990 \text{ sacos}}{3000 m} \times 52 \text{ tel}$$

$$Capacidad_{dis} = 262\,889 \text{ sacos/día}$$

➤ Capacidad efectiva o real

Es la capacidad la cual está representada por la cantidad máxima a la cual la producción llegó con sus limitaciones en un determinado periodo de tiempo. Después de la propuesta de mejora, se pretende que la capacidad real de proceso de producción aumente a 237 714 sacos por día, como se muestra en la tabla 75.

Tabla 75. Capacidad real del proceso de producción

Capacidad efectiva o real	237 714 sacos de polipropileno / día
Horas trabajadas por día	24 horas

Fuente: ATLANTICA SRL

➤ **Utilización**

La utilización después de la propuesta de mejora, será determinada en base a la capacidad y la capacidad diseñada, la cual es 90,42 %.

$$Utilización = \frac{237\,714 \text{ sacos de polipropileno/día}}{262\,889 \text{ sacos de polipropileno/día}}$$

$$Utilización = 0,9042 = 90,42\%$$

➤ **Capacidad ociosa**

Esta capacidad se halla mediante la diferencia entre la capacidad de diseño y la capacidad real; por lo tanto, la capacidad ociosa es:

$$Capacidad\ ociosa = \frac{25\,175 \text{ sacos de polipropileno/día}}{262\,889 \text{ sacos de polipropileno/día}}$$

$$Capacidad\ ociosa = 0,0958 = 9,58\%$$

3.4.2.4. Eficiencia física

- **Extrusión:** Para producir 26 985 489 sacos de polipropilenos se utiliza 2 045 520,6 kg de cinta extruida, entonces para producir 237 714 sacos se utilizará la cantidad de cinta extruida de:

$$\begin{array}{l} 26\,985\,489 \text{ sacos de polipropileno} \text{ -----} 2\,045\,520,6 \text{ kg de cinta extruida} \\ 237\,714 \text{ sacos de polipropileno} \text{ -----} x \end{array}$$

$$x = 18\,018,90 \text{ kg de cinta extruida}$$

$$\begin{array}{l} 26\,985\,489 \text{ sacos de polipropileno} \text{ -----} 2\,083\,420,2 \text{ kg de materia prima} \\ 237\,714 \text{ sacos de polipropileno} \text{ -----} y \end{array}$$

$$y = 18\,352,93 \text{ kg de materia prima}$$

Por lo tanto, la productividad de materiales de este subproceso es:

$$Productividad_{Mat-Ext} = \frac{18\,018,90 \text{ kg de cinta extruida}}{18\,352,93 \text{ kg de materia prima}}$$

$$Productividad_{Mat-Ext} = 0,9818 \frac{\text{kg de cinta extruida}}{\text{kg de materia prima}}$$

$$\mathbf{Productividad_{Mat-Ext} = 98,18 \%}$$

La productividad de materiales del subproceso de extrusión es de 0,9818 kg de cinta extruida/kg de materia prima, lo que nos expresa que por cada kg de materia prima se aprovecha el 98,18%.

- **Telares:** Para producir 26 985 489 sacos de polipropilenos se utiliza 2 129 355,4 kg de cinta extruida, entonces para producir 237 714 sacos se utilizará la cantidad de cinta extruida de:

$$\begin{array}{l} 26\ 985\ 489 \text{ sacos de polipropileno} \text{ -----} 2\ 129\ 355,4 \text{ kg de cinta extruida} \\ 237\ 714 \text{ sacos de polipropileno} \text{ -----} x \end{array}$$

$$\mathbf{X = 18\ 757,39 \text{ kg de cinta extruida}}$$

$$\begin{array}{l} 26\ 985\ 489 \text{ sacos de polipropileno} \text{ -----} 2\ 155\ 722,1 \text{ kg de materia prima} \\ 237\ 714 \text{ sacos de polipropileno} \text{ -----} y \end{array}$$

$$\mathbf{y = 18\ 989,66 \text{ kg de materia prima}}$$

Por lo tanto, la productividad de materiales de este subproceso es:

$$Productividad_{Mat-Tel} = \frac{18\ 757,39 \text{ kg de cinta extruida}}{18\ 989,66 \text{ kg de materia prima}}$$

$$Productividad_{Mat-Tel} = 0,9877 \frac{\text{kg de cinta extruida}}{\text{kg de materia prima}}$$

$$\mathbf{Productividad_{Mat-Tel} = 98,77 \%}$$

La productividad de materiales del subproceso de telares es de 0,9877 kg de cinta extruida/kg de materia prima, lo que nos expresa que por cada kg de materia prima se aprovecha el 98,77%.

- **Laminado:** Durante el periodo de investigación enero – junio de 2019 se laminaron 8 373 031 metros, y si se toma como base el cursograma analítico que por cada 3000 metros de rollo se producen 2995 sacos clase A, entonces los metros laminados equivalen a producir 8 359 075 sacos de polipropilenos laminado y se utiliza 105 737,86 kg de MP consumida,

entonces para producir 237 714 sacos se utilizará la cantidad de kg de MP consumida de:

$$\begin{array}{r} 8\ 359\ 075 \text{ sacos de polipropileno} \text{ ----- } 105\ 737,86 \text{ kg MP consumida} \\ 237\ 714 \text{ sacos de polipropileno} \text{ ----- } x \end{array}$$

$$\mathbf{X = 3\ 006,96 \text{ kg de MP consumida}}$$

$$\begin{array}{r} 8\ 359\ 075 \text{ sacos de polipropileno} \text{ ----- } 112\ 195,2 \text{ kg de MP que ingresa} \\ 237\ 714 \text{ sacos de polipropileno} \text{ ----- } y \end{array}$$

$$\mathbf{y = 3190,59 \text{ kg de MP que ingresa}}$$

Por lo tanto, la productividad de materiales de este subproceso es:

$$Productividad_{Mat-Lam} = \frac{3\ 006,96 \text{ kg de MP consumida}}{3190,59 \text{ kg de MP que ingresa}}$$

$$Productividad_{Mat-Lam} = 0,9424 \frac{\text{kg de MP consumida}}{\text{kg de MP que ingresa}}$$

$$\mathbf{Productividad_{Mat-Lam} = 94,24 \%}$$

La productividad de materiales del subproceso de laminado es de 0,9424 kg de MP consumida/kg de MP que ingresa, lo que nos expresa que por cada kg de materia prima se aprovecha el 94,24%. Además, se recalca que los indicadores de productividad de materiales para extrusión, telares y laminado se mantienen debido a que no se ha realizado un estudio para mejorarlos.

3.4.2.5. Nuevos indicadores de mantenimiento

- **Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

Al ser esta tesis de investigación una propuesta y, para demostrar el incremento de los indicadores de OEE, se comenzó a revisar artículos científicos para tener el sustento de evidencia de este incremento en la realidad. Es por ello, de los antecedentes del capítulo II, se optó por elegir el artículo científico "Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case", porque es el que más se asemeja al proceso de producción de la empresa ATLANTICA SRL.

En 2017, N. Ahmad, J. Hossen y A. Mithun [4] en su artículo mencionado en el párrafo anterior, se obtuvo un incremento de 17,21 % del OEE. Para ratificar la información proporcionada por estos autores, se realizó un nuevo cálculo del OEE de las máquinas de la empresa ATLANTICA SRL teniendo en cuenta la reducción del 40,50% los productos defectuosos solo para los subprocesos de laminado, impresión y conversión, y la reducción del 17,21% de manera general en todos los tiempos de paro (TP), en las pérdidas por velocidad (PV), y en las pérdidas por productos defectuosos (PPD) de los subprocesos de extrusión y telares. Asimismo, se utilizó como tiempo base 150 días siendo el mismo número de días del periodo de investigación enero – junio de 2019, y se aplicó los mismos tiempos muertos (TM) de dicho periodo. Entonces las nuevas paradas quedarían de la siguiente manera (ver tabla 76), y el OEE propuesto será (ver tabla 77).

Tabla 76. Totales de siglas de tiempos propuesto

Máquinas	Siglas de tiempos			
	TM	TP	PV	PPD
Extrusora 1	41,50	174,78	1 009,08	279,24
Extrusora 2	26,50	159,41	1 443,07	57,65
Telares	2 933,08	4 355,79	19 654,20	1,17
Laminadora	35,67	166,61	67,86	5,81
Impresora 1	34,83	534,58	24,35	0,59
Impresora 2	34,83	912,10	77,19	1,73
Convertidora 1	100,75	297,66	590,94	86,68
Convertidora 2	100,25	187,12	682,07	39,00
Convertidora 3	100,75	282,33	554,24	55,08
Convertidora 4	100,25	155,49	631,26	52,30
Total	3 508,42	7 225,86	24 734,26	579,25

Fuente: ATLANTICA SRL

En la tabla 76, el tiempo muerto es el mismo de la tabla 23 el cual servirá para realizar la comparación entre el OEE actual y propuesto. Para los tiempos de paro y las pérdidas por velocidad, se multiplicó los tiempos de paro de la tabla 23 por 17,21% que es el valor que se estima que llegará a incrementar. Para los tiempos de pérdidas por producto defectuoso, se multiplicó estas pérdidas por 17,21% para los subprocesos de extrusión y conversión y, 49,50% para los subprocesos de laminado, impresión y conversión debido a que se redujo los productos defectuosos.

Tabla 77. OEE propuesto

Máquinas	Tiempo disponible	Tiempo de carga	Tiempo operativo	Tiempo operativo real	Tiempo operativo eficiente	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
Extrusora 1	3600	3558,50	3383,72	2374,64	2095,39	95,09%	70,18%	88,24%	58,88%
Extrusora 2	3600	3573,50	3414,09	1971,02	1913,37	95,54%	57,73%	97,08%	53,54%
Telares	187200	184266,92	179911,13	160256,93	160255,76	97,64%	89,08%	100,00%	86,97%
Laminadora	1800	1764,33	1597,73	1529,87	1524,06	90,56%	95,75%	99,62%	86,38%
Impresora 1	3600	3565,17	3030,59	3006,24	3005,65	85,01%	99,20%	99,98%	84,31%
Impresora 2	3600	3565,17	2653,07	2575,88	2574,16	74,42%	97,09%	99,93%	72,20%
Convertidora 1	3600	3499,25	3201,59	2610,65	2523,97	91,49%	81,54%	96,68%	72,13%
Convertidora 2	3600	3499,75	3312,63	2630,57	2591,56	94,65%	79,41%	98,52%	74,05%
Convertidora 3	3600	3499,25	3216,92	2662,68	2607,60	91,93%	82,77%	97,93%	74,52%
Convertidora 4	3600	3499,75	3344,26	2713,00	2660,70	95,56%	81,12%	98,07%	76,03%
OEE del periodo						91,19%	83,39%	97,60%	73,90%

Fuente: ATLANTICA SRL

Para el tiempo disponible se empleará 150 días el cual es el mismo del periodo de enero a junio para realizar la comparación. Como se mencionó anteriormente, para calcular el nuevo OEE se tomó como referencia al artículo científico desarrollado en 2017, N. Ahmad, J. Hossen y A. Mithun [4], al aplicar la mejora de los porcentajes mencionados en este artículo, se halló el nuevo OEE de la empresa ATLANTICA SRL el cuál se espera que sea 73,90%, llegando a aumentar en 13,67%. Asimismo se espera que el coeficiente de disponibilidad aumente de 85,87% a 91,19%, en cuanto al rendimiento aumente de 79,80% a 83,39%, y para la calidad se espera que aumente de 96,16% a 97,60%.

- **Tiempo Medio de Buen Funcionamiento y Tiempo Medio de Reparación**

Debido a que el Tiempo Medio de Buen Funcionamiento (MTBF) y el Tiempo Medio de Reparación (MTTR) están relacionados con la disponibilidad y el rendimiento por los modos de fallas y fallas funcionales que se dan en las máquinas, se realizó una resta entre lo propuesto y lo actual de estos indicadores del OEE, para hallar un promedio de las diferencias (ver tabla 78) siendo la suma de 8,91%, el cual se utilizará como mejora para calcular los nuevos indicadores de MTBF y MTTR.

Tabla 78. Total de promedios de porcentajes entre lo propuesto y actual de la disponibilidad y rendimiento

Disponibilidad propuesta	Disponibilidad actual	Diferencia disponibilidad	Rendimiento propuesto	Rendimiento actual	Diferencia rendimiento
95,09%	93,92%	1,17%	70,18%	62,61%	7,57%
95,54%	94,77%	0,77%	57,73%	50,07%	7,66%
97,64%	97,20%	0,43%	89,08%	87,02%	2,05%
90,56%	87,62%	2,94%	95,75%	94,24%	1,51%
85,01%	68,37%	16,64%	99,20%	97,89%	1,30%
74,42%	46,03%	28,39%	97,09%	90,08%	7,01%
91,49%	90,57%	0,92%	81,54%	79,33%	2,21%
94,65%	94,07%	0,58%	79,41%	77,04%	2,37%
91,93%	91,06%	0,87%	82,77%	80,72%	2,05%
95,56%	95,08%	0,48%	81,12%	78,97%	2,15%
Promedios		5,32%			3,59%

Fuente: ATLANTICA SRL

Tiempo Medio de Buen Funcionamiento (MTBF):

$$MTBF = 25,15 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} + 25,15 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} \times 0,0891$$

$$MTBF = 27,39 \frac{\text{horas}}{\text{falla}}$$

Tiempo Medio de Reparación (MTTR):

$$MTRR = 1 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} - 1 \frac{\text{horas}}{\text{falla}} \times 0,0891$$

$$MTBF = 0,91 \frac{\text{horas}}{\text{falla}}$$

3.4.3. Cuadro Comparativo de Indicadores

Tabla 79. Resumen de indicadores de producción y productividad

INDICADOR	ANTES	PROPUESTO	VARIACIÓN
PRODUCCIÓN			
Producción diaria	179 903 sacos de polipropileno/día	237 714 sacos de polipropileno/día	32,13 %
PRODUCTIVIDAD			
Productividad de Materiales	12,29 sacos de polipropileno/kg	12,29 sacos de polipropileno/kg	0 %
Productividad de Mano de obra	1 352,65 sacos de polipropileno / operario x día	1 787,32 sacos de polipropileno / operario x día	32,13 %
Productividad de Maquinaria	2 810,98 sacos de polipropileno / máquina x día	3 714,28 sacos de polipropileno / máquina x día	32,13 %
Productividad Total	4,99 sacos de polipropileno / soles	6,58 sacos de polipropileno / soles	31,86 %
CAPACIDAD			
Capacidad diseñada	262 889 98 sacos de polipropileno / día	262 889 98 sacos de polipropileno / día	0 %
Capacidad efectiva o real	179 903 sacos de polipropileno / día	237 714 sacos de polipropileno / día	32,13 %
Utilización	68,43 %	90,42 %	32,14 %
Capacidad ociosa	31,57 %	9,58 %	-69,65 %
EFICIENCIA FÍSICA			
Extrusión	98,18 %	98,18 %	0%
Telares	98,77 %	98,77 %	0%
Laminado	94,24 %	94,24 %	0%
MANTENIMIENTO			
MTBF	25,16 horas/falla	27,39 hora/falla	8,86 %
MTTR	1 hora/falla	0,91 horas/falla	-9,00 %
OEE	65,01 %	73,90 %	13,67%

Fuente: ATLANTICA SRL

El incremento de la productividad de la empresa ATLANTICA SRL se demuestra en el siguiente cálculo:

$$\Delta \text{productividad total} = \frac{(6,58 - 4,99)}{4,99} \times 100$$

$$\Delta \textit{productividad total} = 31,86 \%$$

Por lo tanto, la propuesta de mejora que se plantea en este trabajo de investigación, se espera incrementar la productividad de la empresa ATLANTICA SRL en 31,86 %.

3.4.4. Evaluación del impacto de la propuesta

3.4.4.1. Salud y Seguridad

Durante el periodo de investigación se registró un accidente de trabajo en el subproceso de extrusión (ver anexo 9), un mecánico de mantenimiento al querer cambiar las cuchillas del peine se cayó en este y le produjo cortes en la mano y en el bazo izquierdo, por lo que se mejorará los actuales controles que presenta la empresa para evitar los accidentes e incidentes. Asimismo, se realizará dos actividades junto al área de seguridad y salud en el trabajo para realizar el cambio de cuchillas del peine y para realizar la limpieza de matriz, y se actualizará la jerarquía de controles para evitar accidentes.

a) Actividades para realizar el cambio de portacuchillas de extrusoras.

1. Retirar la cubierta cuidadosamente.
2. Colocar los anillos de sujeción.
3. Pasar el tubo de 1 pulgada por el anillo.
4. Retirar la base cuidadosamente y trasladar al lugar de trabajo.
5. Colocar los pernos de seguridad (apriete)

Nota: Antes de iniciar el trabajo, el personal deberá estar correctamente uniformado portando los EPP's necesarios (mameluco, guantes anticorte, mangas anticorte, zapato de seguridad y casco).

b) Actividades para realizar la limpieza de matriz

1. Colocar latón de bronce a la cuchara de aluminio.
2. Introducir el latón al extremo del labio de la matriz.
3. Deslizar el latón lentamente desde un extremo al otro y jalarlo mediante una sogá. Realizar esta actividad 3 veces.
4. Retirar el latón de la matriz.
5. Colocar 250 gramos de ácido esteárico y pasarlo por todo el labio de la matriz.

Nota: Antes de iniciar el trabajo, el personal deberá estar correctamente uniformado portando los EPP's necesarios (guantes anticorte, mangas anticorte, zapato de seguridad y casco).

c) **Mejorar los controles de las actividades de mantenimiento**

➤ **Taller de extrusión**

- **Actividad:** Habilitar peine portacuchillas

Tabla 80. Controles para la actividad de habilitar peine portacuchillas – extrusora

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
Navajas, Llaves	Para habilitar el peine portacuchillas se colocan navajas debidamente separadas a lo largo de toda la estructura.	Corte superficial, corte profundo	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	Habilitar una guarda regulable a lo largo de la superficie
			Controles administrativos (D)	- Charlas de 5 minutos. - RISST. - Inspecciones de seguridad.	No aplica
			EPP (E)	Guante anticorte, guante de nitrilo	No aplica

Elaboración propia

- **Actividad:** Limpieza de matriz

Tabla 81. Controles para la actividad limpieza de matriz – extrusora

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
Plástico fundido	La malla debe ser retirada ejerciendo fuerza, el plástico fundido que se encuentra dentro del filtro yace a una temperatura de 320 °C mismo que salpica mientras se retira la malla.	Quemadura	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	No aplica
			Controles administrativos (D)	- Charlas de 5 minutos. - RISST.	Instructivo para cambio de malla en el filtro.
			EPP (E)	Guante de cuero manga larga	- Mandil de cuero. - Careta facial. - Lente de seguridad luna clara.

Elaboración propia

- **Actividad:** Limpieza de tolva de abastecimiento

Tabla 82. Controles para la actividad de limpieza de tolva – extrusora

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
Material particulado	Al hacer uso de la pistola de aire comprimido, el material particulado se dispersa en el ambiente pudiendo ocasionar enfermedades respiratorias, por inhalación.	Enfermedades respiratorias, alergias	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	No aplica
			Controles administrativos (D)	Charlas de 5 minutos.	Instructivo para cambio de malla en el filtro.
			EPP (E)	No existen	- Respirador de media cara. - Lente luna clara.

Elaboración propia

- **Actividad:** Limpieza de estructura interna y externa de la máquina

Tabla 83. Controles para la actividad de limpieza de estructura interna y externa – extrusora

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
Piezas filosas	Al hacer uso de la pistola de aire comprimido para remover material atascando en el picador de cintas, las cuchillas que se encuentran en la zona pueden lastimar las manos del personal.	Corte superficial, corte profundo	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	No aplica
			Controles administrativos (D)	Charlas de 5 minutos.	Capacitación sobre riesgos del área.
			EPP (E)	No existen	Guante anticorte

Elaboración propia

- **Actividad:** Mantenimiento correctivo y preventivo de la máquina

Tabla 84. Controles para la actividad de mantenimiento correctivo y preventivo – extrusora

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
- Rodillos. - Ejes, fajas - Motores.	Para hacer mantenimiento preventivo y correctivo de piezas y herramientas que componen el extrusor, se debe hacer desmontaje de estas. Las cuales pueden ser activadas desde la unidad de mando.	- Atrapamientos y lesiones de manos y dedos. - Pérdida parcial o temporal de miembro	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	Habilitar en las paradas de emergencia candados y tarjetas de bloqueo y candados.
			Controles administrativos (D)	- Charlas de 5 minutos. - RISST.	Instructivo en bloqueo de equipos.
			EPP (E)	No existen	No aplica

Elaboración propia

- **Actividad:** Montaje y desmontaje de motores

Tabla 85. Controles para la actividad de montaje y desmontaje de motores – extrusora

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
Sobrepeso del motor	El peso del motor de la máquina extrusora puede sobrepasar los 160 kg, lo que puede ocasionar lesiones lumbares.	Lesiones lumbares, problemas ergonómicos, caída a nivel.	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	Teclé para izaje	Habilitar en las paradas de emergencia candados y tarjetas de bloqueo y candados.
			Controles administrativos (D)	- Charlas de 5 minutos. - RISST.	Capacitación sobre riesgos en el área.
			EPP (E)	Faja lumbar	No aplica

Elaboración propia

- **Actividad:** Limpieza de tina de baño de película

Tabla 86. Controles para la actividad de limpieza de tina de baño de película – extrusora

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
Agua de enfriado de película de polipropileno	El agua de enfriado suele encontrarse por encima de los 45 °C y el operario debe meter sus manos y brazos para jalar la lámina inicial	Enfermedades a la piel	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	- Habilitar en las paradas de emergencia candados y tarjetas de bloqueo y candados.
			Controles administrativos (D)	No existen	- Capacitación sobre riesgos en el área. - Charlas de 5 minutos - Inspecciones de seguridad
			EPP (E)	Guantes de Hule / PVC	No aplica

Elaboración propia

- **Actividad:** Esmerilado de piezas

Tabla 87. Controles para la actividad de esmerilado de piezas – extrusora

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
Esquirlas de metal	Como resultante del esmerilado de piezas, las esquirlas pueden lastimar al operador	Pérdida visual, corte facial, raspado.	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	Guarda de seguridad	No aplica
			Controles administrativos (D)	- Capacitación sobre riesgos en el área - Charlas de 5 minutos - RISST	No aplica
			EPP (E)	Careta facial, guante anticorte	No aplica

Elaboración propia

➤ **Taller de telares**

- **Actividad:** Limpieza de estructura interna del telar

Tabla 88. Controles para la actividad de limpieza de estructura interna – telares

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
Material particulado	Al hacer uso de la pistola de aire comprimido, el material particulado se dispersa en el ambiente pudiendo ocasionar enfermedades respiratorias, por inhalación.	Enfermedades respiratorias, alergias	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	No aplica
			Controles administrativos (D)	Charlas de 5 minutos.	No aplica
			EPP (E)	No existen	- Respirador de media cara. - Lente luna clara.

Elaboración propia

- **Actividad:** Mantenimiento correctivo y preventivo de telares

Tabla 89. Controles para la actividad de mantenimiento correctivo y preventivo – telares

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
- Rodillos. - Ejes, fajas - Motores.	Para hacer mantenimiento preventivo y correctivo de piezas y herramientas que componen el telar, se debe hacer desmontaje de estas. Las cuales pueden ser activadas desde la unidad de mando sin previo aviso.	- Atrapamientos y lesiones de manos y dedos. - Pérdida parcial o temporal de miembro	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	Habilitar en las paradas de emergencia candados y tarjetas de bloqueo y candados.
			Controles administrativos (D)	- Charlas de 5 minutos. - RISST.	Instructivo en bloqueo de equipos.
			EPP (E)	No existen	No aplica
			Eliminar (A)	No existen	No aplica
Grasas y lubricantes.	El uso de grasas y lubricantes son necesarios en las tejedoras para evitar atascamiento de cintas. Su uso prolongado puede ocasionar daños a la piel	Enfermedades a la piel	Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	No aplica
			Controles administrativos (D)	No existen	Capacitación sobre riesgos en el área.
			EPP (E)	Guante de nitrilo fino	No aplica

Elaboración propia

- **Actividad:** Cambio de aro

Tabla 90. Controles para la actividad de cambio de aro – telares

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
Superficie resbaladiza.	Mientras se realiza el cambio de aro en el telar el mecánico poza sus pies en superficies que contienen aceite.	Caída a nivel, fractura de miembro, corte, laceración	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	No aplica
			Controles administrativos (D)	- Charlas de 5 minutos. - RISST.	- Instructivo para cambio de aro. - Capacitación sobre riesgos del área.
			EPP (E)	Casco de seguridad	No aplica

Elaboración propia

➤ **Taller de acabados**

- **Actividad:** Cambio de rodillos

Tabla 91. Controles para la actividad de cambio de rodillos – acabados

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
- Rodillos - Peso excesivo.	Para realizar un cambio de orden de producción se deben cambiar los rodillos de acuerdo al diámetro que se indique en esta, los rodillos pueden pesar entre 80 kg a 110 kg.	Lesiones lumbares, problemas ergonómicos, caída a nivel.	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	- Acondicionar estocas para movimiento de rodillos. - Implementar un tecele hidráulico para maniobrar rodillos en impresoras.
			Controles administrativos (D)	- Capacitación sobre riesgos en el área - Charlas de 5 minutos - RISST	Capacitación sobre manipulación de tecele hidráulico.
			EPP (E)	Faja lumbar	- Guante de nitrilo para manejo de herramientas con grasa. - Faja Lumbar
- Objetos a nivel.	Los rodamientos presentan extensión de la maquina impresora, estos se encuentran a la altura de la cabeza.	Golpes, contusiones, traumatismo.	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	No aplica
			Controles administrativos (D)	- Capacitación sobre riesgos en el área - Charlas de 5 minutos - RISST	Señal "Uso Obligatorio de casco".
			EPP (E)	- Faja lumbar	Casco de seguridad.

Elaboración propia

- **Actividad:** Limpieza de bandejas para tintas

Tabla 92. Controles para la actividad de limpieza de bandejas – acabados

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
- Materiales químicos.	El personal de mantenimiento debe limpiar las bandejas para evitar una combinación de colores en el estampado del logo.	Alergias, Irritación, enfermedades a la piel y pulmones.	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	- Acondicionar estocas para movimiento de rodillos. - Implementar un tecele hidráulico para maniobrar rodillos en impresoras.
			Controles administrativos (D)	- Capacitación sobre riesgos en el área - Charlas de 5 minutos - RISST	- Hojas de seguridad (MSDS). - Capacitación en interpretación de Hojas de seguridad MSDS.
			EPP (E)	- Guantes anticorte.	- Respirador de media cara. - Filtro para vapores y gases.
- Objetos cortantes.	Las bandejas cuentan con raclas, estos objetos cortan material con facilidad.	Corte, laceración.	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	No aplica
			Controles administrativos (D)	- Capacitación sobre riesgos en el área - Charlas de 5 minutos - RISST	No aplica
			EPP (E)	Guantes de jebe	No aplica

Elaboración propia

- **Actividad:** Mantenimiento correctivo y preventivo de la maquinaria

Tabla 93. Controles para la actividad de mantenimiento correctivo y preventivo – acabados

PELIGRO (Fuente de Riesgo)	DETALLE DEL PELIGRO	CONSECUENCIA (Daño)	CONTROLES	Controles existentes	Controles a implementar
- Rodillos. - Ejes, fajas - Motores.	Para hacer mantenimiento preventivo y correctivo de piezas y herramientas que componen el telar, se debe hacer desmontaje de estas. Las cuales pueden ser activadas desde la unidad de mando sin previo aviso.	- Atrapamientos y lesiones de manos y dedos. - Pérdida parcial o temporal de miembro	Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	Habilitar en las paradas de emergencia candados y tarjetas de bloqueo y candados.
			Controles administrativos (D)	- Charlas de 5 minutos. - RISST.	Instructivo en bloqueo de equipos.
			EPP (E)	No existen	No aplica
			Eliminar (A)	No existen	No aplica
Grasas y lubricantes.	El uso de grasas y lubricantes son necesarios en las tejedoras para evitar atascamiento de cintas. Su uso prolongado puede ocasionar daños a la piel	Enfermedades a la piel	Sustituir (B)	No existen	No aplica
			Controles de Ingeniería (C)	No existen	No aplica
			Controles administrativos (D)	No existen	Capacitación sobre riesgos en el área.
			EPP (E)	Guante de nitrilo fino	No aplica
			Eliminar (A)	No existen	No aplica
			Sustituir (B)	No existen	No aplica

Elaboración propia

3.4.4.2. Ambiental

Si bien es cierto que la empresa recicla el scrap de los subprocesos de extrusión, laminado y telares para la elaboración de telas arpilleras y sacos cosecheros, se realizará una matriz de Leopold y se mejorarán algunos elementos identificados que afectan al medio ambiente.

a. Elementos identificados:

- **Elemento identificado:** Ruido generado por la maquinaria.

Mejora: Adecuar las instalaciones aplicando tecnología para la reducción de los decibelios.

- **Elemento identificado:** Desechos inadecuados de residuos sólidos y tóxicos.

Mejora: Implementar puntos ecológicos para aplicar la segregación de residuos y concientizar al personal sobre el manejo de estos residuos (ver figura).



Figura 24. Punto ecológico en paletizado

Fuente: ATLANTICA SRL

- **Elemento identificado:** Gases tóxicos generados en el subproceso de extrusión.

Mejora: Implementar filtros para disminuir el impacto ambiental.

b. Matriz de Leopold

Sistema	Componente Ambiental	Factor Ambiental	Transporte al cliente	Extrusión	Telares	Laminado	Impresión	Conversión	Paletizado	TOTAL	
Medio Físico	Aire	Emisiones de gases contaminantes	-4 / 6	-2 / 3		-2 / 3	-4 / 3	-3 / 7		-69	
		Material particulado		-3 / 3	-3 / 3	-3 / 3	-2 / 3	-1 / 2		-35	
		Nivel del ruido	-1 / 2	-5 / 3	-5 / 3	-3 / 3	-3 / 3	-5 / 3	-3 / 2		-71
		Nivel de olor		-3 / 3	-1 / 3	-2 / 4	-4 / 4	-1 / 3			-39
	Suelo	Calidad del suelo		-1 / 2		-1 / 2	-1 / 2	-3 / 4	-1 / 2		-20
	Agua	Calidad de agua		-3 / 4		-3 / 4	-1 / 2	-1 / 2			-28
Medio biológico	Flora	Árboles							-3 / 2	-6	
	Fauna	Animales				-2 / 2	-2 / 3	-2 / 2	-2 / 2		-18
Medio socio - económico	Economía	Nivel de empleo	2 / 3	3 / 5	7 / 5	1 / 5	3 / 4	3 / 5	1 / 2		90
	Socio cultural	Salud del trabajador		-4 / 4	-2 / 3	-3 / 2	-2 / 2	-2 / 3			-38
Promedios Aritméticos			-20	-54	2	-51	-39	-54	-18	-234	

Figura 25. Matriz de Leopold
Elaboración propia.

3.5. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

Para realizar el análisis costo – beneficio, se incluirá los beneficios económicos de la propuesta y los costos asociados a la realización de la propuesta.

3.5.1. Costos actuales del proceso de mantenimiento

En la siguiente tabla se muestra el costo de mano de obra por mes del personal de mantenimiento, el cual es de S/. 34 100,00 soles, por lo que en el periodo de investigación de enero a junio de 2019, el costo de será de S/. 204 600,00.

Tabla 94. Costos actuales del personal de mantenimiento

Personal	Cantidad	Salario mensual (S/.)	Subtotal (S/.)
Jefe de mantenimiento	1	4 100	4100,00
Encargados de mantenimiento	6	2 000	12 000,00
Mecánicos	15	1 200	18 000,00
Total			34 100,00

Fuente: ATLANTICA SRL

Como se mencionó en el apartado 3.2.7.2. productividad – productividad total, se estimó que el costo de los repuestos durante el periodo de investigación enero – junio fue de S/. 62 215,13. Asimismo, en cuanto al ingreso de soles que deja de percibir la empresa por las paradas que tuvo fue de S/. 5 841 123,32. (descripción de la tabla 17)

Por lo tanto, en la tabla 95 se aprecia el resumen de lo que le cuesta a la empresa actualmente el proceso de mantenimiento siendo un total S/. 6 107 938,45.

Tabla 95. Costo total actual del proceso de mantenimiento

Descripción	Valor (S/.)
Costos personal	204 600,00
Costo de repuestos	62 215,13
Ingresos no percibidos	5 841 123,32
Total	6 107 938,45

Fuente: ATLANTICA SRL

3.5.2. Costos del sistema de gestión de mantenimiento propuesto

Como se mostró en la tabla 62 el inciso 4.6 del presupuesto del plan anual (ver página 124), el costo total de la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento es S/. 363 551,07.

3.5.3. Cálculo del beneficio-costo de la propuesta

Si el costo actual de mantenimiento es de S/. 6 107 938,45 y el costo de la aplicación del Sistema de Gestión de Mantenimiento es de S/. 363 551,07. Por lo tanto, al aplicar esta propuesta supondría un beneficio (ahorro anual) de S/. Entonces la relación beneficio costo será:

$$\text{beneficio} - \text{costo} = \frac{S/.5\ 744\ 387,38}{S/.363\ 551,07}$$

$$\text{beneficio} - \text{costo} = 15,80$$

Esto nos quiere decir que por cada sol que invierte la empresa ganaría 14,80 soles por la propuesta del Sistema de Gestión de Mantenimiento.

A. Valor Actual Neto (VAN): Para el cálculo del VAN se tomó en cuenta una tasa de 8,56% anual que pertenece al banco Interbank, debido a que esta tasa es la menor de todos los bancos dentro de 181 a 360 días (ver anexo 8). El flujo es el beneficio al año que se obtiene al aplicar el Sistema de Gestión de Mantenimiento es de S/. 5 744 387,38 lo que al mes sería S/. 478 698,95.

$$VAN = \left[\frac{P}{(1+i)^t} \right] - C$$

P = Flujo de caja (beneficio al año)	i = Tasa de descuento
C = Inversión Inicial	t = tiempo que dura el proyecto

Debido a que la tasa que proporciona el banco Interbank es anual, esta se convirtió en tasa mensual para realizar el cálculo del VAN.

$$\text{tasa efectiva mensual} = (1 - \text{tasa efectiva anual})^{1/12} - 1$$

$$\text{tasa efectiva mensual} = (1 - 0,0856)^{1/12} - 1$$

$$\text{tasa efectiva mensual} = 0,6868\%$$

B. Tasa Interna de Retorno: Se ha calculado el TIR para tener referencia en cuanto tiempo se recuperará la inversión.

Tabla 96. Cálculo del VAN y TIR

Tasa de descuento anual		8,56%											
Tasa de descuento mensual		0,69%											
MES	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Hoy	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Flujo	-363551,07	478698,95	478698,95	478698,95	478698,95	478698,95	478698,95	478698,95	478698,95	478698,95	478698,95	478698,95	478698,95
Caja acumulada		115147,88	593846,83	1072545,78	1551244,72	2029943,67	2508642,62	2987341,57	3466040,52	3944739,47	4423438,41	4902137,36	5380836,31
		475433,73	475433,73	475433,73	475433,73	475433,73	475433,73	475433,73	475433,73	475433,73	475433,73	475433,73	475433,73
VAN	5341653,65												
TIR	132%												

Elaboración propia

Como se observa en la tabla 96, se muestra que el Valor Actual Neto (VAN) es de S/. 5 341 653,65, lo cual indica que el proyecto es estable.

Asimismo, la Tasa Interna de Retorno (TIR), es de 132% lo que indica que el proyecto es viable.

En la tabla 97 se realizó el cálculo de la fracción del periodo de recuperación.

Tabla 97. Fracción del periodo de Recuperación

1 mes	478 698,95
x =	363 551,07

Elaboración propia

Se obtuvo como resultado que el periodo de recuperación será de 23 días, como se muestra en la tabla 98.

Tabla 98. Periodo de Recuperación

	Años	Meses	Días
x	0	0	23

Elaboración propia

Por lo tanto:

Periodo de recuperación = 23 días.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Del presente trabajo de investigación, se determinó que la propuesta del Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en los indicadores de overall equipment effectiveness, puede lograr incrementar la productividad total de la empresa ATLANTICA SRL en 31,86%; esto equivale a que la empresa logrará producir de 179 903 sacos de polipropileno / día a 237 714 sacos de polipropileno / día, el cual presenta un incremento de 57 811 sacos de polipropileno / día con respecto a antes de la propuesta.

De acuerdo al diagnóstico que se realizó al proceso de fabricación de los sacos de polipropileno, se logró identificar los principales problemas que ocurren en el proceso productivo. El primer problema fue las fallas en la maquinaria, cuyo tiempo total de indisponibilidad fue de 2 218,22 horas ocasionando una pérdida económica de S/. 7 301 404,15 por todos los sacos que se dejaron de producir. El segundo problema fue la elevada producción de scrap con una cantidad de 64 266,31 kg teniendo como reproceso un tiempo de 1 071,11 horas, el cual pudo emplearse para procesar nuevo material.

De acuerdo al Sistema de Gestión de Mantenimiento propuesto, se empleó el ciclo de Deming para desarrollar este sistema de gestión; asimismo se propusieron 4 subprocesos que estén alineados a las etapas del ciclo de Deming. Mediante el desarrollo de este sistema de gestión, la empresa tendrá como beneficio S/. 5 744 387,38 anuales. Además, se espera incrementar el MTBF de 25,16 horas/falla a 27,39 horas/falla y reducir el MTTR de 1 hora/falla a 0,91 horas/falla. Adicionalmente, se estima que el OEE aumentará de 65,01% a 73,90%.

Por último, mediante el análisis beneficio-costos, se determinó que con la propuesta del sistema de gestión de mantenimiento se tendrá un ahorro anual de S/. 5 744 387,38 con lo cual se determinó que el VAN es de S/. 5 341 653,65 y el TIR es de 132% con una tasa de retorno de 8,56% anual, lo que indica que el proyecto es viable teniendo un periodo de recuperación de 23 días. Además, con la propuesta de

mejora se obtiene un beneficio-costo de 15,80; es decir que por cada sol invertido la empresa estaría ganando 14,80 soles.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda revisar y dar seguimiento constantemente a la eficacia del sistema de gestión de mantenimiento para determinar si se están cumpliendo con los objetivos propuestos.
- Tener actualizada la base de datos para realizar los cálculos de los indicadores de gestión de mantenimiento.
- Respetar el cronograma de las actividades del mantenimiento preventivo.
- Se recomienda que el jefe de mantenimiento revise y actualice si fuera el caso los procedimientos elaborados.
- Por parte del personal de mantenimiento que asistirá a las capacitaciones, se le recomienda aprovechar al máximo los temas a tratar para ponerlos en práctica en la empresa.
- Se recomienda formar un equipo de trabajo para buscar nuevas alternativas de mejora continua del proceso de mantenimiento, mediante la aplicación de nuevas metodologías de mantenimiento.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Sociedad Nacional de Industrias. *Reporte Sectorial*. Instituto de estudios económicos y sociales, no 02, 2019
- [2] Banco Central de Reserva del Perú. *Actividad económica: enero 2019*. Notas de estudios del BCRP, no 23, Mar 2019.
- [3] M.Zenithia and L. Pringgo. “Analysis of total productive maintenance (TPM) implementation using overall equipment effectiveness (OEE) and six big losses: A case study”. AIP Conference Proceedings, pp 1-6, Feb 2018.
- [4] N. Ahmad, J. Hossen and A. Mithun, “Improvement of overall equipment efficiency of ring frame through total productive maintenance: a textile case”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 94, no 1, pp 239-256, Jan 2017.
- [5] P. Viveros, R. Stegmaier, F. Kristjanpoller, L. Barbera y A. Crespo. “Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo”, *Ingeniare*, vol. 21, no. 1, 2013.
- [6] R. Paropate y R. Sambhe. “The Implementation and Evaluation of Total Productive Maintenance – A Case Study of mid-sized Indian Enterprise”, *The International of Application or Innovation in Engineering & Management*, vol. 2, no 10, pp 120-125, Oct 2013.
- [7] A. Ortiz, C. Rodríguez y H. Izquierdo. “Gestión de mantenimiento en pymes industriales”. *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 18, no. 61, 2013.
- [8] INEGI, *El ABC de la productividad*. México: 1996 [En línea]. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/1334/702825128630/702825128630.pdf. [Accedido: 18-nov-2019]
- [9] Jay Heizer y Barry Render, *Dirección de la producción y de Operaciones. Decisiones Estratégicas*. Madrid: Pearson Education, 2007
- [10] Javier Cárcel. *La gestión del conocimiento en la ingeniería del mantenimiento industrial: Investigación sobre la incidencia en sus actividades estratégicas*. Valencia: Omnia Science, 2014.
- [11] Santiago García, *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A., 2003.
- [12] S. Duffuaa, A. Raouf y J. Camobell “Sistemas de mantenimiento: Planeación y control”. México D.F.: Editorial Limusa S.A., 2009.
- [13] Francisco Apablaza. “Calidad de Redes de Telecomunicaciones EIE 419”. Universidad Católica de Valparaíso, 2013.

- [14] Carlos Parra y Adolfo Crespo. *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*. España: Editorial Ingeman, 2012.
- [15] Peter Belohlavek, *Overall Equipment Effectiveness*. Rusia: Blue Eagle Group, 2009
- [16] José Cruelles, *La teoría de la medición del despilfarro*. Toledo: Reverté-Aguilar, S.L., 2010.
- [17] Lluís Cuatrecasas y F. Torrell. *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva*. Barcelona: Profit Editorial, 2010.
- [18] Francisco López. *ISO 9000 y la planificación de la calidad: guía para la planificación de la calidad con orientación en la gestión por procesos*. Bogotá: INCONTEC, 2004
- [19] Carlos Boero, *Mantenimiento Industrial*. Córdoba: Editorial Científica Universitaria, 2013
- [20] Santiago García, *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A., 2003
- [21] Lluís Cuatrecasas. *Gestión de la calidad total*. Madrid: Díaz de Santos, 2012
- [22] Arturo Tovar y Alejandro Mota. *CPIMC un modelo de administración por procesos*. México: Panorama Editorial, 2007
- [23] ISO 9001. *Sistema de gestión de calidad – Requisitos*. Ginebra: Secretaría Central de ISO
- [24] Atlantica SRL, “Atlantica SRL – Acerca de nosotros”. [En línea]. Disponible en: <http://www.atlanticaperu.com/nosotros/>. [Accedido: 26-sep-2019]

VI. ANEXOS

ANEXO 1. Modos de fallas y fallas funcionales de las máquinas

Tabla 99. Modos de fallas y fallas funcionales de la extrusora 1 de enero a junio del 2019

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Atasco de cinta en rodillo	1	30	Mantenimiento del chiller	1	60
Atasco de material en el molino	1	60	Parada de máquina	5	225
Atasco en el molino	1	45	Parada por huecos en toda la película	3	180
Caída de línea	2	80	Parada por rotura de malla y cambio de navajas	1	70
Caída de línea por alta presión en el tornillo	1	20	Por detenerse el tornillo (mucha presión en corrida de malla), limpieza de matriz y cambio de color	1	50
Caída de línea por baja tensión	1	25	Por dos resistencias quemadas	1	120
Caída de línea por falla de subsionador de materia prima.	1	40	Problema en los rodillos de salida	1	80
Caída de línea por inestabilidad de energía eléctrica	1	50	Problemas de la máquina	1	130
Cambio de cuchillas	1	20	Rotura de cinta constante	1	40
Cambio de navajas desgastadas y limpieza de matriz	1	50	Purga y limpieza de matriz	1	30
Cambio de peine de malla y limpieza de matriz	1	45	Rotura de cinta	1	70
Cambio de rodamientos al motor 7.5 kW 2° Godot, mantenimiento de variadores de variadores y contactar	1	720	Se limpió succionador de MP y se prendió torre de enfriamiento	1	45
Cambio de rodillo	1	100	Rotura de empaquetadura del tubo de agua del rodillo	1	45
Cambio de rodillo de goma de levantamiento	1	60	Rotura de rodamiento del motor	1	460
Doblado de malla y huecos en la película	1	50	Rotura manguera	1	200
Falla de la máquina	1	50	Salida de huecos en la película	1	35
Falla en el alimentador	1	40	Se armó motor eléctrico n°60 "a"	1	20
Falla en el tornillo	4	275	Se desmontó motor de salida de rodillo cromados y, cambio de rodamientos 6208	1	290
Falla en presión de malla	1	30	Se detuvo el tornillo por alta presión de malla	1	20
Falla mecánica	9	982	Se hizo limpieza a succionador de materia prima, dosificadores	1	50
La lengüeta del alimentador se quedó pegada	1	80	Se limpió filtros de succionador de materia	1	12
Limpieza de matriz	6	240	Reapriete de conductores eléctricos tablero de fuerza	1	240
Limpieza de matriz y cambio en cuchillas	1	130	revisión de fusibles y resistencias del cabezal.		
Total				68	5694

Tabla 100. Modos de fallas y fallas funcionales de la extrusora 2 de enero a junio del 2019

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Arreglo de tubería de aire	1	70	Falla del horno	1	10
Atasco de cinta	6	200	Falla eléctrica	3	82
Atasco de cinta en las cuchillas	3	105	Falla en el alimentador	1	25
Atasco de cinta en las navajas	4	215	Falla mecánica	5	520
Atasco de cinta en peine de navajas	1	15	Limpieza de matriz y purga	1	105
Atasco de cintas en los rodillos	1	80	Oscilación de fluido eléctrico	2	100
Atasco de manga en las cuchillas	2	150	Parada de línea	1	20
Atasco en el molino	1	30	Parada por huecos en toda la película	10	437
Atasco en el rodillo de salida, cambio de rodillo de goma(salida)	5	152	Por problemas en la película	1	75
Baja tensión de energía	1	20	Problemas con el horno	1	35
Caída de línea	12	716	Problemas de cables de emergencia	2	130
Caída de línea por baja tensión	1	20	Problemas de la máquina	1	190
Caída de línea, se cambió de denier	1	30	Problemas por el botón de parada de emergencia	1	90
Cambio de malla	3	225	Revisión de resistencias y termocuplas zona 1 y 2 de cilindro	1	300
Cambio de navajas nuevas	1	20	Rotura constante de cinta	5	400
Cambio de peine	1	15	Rotura de cinta	2	110
Cambio de rodillo	1	105	Salida de huecos en la película	7	335
Constantes roturas de cintas, caída de línea	1	30	Se detuvo el rodillo de godet	1	10
Demasiado huecos en la película, se jaló malla y purga	1	210	Se encontró la maquina parada por falla	2	65
Falla de cable de parada de emergencia	1	30	Se jaló la malla, se purgo la máquina y se limpió la matriz	1	90
Falla de chillar (inactividad)	2	220	Se trabajó a baja velocidad	1	360
Falla de llaves de las embobinado	1	15	Se trabajó a baja velocidad por problemas con el compresor durante todo el turno	1	480
Falla de pistón de aire	1	20	Sobrecalentura de motor de rodillos de salida	1	65
Total				104	6727

Tabla 101. Modos de fallas y fallas funcionales de telares de enero a junio del 2019

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Calibración de lanzaderas	7	220	Cambio de sensor de trama	1	110
Calibración de pinzas	1	90	Cambio de un body móvil	1	20
Calibración de rodaje de lanzadera	1	350	Cambio de un eje móvil de lanzadera	1	20
Calibración de rodaje y cambio de lanzadera	1	345	Cambio de un rodaje y un piñón del enrollador	1	95
Calibración de ruedas y rodillo alimentador de cinta	1	45	Cambio de una faja del motor principal	1	75
Calibración de ruedas de lanzaderas	2	25	Cambio de una tuerca de base de freno	1	20
Calibración de sensor	1	20	Colocación de cuchilla	1	60
Cambio de 3 fajas y resortes para los compensadores	1	20	Falla de bodis	2	60
Cambio de base de freno	1	15	Falla de lanzaderas	83	6695
Cambio de base de portaconos	1	35	Falla de rodillo alimentador	1	40
Cambio de bodis	2	55	Falla de rodillo embobinador	1	360
Cambio de cadena de motor del rollo	2	60	Falla de sensor de urdimbre	1	60
Cambio de escuadra	82	3773	Falla de tensión de los rodillos	1	35
Cambio de escuadra y rotura de pernos	1	90	Falla del compás	2	25
Cambio de faja	158	6918	Falla del motor	1	35
Cambio de faja del rodillo enrollador	1	60	Falla del motor de tracción	1	25
Cambio de faja y escuadra	1	50	Falla del motor del rollo	3	50
Cambio de frenos y lanzaderas	1	60	Falla del motor principal	2	245
Cambio de impulsador	9	250	Falla del sensor de trama	5	185
Cambio de lanzaderas	62	5238	Falla eléctrica	51	5955
Cambio de motor de alimentador de urdimbre	1	25	Falla eléctrica del rodillo alimentador	4	240
Cambio de peine	2	35	Falla eléctrica en el rodillo principal	1	30
Cambio de perno en compás	1	15	Falla eléctrica en el sensor de trama	6	635
Cambio de pinzas	7	145	Falla eléctrica en el tablero	1	160

(Continúa...)

(...Continuación)

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Cambio de pinzas y esponjas	1	20	Falla eléctrica en los mandos	1	10
Cambio de polín	3	32	Falla en el enrollador	1	60
Cambio de portaconos	4	65	Falla en el motor de rollo	1	70
Cambio de portaconos y bodis	1	20	Falla en el motor de transacción	1	27
Cambio de rodaje de body móvil y fijo	1	30	Falla en el motor enrollador	3	120
Cambio de rodaje de lanzadera	13	605	Falla en el motor principal	1	240
Cambio de rodaje de porta trama	5	180	Falla en el rodillo	1	60
Cambio de rodaje y falla de sensor	1	125	Falla en el templador de tela	1	480
Cambio de rodajes	1	15	Falla mecánica	11	630
Cambio de rodajes de ruedas de retención y falla eléctrica	1	65	Falla mecánica de escuadra	1	465
Cambio de rodamiento de lanzadera	2	45	Falla mecánica de lanzaderas	2	235
Cambio de rodamientos	1	50	Falla mecánica del motor principal	1	120
Cambio de rueda de deslizamiento	2	50	Falla mecánica en el corte de manga	1	15
Cambio de rueda y pulsador	1	30	Falla mecánica en el peine circular	2	640
Cambio de ruedas	1	30	Falla mecánica en rodillos alimentadores	2	240
Cambio de ruedas de lanzaderas	10	265	Falla mecánica y cambio de fajas	1	40
Falta de escuadra	1	15	Reparación lanzaderas	2	90
Falta de fajas	1	480	Reparación se sensor de trama	2	120
Lanzadera en mal estado	1	75	Revisión de compás	1	120
Lijado de ruedas de impulsadores	1	30	Revisión de escuadra	2	30
Lijado de tapas	1	60	Revisión de frenos de portaconos	1	20
Limpeza de lanzaderas	1	77	Revisión de lanzaderas	203	11879
Limpeza de máquina y cambio de 3 fajas	1	180	Revisión de lanzaderas y de frenos	1	35
Limpeza de portaconos	1	20	Revisión de mecánico por exceso de roturas de urdimbre	1	240

(Continúa...)

(...Continuación)

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Limpieza de rodamientos de lanzaderas	1	652	Revisión de pinzas	1	40
Limpieza del telar	6	126	Revisión de pinzas y rodajes	1	60
Lubricación al portacono	1	30	Revisión de rodajes de lanzaderas	2	65
Lubricación de rodaje de lanzadera	2	45	Revisión de ruedas de lanzaderas	2	40
Peine en mal estado	1	480	Revisión de tarjeta de motores de alimentador de urdimbre	1	20
Regulación de fajas	2	45	Rotura de cadena del rodillo enrollador	1	85
Regulación de fuelle y cambio de aro	1	90	Rotura de escuadra	3	195
Regulación de lanzaderas	8	125	Rotura de faja	2	65
Regulación de lanzaderas y pinzas	1	180	Rotura de perno	2	65
Regulación de pinzas	6	645	Rotura de perno de escuadra	5	455
Regulación de rodajes y fajas	1	20	Rotura de perno y cambio de escuadra	1	33
Regulación de ruedas de lanzaderas	1	30	Rotura de pinzas	1	15
Reparación de escuadras	1	100	Rotura de resorte de freno	1	80
Reparación de faja	1	15	Rotura de urdimbre	2	60
Reparación de freno	1	15	Salida de lanzadera	1	70
Reparación de lanzaderas	17	1470	Salida de perno	1	90
Reparación de motor alimentador de urdimbre	1	30	Salida de pinzas	1	30
Reparación de pinza	1	80	Se abasteció con aceite a lubricadores	3	235
Reparación del compás	1	30	Se bajó la velocidad de 1030 a 1000	2	240
Reparación del rodillo alimentador de urdimbre	1	80	Se bajó la velocidad de 1030 a 900 por rotura constante	1	480
Reparación del sensor	1	15			
Total				910	58450

Tabla 102. Modos de fallas y fallas funcionales de la convertidora 1 de enero a junio del 2019

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Adaptar guiador de fuelle	1	25	Falla de templador de manga	1	50
Ajustar pernos de jalador	1	20	Falla de termocupla	4	120
Ajuste de piñón	1	45	Falla el guiador de sacos	1	10
Arreglar máquina de coser	1	25	Falla eléctrica	5	104
Atasco de hilo en eje de máquina de coser	1	10	Falla en el abridor de boca	1	10
Atasco de hilo en la céntrica de máquina de coser	1	10	Falla en el compresor de aire	1	30
Atasco de sacos	8	264	Falla en el guiador de fuelle	1	75
Atasco de sacos en guiador	2	55	Falla en la resistencia	1	20
Atasco de sacos en la faja	1	60	Falla en manga del rollo	1	25
Calentar cuchilla térmica	1	25	Falla en salida de corte de saco	1	20
Cambiar jebes de abridor de boca	1	15	Falla mecánica (se enviaron piezas al torno)	1	420
Cambio de cuchilla	11	425	Falta de aire	5	145
Cambio de disco	1	20	Limpia ruedas jaladoras de manga	1	20
Cambio de jaladores	2	70	Limpieza de faja	30	833
Cambio de jebe de prensatela	1	20	Limpieza de jaladores	1	25
Cambio de jebes al abridor de boca	4	85	Limpieza de máquina	5	145
Cambio de los 3 jaladores y regular sensor	1	125	Mantenimiento a la línea de aire	1	90
Cambio de máquina de coser	2	20	Mantenimiento de conversor	1	50
Cambio de navajas	1	25	Movida del sensor todo el turno	1	20
Cambio de perno en regulador de fuelle	1	15	Nivelación de jaladores	2	100
Cambio de polea de jaladores	1	35	Parada por orden de mantenimiento	1	30
Cambio de poleas	1	45	Paradas constantes por falla de guiador	1	180
Cambio de puntada a máquina de coser	2	145	Paradas constantes por manga cortada	1	40
Cambio de ruedas de compas de fuelle	1	40	Regulación de corte en la cuchilla térmica	1	30
Cambio de ruedas de fuelle	2	95	Regulación de cuchilla	1	15
Cambio de sensor de los jaladores	1	65	Regulación de jaladores	6	125

(Continúa...)

(...Continuación)

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Centrar costura	2	70	Regulación de pistón y cambio de base del abridor de boca	1	20
Centrar sensor de taca	1	15	Regulación de ruedas	1	20
Colocar cinta a los jaladores y abridor de boca	1	25	Regulación de sisaya de hilo	1	15
Constante rotura de hilo de máquina de coser	1	120	Regulación de temperatura	1	30
Deficiencia de corte cuchilla	1	10	Regular puntada de máquina de coser	1	30
Desgaste en el eje del rodillo de salida	2	490	Regular rodamientos de entrega de sacos	1	10
Empalmar cable de resistencia	1	40	Regular sensor de rodillos de manga	1	15
Enfriar cuchilla para corte frío	1	60	Regular sensor de taca	1	20
Esperar a que suba la temperatura	1	15	Retiro de urrines de pistón de jaladores	1	25
Falla de abridor de boca	17	481	Revisión de jalador	1	25
Falla de corte de manga	2	80	Revisión de jaladores	2	60
Falla de costura	1	30	Rollo mal impreso	1	15
Falla de cuchilla	1	15	Rotura de faja	1	35
Falla de faja de salida	1	15	Rotura de faja de máquina de coser	1	30
Falla de guiador	1	17	Rotura de faja de mesa	3	55
Falla de jaladores	58	2082	Rotura de fuelle	1	15
Falla de máquina de coser	13	650	Rotura de hilo	3	53
Falla de rodillo de entrega de saco	1	270	Rotura de jaladores	1	70
Falla de sensor	6	450	Rotura de manga	1	10
Falla de sensor de jaladores	3	175	Rotura de perno de rodillo estrella	1	30
Falla de sensor de sisaya	5	288	Rotura de plancha de sensor de jaladores	1	100
Falla de sensor de taca	4	100	Sacar eje para rectificar y hacer chaveta	1	480
Falla de sisaya	1	23	Se reguló puntada de máquina de coser	1	25
Falla de temperatura	5	120	Variación de medida de manga	1	130
Total				286	11475

Tabla 103. Modos de fallas y fallas funcionales de la convertidora 2 de enero a junio del 2019

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Ajustar base de pistón de vaivén	1	35	Falla de máquina de coser	8	335
Ajuste de pernos	1	15	Falla de sensor	2	80
Ajuste de pernos de máquina de coser	1	35	Falla de sensor de sisaya	1	18
Ajuste de polea al motor de la máquina de coser	1	30	Falla de sensor de taca	1	105
Alinear máquina	1	30	Falla de vaivén	5	130
Arreglar jaladores	3	42	Falla de válvula del vaivén	1	15
Atasco de saco en cuchilla térmica	2	115	Falla en el compresor de aire	1	30
Atasco de saco leno en aguja de máquina de coser	1	15	Falla en el jalador	1	10
Atasco de saco leno en de salida de manga	1	120	Falla en el tablero de caída de saco	1	80
Atasco de sacos	1	35	Falla en la base del abridor de boca	3	185
Calibración del sensor de taca	1	20	Falla en la cuchilla térmica	1	40
Cambiar abridor de boca	2	50	Falla en la faja del motor de la máquina de coser	1	30
Cambiar base y jebes a eje de abridor de mangas para saco con fuelle	1	20	Falla en la polea del motor de la máquina de coser	1	80
Cambiar máquina de coser	1	15	Falla mecánica	2	70
Cambiar perno central de la barra	1	15	Falla mecánica en máquina de coser	8	253
Cambio de aguja	1	20	Falta de aire	5	113
Cambio de base de abridor de boca	1	20	Limpieza de faja	10	302
Cambio de bronce de base de cuchilla térmica	1	30	Limpieza de ruedas de salida de saco	1	35
Cambio de jebe del abridor de boca	5	120	Mantenimiento a la línea de aire	1	90

(Continúa...)

(...Continuación)

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Cambio de jebes a base y eje abridor de manga	1	65	Parada por orden de mantenimiento	1	30
Cambio de jebes de abridor de boca	3	112	Paradas constantes por rotura de hilo	1	25
Cambio de máquina de coser	8	175	Poner pistón del vaivén	1	20
Cambio de pistón de contador de sacos	1	40	Regulación de cuchilla térmica	1	15
Cambio de pistón de subida de rollo	1	25	Regulación de jaladores	5	110
Cambio de polea y faja de la máquina de coser	1	60	Regulación de pestaña	1	60
Cambio de rodajes	1	35	Regulación de ruedas de salida	1	65
Cambio de rodamiento de la polea del jalador	1	30	Regular sensor de sisaya	1	30
Cambio de válvula	3	205	Revisión de máquina de coser por rotura de hilo	1	50
Cambio faja de los jaladores de saco	1	60	Rotura de aguja	1	15
Cambio los jebes del abridor de boca	1	15	Rotura de faja	1	20
Centrar ruedas	1	10	Rotura de faja de máquina de coser	3	135
Colocación de polea al motor de la máquina de coser	1	100	Rotura de hilo	3	95
Falla de cuchilla térmica	1	10	Rotura de jebe de abridor de boca	1	35
Falla de jaladores	7	155	Sacar medida de perno de excéntrica de cuchilla	1	35
Falla de la cuchilla térmica	1	30	Se realizó medidas a poleas de máquina de coser	1	15
Falla de la máquina de coser	5	135	Variación de medida	2	55
Total				145	4855

Tabla 104. Modos de fallas y fallas funcionales de la convertidora 3 de enero a junio del 2019

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Ajuste de pernos de pistón hidráulico	1	15	Falla de máquina de coser	60	2073
Ajuste en abridor de boca	6	110	Falla de rodillos de manga	1	19
Ajuste en cuchilla	1	18	Falla de roturas de manga	2	45
Ajuste en máquina de coser	1	15	Falla de sensor	37	1099
Ajuste en máquina por mala caída de saco	1	60	Falla de sensor de corte	1	15
Ajustes de abridor de boca	12	200	Falla de sensor de corte de hilo en el saco	1	10
Ajustes en cuchilla	2	85	Falla de sensor de cuchilla	1	10
Ajustes en jaladores	1	15	Falla de sensor de taca	6	147
Ajustes en jaladores y en parte de la cuchilla	1	20	Falla de taca	3	65
Ajustes en la caída del saco	1	15	Falla en abridor de boca	10	340
Ajustes en máquina	7	130	Falla en cuchilla	2	45
Ajustes en máquina de coser	4	125	Falla en el abridor de boca	1	35
Ajustes en máquina de coser por rotura de hilo	1	20	Falla en el compresor de aire	1	30
Ajustes en máquina para saco laminado pequeño	1	25	Falla en el sensor de taca	2	55
Ajustes en máquina por mala caída de saco	1	25	Falla en la costura	1	30
Ajustes en pistón hidráulico de vaivén	1	15	Falla en la trampadera de saco en máquina de cocer	1	15
Ajustes en polea de máquina de coser	1	20	Falla en los ejes y cuchilla	1	95
Alineación de pestaña	1	10	Falla en pistón	1	20
Arreglar perno de sensor de manga	1	30	Falla en rueda no movable	1	96
Arreglar jaladores	1	90	Falla en sensor de manga	1	4
Arreglar pestaña	1	10	Falla en sensor que corta el hilo a los sacos	1	10

(...Continúa)

(...Continuación)

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Atasco de hilo en máquina de coser	19	357	Falla mecánica	1	15
Atasco de saco cortado en sensor de taca	2	30	Falla ruedas jaladoras de manga	1	40
Atasco de saco en guiador de pestaña	1	15	Falta de aire	8	208
Atasco de saco en sensor de taca	1	30	Limpiar abridor de boca	1	10
Atasco de sacos	7	215	Limpiar rodillo de cuchilla	1	5
Atasco de sacos en cuchilla	3	88	Limpiar rodillos de cuchilla	1	15
Atasco de sacos en fajas	1	20	Limpieza de cuchilla	9	184
Cambiar jebe	1	20	Limpieza de fajas	45	1080
Cambiar jebe a ruedas de salida de sacos	1	20	Limpieza de máquina	1	35
Cambiar jebe de abridor de boca	2	65	Limpieza de rodillos estrella	1	49
Cambiar jebe de cuchilla	1	15	Limpieza por debajo de faja	1	17
Cambiar pegatina de jebes	1	20	Mantenimiento a la línea de aire	1	90
Cambiar polea de jaladores	1	45	Movida de sensor	2	30
Cambiar rodaje de donde se ponen los rollos	1	20	Movimiento de máquina por tema de faja	1	140
Cambio de aguja	6	188	Paradas consecutivas por salida de hilo	1	40
Cambio de ajuga de máquina de cocer	1	15	Poner imanes y centrar jaladores	1	64
Cambio de base de abridor de boca	1	45	Por cambio de jebe en abridor de boca	1	10
Cambio de cinta en salida de manga	1	20	Regulación de cuchilla	1	45
Cambio de cuchilla	8	364	Regulación de la cuchilla térmica	1	70
Cambio de faja	1	20	Regulación de máquina	1	20

(...Continúa)

(...Continuación)

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Cambio de faja de máquina de coser	1	126	Regulación de pestaña	60	1095
Cambio de jebe	16	415	Regulación de sensor por taca	2	70
Cambio de jebe de abridor de boca	5	112	Regulación de temperatura	1	30
Cambio de manguera en abridor de boca	1	15	Regular abre boca de saco	1	20
Cambio de máquina de coser	7	196	Regular sisaya	1	10
Cambio de navaja en cuchilla	2	65	Regular temperatura	1	30
Cambio de navajas	1	18	Reparación de máquina de coser	1	24
Cambio de pernos de pistón hidráulico	1	15	Revisar motor de vaivén	1	12
Cambio de pistón de abridor de boca	1	20	Revisión de máquina	2	40
Cambio de pistón de aire	1	50	Revisión de máquina de coser	1	15
Cambio de placa de jalador	1	10	Rotura de cadena de la mesa transportadora	1	35
Cambio de puntada	1	20	Rotura de faja	4	110
Cambio de sensor	3	138	Rotura de hilo en máquina de coser	33	664
Cambio de tuerca de máquina de cocer	1	25	Rotura de jalador	2	30
Cuchilla sin energía	1	60	Rotura de jebe de abridor de boca	3	60
Empalme de cables de cuchilla térmica	1	40	Rotura de jebe de cuchilla	1	41
Esperar que cuchilla calentara	2	30	Rotura de perno en salida de rodillo de manga	1	15
Falla de abridor de boca	6	105	Rotura de perno máquina de coser	1	43
Falla de cuchilla	22	565	Rotura de pernos de base de la máquina de coser	2	124
Falla de energía en la cuchilla	1	25	Se reguló abridor de boca	1	20
Falla de jaladores	19	370	Variación de medida	1	90
Total				537	14088

Tabla 105. Modos de fallas y fallas funcionales de la convertidora 4 de enero a junio del 2019

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Ajustar faja de máquina de coser	1	10	Falla de taca	4	160
Ajuste de jaladores	1	10	Falla de vaivén	3	85
Ajuste de pernos de rodillos	1	10	Falla eléctrica	1	315
Ajuste de platina de jalador	1	25	Falla en abridor de boca	1	15
Apretar pernos	1	5	Falla en costura	2	35
Atasco de hilo en eje de máquina de coser	2	33	Falla en el compresor de aire	1	30
Atasco de hilo en máquina de coser	1	10	Falla en termocupla	1	15
Atasco de sacos	7	100	Falla mecánica	1	90
Buscar ajuga por rotura de hilo	1	34	Falla mecánica en máquina de coser	1	20
Cambiar jebe de abridor de boca	1	10	Falta de aire	5	95
Cambio de aguja de máquina de coser	1	15	Limpieza de faja	11	145
Cambio de base de abridor de manga	1	15	Limpieza de jaladores	1	20
Cambio de bobinas del vaivén	2	155	Limpieza de ruedas	1	12
Cambio de ejes del abridor de boca	1	45	Limpieza de ruedas de salida	1	8
Cambio de faja	1	20	Limpieza y pegar teflones de salida del saco	1	30
Cambio de jebe	9	152	Lubricar donde se pone el rollo	1	15
Cambio de jebe al abridor de boca	1	10	Manga cortada en el sensor de taca	1	15
Cambio de jebes a base y eje abridor de manga	1	15	Mantenimiento a la línea de aire	1	90
Cambio de jebes a eje de abridor de manga	3	55	Máquina de coser falla de puntadas	1	30
Cambio de jebes a jaladores	1	25	Máquina parada	1	960
Cambio de jebes de cuchilla	1	12	Mover parte de máquina para fuelle	1	15
Cambio de la faja de la máquina de coser	1	15	Regulación de abridor de boca	2	15
Cambio de máquina de coser	5	95	Regulación de costura	14	180
Cambio de perno de la base de la máquina de coser	1	35	Regulación de jaladores	5	73

(...Continúa)

(...Continuación)

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Cambio de perno del presionador de manga	1	20	Regulación de máquina	1	30
Cambio de platina a jaladores	2	50	Regulación de pestaña	1	10
Cambio de polea a máquina de coser	1	25	Regulación de temperatura	1	30
Cambio de resistencia a cuchilla térmica	2	135	Regular sensor de taca	1	10
Cambio de rodaje	1	25	Rotura de faja	1	15
Centrar máquina de coser	1	20	Rotura de faja que sujeta bobina	1	20
Centrar pestaña	1	20	Rotura de hilo	7	105
Centrar polea de faja de jaladores	1	40	Rotura de hilo en el eje de la máquina	1	15
Colocar pin del pistón del abridor de tela	1	15	Rotura de jebe	1	9
Colocación de eje del brazo del levantamiento del rollo	1	20	Rotura de perno de base de máquina de coser	6	175
Colocación de ordenador de sacos	1	15	Rotura de perno de jalador	1	15
Colocación de pernos del pistón del vaivén	1	30	Rotura de pernos de base de pistón del vaivén	1	30
Empalmar cable de cuchilla térmica	1	10	Se cayeron los imanes	1	10
Falla de abridor de boca	2	22	Sincronización de máquina de coser	1	25
Falla de cuchilla térmica	1	10	Tratamiento en cuchilla	1	10
Falla de jaladores	12	195	Variación de medida sensor de taca	1	6
Falla de máquina de coser	11	365	Variación de taca	2	42
Falla de sensor	4	140	Variación de temperatura	1	35
Falla de sensor de taca	3	120			
Total				186	5248

Tabla 106. Modos de fallas y fallas funcionales de la impresora 1 de enero a junio del 2019

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Ajustar y alinear pistón de desenrollador	1	30	Falla eléctrica	4	175
Alineación de piñones	2	55	Falla eléctrica del motor principal	1	230
Alinear cadena de enrollador	1	30	Falla mecánica	49	3047
Apoyo a desmontaje de bomba hidráulica	1	120	Falla mecánica rodillos de goma malogrados	1	185
Armado de polines	1	25	Falla sensor tratamiento corona	1	60
Armado de un bloque, rodillo y cambio de lona al enrollador	1	60	Falla tratamiento de corona	8	480
Cambio de bombas, pegado y centrado de cliché	4	60	Falta de aire	1	40
Cambio de faja	1	20	Falta de un inserto	1	110
Cambio de lona al enrollador	8	305	Habilitación de bandeja y pegado de cliché	1	30
Cambio de piñón de polín de metal	2	25	Habilitación de bomba y cambio de lona al enrollador	1	90
Cambio de piñón desgastado	1	40	Habilitar bloque y cambio de rodaje (6005) a anilox	1	60
Cambio de polín de metal	1	30	Habilitar material para guardas	1	60
Cambio de posición de racla por bomba	1	60	Habilitar material y montaje de secador	1	60
Cambio de rodaje a polín de metal	1	27	Lavado de bandeja y bomba	57	4505
Cambio de rodajes a polín	1	30	Lavado de tinas pegado de cliché centrado y calzado	1	130
Cambio de rodillo de goma	1	30	Lavado de tinas y cambio de rodillos	1	90
Cambio de sellos a raclas	1	270	Lavado de tinas y cambio de tambores	2	270
Demora por armado de polines y bloques	1	35	Limpieza de raclas	1	70
Engrasar engranajes	1	10	Parada por mantenimiento de compresor de aire	1	55
Falla de bomba	2	65	Parada por polín de pintura	1	25
Falla de embobinador de rollos	1	40	Pintado de guardas para anilox	1	60
Falla de enrollador	9	1055	Pintado y montaje de secador	1	90
Falla de rodillo de goma	1	60	Reemplazar bloque porta anilox en mal estado	1	50
Falla de tratamiento de corona	6	205	Rotura de cadena de enrollador y alineamiento de piñón de polín	1	110
Falla de tratamiento de corona y cambio de lona al enrollador	1	80	Rotura de eje de rodillo de goma	2	65
Falla del sensor	1	30	Rotura de perno de piñón	1	60
Total				194	13004

Tabla 107. Modos de fallas y fallas funcionales de la impresora 2 de enero a junio del 2019

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Ajustar bloques porta bocinas	1	30	Habilitar bombas neumáticas	1	120
Ajuste de piñones	1	30	Lavado de raclas y bombas	6	670
Ajustes en cilindros	1	60	Lavado de regla	4	180
Alinear base de desenrollador	1	30	Lavado de regla y bombas	2	140
Arreglando dos bombas y raclas	1	60	Limpieza de raclas y de bandejas	1	60
Arreglando manga los laterales destemplado	1	30	Limpieza de bandejas recojo de tinta	1	40
Arreglando polímero	1	99	Limpieza de jebe y lavado de bombas	2	255
Arreglando racla que botaba mucha pintura	1	25	Limpieza de jebes	4	265
Arreglo de racla	2	50	Limpieza de jebes y bombas	2	150
Arreglo y centrada de fotopolímero	1	300	Limpieza de los rodillos internos	1	80
Bomba malograda	4	265	Limpieza de raclas y de bombas	18	910
Cambio de jiro a rodillos tinteros	1	110	Limpieza de tratamiento de corona	1	50
Cambio de lona al enrollador	1	30	Limpieza del trabajo anterior	1	150
Cambio de lona del embobinador	1	30	Limpieza y montaje de jebes	13	1335
Centrar fotopolímero	1	140	Montaje de polímeros	1	60
Desmontaje y mantenimiento a bomba neumática	1	60	Montaje de polímeros centrada con las medidas	1	30

(...Continúa)

(...Continuación)

Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)	Fallas funcionales / modos de fallas	Nº veces	Tiempo (min)
Engrasar válvulas de bombas neumáticas	1	50	Montaje de polímeros y ajuste en pase de manga	1	120
Espera de aire compresor en mantenimiento	1	50	Montaje de polímeros y lavado de bombas	3	210
Espera que pongan la cuchilla a la regla	1	40	Problema con los soportes de los cilindros porta cliché	1	20
Falla de alineador de manga	1	30	Problema con una racla	1	20
Falla de bloque	1	20	Regulando fotopolímero	1	240
Falla de bombas	30	1109	Revisar bomba neumática en mal estado	1	30
Falla de máquina por soporte de cilindro	1	40	Rotura de alineador de manga	1	60
Falla de raclas	1	30	Rotura de la manga	1	24
Falla de regla	2	45	Rotura de una base	1	30
Falla de tratamiento de corona	12	575	Se bajó la velocidad por bomba	1	35
Falla del compresor de aire	1	40	Se lavaron reglas y bombas de manera urgente	2	255
Falla del enrollador de manga (se desoldó el piñón)	1	20	Se regularon las presiones y se puso calsa	1	30
Falla eléctrica	4	500	Se trabajó despacio por desprendimiento de corona	1	180
Falla en el levantador de rodillos	1	120	Se trabajó despacio por desprendimiento de pintura	1	60
Falla mecánica	8	393	Se trabajó despacio por empate de jebes laterales	1	120
Falla mecánica de piñón	1	35	Se trabajó despacio por problemas con la máquina	1	50
Falta de aire	1	372	Soporte malogrado	1	25
Falta de incertos	1	60	Tecele malogrado	1	120
Total				169	11002

Tabla 108. Continuación de modos de fallas y fallas funcionales de la laminadora de enero a junio del 2019

Fallas funcionales / modos de fallas	N° veces	Tiempo (min)
Cambio de cadena	1	60
Cambio de faja	1	60
Cambio de rodajes	1	120
Cambio de rodillo	1	120
Falla eléctrica	3	210
Falla en el compresor	1	120
Falla en los rodillos	1	120
Falla mecánica	7	540
Motor principal quemado	2	1020
Rotura de rodaje	1	60
Sobrecalentamiento del motor principal	1	120
Total	20	2550

ANEXO 2. Fechas y horas de mantenimiento preventivo de las máquinas

Tabla 109. Fechas y horas de mantenimiento preventivo a las máquinas del subproceso de extrusión

Área	Máquina	Fecha	Hora de inicio	Hora final	Minutos
EXTRUSIÓN	CHILLER 1	25-01-19	08:00 a.m.	12:00 p.m.	240
		20-03-19	07:00 a.m.	11:00 a.m.	240
		25-05-19	08:00 a.m.	12:00 p.m.	240
		30-06-19	06:00 a.m.	02:00 p.m.	480
	CHILLER 2	27-01-19	09:00 a.m.	12:00 p.m.	180
		22-03-19	08:00 a.m.	12:00 p.m.	240
		27-05-19	08:30 a.m.	11:30 a.m.	180
	EXTRUSORA 1	03-01-19	10:00 a.m.	12:00 p.m.	120
		02-02-19	08:00 a.m.	12:00 p.m.	240
		02-03-19	06:00 a.m.	10:00 a.m.	240
		06-04-19	08:00 a.m.	12:00 p.m.	240
		04-05-19	07:00 a.m.	10:00 a.m.	180
		01-06-19	08:00 a.m.	11:30 p.m.	210
	EXTRUSORA 2	28-02-19	10:00 a.m.	12:00 p.m.	120
		31-03-19	08:00 a.m.	12:00 p.m.	240
		30-04-19	10:00 a.m.	12:00 p.m.	120
		31-05-19	09:00 a.m.	12:30 p.m.	210
		30-06-19	06:00 a.m.	10:00 a.m.	240
Total					3 960

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 110. Fechas y horas de mantenimiento preventivo a las máquinas del subproceso de telares

Área	Máquina	Fecha	Hora de inicio	Hora final	Minutos
TELARES	TELARES 1 y 2	22-01-19	08:30 a.m.	10:30 a.m.	120
		15-03-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
		10-05-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120
	TELARES 3 y 4	23-01-19	08:30 a.m.	10:30 a.m.	120
		16-03-19	09:05 a.m.	11:00 a.m.	115
		11-05-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120
	TELARES 5 y 6	24-01-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120
		18-03-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
		13-05-19	08:30 a.m.	10:30 a.m.	120
	TELARES 7 y 8	25-01-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
		19-03-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120
		14-05-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
	TELARES 9 y 10	26-01-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
		20-03-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
		15-05-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
	TELARES 11 y 12	28-01-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
		15-03-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
		15-05-19	10:00 a.m.	12:00 p.m.	120
	TELARES 13 y 14	29-01-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
		22-03-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
		17-05-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
	TELARES 15 y 16	30-01-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
		23-03-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
		18-05-19	08:30 a.m.	10:30 a.m.	120
	TELARES 17 y 18	31-01-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
		25-03-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120
		20-05-19	08:00 a.m.	10:10 a.m.	130
	TELARES 19 y 20	01-02-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
		26-03-19	08:30 a.m.	10:30 a.m.	120
		21-05-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
TELARES 21 y 22	02-02-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120	
	27-03-19	08:30 a.m.	10:30 a.m.	120	
	22-05-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120	
TELARES 23 y 24	04-02-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120	
	28-03-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120	
	23-05-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120	
TELARES 25 y 26	05-02-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120	
	29-03-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120	
	24-05-19	10:00 a.m.	12:00 p.m.	120	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 111. Continuación de fechas y horas de mantenimiento preventivo a las máquinas del subproceso de telares

Área	Máquina	Fecha	Hora de inicio	Hora final	Minutos
TELARES	TELARES 27 y 28	06-02-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
		30-03-19	09:10 a.m.	11:10 a.m.	120
		25-05-19	09:10 a.m.	11:10 a.m.	120
	TELARES 29 y 30	07-02-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
		01-04-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
		27-05-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120
	TELARES 31 y 32	08-02-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
		02-04-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
		28-05-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120
	TELARES 33 y 34	09-02-19	08:15 a.m.	10:30 a.m.	135
		03-04-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
		29-05-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
	TELARES 35 y 36	11-02-19	08:15 a.m.	10:30 a.m.	135
		04-04-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
		30-05-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
	TELARES 37 y 38	12-02-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
		05-04-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
		31-05-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
	TELARES 39 y 40	13-02-19	08:00 a.m.	10:30 a.m.	150
		06-04-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120
		01-06-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
	TELARES 41 y 42	14-02-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
		08-04-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120
		03-06-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
	TELARES 43 y 44	15-02-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120
		09-04-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120
		04-06-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
	TELARES 45 y 46	16-02-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120
		10-04-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120
		05-06-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120
TELARES 47 y 48	18-02-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120	
	11-04-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120	
	06-06-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120	
TELARES 49 y 50	19-02-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120	
	12-04-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120	
	07-06-19	08:10 a.m.	10:10 a.m.	120	
TELARES 51 y 52	20-02-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	60	
	13-04-19	09:00 a.m.	11:00 a.m.	120	
	08-06-19	08:00 a.m.	10:00 a.m.	120	
Total					9 365

Fuente: ATLANTICA SRL

ANEXO 3. Siglas de tiempo de las máquinas

Tabla 112. Paradas de la extrusora 1 del mes de enero

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Arranque de máquina por inicio de semana	4	230	TP
Cambio de color limpieza de matriz, cambio de cuchillas y purga	1	105	TP
Cambio de color y purga	1	30	TP
Cambio de color, cambio de cuchillas y limpieza de matriz y purga	1	40	TP
Cambio de color, cambio de navajas, purga y limpieza de matriz	1	55	TP
Cambio de color, cambio de peines y porta cuchillas	1	60	TP
Cambio de color, cambio de porta navajas, purga y limpieza de matriz	1	100	TP
Cambio de color, limpieza de matriz y purga	1	50	TP
Cambio de color, purga y limpieza de matriz	1	60	TP
Cambio de cuchillas	3	115	TP
Cambio de navajas desgastadas y limpieza de matriz	1	50	TP
Cambio de peine de malla y limpieza de matriz	1	45	TP
Cambio de porta navajas	1	30	TP
Encendido de máquina de fin de semana	1	60	PV
Falla en presión de malla	1	30	TP
Falla mecánica	1	120	PV
Limpieza de matriz y purga	1	55	TP
Limpieza de matriz y cambio de cuchillas	1	95	TP
Maquina parada por cambio de cuchillas, color y purga	2	80	TP
Parada de máquina por fin de semana	5	400	PV
Parada por huecos en toda la película	2	120	PPD
Parada por rotura de malla y cambio de navajas	1	70	TP
Problema en los rodillos de salida	1	80	TP
Rotura de empaquetadura del tubo de agua del rodillo	1	45	TP
Salida de huecos en la película	1	35	PPD
Se armó motor eléctrico n°60 "a"	1	20	TP
Se hizo limpieza a succionador de materia prima, dosificadores	1	50	TP
Se limpió filtros de succionador de materia	1	12	TP
Total	39	2242	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 113. Paradas de la extrusora 2 del mes de marzo

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Arranque de máquina por inicio de semana	1	60	TP
Atasco de cintas en los rodillos	1	80	PV
Atasco de cinta en peine de navajas	1	15	PV
Baja tensión de energía	1	20	TP
Caída de línea	3	260	TP
Cambio de cinta y limpieza de la matriz	1	60	TP
Cambio de color	7	170	TP
Cambio de color limpieza de matriz y purga	1	15	TP
Cambio de color y cambio de peine	1	15	TP
Cambio de color y cambio de porta navajas	1	20	TP
Cambio de color, purga y limpieza de matriz	8	375	TP
Cambio de cuchilla	4	133	TP
Cambio de cuchillas y limpieza de matriz	1	60	TP
Cambio de denier	2	55	TP
Cambio de peine de navajas y de rodillo de goma	1	60	TP
Cambio de navajas, cambio de color, limpieza de matriz	1	45	TP
Cambio de peine	5	135	TP
Cambio de porta navajas	4	135	TP
Corte de energía	1	120	TP
Demasiado huecos en la película, se jaló malla y purga	1	210	PPD
Falla de chillar (inactividad)	2	220	PV
Falla de llaves de las embobinado	1	15	TP
Falla eléctrica	1	37	TP
Falta de personal	1	120	TP
Limpieza de matriz y purga	1	20	TP
Máquina se encontró parada	2	70	PV
Parada de línea	1	20	TP
Parada por huecos en toda la película	2	75	PPD
Por cambio de navajas	1	50	TP
Problemas de la máquina	1	190	TP
Se encontró la máquina parada	10	385	PV
Se trabajó a baja velocidad	1	360	PV
Se trabajó a baja velocidad por problemas con el compresor durante todo el turno	1	480	PV
Total	71	4085	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 114. Paradas de los telares del mes de enero

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Calibración de lanzaderas	1	90	TP
Calibración de ruedas y rodillo alimentador de cinta	1	45	TP
Calibración de ruedas de lanzaderas	1	10	TP
Cambio de aro	1	15	TP
Cambio de aro y de faja	1	35	TP
Cambio de escuadra	3	70	TP
Cambio de faja	17	340	TP
Cambio de frenos y lanzaderas	1	60	TP
Cambio de lanzadera	2	45	TP
Cambio de pinzas	2	30	TP
Cambio de polin	2	22	TP
Cambio de rodaje de lanzadera	1	50	TP
Cambio de rodamiento de lanzadera	1	30	TP
Cambio de sensor de trama	1	110	TP
Cambio de un eje móvil de lanzadera	1	20	TP
Falla de lanzadera	10	730	TP
Falla de rodillo alimentador	1	40	TP
Falla eléctrica	6	390	TP
Falla eléctrica del rodillo alimentador	4	240	TP
Falta de fajas	1	480	TP
Falta de material	175	53 143	TP
Regulación de lanzaderas y pinzas	1	180	TP
Revisión de lanzaderas	4	171	TP
Revisión de lanzaderas y de frenos	1	35	TP
Revisión de ruedas y lanzaderas	1	10	TP
Revisión de tarjeta de motores de alimentador de urdimbre	1	20	TP
Rotura de perno de escuadra	1	20	TP
Total	241	56 431	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 115. Paradas de los telares del mes de febrero

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Arreglar florescente	1	45	TP
Se bajó la velocidad de 1030 a 1000	2	240	PV
Cambio de escuadra	8	202	TP
Cambio de escuadra y rotura de pernos	1	90	TP
Cambio de faja	16	473	TP
Cambio de faja y escuadra	1	50	TP
Cambio de lanzaderas	9	388	TP
Cambio de rodaje de lanzadera	2	90	TP
Cambio de rodaje y falla de sensor	1	125	TP
Cambio de rueda y pulsador	1	30	TP
Cambio de ruedas de lanzaderas	1	20	TP
Cambio de un body móvil	1	20	TP
Espera de programación	1	60	PV
Falla eléctrica	8	1940	TP
Falla eléctrica en el sensor de trama	1	30	TP
Falla en el enrollador	1	60	TP
Falla en el motor de rollo	1	70	TP
Falla mecánica	4	360	TP
Falla mecánica de lanzaderas	1	135	TP
Falla mecánica en el peine circular	2	640	TP
Falla mecánica y cambio de fajas	1	40	TP
Falta de material	246	73800	TP
Revisión de lanzaderas	1	30	TP
Falta de personal	6	2745	PV
Falta de trama	1	480	TP
Falla de lanzaderas	6	385	TP
Peine en mal estado	1	480	TP
Regulación de fajas	1	15	TP
Regulación de lanzaderas	1	25	TP
Regulación de pinzas	1	30	TP
Regulación de ruedas de lanzaderas	1	30	TP
Reparación de lanzaderas	1	20	TP
Reparación de motor alimentador de urdimbre	1	30	TP
Reparación de pinza	1	80	TP
Reparación se sensor de trama	2	120	TP
Revisión de escuadra	2	30	TP
Revisión de lanzaderas	30	840	TP
Rotura de perno y cambio de escuadra	1	33	TP
Se abasteció con aceite a lubricadores	3	235	TP
Total	370	84516	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 116. Paradas de lo laminadora del mes de enero

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Falla mecánica	1	120	TP
Mantenimiento preventivo	1	360	TM
Falla en el compresor	1	120	TP
Falla de laminado (laminado encurvado)	3	285	PPD
Total	6	885	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 117. Paradas de lo laminadora del mes de febrero

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Falla en los rodillos	1	120	TP
Mantenimiento preventivo	1	380	TM
Falta de material	1	210	TP
Total	3	710	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 118. Paradas de lo laminadora del mes de marzo

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Falla mecánica	1	60	TP
Mantenimiento preventivo	1	420	TM
No calentaron la máquina	1	60	TP
Falla mecánica	1	120	TP
Cambio de rodillo	1	120	TP
Rotura de rodaje	1	60	TP
No calentaron la máquina	1	60	TP
Saco mal laminado	1	35	PPD
Total	8	935	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 119. Paradas de lo laminadora del mes de abril

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Falla mecánica	1	60	TP
Sobrecalentamiento del motor principal	1	120	PV
Motor principal quemado	1	300	TP
Motor principal quemado	1	720	TP
Cambio de rodajes	1	120	TP
Cambio de cadena	1	60	TP
Cambio de faja	1	60	TP
Falla mecánica	1	60	TP
Mantenimiento preventivo	1	240	TM
Parada por capacitación anual de sst	1	60	TM
Falla de laminado	3	360	PPD
Total	13	2160	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 120. Paradas de la convertidora 2 del mes de enero

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Abrir boca a saco negro con fuelle	1	32	TP
Abrir boca de saco con fuelle	1	25	TP
Alineamiento de costura	1	25	TP
Cambiar base y jebes a eje de abridor de mangas para saco con fuelle	1	20	TP
Cambio de aguja	1	20	TP
Cambio de cinta en el jalador	1	30	TP
Cambio de jebe en abridor de boca	4	90	TP
Cambio de máquina de coser	3	80	TP
Cambio de pistón de contador de sacos	1	40	TP
Cambio de rodamiento del polea del jalador	1	30	TP
Cambio faja de los jaladores de saco	1	60	TP
Centrar laminado negro	1	165	TP
Centrar leno	1	10	TP
Centrar leno y cambio de jebes al abridor de boca	1	20	TP
Deshilachar costura de saco leno	1	15	TP
Doblada de manga	1	45	TP
Falla de cuchilla térmica	1	10	TP
Falla de jaladores	3	85	TP
Falla de máquina de coser	4	215	TP
Falla en el tablero de caída de saco	1	80	TP
Falla mecánica máquina de coser	1	20	TP
Falta de aire	1	28	TP
Fondear sacos	6	360	TP
Limpieza de área de trabajo para fondear sacos	1	20	TP
Máquina parada por centrado de costura	1	35	TP
Parada por reunión	1	60	TP
Paradas constantes por centrar costura	3	85	TP
Paradas constantes por rotura de hilo	1	25	TP
Regulación de jaladores	1	40	TP
Regular sensor de sisaya	1	30	TP
Rotura de hilo	1	20	TP
Rotura de faja	1	20	TP
Rotura de hilo constantes	1	60	TP
Subir rollos	320	2 273	TP
Total	370	4 173	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 121. Paradas de la convertidora 4 del mes de enero

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Alineamiento de costura	17	230	TP
Alineamiento de costura y jaladores	1	12	TP
Atasco de hilo en eje de máquina de coser	2	33	PV
Atasco de sacos	1	15	PV
Cambiar jebe de abridor de boca	1	10	TP
Cambio de jebe	1	15	TP
Cambio de jebes a base y eje abridor de manga	1	15	TP
Cambio de jebes de cuchilla	1	12	TP
Centrar cizalla	1	10	TP
Centrar cuchilla	1	70	TP
Centrar leno	1	20	TP
Centrar parte posterior de máquina y centrar manga	1	20	TP
Colocar pin del pistón del abridor de tela	1	15	TP
Cortar sacos para muestras	1	12	TP
Falla de abridor de boca	1	12	TP
Falla de cuchilla térmica	1	10	TP
Falla del sensor	1	20	TP
Falla en máquina de coser	1	25	TP
Falta de aire	1	10	TP
Limpiar faja	1	10	TP
Parada por reunión	1	12	TP
Regulación de jaladores	2	38	TP
Rotura de faja	1	15	TP
Rotura de jebe	1	9	TP
Rotura de perno de jalador	1	15	TP
Subir rollos	402	1373	TP
Variación de medida sensor de taca	1	6	TP
Variación de taca	1	12	TP
Total	447	2056	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 122. Paradas de la convertidora 1 del mes de marzo

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Ajuste de piñón	1	45	TP
Calentar cuchilla térmica	1	25	TP
Cambiar jebes de abridor de boca	1	15	TP
Cambio de cuchilla	6	220	TP
Cambio de jaladores	1	40	TP
Cambio de jebe de prensatela	1	20	TP
Cambio de navaja para corte en frío	1	15	TP
Cambio de poleas	1	45	TP
Centrar costura	4	122	TP
Centrar fuelle	6	145	TP
Centrar pestaña	1	15	TP
Cortes manga	1	160	TP
Coser sacos	1	30	PPD
Enfriar cuchilla para corte frío	1	60	TP
Falla de abridor de boca	3	55	TP
Falla de jaladores	4	115	TP
Falla de sensor	1	125	TP
Falla de sensor de jaladores	2	125	TP
Falla de sensor de sisaya	2	60	TP
Falla de templador de manga	1	50	TP
Falla en salida de corte de saco	1	20	TP
Falla mecánica (se enviaron piezas al torno)	1	420	TP
Falta de rollo	1	20	PV
Fondear saco	2	60	TP
Limpieza de faja	2	35	TP
Limpieza de máquina	1	45	TP
Parada por reunión	3	65	TM
Regulación de jaladores	1	15	TP
Regular puntada de máquina de coser	1	30	TP
Retiro de urrines de pistón de jaladores	1	25	TP
Rollo mal embobinado	2	30	TP
Se reguló puntada de máquina de coser	1	25	TP
Selección de saco	4	350	PPD
Seleccionar saco por mal impreso	1	180	PPD
Subir rollos	312	1144	TP
Templador de faja	1	20	TP
Variación de medida	1	110	TP
Variación de parámetros	1	50	TP
Total	377	4131	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 123. Paradas de la convertidora 3 del mes de mayo

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Ajustes en abridor de boca	3	60	TP
Ajustes en cuchilla	1	20	TP
Ajustes en jaladores y en parte de la cuchilla	1	20	TP
Ajustes en maquina	3	50	TP
Ajustes en pistón hidráulico de vaivén	1	15	TP
Atasco de hilo en máquina de coser	2	35	PV
Atasco de saco cortado en sensor de taca	2	30	PV
Atasco de sacos	1	15	PV
Cambio de aguja	3	110	TP
Cambio de cinta en salida de manga	1	20	TP
Cambio de jebe	3	45	TP
Cambio de máquina de coser	1	25	TP
Centrar leno	1	20	TP
Confusión de rollo	1	15	PV
Corte de energía eléctrica	1	30	TP
Cuchilla sin energía	1	60	TP
Esperar que rollo baje de impresión	2	30	PV
Falla de abridor de boca	1	10	TP
Falla de cuchilla	7	155	TP
Falla de máquina de cocer	16	680	TP
Falla de sensor	4	60	TP
Falla de sensor de cuchilla	1	10	TP
Falla de sensor de taca	3	105	TP
Falla en abridor de boca	1	30	TP
Falla en el compresor de aire	1	30	TP
Falla en jalador	1	25	TP
Falla en la cuchilla	2	35	TP
Falla en los jaladores	1	65	TP
Falla ruedas jaladoras de manga	1	40	TP
Falta de aire	1	15	TP
Falta de rollo	7	380	TP
Fondear sacos	2	70	TP
Limpieza de faja	6	140	TP
Llenar datos personales en puerta	1	30	PV
Parada por sismo	1	25	TP
Paradas constante por mucha clase b	1	30	PPD
Por cambio de jebe en abridor de boca	1	10	TP
Regulación de cuchilla	1	45	TP
Regulación de máquina	1	20	TP
Regulación de pestaña	24	435	TP
Revisión de máquina de coser	1	15	PV
Rollo mal embobinado	4	135	TP
Rotura de hilo	1	15	TP
Selección de sacos por clase b	1	70	PPD
Simulacro	1	20	TM
Subir rollos	78	1313	TP
Total	199	4613	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 124. Paradas de la impresora 2 del mes de enero

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Arreglando logotipo mal diseñado	1	120	TP
Arreglando manga e impresión	1	90	TP
Arreglando polímero	1	99	TP
Arreglando racla que botaba mucha pintura	1	25	TP
Arreglo de cliché	3	310	TP
Bomba malograda	3	240	TP
Calzar cliché complicado	1	220	TP
Calzar incertos	1	150	TP
Calzar logotipo	1	73	TP
Calzar y centrar cliché	3	295	TP
Cambio de cilindros	151	3057	TP
Cambio de estiquer a cliché	10	150	TP
Cambio de impresión y de colores	16	3015	TP
Centrar fotopolimero	1	140	TP
Colocación de estiquer	1	70	TP
Cortes de insertos mal confeccionado	1	30	TP
Despegue de jebes	2	120	TP
Espera de inserto para que lo diseñen	1	270	TP
Espera de logotipo	1	132	PV
Espera de rollo por laminar	2	240	PV
Espera de un precinto	1	40	PV
Esperando la confirmación	5	480	PV
Falla de bomba	6	289	TP
Falla de tratamiento de corona	1	40	TP
Falla del compresor de aire	1	40	TP
Falla en el levantador de rodillos	1	120	TP
Falla mecánica	2	53	TP
Falta de incertos	1	60	TP
Lavado de raclas y bombas	6	670	TP
Limpieza de jebes y bombas	2	150	TP
Limpieza de los rodillo internos	1	80	TP
Limpieza del trabajo anterior	1	150	TP
Montaje de cliché cambio de colores calse y centrado	22	495	TP
Montaje de jebes y preparar las raclas y bombas	9	1125	TP
Parada por cliché mal hecho	1	260	TP
Problema con los soportes de los cilindros porta cliché	1	20	TP
Rotura de la manga	1	24	TP
Se bajó la velocidad por bomba	1	35	PV
Se lavaron reglas y bombas de manera urgente	2	255	TP
Se regularon las presiones y se puso calse	1	30	TP
Terminar de centrar calse	1	150	TP
Total	269	13412	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 125. Paradas de la impresora 1 del mes de febrero

Descripción	N veces	Tiempo (min)	Sigla de tiempo
Calse y centrado de clichés	22	1145	TP
Cambio de cilindro	77	1513	TP
Cambio de estiquer a clichés y habilitación de pintura	2	155	TP
Cambio de impresión y lavado de bandejas	20	815	TP
Cambio de posición de tambor	1	30	TP
Cambio de rodillo, pegado de cliché y, habilitación de pintura	1	60	TP
Cambio de rodillos	1	45	TP
Cambio tambor	8	425	TP
Corte de energía eléctrica	1	40	TP
Espera por confirmación	4	170	TP
Etiquetar a cliché	1	185	TP
Falla de bomba	1	35	TP
Falla mecánica	9	415	TP
Falta de personal	2	90	PV
Habilitación de bomba y cambio de lona al enrollador	1	90	TP
Habilitacion de cliché nuevo para cilindro de 150"	1	30	TP
Lavado de bandeja y bomba	4	175	TP
Lijado y pegado de clichés en cilindro	3	270	TP
Limpieza de bandejas bombas	1	40	TP
Limpieza de clichés	3	108	TP
Parada por corte de energía	1	60	TP
Se bajó la velocidad por que el tejido jalaba a los costados	1	240	PV
Total	165	6136	

Fuente: ATLANTICA SRL

ANEXO 4. Descripción del temario de las capacitaciones

ANEXO 4.1. Gestión del mantenimiento



La Universidad	Admisión	Pregrado	Posgrado	Formación continua	Educación virtual	Investigación
----------------	----------	----------	----------	--------------------	-------------------	---------------

Objetivo general

El objetivo principal de este curso es desarrollar en el participante una visión moderna sobre la gestión centrada en la creación de valor para el mantenimiento. El curso se orienta hacia la revisión del modelo para la gestión estratégica del mantenimiento y así poder derivar de dicho modelo sistemas efectivos de dirección.

Metodología

El método de enseñanza busca promover la participación activa del estudiante durante el desarrollo de las sesiones, mediante el desarrollo de trabajos individuales y en grupo, la participación en clase y las discusiones acerca de las lecturas propuestas en cada sesión.

Se busca que el participante asimile los conceptos analizando y criticando las lecciones impartidas.

Bloque temático

- Revisión de conceptos de mantenimiento y conservación industrial. Modelo general de mantenimiento.
- Procesos claves y la Auditoria del Mantenimiento
- Indicadores de Gestión de Mantenimiento. Mantenimiento – Producción. Modelo OEE.
- Análisis de Criticidad. Equipos Críticos.
- Modelo Lean Manufacturing, Lean Maintenance y el Mantenimiento Productivo Total. TPM
- Mantenimiento centrado en Confiabilidad, RCM.
- Análisis de Costo de Ciclo de Vida en Mantenimiento y Criterios de reemplazo de equipos
- Logística para el Mantenimiento
- La Gestión de Activos y la Norma PAS 55 / ISO 55,000
- La Seguridad en el mantenimiento.

ANEXO 4.2. Costos y presupuesto del mantenimiento

Costos y Presupuestos del Mantenimiento

En el presente curso se profundiza en cómo están estructurados los costos del mantenimiento, así como las técnicas empleadas en el cálculo de los mismos. Se determinan los factores que influyen en el costo del ciclo de vida de los equipos y se aplican métodos que permiten determinar la necesidad de reemplazo o reparación general de los equipos productivos.

OBJETIVOS

- Analizar y determinar los costos de operación y mantenimiento de equipos productivos Adquirir criterios para la renovación del equipo existente.

TEMARIO

- 1 Costos globales del mantenimiento.
- 2 Costos de almacenamiento y gestión de repuestos.
- 3 Costos de propiedad y operación de activos.
- 4 Presupuesto de mantenimiento.
- 5 Pérdida de producción y subutilización.
- 6 Análisis de inversiones.
- 7 Gestión del reemplazo y renovación de activos.

ANEXO 4.3. Planificación y programación del mantenimiento

Planificación y Programación del Mantenimiento

OBJETIVOS

- Conocer las expectativas internacionales del mantenimiento y su proyección a las empresas de clase mundial. Entender el concepto de ciclo de vida de los equipos y su importancia en la planificación. Conocer las fuentes de datos de entrada necesarios para establecer los requisitos de MPA para los equipos. Conocer una metodología para realizar una auditoría de mantenimiento, así como el cálculo del ROI como parámetro para decidir qué equipos considerar en el plan de mantenimiento. Adquirir los conocimientos necesarios para desarrollar una estrategia adecuada para la planificación, ejecución y control. Identificar las actividades de mantenimiento y determinar su ejecución en el tiempo. Adquirir habilidad en el empleo de los principales indicadores que permitan evaluar los resultados de las actividades de mantenimiento.

TEMARIO

- 0 1. Introducción a la gestión del mantenimiento. Conceptos básicos, tipos de mantenimiento, ciclo de vida de los equipos.
- 0 2. Técnicas de mantenimiento. Requisitos de mantenimiento, tareas típicas.
- 0 3. Evaluación del sistema de mantenimiento. Evaluación de la organización, desarrollo de un sistema de criticidad, evaluación del uso y estado de los equipos.
- 0 4. Determinación de actividades proactivas. El retorno de la inversión (ROI).
- 0 5. Planificación de la gestión del mantenimiento. Documentación necesaria, organización, desarrollo de un plan maestro apoyándose en el PERT y GANTT. Generalidades sobre CMMS.
- 0 6. Programación del mantenimiento: anual, mensual, diaria.
- 0 7. Los sistemas de control: medición de la eficiencia del sistema de mantenimiento, principales indicadores, medición de beneficios.

ANEXO 5. Hojas de decisiones de los subprocesos

Tabla 126. Hoja de decisión del subproceso de extrusión

HOJA DE DECISIONES RCM							SUBPROCESO: Extrusión										
							EQUIPO: Extrusoras										
Referencias de información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción de falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por		
							S1	S2	S3								
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4					
							N1	N2	N3								
1	A	1	S	N	N	S	S						Revisar los rodillos	Semestral	Mecánico		
1	A	2	S	N	N	S	N	S					Revisar el subcionador de materia prima	Trimestral	Mecánico		
1	A	3	S	N	N	S	S						Revisar el tornillo	Trimestral	Mecánico		
1	A	4	S	N	N	S	S						Revisar las resistencia	Trimestral	Eléctrico		
1	A	5	S	N	N	S	S						Cambio de rodamiento	Mensual	Mecánico		
1	A	6	S	N	N	S	S						Cambio de empaquetadura del tubo de agua	Semestral	Mecánico		
1	A	7	S	N	N	S	S						Medir el amperaje del motor	Diario	Eléctrico		
1	A	8	S	N	N	S	S						Mantenimiento del chiller	Mensual	Mecánico		
1	A	9	S	N	N	S	S						Revisar la válvula neumática	Semanal	Mecánico		

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 127. Hoja de decisión del subproceso de telares

HOJA DE DECISIONES RCM							SUBPROCESO: Telares										
							EQUIPO: Telares										
Referencias de información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción de falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por		
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4					
							O1	O2	O3								
							N1	N2	N3								
1	A	1	S	N	N	S	S						Cambiar pinzas	Mensual	Mecánico		
1	A	2	S	N	N	S	S						Revisar frenos de lanzadera	Trimestral	Mecánico		
1	A	3	S	N	N	S	S						Revisar bodis	Trimestral	Mecánico		
1	B	1	S	N	N	S	S						Revisar estado de las pinzas	Mensual	Mecánico		
1	B	2	S	N	N	S	S						Regulación de frenos de lanzadera	Trimestral	Mecánico		
1	C	1	S	N	N	S	S						Reparar lanzaderas	Mensual	Mecánico		
1	C	2	S	N	N	S	N	S					Cambio de faja	Trimestral	Mecánico		
1	C	3	S	N	N	S	S						Revisar sensor de urdimbre	Mensual	Eléctrico		
2	A	1	S	N	N	S	S						Revisar motor enrollador	Mensual	Eléctrico		

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 128. Hoja de decisión del subproceso de conversión

HOJA DE DECISIONES RCM							SUBPROCESO: Conversión									
							EQUIPO: Convertidora									
Referencias de información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción de falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por	
							S1	S2	S3							
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4				
							N1	N2	N3							
1	A	1	S	N	N	S	S						Revisar sisaya	Trimestral	Mecánico	
1	A	2	S	N	N	S	S						Revisar jaladores	Diario	Mecánico	
1	A	3	S	N	N	S	S						Revisar línea de aire	Mensual	Mecánico	
1	A	4	S	N	N	S	S						Revisar pistón de aire	Mensual	Mecánico	
1	A	5	S	N	N	S	S						Cambiar válvula	Anual	Electricista	
1	A	6	S	N	N	S	N	S					Medir el amperaje del motor	Diario	Electricista	
1	A	7	S	N	N	S	S						Revisar guiador de fuelle	Diario	Mecánico	
1	A	8	S	N	N	S	S						Regular ruedas de salida	Semenal	Mecánico	
1	A	9	S	N	N	S	S						Revisar taca	Mensual	Mecánico	
1	A	10	S	N	N	S	S						Revisar abridor de boca	Diario	Mecánico	
2	A	1	S	N	N	S	N	S					Cambiar aguja	Mensual	Mecánico	
2	A	2	S	N	N	S	S						Mantenimiento al motor de la máquina de coser	Quincenal	Mecánico	
2	A	3	S	N	N	S	N	S					Revisar eje de la máquina de coser	Mensual	Mecánico	
2	A	4	S	N	N	S	S						Revisar que no haya atascos en la máquina de coser	Diario	Mecánico	
2	A	5	S	N	N	S	N	S					Revisar polea del motor de la máquina de coser	Mensual	Mecánico	

Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 129. Hoja de decisión del subproceso de laminado

HOJA DE DECISIONES RCM							SUBPROCESO: Laminado									
							EQUIPO: Laminadora									
Referencias de información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción de falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por	
F	FF	FM	H	S	E	O	S1	S2	S3	H4	H5	S4				
							O1	O2	O3							
							N1	N2	N3							
1	A	1	S	N	N	S	N	S					Cambio de cadena	Semestral	Mecánico	
1	A	2	S	N	N	S	N	S					Cambio de faja	Semestral	Mecánico	
1	A	3	S	N	N	S	S						Cambio de rodillo	Semestral	Mecánico	
1	A	4	S	N	N	S	S						Medir el amperaje del motor	Diario	Electricista	
1	A	5	S	N	N	S	S						Cambio de filtro	Trimestral	Mecánico	
1	A	6	S	N	N	S	S						Revisar rodillos	Semestral	Mecánico	
1	A	7	S	N	N	S	S						Revisar componentes	Quincenal	Mecánico	
1	B	1	S	N	N	S	N	S					Cambio de rodajes	Semestral	Mecánico	

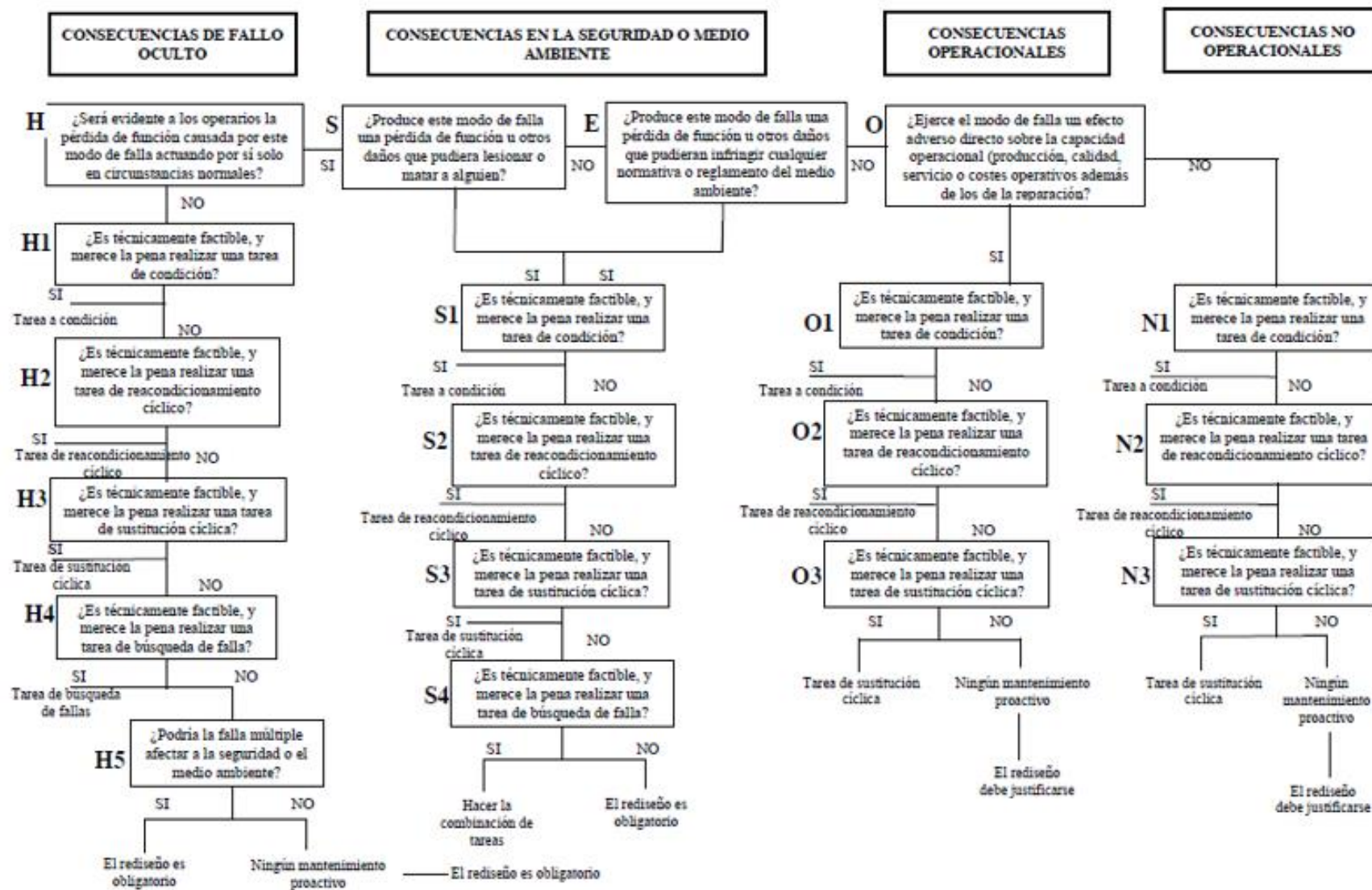
Fuente: ATLANTICA SRL

Tabla 130. Hoja de decisión del subproceso de impresión


HOJA DE DECISIONES RCM							SUBPROCESO: Impresión										
							EQUIPO: Impresoras										
Referencias de información			Evaluación de Consecuencias				H1	H2	H3	Acción de falta de			Tarea propuesta	Intervalo inicial	A realizarse por		
							S1	S2	S3								
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	H4	H5	S4					
							N1	N2	N3								
1	A	1	S	N	N	S	S						Alinear cadena de enrollador	Semestral	Mecánico		
1	A	2	S	N	N	S	S						Cambio de faja	Semestral	Mecánico		
1	A	3	S	N	N	S	S						Lubricación de engranajes	Semestral	Mecánico		
1	A	4	S	N	N	S	N	S					Mantenimiento de bomba	Mensual	Mecánico		
1	A	5	S	N	N	S	N	S					Mantenimiento de embobinador de rollos	Semestral	Mecánico		
1	A	6	S	N	N	S	N	S					Mantenimiento de tratamiento de corona	Mensual	Mecánico		
1	A	7	S	N	N	S	S						Revisar sensor	Trimestral	Eléctrico		
1	A	8	S	N	N	S	S						Cambio de perno de piñón	Semestral	Mecánico		
1	A	9	S	N	N	S	S						Revisar línea de aire	Mensual	Mecánico		
1	A	10	S	N	N	S	S						Revisar conexiones eléctricas	Trimestral	Eléctrico		
1	A	11	S	N	N	S	S						Ajustar piñones	Semestral	Mecánico		
1	A	12	S	N	N	S	S						Lavado de racla	Mensual	Mecánico		
1	A	13	S	N	N	S	S						Mantenimiento de tecla	Semestral	Mecánico		

Fuente: ATLANTICA SRL

ANEXO 6. Diagrama de decisión RCM



ANEXO 7. Proforma de solicitud de piezas por parte de la empresa Botheven

 博翊機械工業有限公司 BOTHEVEN MACHINERY INDUSTRIAL CO., LTD.					
林縣大埤鄉大埤路59巷59號 No.59, Lane 59, Ta-Pei Rd., Ta-Pei Hsiang, Yun-Lin Hsien, Taiwan, R.O.C. http://www.botheven.com.tw TEL : 886-5-5916970 e-mail: both.even2@msa.hinet.net FAX : 886-5-5916968 or 5910332					
<u>PROFORMA INVOICE</u>					
Messrs. Atlantica S.R.L			No.: BM-1903-1515-10-R2		
Attn. Mr. Saul Estela			Date: 2019/3/25		
Item No.	Part no.	Description	Q'ty	Unit Price (USD)	Amount (USD)
<i>Spare parts for DKN-3BP</i>					
1	22839C	SCREW	6 pcs	0.82	4.92
2	6624L	THROAT PLATE (DOUBLE ROW TYPE)	4 pcs	34.16	136.62
3	22760A	SCREW	15 pcs	1.12	16.78
4	56168	HOLDER NEEDLE GUARD	4 pcs	10.81	43.25
5	22570A	SCREW	8 pcs	1.38	11.04
6	51125E	NEEDLE GUARD	4 pcs	32.81	131.25
7	906	SCREW	4 pcs	1.49	5.97
8	94	SREW	8 pcs	1.12	8.95
10	D07030	TUBE FITTING UNION (PM4)	3 pcs	15.59	46.76
11	775191	WIRE NEEDLE THREAD TAKE-UP	8 pcs	3.88	31.02
12	95	SCREW	4 pcs	1.12	4.47
13	P5011	NEEDLE THREAD CONTROLLER	4 pcs	3.92	15.66
14	22894AB	SCREW	6 pcs	2.42	14.54
15	15/64S28012	SCREW	6 pcs	2.13	12.75
16	XS3403	MAIN SHAFT	3 pcs	106.46	319.37
17	29476NM-140	FEED LIFT ECCENTRIC ASS'Y	5 pcs	83.75	418.75
18	29476NM-096	LOOPER AVOID ECCENTRIC ASS'Y	5 pcs	83.75	418.75
19	56190	BUSHING MAIN SHAFT (INTERMEDIATE)	6 pcs	14.84	89.04
20	56390	BUSHING MAIN SHAFT (FRONT)	10 pcs	11.37	113.73
21	771033A	CRANK SHAFT ASS'Y	1 pcs	179.21	179.21
22	56316	NEEDLE LEVER CONNECTING ROD	4 pcs	26.33	105.30
23	56154	NEEDLE BAR BUSHING , LOWER	4 pcs	11.56	46.24
24	51154E	NEEDLE BAR BUSHING , UPPER	4 pcs	14.54	58.17
25	56383AB	CONNECTING ROD	1 pcs	35.91	35.91
26	51257AA	PRESSER BAR BUSHING , LOWER	3 pcs	20.10	60.29
27	51257K	PRESSER BAR	4 pcs	12.90	51.61
28	772061A	PRESSER FOOT ASS Y (DOUBLEROW TYPE)	4 pcs	44.07	176.30

ANEXO 8. comparación de las tasas anuales de diferentes bancos



Moneda Nacional		Moneda Extranjera											
Tasa Anual (%)	Continental	Comercio	Crédito	Pichincha	BIF	Scotiabank	Citibank	Interbank	Mibanco	GNB	Falabella	Santander	Ripley
Corporativos	4.72	4.99	4.24	6.97	4.97	4.11	4.47	4.35	-	5.94	-	6.91	-
Descuentos	4.86	-	4.67	7.27	5.34	4.08	-	4.94	-	-	-	7.82	-
Préstamos hasta 30 días	3.98	-	3.97	-	4.10	3.82	6.59	3.70	-	-	-	5.22	-
Préstamos de 31 a 90 días	4.78	4.99	4.11	6.89	4.58	4.05	4.32	5.67	-	5.31	-	5.29	-
Préstamos de 91 a 180 días	4.24	-	4.87	6.13	4.68	3.87	6.15	-	-	6.70	-	6.14	-
Préstamos de 181 a 360 días	-	-	5.46	-	-	5.24	-	-	-	5.70	-	6.88	-
Préstamos a más de 360 días	6.53	-	5.91	-	6.44	5.85	-	-	-	-	-	7.20	-
Grandes Empresas	7.19	7.31	6.12	7.87	7.03	6.05	5.66	5.43	-	5.58	-	7.49	-
Descuentos	9.62	7.49	4.75	8.78	7.77	5.56	-	6.75	-	10.78	-	7.52	-
Préstamos hasta 30 días	5.24	7.00	6.48	5.20	5.63	5.89	5.35	3.95	-	4.22	-	-	-
Préstamos de 31 a 90 días	6.57	7.70	6.65	7.57	6.60	6.63	6.26	5.85	-	6.25	-	6.71	-
Préstamos de 91 a 180 días	6.81	7.06	5.95	7.58	7.72	5.99	4.97	6.89	-	8.65	-	8.15	-
Préstamos de 181 a 360 días	6.50	7.50	6.92	9.76	7.62	5.99	-	9.36	-	9.29	-	7.56	-
Préstamos a más de 360 días	6.98	-	7.01	8.40	6.70	6.67	5.89	6.55	-	10.00	-	8.50	-
Medianas Empresas	10.67	8.52	10.81	8.74	9.37	10.60	6.68	9.55	14.81	6.25	-	5.81	-
Descuentos	12.35	6.27	7.11	8.88	8.93	9.19	-	8.12	-	9.26	-	6.14	-
Préstamos hasta 30 días	9.98	-	11.37	6.99	8.60	10.86	6.68	6.19	-	4.35	-	5.20	-
Préstamos de 31 a 90 días	10.52	14.00	10.90	8.80	9.16	10.19	-	8.99	16.77	10.08	-	8.24	-
Préstamos de 91 a 180 días	10.68	9.39	12.93	8.36	9.94	9.07	-	11.31	15.79	10.19	-	9.30	-
Préstamos de 181 a 360 días	10.98	9.00	9.71	9.21	11.19	9.47	-	8.56	17.48	-	-	-	-
Préstamos a más de 360 días	9.67	-	10.96	9.66	8.20	12.60	-	12.92	13.89	9.92	-	6.05	-
Pequeñas Empresas	14.74	10.50	16.33	19.58	11.07	17.59	-	17.10	22.07	12.94	-	-	-
Descuentos	15.76	-	7.77	11.75	12.70	11.06	-	8.59	-	-	-	-	-
Préstamos hasta 30 días	15.63	13.00	7.44	50.61	-	14.04	-	9.50	59.51	-	-	-	-

Fuente: Superintendencia de Banca y Seguros.

ANEXO 9. Accidente de trabajo de un mecánico de extrusión



ANEXO 10. Carta de aceptación por parte de la empresa




“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

Tengo el agrado de dirigirme a usted **Sr. Ñique Dávila Roberto Carlos**, identificado con DNI 70367888, estudiante de la Escuela de Ingeniería Industrial del X Ciclo, de la Institución Universitaria Santo Toribio de Mogrovejo, con la finalidad de hacer de su conocimiento que ha sido autorizado para realizar su Proyecto de Tesis, teniendo el acceso a las instalaciones y a todas las facilidades que requiera y estén al alcance, para su uso exclusivamente académico.

Si existiera alguna consulta puede comunicarse con el Sr. Diego Romero Peña, Responsable de Recursos Humanos al número telefónico 945341953.

Aprovecho la oportunidad para expresarle mi consideración y estima personal.

Atentamente,


Atlantica S.R.L. **Diego Romero Peña**
DPTO. DE RR.HH.

Predio Bullon N° S/N- (Km. 3 Vía de Evitamiento)
Lambayeque - Chiclayo - La Victoria
Email: atlantica@atlanticaperu.com / atlantica.srl@gmail.com
Web: www.atlanticaperu.com