



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

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO EN LA EMPRESA TEJIMAR”.**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros Industriales

**Autores:**

Mayo Vargas Cristian Alexis

Vasquez Jaya Jeniffer Fernanda

**Tutor Académico:**

Ing. MSc. Freddy Eduardo Quinchimbla Pisuna

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2022**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros Mayo Vargas Cristian Alexis y Vasquez Jaya Jeniffer Fernanda declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO EN LA EMPRESA TEJIMAR”**, siendo el Ing. MSc. Quinchimbla Pisuna Freddy Eduardo el tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

  
\_\_\_\_\_  
**Mayo Vargas Cristian Alexis**  
CC. 1600574030

  
\_\_\_\_\_  
**Vasquez Jaya Jeniffer Fernanda**  
CC.0504111972

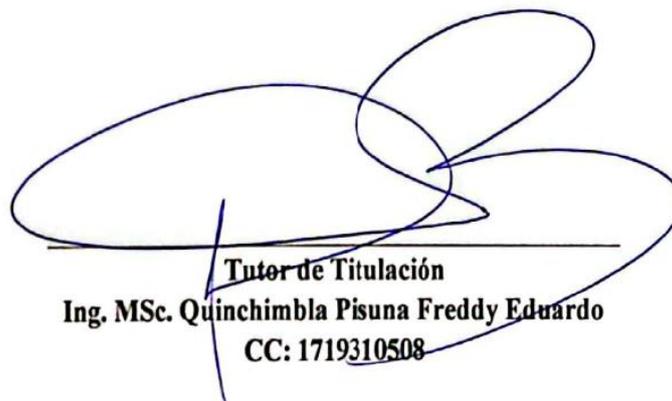


## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO EN LA EMPRESA TEJIMAR”**, de Mayo Vargas Cristian Alexis y Vasquez Jaya Jeniffer Fernanda, de la carrera de INGENIERÍA INDUSTRIAL, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2022



**Tutor de Titulación**  
**Ing. MSc. Quinchimbla Pisuna Freddy Eduardo**  
**CC: 1719310508**



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo con las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad De Ciencias De La Ingeniería Aplicadas de la carrera de Ingeniería Industrial; por lo cual, el o los postulantes; de **Mayo Vargas Cristian Alexis** y con cédula de ciudadanía N° **1600574030**, y **Vasquez Jaya Jeniffer Fernanda** con cédula de ciudadanía N° **0504111972**, con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO EN LA EMPRESA TEJIMAR”** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto, 2022

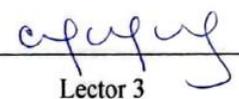
Para constancia firman:

  
Lector 1 (Presidente)

Ing. Msc. Chávez Ríos Benjamín Belisario  
CC: 1716760374

  
Lector 2

Ing. Msc. Eugenio Pilliza Cristian Ivan  
CC: 1723727473

  
Lector 3

Ing. MSc. Acurio Masabanda Jaime Hernán  
CC: 0502574247

## AVAL EMPRESA



Quito Pichincha, 31 de mayo del 2022

**Ing. Marcelo Topon**

**GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA TEJIMAR.**

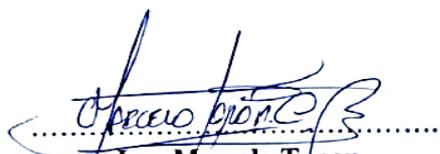
Presente. -

Comunicamos que la empresa TEJIMAR, apoya la realización del proyecto con el tema **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO EN LA EMPRESA TEJIMAR”**, llevado a cabo por los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, **CRISTIAN ALEXIS MAYO VARGAS** con número de cédula **1600574030** y **JENIFFER FERNANDA VASQUEZ JAYA** con número de cédula **0504111972**, en el periodo Abril 2022 - Agosto 2022.

Declaramos conocer y aceptar los términos y condiciones previstas para la ejecución de la investigación, quedando conformes con todas aquellas actividades que se prevean realizar con nuestro apoyo.

Sin otro particular, saludamos cordialmente a la prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi alma mater de la provincia.

Atentamente,



**Ing. Marcelo Topon**  
**GERENTE GENERAL DE**  
**LA EMPRESA TEJIMAR**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios todo poderoso por brindarme la fuerza necesaria para poder alcanzar este importante logro en mi vida.*

*A mis familiares que siempre estuvieron apoyándome en mis triunfos y fracasos, brindándome su apoyo incondicional, guiándome de la mejor manera.*

*A mis queridos docentes por formar parte de este logro alcanzado, impartiendo sus conocimientos a lo largo de tan arduo camino académico, agradezco a mi tutor y lectores quienes fueron de suma importancia para alcanzar este objetivo*

**Cristian.**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por ser el motor principal en mi vida, por acompañarme y permitirme confiarle mis anhelos con la certeza de que estos se materializarán.*

*Agradezco a mi madre porque desde muy pequeña me enseñó el significado de perseverar y luchar por nuestros sueños, y a mi pareja porque me impulsó para seguir adelante en cada caída, a pesar de todos mis fallos siempre creyeron en mí y me hicieron confiar en mí misma.*

*A la Universidad Técnica de Cotopaxi, la casa que me ha formado a nivel intelectual y humanístico.*

*Agradezco a mi tutor el ingeniero Freddy Quinchimbla quien formó parte del proceso para alcanzar este objetivo.*

*Este logro más que mío es de todos aquellos que lo hicieron posible y jamás me alcanzarán las palabras para agradecerles por tanto.*

**Fernanda V.**

## **DEDICATORIA**

*Esta tesis va dedicada con mucho cariño para las personas que estuvieron apoyándome directa e indirectamente, mis queridas tías Susana Mayo y Margarita Guanuna quienes han sido de suma importancia para poder alcanzar mis sueños y objetivos, gracias por apoyarme en todo momento.*

*A mis queridas abuelitas María Arias y Enriqueta Yáñez que, con su amor incomparable, me ayudaron a no rendirme y luchar en todo momento de mi vida.*

*A mis queridos hermanos y hermanas quienes me motivaron a seguir adelante, siendo ustedes inspiración para no rendirme y demostrarles que todo es posible.*

*A Mishell la persona que estuvo en mis momentos más difíciles de mi vida académica y personal, animándome para seguir adelante ¡Gracias Amor ¡*

**Cristian.**

## **DEDICATORIA**

*Dedico esta tesis principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.*

*A mi madre, a mi pareja, a mi hija y a mis hermanas por ser los pilares más importantes y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.*

*A mi tía Lorena, a quien quiero como a una madre, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.*

*Mil veces gracias.*

**Fernanda V.**

## ÍNDICE GENERAL

|   |          |
|---|----------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....  | II       |
| AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....                         | III      |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....                            | IV       |
| AVAL EMPRESA .....  | V        |
| AGRADECIMIENTO .....  | VI       |
| DEDICATORIA .....   | VIII     |
| ÍNDICE GENERAL .....  | X        |
| ÍNDICE DE TABLAS .....  | XII      |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....  | XIII     |
| INFORMACIÓN GENERAL.....  | XIV      |
| <b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>1</b> |
| 1.1 RESUMEN .....   | 1        |
| ABSTRACT.....   | 2        |
| AVAL DE TRADUCCIÓN .....  | 3        |
| 1.2 EL PROBLEMA .....   | 4        |
| 1.2.1 Planteamiento del problema .....                                | 4        |
| 1.2.2 Formulación del problema.....                                   | 5        |
| 1.3 BENEFICIARIOS .....   | 5        |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN .....   | 5        |
| 1.5 HIPÓTESIS .....   | 6        |
| 1.6 OBJETIVOS .....   | 6        |
| 1.6.1 General.....  | 6        |
| 1.6.2 Específicos.....  | 6        |
| 1.7 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....     | 7        |
| <b>2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO.....</b>                                  | <b>9</b> |
| 2.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO.....                        | 9        |
| 2.2 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) .....                        | 9        |
| 2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO .....                                      | 10       |
| 2.4 IMPORTANCIA DE REALIZAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ..... | 11       |
| 2.5 IMPLEMENTACIÓN DEL TPM.....                                       | 11       |
| 2.6 LOS 8 PILARES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM).....       | 14       |
| 2.7 CÓMO IMPLEMENTAR EL TPM EN TU EMPRESA.....                        | 16       |
| 2.8 BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL.....                | 16       |
| 2.9 VENTAJAS DE IMPLEMENTAR TPM .....                                 | 17       |
| 2.10 PLAN DE MANTENIMIENTO .....                                      | 18       |
| 2.10.1 ¿Qué contiene un plan de mantenimiento? .....                  | 18       |
| 2.11 PRODUCTIVIDAD.....   | 19       |
| 2.12 TIPOS DE PRODUCTIVIDAD.....                                      | 19       |
| 2.13 OEE (EFECTIVIDAD GLOBAL DE EQUIPOS).....                         | 19       |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 2.14     | OEE Y SU RELACIÓN CON EL TPM .....   | 19        |
| 2.15     | ¿CÓMO SE CALCULA EL OEE?.....  | 20        |
| 2.16     | COMO INTERPRETAR LOS VALORES DE LA OEE .....   | 20        |
| 2.17     | BENEFICIOS OEE.....  | 20        |
| 2.18     | ANTECEDENTES .....   | 21        |
| 2.19     | MARCO REFERENCIAL / ESTADO DEL ARTE.....   | 22        |
| <b>3</b> | <b>DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....</b>  | <b>25</b> |
| 3.1      | ACTIVIDADES REALIZADAS EN BASE A LOS OBJETIVOS .....   | 25        |
| 3.1.1    | <i>Mapeo de procesos de la institución y levantamiento de la planimetría de distribución de los equipos en planta.....</i>                               | 25        |
| 3.1.2    | <i>Estudio de equipos por diferentes niveles.....</i>  | 27        |
| 3.1.3    | <i>Codificación de equipos y elementos .....</i>   | 30        |
| 3.1.4    | <i>Estudio de criticidad y definición del modelo de mantenimiento de equipos. ....</i>   | 35        |
| 3.1.5    | <i>Levantamiento de fichas de equipos y de la hoja de resumen de datos de mantenimiento.....</i>   | 37        |
| 3.1.6    | <i>Determinación de los tipos de fallos inmersos en los sistemas de los equipos.....</i>   | 40        |
| 3.1.7    | <i>Clasificación de los fallos y determinación de los modos de fallos.....</i>   | 42        |
| 3.1.8    | <i>Estudio de las medidas preventiva.....</i>  | 45        |
| 3.1.9    | <i>Cálculo y análisis de estructuración del plan de mantenimiento .....</i>  | 55        |
| 3.1.10   | <i>Planificación de tareas de mantenimiento mediante rutas y gamas de mantenimiento.....</i>   | 60        |
| 3.1.11   | <i>Levantamiento de procedimientos para las rutas y gamas de mantenimiento... 71</i>   |           |
| 3.1.12   | <i>Organización de las tareas de mantenimiento para un año de ejecución .....</i>  | 80        |
| 3.2      | METODOLOGÍA.....   | 83        |
| 3.3      | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS .....   | 85        |
| 3.3.1    | <i>Análisis al iniciar y finalizar el proyecto del diseño de mantenimiento productivo total en el área de tejido a punto de la empresa TEJIMAR. ....</i> | 85        |
| 3.3.2    | <i>Análisis de la eficiencia de los equipos al iniciar y finalizar el proyecto mediante el indicador OEE.....</i>  | 86        |
| 3.3.3    | <i>Cálculo de la productividad al iniciar y finalizar el proyecto en los equipos del área de tejido a punto de la empresa TEJIMAR. ....</i>              | 90        |
| 3.4      | EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA.....   | 90        |
| 3.4.1    | <i>Impacto técnico .....</i>   | 90        |
| <b>4</b> | <b>CONCLUSIONES DE PROYECTO.....</b>   | <b>90</b> |
| 4.1      | CONCLUSIONES .....   | 90        |
| 4.2      | RECOMENDACIONES.....   | 91        |
|          | BIBLIOGRAFÍA .....   | 91        |
|          | ANEXOS .....   | 94        |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| TABLA 1.5 CUADRO DE VARIABLES .....  | 6  |
| TABLA 1.7 CUADRO DE ACTIVIDADES SEGÚN LOS OBJETIVOS .....                              | 7  |
| TABLA 3.1 CÓDIGOS Y SIGLAS DE MAQUINARIA.....  | 30 |
| TABLA 3.2 CODIFICACIÓN DE LAS FAMILIAS. ....   | 30 |
| TABLA 3.3 CODIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS.....  | 30 |
| TABLAS 3.4 CÓDIGOS DE LAS MÁQUINAS DE TEJER MAYER & CIE.....                           | 31 |
| TABLAS 3.5 CÓDIGOS DE LAS MÁQUINAS DE TEJER JUMBER. ....                               | 31 |
| TABLAS 3.6 CÓDIGOS DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA MAYER.....                           | 32 |
| TABLAS 3.7 CÓDIGOS DE LOS ELEMENTOS DE LA MÁQUINA JUMBER. ....                         | 33 |
| TABLA 3.8 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA MAQUINARIA .....                                | 35 |
| TABLA 3.9 NIVEL DE CRITICIDAD DE LA MÁQUINA MAYER.....                                 | 36 |
| TABLA 3.10 NIVEL DE CRITICIDAD DE LA MÁQUINA JUMBER .....                              | 36 |
| TABLA 3.11 FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA.....  | 37 |
| TABLA 3.12 FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA .....   | 38 |
| TABLA 3.13 HOJA DE RESUMEN .....   | 39 |
| TABLA 3.14 TIPOS DE FALLOS INMERSOS EN LA MAQUINARIA .....                             | 40 |
| TABLA 3.15 TIPOS DE FALLOS INMERSOS EN LA MAQUINARIA .....                             | 41 |
| TABLA 3.16 CLASIFICACIÓN Y MODOS DE FALLOS INMERSOS EN LA MAQUINARIA.....              | 42 |
| TABLA 3.17 CLASIFICACIÓN Y MODOS DE FALLOS INMERSOS EN LA MAQUINARIA.....              | 43 |
| TABLA 3.18 MEDIDAS PREVENTIVAS .....   | 45 |
| TABLA 3.19 MEDIDAS PREVENTIVAS .....   | 49 |
| TABLA 3.20 CODIFICACIÓN DE LAS RUTAS Y GAMAS DE MANTENIMIENTO.....                     | 55 |
| TABLA 3.21 PLAN DE MANTENIMIENTO .....   | 56 |
| TABLA 3.22 PLAN DE MANTENIMIENTO .....   | 57 |
| TABLA 3.21 RUTA DIARIA EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO.....                               | 60 |
| TABLA 3.22 GAMA MENSUAL DE LA MÁQUINA CIRCULAR DE TEJER (MAYER & CIE) (01 CM 01).....  | 62 |
| TABLA 3.23 GAMA ANUAL DE LA MÁQUINA CIRCULAR DE TEJER (MAYER & CIE) (01 CM 01) .....   | 64 |
| TABLA 3.24 GAMA MENSUAL DE LA MÁQUINA CIRCULAR DE TEJER (JUMPER) (01 CJ 01).....       | 66 |
| TABLA 3.25 GAMA ANUAL DE LA MÁQUINA CIRCULAR DE TEJER (JUMPER) (01 CJ 01).....         | 68 |
| TABLA 3.26 PLANIFICACIÓN DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO PARA UN AÑO DE EJECUCIÓN ..... | 80 |
| TABLA 3.2.1 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....  | 84 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 2.1. LOS 8 PILARES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM) [6].....  | 14 |
| FIGURA 3.1 DIAGRAMA DE PROCESO DE UN SACO TEJIDO EN LA EMPRESA “TEJIMAR” .....   | 25 |
| FIGURA 3.2 LAYOUT DE LA EMPRESA “TEJIMAR” .....  | 26 |
| FIGURA 3.3 DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DE EQUIPOS NIVEL 1, 2, 3 Y 4 EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO EN LA EMPRESA “TEJIMAR” ..... | 27 |
| FIGURA 3.4 DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DE EQUIPOS NIVEL 5 EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO EN LA EMPRESA “TEJIMAR”.....            | 28 |
| FIGURA 3.5 DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DE EQUIPOS NIVEL 5 EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO EN LA EMPRESA “TEJIMAR”.....            | 28 |
| FIGURA 3.6 DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DE EQUIPOS NIVEL 5 EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO EN LA EMPRESA “TEJIMAR”.....            | 29 |
| FIGURA 3.7 DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DE EQUIPOS NIVEL 5 EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO EN LA EMPRESA “TEJIMAR”.....            | 29 |
| FIGURA 3.8 DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD .....   | 35 |
| FIGURA 3.9 MATRIZ DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD.....  | 35 |
| FIGURA 3.10 DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA MÁQUINA MAYER .....  | 36 |
| FIGURA 3.11 DIAGRAMA DEL ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LA MÁQUINA JUMBER.....  | 36 |
| FIGURA 3.12 CÁLCULOS PARA REALIZAR EL PLAN DE MANTENIMIENTO .....  | 55 |
| FIGURA 3.13 DIAGRAMA DE FLUJO DEL RESPONSABLE DE BRINDAR MANTENIMIENTO.....  | 81 |
| FIGURA 3.14 LISTA DE REPUESTOS Y SUPLEMENTO.....   | 82 |
| FIGURA 3.15 ANÁLISIS AL INICIAR Y FINALIZAR EL PROYECTO DEL DISEÑO DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL. ....               | 86 |
| FIGURA 3.16 ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS MEDIANTE EL OEE.....  | 87 |
| FIGURA 3.17 ANÁLISIS DETALLADO DE LOS DATOS.....   | 88 |
| FIGURA 3.18 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS. ....                                       | 88 |
| FIGURA 3.19 FÓRMULAS DE LA DISPONIBILIDAD, RENDIMIENTO, CALIDAD Y LA OEE. ....   | 89 |
| FIGURA 3.20. ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LA EFICIENCIA DE LOS EQUIPOS. ....                                      | 89 |
| FIGURA 3.21 CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD DE LOS EQUIPOS .....   | 90 |

## **INFORMACIÓN GENERAL**

**Título:** “Diseño de un sistema de mantenimiento productivo total para el mejoramiento de la productividad en el área de tejido a punto en la empresa TEJIMAR”

**Fecha de inicio:**

Abril 2022

**Fecha de finalización:**

Agosto 2022

**Lugar de ejecución:**

Quito - Pichincha

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Industrial

**Proyecto de investigación vinculado:**

No aplica

**Equipo de Trabajo:**

**Tutor**

Ing. MSc. Freddy Quinchimbla

**Estudiante Investigador**

Mayo Vargas Cristian Alexis

**Estudiante Investigador**

Vasquez Jaya Jeniffer Fernanda

**Área de Conocimiento:**

- Campo Amplio: (07) Ingeniería, industria y construcción
- Campo específico: (02) Industria y producción
- Campo detallado: (07) Diseño industrial y de procesos
- Carreras de grado: (B) Ingeniería Industrial
- Titulaciones de grado: (01) Ingeniero Industrial

**Línea de investigación:**

Procesos Industriales

**Sub líneas de investigación de la Carrera:** Calidad, diseño de procesos productivos e ingeniería de métodos

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 RESUMEN

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo el “Diseño de un sistema de mantenimiento productivo total para el mejoramiento de la productividad en el área de tejido a punto en la empresa TEJIMAR”, es la marca número uno de ropa infantil tejida, cuenta con el respaldo de materia prima ecuatoriana de primera calidad, así como maquinaria textil europea que les permite plasmar hermosos y delicados tejidos.

En la empresa hay poca documentación técnica de la maquinaria los cuales se requiere para el sistema de mantenimiento, y el departamento responsable de estas actividades realiza el mantenimiento correctivo, es decir, intervienen cuando se presenta algún fallo o avería en la maquinaria ocasionando paros no programados por mantenimiento y como consecuencia afecta la productividad de la empresa.

Para solucionar este problema se realizó un sistema de Mantenimiento Productivo Total con la finalidad de mejorar la productividad en las 2 máquinas.

En el desarrollo de investigación se tomó en cuenta el área de tejido a punto y se escogió 2 máquinas circulares de tejer de las marcas Mayer & Cie relanit 4 y Jumber DKX-3, en las mismas se realizó levantamiento de información técnica, para determinar actividades de mantenimiento se tomó en cuenta información contenida en los manuales de fabricación de las máquinas, y además la experiencia del ingeniero a cargo del mantenimiento, con esto se logró realizar tareas de mantenimiento para un año de ejecución para cada máquina y la frecuencia en que se deben realizar.

**Palabras Clave:** Mantenimiento, TPM, Máquina circular, productividad, paros no programados.

## **ABSTRACT**

The objective of this degree project is the "Design of a total productive maintenance system for the improvement of productivity in the knitting area in the company TEJIMAR", is the number one brand of woven children's clothing, has the support of Ecuadorian raw material of first quality, as well as European textile machinery that allows them to capture beautiful and delicate fabrics.

In the company there is little technical documentation of the machinery which is required for the maintenance system, and the department responsible for these activities performs corrective maintenance, i.e., intervene when there is a failure or breakdown in the machinery causing unscheduled maintenance stops and consequently affects the productivity of the company.

In order to solve this problem, a Total Productive Maintenance system was developed with the purpose of improving productivity in the 2 machines.

In the development of the research, the knitting area was taken into account and 2 circular knitting machines of the Mayer & Cie relanit 4 and Jumber DKX-3 brands were chosen. In order to determine maintenance activities, information contained in the manufacturing manuals of the machines was taken into account, as well as the experience of the engineer in charge of the maintenance, with this it was possible to perform maintenance tasks for a year of execution for each machine and the frequency in which they should be performed.

**Key Words:** Maintenance, TPM, circular knitting machine, productivity, unscheduled stoppages.

## ***AVAL DE TRADUCCIÓN***

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

La traducción del resumen al idioma Inglés del trabajo de titulación cuyo título versa: **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO EN LA EMPRESA TEJIMAR”**, presentado por: **Mayo Vargas Cristian Alexis y Vasquez Jaya Jeniffer Fernanda**, estudiantes de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, septiembre del 2022

Atentamente,



Mg. Marco Beltrán



CENTRO  
DE IDIOMAS

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC**  
CI: 0502666514

## **1.2 EL PROBLEMA**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

Uno de los problemas más grandes que afecta a la industria textil a nivel mundial es el uso de maquinaria antigua, ya que carecen de precisión, confiabilidad y calidad en los procesos incluso tales máquinas al ser constantemente utilizadas para los tejidos estos se llenan de lana en todos los engranajes y circuitos generando así averías en los distintos sistemas de la maquinaria, por lo cual se producen paros inesperados, a esto se le suma la falta planificación en el mantenimiento de la maquinaria.

En el Ecuador la problemática que conlleva al trabajar con maquinaria antigua y la falta de planificación de mantenimiento considerando que se aplica el mantenimiento correctivo, este tipo de mantenimiento se lo aplica a la maquinaria cuando ya comienza a presentar fallas en cualquier parte de su sistema electromecánico, hidráulico etc.

Las industrias textiles dentro de la provincia de Pichincha, tienen la falta de mantenimiento a sus maquinarias debido a la demanda existente en el mercado y la baja eficiencia de la línea provoca que las paradas para mantenimiento se vean disminuidas por cumplir el cronograma de producción que es el objetivo de toda empresa. El mantenimiento se es visto tradicionalmente como una parte separada y externa del proceso productivo es por ello que desde la filosofía del TPM se considera que una máquina parada puede afectar la economía de la empresa, una máquina averiada, o que no trabaja a su 100% de capacidad, o que produce materiales de baja calidad ocasiona pérdidas económicas y de materia prima a la empresa.

Además, existe un riesgo permanente por el uso de este tipo de maquinaria, la falta de mantenimiento expone a los trabajadores a diversos factores de riesgo debido a que carecen de seguridad que brindan estos equipos durante el uso, por esto es necesario realizar inspecciones constantemente para reducir el índice de accidentes.

La empresa TEJIMAR aplica en su maquinaria y equipos el mantenimiento correctivo, es decir cuando la avería ya se ha presentado, ocasionando paros en la producción y retrasos en las entregas, también implica más costos de reparación y disminuye la vida útil del equipo. Se ha identificado que la empresa no lleva registros que evidencien la planificación de un cronograma para el mantenimiento.

Todos los problemas antes mencionados pueden afectar en la eficiencia de los procesos, calidad del producto, vida útil de los equipos, retrasos en la producción, seguridad para los empleados,

sin duda las pérdidas económicas y de materia prima se pueden mejorar tomando acciones preventivas sobre los factores anteriormente mencionados.

### **1.2.2 Formulación del problema**

La determinación de las actividades de un sistema de Mantenimiento Productivo Total (TPM) puede mejorar la productividad de las máquinas en el área de tejido a punto en la empresa TEJIMAR, 2022.

### **1.3 BENEFICIARIOS**

#### **Beneficiarios directos:**

- Empresa “TEJIMAR”

#### **Beneficiarios indirectos:**

- Operarios
- Clientes de la empresa

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

La empresa TEJIMAR donde se llevará a cabo el siguiente proyecto de tesis no cuenta con un sistema de mantenimiento adecuado para su maquinaria, los cuales provocan paros excesivos no programados dentro del sistema de producción debido a la falta de un sistema de mantenimiento adecuado hacia las distintas máquinas de la empresa.

El objetivo de diseñar un sistema de mantenimiento total TPM en la empresa TEJIMAR tiene como finalidad la mejora de la confiabilidad de los equipos mediante la participación de todo el personal de la empresa, aumentando la disponibilidad de los equipos con el fin de optimizar los recursos disponibles, generando ahorros de materia prima, servicios básicos y sobre todo aumentando ganancias económicas en la producción, esto ayudará a la eliminación de futuros gastos en mantenimiento correctivo, los cuales surgen por la ausencia o desinterés de implementar mantenimientos programados adecuados a la maquinaria.

Por otro lado se debe mejorar las habilidades o incrementar los conocimientos de los operadores que están encargados de cada una de las maquinarias para ello se debe capacitar al personal, en la ejecución de tareas básicas de mantenimiento asignadas a cada responsable, esto permitirá reducir averías, accidentes, por lo cual basado en todos estos puntos se tiene como resultado

que el operario es la persona que conoce mejor a su equipo de trabajo, por tanto esta persona deberá determinar cada que tiempo su equipo presenta averías o fallas.

La guía adecuada para el mantenimiento de la calidad y mejoras enfocadas por medio de esto, busca el compromiso de todos los trabajadores dentro de la empresa, enfocando la calidad hacia el cliente siendo este el objetivo principal, esto se llevará a cabo mediante el uso de técnicas modernas de mantenimiento para disminuir productos defectuosos y obtener un mayor rendimiento de la maquinaria.

## 1.5 HIPÓTESIS

- El diseño de un sistema de mantenimiento productivo total (TPM) mejorará la productividad en el área de tejido en la empresa TEJIMAR.

**Tabla 1.5** Cuadro de variables

| <b>V. Independiente</b>                      | <b>V. Dependiente</b> |
|--|-----------------------|
| Plan de mantenimiento productivo total (TPM) | Productividad         |

## 1.6 OBJETIVOS

### 1.6.1 General

Diseñar un sistema de mantenimiento productivo total para el mejoramiento de la productividad en el área de tejido a punto en la empresa TEJIMAR.

### 1.6.2 Específicos

- Caracterizar los equipos industriales para el área de tejido a punto mediante codificaciones, fichas y modelo de mantenimiento de cada equipo.
- Desarrollar el plan de mantenimiento determinando tipos, clasificación y modos de fallos de las 2 máquinas.
- Estructurar el plan de mantenimiento mediante rutas y gamas de mantenimiento.

## 1.7 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1.7 Cuadro de actividades según los objetivos

| <b>ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS:</b> |  |  |   |
|--|--|--|---|
| <b>OBJETIVO</b>  | <b>ACTIVIDADES</b>   | <b>RESULTADOS DE LA ACTIVIDAD</b>                          | <b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS</b>  |
| Caracterizar los equipos industriales  | Mapeo de procesos de la institución y levantamiento de la planimetría de distribución de los equipos en planta | Diagrama de procesos y layout                              | <b>Técnica:</b><br>Documentales<br><br><b>Instrumento:</b><br>Guía de análisis de contenido     |
|  | Estudio de equipos por diferentes niveles  | Diagrama del estudio de los equipos por diferentes niveles | <b>Técnica:</b><br>Observación<br><br><b>Instrumento:</b><br>Guía de observación                |
|  | Codificación de equipos y elementos  | Hoja de la codificación de equipos y elementos             | <b>Técnica:</b><br>Recopilación de datos<br><br><b>Instrumento:</b><br>Manual del equipo        |
|  | Estudio de criticidad y definición del modelo de mantenimiento de equipos                                      | Análisis de criticidad y modelo de mantenimiento           | <b>Técnica:</b><br>Análisis documental<br><br><b>Instrumento:</b><br>Ficha de registro de datos |
|  | Levantamiento de ficha de equipos y de la hoja resumen de datos de mantenimiento                               | Fichas técnicas y hoja de resumen                          | <b>Técnica:</b><br>Documental<br><br><b>Instrumento:</b><br>Manual del equipo                   |
|  | Desarrollar el plan de   | Determinación de los tipos de fallo inmersos en            | Tabla de los tipos de fallos  |

|                                      |  |   |  |
|--------------------------------------|--|---|--|
| mantenimiento                        | los sistemas de los equipos  |   | Hojas de información<br>Fichas documentales                        |
|                                      | Clasificación de los fallos y determinación de los modos de fallos               | Tabla de la clasificación y modos de fallos                         | <b>Técnica:</b><br>Investigación aplicada                          |
|                                      |  |   | <b>Instrumento:</b><br>Hojas de información<br>Fichas documentales |
| Estudio de las medidas preventivas   | Tabla de las medidas preventivas   | <b>Técnica:</b><br>Documentales                                     |  |
|                                      |  | <b>Instrumento:</b><br>Guía de análisis de contenido                |  |
| Estructurar el plan de mantenimiento | Cálculo y análisis de estructuración del plan de mantenimiento                   | Plan de mantenimiento y frecuencia de plan de mantenimiento         | <b>Técnica:</b><br>Observación experimental                        |
|                                      |  |   | <b>Instrumento:</b><br>Hoja o ficha de registro de datos           |
|                                      | Planificación de tareas de mantenimiento mediante rutas y gamas de mantenimiento | Tablas de las rutas y gamas de mantenimiento                        | <b>Técnica:</b><br>Investigación aplicada                          |
|                                      |  |   | <b>Instrumento:</b><br>Hojas de información                        |
|                                      | Levantamiento de procedimientos para ejecutar las rutas y gamas de mantenimiento | Procedimiento de la ejecución de las rutas y gamas de mantenimiento | <b>Técnica:</b><br>Observación                                     |
|                                      |  |   | <b>Instrumento:</b><br>Guía de observación                         |
|                                      | Organización de las tareas de mantenimiento para un año de ejecución             | Planificación de las tareas de mantenimiento                        | <b>Técnica:</b><br>Recolección de datos                            |
|                                      |  |   | <b>Instrumento:</b><br>Ficha documentada                           |

## **2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO**

### **2.1 HISTORIA DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO**

Las empresas industriales día a día se dan cuenta del importante papel que juega el mantenimiento para mantener los niveles de producción. Además de la responsabilidad fundamental de asegurar el funcionamiento completo y a largo plazo de los equipos e instalaciones, el departamento de mantenimiento tiene el reto de optimizar todas sus operaciones aplicando los procedimientos y la estrategia más adecuada. Después de la Segunda Guerra Mundial, los japoneses se dieron cuenta de la necesidad de mejorar la calidad de sus productos con el lema “Soy responsable de mi propio equipo”, adaptado de las técnicas japonesas de gestión, fabricación y mantenimiento de los Estados Unidos, lograron grandes resultados.

Antes de la década de 1950, el mantenimiento se reservaba sólo para averías. Durante la década de 1950, el desarrollo del mantenimiento preventivo asumió las funciones de prevención de averías, con una tendencia hacia el mantenimiento eficiente y la mejora de la mantenibilidad. Ya en la década de 1960, hubo una explosión en el mantenimiento proactivo, basado en fallas preventivas y predictivas, confiabilidad, Mantenibilidad e Ingeniería Económica. Pero ya en la década de 1970, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) se desarrolló en Japón basado en el respeto por las personas y la participación de todos los empleados, con la ayuda de la ciencia y el comportamiento administrativo, ingeniería de software, tecnología Tero, Logística y Ecosistema [1].

### **2.2 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un método de manufactura esbelta que garantiza la disponibilidad y confiabilidad esperada de las operaciones, equipos y sistemas aplicando los conceptos de prevención, cero defectos, cero accidentes y total participación humana, es un método de mejora.

La plena participación significa que las actividades tradicionales de mantenimiento preventivo pueden ser realizadas no solo por el personal de mantenimiento, sino también por una fuerza de trabajo capacitada y versátil, el personal de producción.

El Mantenimiento Productivo Total, también conocido como el acrónimo en inglés (Total Productive Maintenance) TPM, es un importante predecesor del concepto de mantenimiento

preventivo, nacido en los Estados Unidos y desarrollado en la década de 1950. El mantenimiento preventivo consiste en actividades regulares de inspección de piezas que incluyen, entre otros, cambios, reemplazos y lubricantes. Antes de que ocurra una falla.

La forma planificada requiere una programación regular, teniendo en cuenta las recomendaciones técnicas del fabricante y el historial de fallas del equipo.

Como un desarrollo adicional de la planificación regular de las actividades de mantenimiento, se ha adoptado el concepto de mejora de equipos con el objetivo de evitar fallas y utilizar el conocimiento del operador. El resultado es un plan de mantenimiento que hace referencia a mejoras graduales [2].

### 2.3 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Tradicionalmente se han distinguido cinco tipos de mantenimiento, dependiendo de la naturaleza de la tarea [3]:

- **Mantenimiento correctivo:** Una serie de tareas destinadas a corregir los defectos que ocurren en varios dispositivos y para el usuario.
- **Mantenimiento Preventivo:** Es el mantenimiento cuya tarea es mantener un determinado nivel de servicio en los equipos y programar intervenciones en puntos vulnerables en los momentos más apropiados. Por lo general, es sistemático e interviene incluso si el equipo no muestra signos de un problema.
- **Mantenimiento Predictivo:** Busca dar seguimiento e informar sobre el estado y operatividad de los equipos a través del conocimiento de los valores de ciertas variables que representan dicho estado y operatividad. Para realizar este mantenimiento, es necesario identificar las variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) que indican los problemas que pueden presentar las fluctuaciones en su equipo. Este es el tipo de mantenimiento más técnico, ya que requiere medios técnicos avanzados y, en ocasiones, sólidos conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.
- **Mantenimiento Hora Cero (Overhaul):** Revisar el equipo a intervalos programados antes de que ocurra una falla o cuando el equipo se vuelva poco confiable y se prevea la capacidad de producción. Es una serie de tareas a las que se apunta. Esta comprobación consiste en dejar el equipo a las cero horas, es decir, como si el equipo fuera nuevo. Durante estas revisiones, todas las piezas desgastadas serán reemplazadas o reparadas. Esto tiene por objeto garantizar una alta probabilidad de un buen tiempo de actividad preestablecido.

- **Mantenimiento en uso:** Es el mantenimiento básico del dispositivo realizado por el usuario. No requiere mucha capacitación y consiste en una serie de tareas básicas (recopilación de datos, inspección visual, limpieza, lubricación, re-atornillado) con solo una breve sesión de capacitación. Este tipo de mantenimiento es la base del TPM (Total Productive Maintenance, Mantenimiento Productivo Total).

## **2.4 IMPORTANCIA DE REALIZAR UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Tener un buen plan de mantenimiento es clave para anticipar posibles problemas y fallas en sus instalaciones. La previsión supone un importante ahorro de costes y, sobre todo, evita pérdidas económicas por un mantenimiento inadecuado. estamos hablando de [4]:

- Pérdidas en la producción debido a paradas no programadas.
- Costos asociados a las reparaciones de maquinaria y equipos, esto incluye costos del personal como adquisición de materiales y repuestos.
- Disminución de la vida útil de los equipos y maquinaria del establecimiento, lo que nuevamente redundará en costes económicos de adquisición de nuevos equipos.
- Sanciones por incumplimientos de la normativa legal.

## **2.5 IMPLEMENTACIÓN DEL TPM**

Con esto en mente, dichas organizaciones deben tener una comprensión clara de cómo implementar el TPM utilizando los siguientes 12 pasos.

### **Paso 1:** Crear el entorno adecuado

El gerente debe notificar a todos los empleados y proveedores lo siguiente: La empresa que decide establecer el TPM. Este mensaje oficial requiere la participación y el compromiso de todos los miembros y la comprensión del tema.

### **Paso 2:** Creación de un programa de capacitación y desarrollo

Este paso de implementación del TPM comienza con la creación de un programa de capacitación y desarrollo para todos los empleados de su organización.

**Paso 3:** Establecimiento de una Organización TPM Es hora de establecer un "Comité de Coordinación de Promoción del Desarrollo de la MTC" como personal o apoyo para la alta gerencia.

**Paso 4:** Definición de metas y estrategias

El Comité Coordinador de Promoción necesita definir las metas generales que se lograrán a mediano y largo plazo (1 a 3 años). Se recomiendan las necesarias pautas derivadas de ello.

**Paso 5:** Creación de un plan maestro para el desarrollo de TPM

En este punto, el Comité Coordinador de Promoción desarrollará un plan maestro para el desarrollo e implementación de TPM. Esta organización debe estar formada por verdaderos expertos en la conservación y gestión de los bienes de capital existentes de la empresa.

Además, sus conocimientos deben complementarse con cursos y programas para preparar a todos los empleados para las siguientes cinco tareas:

- Eficacia en todo el equipo.
- Mantenimiento y mantenimiento autónomo para todos los empleados en producción, ventas, finanzas, etc.
- Capacitación y desarrollo para todos los empleados de la empresa.
- Mantenimiento y conservación del personal de mantenimiento.
- Almacenamiento y mantenimiento de nuevos activos.

**Paso 6:** Acto de iniciación TPM

Incluye la celebración de una reunión de todos los empleados de la empresa y personas importantes relacionadas, incluidos proveedores, empresarios y personas respetables.

Este directorio debe apoyar el desarrollo de un ambiente proactivo que quiera destacarse entre todos los empleados y proveedores de la empresa. Aquí, cada líder de mesa (general, departamento, sección, grupo) debe informar sobre el trabajo planificado y desarrollado en cada uno de los cinco pasos anteriores y los resultados.

**Paso 7:** Mejorar la efectividad general del equipo instalado

Otro paso para lograr esta mejora en la implementación del TPM es cuando se deben completar dos tareas comunes.

Una investigación exhaustiva de las características y el rendimiento de los activos importantes e importantes. El objetivo es aprovechar al máximo su uso adecuado.

Eliminación de obstáculos que impidan la eficacia de los bienes anteriores.

**Paso 8:** Implementar un plan autónomo de almacenamiento y mantenimiento

Uno de los problemas graves que existen en la industria es que los profesionales de manufactura, finanzas y otros no están capacitados en las tareas de almacenamiento y mantenimiento de herramientas.

Este es un error grave. Esto se debe a que debemos asumir que todos los involucrados en el uso del dispositivo deben saber cómo operar y cuidar el dispositivo. La falta de conocimiento sobre los bienes de capital puede conducir a pérdidas significativas.

**Paso 9:** Implementar el plan de mantenimiento del personal de mantenimiento

La implementación de este plan debe comenzar antes de que se complete el Paso 8. Por lo visto, se debe tener en cuenta que la Autoridad de Mantenimiento de la Naturaleza debe tener las siguientes características generales:

- Estructura razonable que facilita la ejecución de tareas estratégicas y tácticas (planificación y planeamiento).
- Inventario de activos físicos clasificados en tres categorías (importante, importante, no importante).
- Plan estratégico de conservación y mantenimiento implementado por la gerencia.
- Plan táctico del plan de orden de trabajo implementado por la Autoridad de Mantenimiento de la Naturaleza.
- Sistema informático que integra la información de toda la organización.

**Paso 10:** Implementar planes de capacitación y desarrollo para todos los empleados y proveedores.

El plan creado por el Comité Promotor y Coordinador General TPM debe planificar los cursos para los empleados y proveedores de todas las empresas. Esto se hace de acuerdo a la categoría que poseas, utilizando las últimas técnicas educativas y siguiendo dos pautas:

- 1.-Todo el personal debe estar capacitado de acuerdo a las habilidades operativas.
- 2.-Toda formación debe adaptarse a las necesidades específicas de cada área de trabajo.

**Paso 11:** Implementación de un plan de conservación para nuevos equipos de capital

El personal de producción y mantenimiento debe analizar todos los equipos recién instalados a la luz de la filosofía actual de conservación industrial.

Esto requiere el uso de criterios científicos y sistemáticos, también basados en el costo del ciclo de vida (LCC). Esta fase, denominada test run, se realiza durante la vida inicial de la máquina bajo la responsabilidad del proveedor para garantizar la garantía. La actividad de puesta en servicio se enfoca en evaluar el costo del ciclo de vida económico del equipo y garantizar que el equipo tenga los niveles más altos de confiabilidad, facilidad de mantenimiento y facilidad de uso.

### **Paso 12: Estabilizar**

Este es el paso final en el programa de desarrollo e implementación de TPM. Consiste en una medición continua de resultados para encontrar un mejor target. Todo el personal de producción, con el apoyo del Comité de Coordinación General de TPM, podrá trabajar para mejorar los resultados y alcanzar metas más altas que nunca [5].

## **2.6 LOS 8 PILARES DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)**

El mantenimiento productivo total tradicional fue desarrollado por Seiichi Nakajima de Japón. Los resultados de su investigación sobre este tema condujeron al proceso TPM desde finales de la década de 1960 hasta principios de la década de 1970. Nihon Denso (ahora Denso), que fabricaba piezas de Toyota, fue la primera organización en implementar el programa TPM, lo que establece un punto de referencia reconocido internacionalmente para la implementación de los TPM. El TPM consta de ocho pilares basados en un sistema 5-S que incorpora un sistema de manufactura esbelta. El sistema 5S es una organización basada en las cinco palabras japonesas y sus significados [6]:

**Figura 2.1.** Los 8 pilares del mantenimiento productivo total (TPM) [6]



- **Seiri (organizar):** eliminar el desorden del espacio de trabajo.
- **Seiton (orden):** asegure el orden siguiendo “un lugar para todo y todo en su lugar.”
- **Seiso (limpieza):** limpia el espacio de trabajo y manténlo así.
- **Seiketsu (estandarizar):** estandarizar todos los procesos de trabajo, haciéndolos consistentes.
- **Shitsuke (sostener):** reforzando constantemente los primeros cuatro pasos.

Los ocho pilares del mantenimiento productivo total se centran en técnicas proactivas y preventivas para ayudar a mejorar la confiabilidad de los equipos. Los ocho pilares son:

**1.- Mantenimiento autónomo:** La implementación del mantenimiento autónomo implica la limpieza de la máquina a un estándar “básico” que el operador debe mantener. Esto incluye capacitar al operador en habilidades técnicas para realizar una inspección de rutina basada en el manual de la máquina.

**2.- Mejora focalizada:** La mejora focalizada analiza el proceso como un todo y hace una lluvia de ideas sobre cómo mejorarlo. Además, la mejora focalizada aumenta la eficiencia al reducir los defectos del producto y el número de procesos, al tiempo que mejora la seguridad al analizar los riesgos de cada acción individual.

**3.- Mantenimiento planificado:** En otras palabras, dado que hay un tiempo específico para realizar el mantenimiento del equipo, puede programar el mantenimiento en el momento en que el equipo esté inactivo o produciendo a baja capacidad, rara vez interrumpiendo la producción. Cómo sabrá cuándo está programada cada pieza de equipo para las actividades de mantenimiento, tener esta acumulación de inventario asegura que se mitiga cualquier disminución en la producción debido al mantenimiento.

**4.- Mantenimiento de la calidad:** Al detectar de manera proactiva la fuente de errores o defectos, los procesos se vuelven más confiables, produciendo productos con las especificaciones correctas la primera vez. Posiblemente, el mayor beneficio del mantenimiento de la calidad es que evita que los productos defectuosos se muevan por la línea, lo que podría dar lugar a una gran cantidad de reprocesos.

**5.- Gestión temprana de equipos:** Cuando se habla del diseño del equipo, es importante hablar de aspectos como la facilidad de limpieza y lubricación, la accesibilidad de las piezas, la

ubicación ergonómica de los controles de manera que sea cómoda para el operador, cómo se producen los cambios y las características de seguridad.

**6.- Capacitación y educación:** La falta de conocimiento sobre el equipo puede hacer descarrilar un programa de TPM. El equipo de mantenimiento aprende cómo implementar un programa de mantenimiento preventivo y proactivo, y los gerentes se familiarizan con los principios de TPM, el desarrollo de los empleados y la capacitación.

**7.- Seguridad, salud y medio ambiente:** Es importante crear un entorno que haga que la producción sea más eficiente, pero no debe poner en riesgo la seguridad y la salud de los empleados. Para lograr esto, cualquier solución introducida en el proceso de TPM siempre debe considerar la seguridad, la salud y el medio ambiente.

**8.- TPM en la administración:** El mantenimiento productivo total debe mirar más allá del piso de la planta abordando y eliminando áreas de desperdicio en funciones administrativas. Por ejemplo, si los procedimientos de procesamiento de pedidos se simplifican, entonces el material llega al piso de la planta más rápido y con menos errores, eliminando el tiempo de inactividad potencial mientras se localizan las partes faltantes [6].

## **2.7 CÓMO IMPLEMENTAR EL TPM EN TU EMPRESA**

El mantenimiento total de la producción (TPM) es una metodología que ayuda a garantizar la confiabilidad predecible de la maquinaria, las operaciones y los sistemas. Todo esto se debe a la aplicación de conceptos preventivos, cero defectos y la participación de todos los empleados. Hay dos formas de implementar este sistema de mantenimiento [7]:

- Desde cero, es decir creando todo el sistema y poniéndolo en ejecución en un momento determinado.
- Progresivamente, empezando por procedimientos que evitan labores correctivas más graves, por seguridad, costes o recursos dedicados.

## **2.8 BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL**

### **a) Beneficios directos [8]:**

- Menos tiempo de inactividad no planificado que da como resultado un aumento de OEE.
- Reducción de las quejas de los clientes.

- Reducción de accidentes laborales.
- Reducción de los costes de fabricación.
- Aumento de la calidad del producto.

**b) Beneficios indirectos:**

- Aumento de los niveles de confianza de los empleados.
- Reducción de las quejas de los clientes Produce un lugar de trabajo limpio y ordenado.
- Aumento de las actitudes positivas entre los empleados a través de un sentido de propiedad.
- Se siguen las medidas de control de la contaminación.
- Conocimientos y experiencias compartidos entre departamentos.

## **2.9 VENTAJAS DE IMPLEMENTAR TPM**

El TPM enfoca sus objetivos en mejorar el equipo y la eficiencia operativa mediante la reducción de errores, no conformidades y tiempos de modificación, y es igualmente relevante para las actividades de pedido y limpieza. Actividades que involucran al personal de producción destinadas a aumentar el potencial de un entorno limpio y ordenado como requisito previo para la eficiencia del sistema. Además, el TPM tiene las siguientes ventajas [9]:

- Mejoramiento de la calidad: Los equipos en buen estado producen menos unidades no conformes.
- Mejoramiento de la productividad: Mediante el aumento del tiempo disponible.
- Flujos de producción continuos: El balance y la continuidad del sistema no solo benefician a la organización en función a la disponibilidad del tiempo, sino también reduce la incertidumbre de la planeación.
- Aprovechamiento del capital humano.
- Reducción de gastos de mantenimiento correctivo: Las averías son menores, así mismo se reduce el rubro de compras urgentes.
- Reducción de costos operativos.

Debe tenerse en cuenta que el dispositivo puede estar sujeto al desgaste natural. Las actividades de TPM se enfocan en eliminar las fuentes de daños forzados y mejorar el cuidado de los equipos e instalaciones.

## **2.10 PLAN DE MANTENIMIENTO**

Un plan de mantenimiento (también conocido como plan maestro de mantenimiento) es un conjunto de tareas de mantenimiento planificadas que normalmente contiene una lista de los equipos de la planta que los técnicos deben revisar de vez en cuando. El plan de mantenimiento presenta una aplicación de acción puramente correctiva e incluye al menos tres actividades principales [10].

- Periódico (corto plazo)
- Planificado (largo plazo)
- Cierre planificado

### **2.10.1 ¿Qué contiene un plan de mantenimiento?**

Las tareas de mantenimiento son la base de toda planificación. Para que esto sea específico y útil para el operador, es importante incluir información relevante como [10]:

- Especialidad de mantenimiento (ej. campo solar, maquinaria, instrumentación, electricidad, mantenimiento legal, limpieza técnica, obra civil).
- Período de mantenimiento (aprox.).
- ¿Necesita un permiso de trabajo especial para realizar el mantenimiento? Si / No.
- ¿Necesito parar la máquina para mantenimiento? Si / No.

En particular, el número de pasos de trabajo con cada requerimiento, el tiempo de ejecución y el número de tareas, entre otros, caracterizan el plan principal de mantenimiento y explican cómo se desarrolla.

Además, existen diferentes tipos de planes, según la complejidad del mantenimiento que realice y las necesidades de su empresa.

- Plan de mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento Correctivo.
- Programa de Mantenimiento Predictivo.

En este contexto, es claro que el programa de mantenimiento de una empresa es diferente al programa de mantenimiento de una empresa pequeña y puede variar dependiendo de la antigüedad del equipo en uso.

## 2.11 PRODUCTIVIDAD

La productividad se conoce como la relación entre la producción total y los recursos utilizados para alcanzar ese nivel de producción, es decir, la relación entre la producción y los insumos. Se refiere a la forma en que se utilizan los factores de producción en el desarrollo de productos y servicios para satisfacer las necesidades de la sociedad, y debido a que los productos y servicios no son competitivos a menos que se fabriquen con altos estándares de productividad, esta es una organización. un elemento estratégico de La productividad generalmente se refiere al proceso por el cual los elementos y actividades intervienen para producir resultados. Si hay mejoras, estas se traducen en que se puede lograr lo mismo con menos o con los mismos recursos o con mejores resultados (productos y servicios) respectivamente [11].

## 2.12 TIPOS DE PRODUCTIVIDAD

Dependiendo de los factores considerados, se pueden clasificar en los siguientes tipos:

**-Productividad laboral:** la producción lograda y la cantidad de mano de obra gastada están relacionadas.

**-Productividad Total de los Factores:** La producción alcanzada está relacionada con la suma de todos los factores que intervienen en la producción. Estos factores son la tierra, el capital y el trabajo.

**-Productividad Marginal:** La producción adicional obtenida en unidades adicionales del factor de producción manteniendo constante el factor restante. Aquí es donde entra en juego la ley de los rendimientos decrecientes. En cualquier proceso de producción, agregar unidades de un factor de producción mientras se mantienen constantes los factores restantes dará como resultado aumentos cada vez más pequeños en la producción por unidad [12].

## 2.13 OEE (EFECTIVIDAD GLOBAL DE EQUIPOS)

OEE sus siglas corresponden al término inglés “Overall Equipment Effectiveness” o “Eficacia Global de Equipos Productivos” es un indicador que mide la eficacia de la maquinaria industrial [13].

## 2.14 OEE Y SU RELACIÓN CON EL TPM

OEE mide la efectividad de la máquina y la línea en porcentaje. Se calcula combinando tres factores relacionados con el proceso de fabricación [14]:

- **Disponibilidad:** Máquinas de producción en tiempo real

- **Rendimiento:** La salida real de la máquina durante un período de tiempo específico.
- **Calidad:** Crear productos sin errores

Al mismo tiempo, OEE analiza y califica diferentes tipos de pérdidas que puede producir en un proceso de producción. El origen de esta clasificación es igual que TPM, donde se definen "seis grandes pérdidas". Estas pérdidas reducen el tiempo de proceso efectivo y la producción óptima llegada.

## 2.15 ¿CÓMO SE CALCULA EL OEE?

La fórmula para calcular el OEE = disponibilidad x calidad x rendimiento [15].

**Disponibilidad:** Cantidad de tiempo que una máquina trabajó, las paradas pueden ser planificadas o no planificadas.

**Disponibilidad %** = (Tiempo en producción / Tiempo programado para producir) \* 100 %

**Calidad:** Índice utilizado para medir los bienes y las piezas imperfectas que no pueden entregarse al cliente.

**Calidad %** = (Cantidad de productos buenos / Cantidad total producida) \* 100 %

**Rendimiento:** Compara la cantidad producida con la cantidad teórica que podría haberse producido durante la producción de la planta, independientemente de la calidad de los bienes producidos, y se calcula de la siguiente manera:

**Rendimiento %** = (Cantidad de producción real / Cantidad de producción teórica) \* 100%.

## 2.16 COMO INTERPRETAR LOS VALORES DE LA OEE

Para interpretar los valores estándar en términos de OEE, existen muchos puntos de referencia comunes que determinan el nivel de eficiencia de la producción en función de los puntajes, pero siempre son subjetivos para cada fábrica [16].

100%: Producción perfecta.

85%: Objetivo adecuado a largo plazo.

60%: Indica que existe un margen sustancial de mejora.

40%: Puntuación baja fácilmente mejorable.

## 2.17 BENEFICIOS OEE

Aplicar OEE en el mantenimiento ayuda a [17]:

**Maximiza el rendimiento:** Porque te permite saber qué aspectos hay que mejorar.

**Ahorre dinero:** mejore el rendimiento.

**Conozca su retorno de inversión:** Puede calcular si su máquina es rentable y cuánto trabajo necesita hacer para recuperar su inversión.

**Obtenga información sobre el rendimiento en toda la cadena de producción:** OEE es una herramienta escalable, por lo que se pueden agregar activos a los cálculos en cualquier momento.

## 2.18 ANTECEDENTES

Un primer trabajo corresponde a Chacón Claudia (2019), quien realizó la “Revisión bibliográfica del mantenimiento productivo total y la productividad del sector industrial” en este trabajo su principal objetivo general fue “revisar la bibliografía existente sobre los beneficios del mantenimiento”. El método de investigación utilizado fue el análisis bibliográfico, y la técnica de investigación aplicada fue la revisión documental. Las conclusiones a la que llegaron los autores de la tesis fueron: El número de publicaciones ha aumentado significativamente desde 2015, alcanzando un récord de 5 en 2016. La mayoría de estos son artículos originales y, a menudo, están escritos en español. Los lanzamientos son de diferentes países del mundo, incluidos Brasil, México y Colombia. La mayoría de los artículos encontrados fueron publicados en los portales de producción y divulgación científica Scielo y Redalyc [18].

El segundo trabajo de Santiago y Katherine (2019), se denomina “Estudio de ingeniería de la máquina tejedora circular industrial marca mayer & cie. para la industria textiles del pacífico”, su principal objetivo fue “Redactar una memoria descriptiva de operación de la máquina tejedora circular textil modelo OVJA 2.4E de la fábrica Texpac para su futura Repotenciación”. Con visión a un cambio en el control automático de la tejedora industrial se realizaron: la caracterización de cada uno de los sistemas y componentes que conforman la estructura de la máquina, teniendo en cuenta cambios en el control automático de telares industriales. Se identifican por tipo de elemento y se categorizan de la siguiente manera: elementos mecánicos y eléctricos. Este último se divide según la función que cumple el sistema y destaca los parámetros de tensión, corriente, frecuencia y potencia a los que trabaja cada elemento [19].

Determinaron que el producto final obtenido de una máquina circular depende del patrón diseñado. Esto se repite a lo ancho y largo de la tela, y la caracterización ha identificado los factores que contribuyen a los defectos de fabricación. Los planes creados permitirán la continuación futura del proyecto de suministro de energía de la máquina [19].

Un tercer trabajo de David (2017), lleva por título “Implementación de TPM (mantenimiento productivo total) para una planta industrial de telares.” Trata de un proyecto actual de implementación de TPM (Mantenimiento Productivo Total) como filosofía para mejorar la gestión del mantenimiento de las plantas industriales tiene como objetivo lograr la mejora del proceso productivo, especialmente para el fácil mantenimiento de las máquinas de tejer [20].

Resultado del proyecto: Tomar medidas de TPM mejoró el mantenimiento del telar, especialmente la predicción de daños, y ser más cauteloso con las medidas sugeridas por la filosofía TPM redujo las paradas prematuras de la máquina. De la misma manera que el desempeño organizacional y la limpieza de las instalaciones son los más notorios, se necesita la colaboración del operador para cambiar sus rutinas y formas de trabajo obsoletas, y se necesita la colaboración del gerente para comenzar la implementación [20].

La conclusión a la que se llega con el desarrollo del proyecto fue: Los programas implementados requieren vigilancia administrativa para continuar con lo programado, y la cultura de nuestra sociedad nos lleva a abandonar la disciplina lograda y dar un paso atrás en lo avanzado. La implementación conjunta mejora el mantenimiento de la planta y proporciona excelentes resultados de las medidas han logrado sus objetivos y pueden demostrarse mediante mediciones estadísticas tomadas antes y después del TPM [20].

## **2.19 MARCO REFERENCIAL / ESTADO DEL ARTE**

La investigación realizada tuvo como objetivo principal mejorar la productividad del proceso post-mantenimiento de equipos pesados de construcción con COSAPI S. Verificamos la disponibilidad de las máquinas y logramos una disponibilidad de las máquinas del 73 %. En la propuesta de mejora, como resultado de la introducción del método TPM, que comenzó con la introducción de 5s, y la implementación de mantenimiento preventivo y mantenimiento autónomo, redujimos el número de fallas en una máquina por año y aumentamos la disponibilidad y confiabilidad de la máquina aumentando el número de máquinas. [21].

La presente investigación tuvo como propósito diseñar e implementar un Sistema de Gestión de Mantenimiento Total de la Producción (TPM) para reducir los costos operativos de la línea de producción de plataformas de Fabricaciones Metálicas Carranza S.A.C. Primero, se realiza una evaluación de la situación de la empresa para identificar los problemas existentes. Para ello se utilizó el diagrama de Ishikawa. Revela las causas fundamentales que afectan a estos problemas. Para solucionar esta situación se utilizan herramientas de Mantenimiento

Productivo Total (TPM), tales como: B.: Planes de mantenimiento preventivo, control de documentos, procedimientos de mantenimiento y un programa de capacitación anual que incluya los temas anteriores. Finalmente se realizó una evaluación económica y se obtuvo un VAN de S/. 103.149,77, TIR: 26,03%, B/C: 1,45. Las sugerencias de mejora son, por lo tanto, procesables y beneficiosas para la empresa [22].

En este estudio se realizaron los primeros pasos de la herramienta TPM en Inversiones Regal S. En primer lugar, se descubrió que el sistema de mantenimiento era inadecuado, como lo demuestra el hecho de que no se llevaban registros de mantenimiento preventivo de varias máquinas, y que incluso en el caso de la limpieza, no se realizaba al 100%. Un análisis de 25 días para identificar los problemas causados por el mantenimiento de la fabricación encontró que la tolva de antioxidantes fallaba con más frecuencia, pero aún no se podía reparar. Los primeros seis pasos de la herramienta TPM se enfocan en concienciar a los empleados de lo que significa el TPM para la empresa y brindarles orientación para que puedan realizar sus tareas de limpieza de la mejor manera posible. Con respecto al mantenimiento y su tiempo de inactividad, la herramienta TPM muestra que hacer 5S reduce la capacidad de mantenimiento y proporciona una base para los próximos pasos. [23].

Esta investigación surge de la necesidad de mejorar el mantenimiento de una empresa dedicada a la elaboración de alimentos balanceados. El estudio aborda primero los principales conceptos teóricos del Mantenimiento Productivo Total, los pasos a seguir para su implementación, los pilares del desarrollo de este programa, los beneficios de implementar esta metodología de trabajo y algunos casos de éxito luego de la implementación. haciendo A esto le sigue una breve descripción de la empresa que se investiga, una descripción de los productos que vende, el entorno competitivo, las actividades de producción y mantenimiento y las métricas actuales. La necesidad de implementar un Sistema de Gestión de Mantenimiento Computarizado Clasificación de contracción, trabajo de mantenimiento autónomo, 5S, orientación y capacitación de empleados en temas operativos, de calidad y seguridad. Finalmente, los beneficios financieros de este proyecto de implementación de TPM se presentan después de crear la propuesta de implementación. [24].

El sector El sector textil y de la confección es uno de los sectores de la industria más prometedores para un crecimiento sostenido y uno de los sectores internacionales con mayor acumulación de competencia de otros países. Este sector incluye varios tipos de procesos que van desde el procesamiento textil hasta el hilado, tejido y prendas de vestir. Por otro lado, en el

Capítulo 3 se desarrollan propuestas de mejora a partir del desarrollo actual del Capítulo 1. Finalmente, el Capítulo 3 concluye con el apoyo de las metodologías de las cinco 'S' y una evaluación económica basada en la estructura de costos planificada del proyecto. Finalmente, el Capítulo 4 analiza la validación de sugerencias de mejora basadas en la validación de resultados en el software Arena. [25].

### 3 DESARROLLO DE LA PROPUESTA

#### 3.1 ACTIVIDADES REALIZADAS EN BASE A LOS OBJETIVOS

##### 3.1.1 Mapeo de procesos de la institución y levantamiento de la planimetría de distribución de los equipos en planta.

Se realizó el mapeo de los procesos de producción que están inmersos dentro de la empresa, ayudando a desarrollar documentación que conste dentro de la entidad. Los procesos de producción son explicados de manera detallada en la siguiente figura:

Figura 3.1 Diagrama de proceso de un saco tejido en la empresa “TEJIMAR”

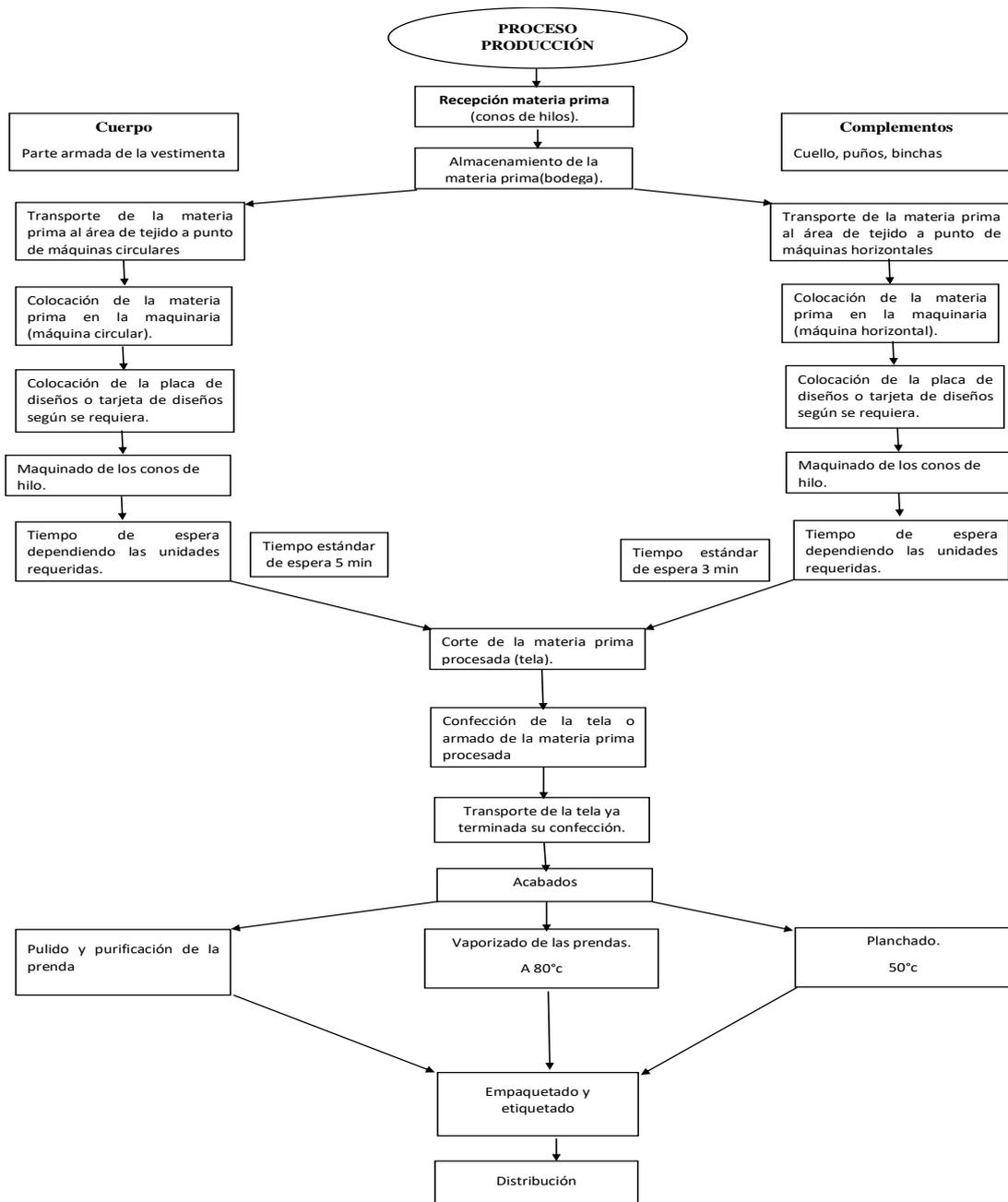
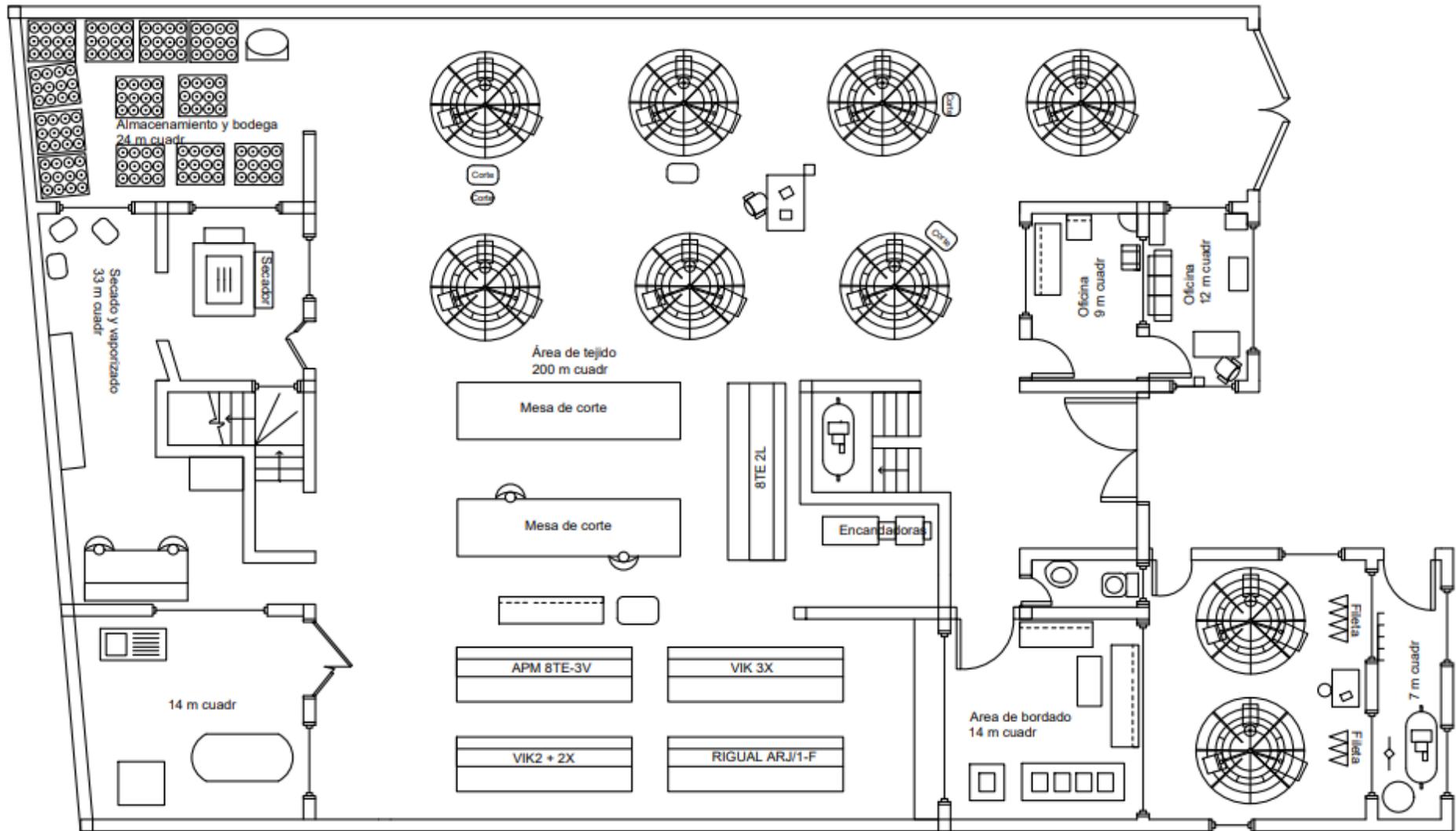


Figura 3.2 Layout de la empresa “TEJIMAR”

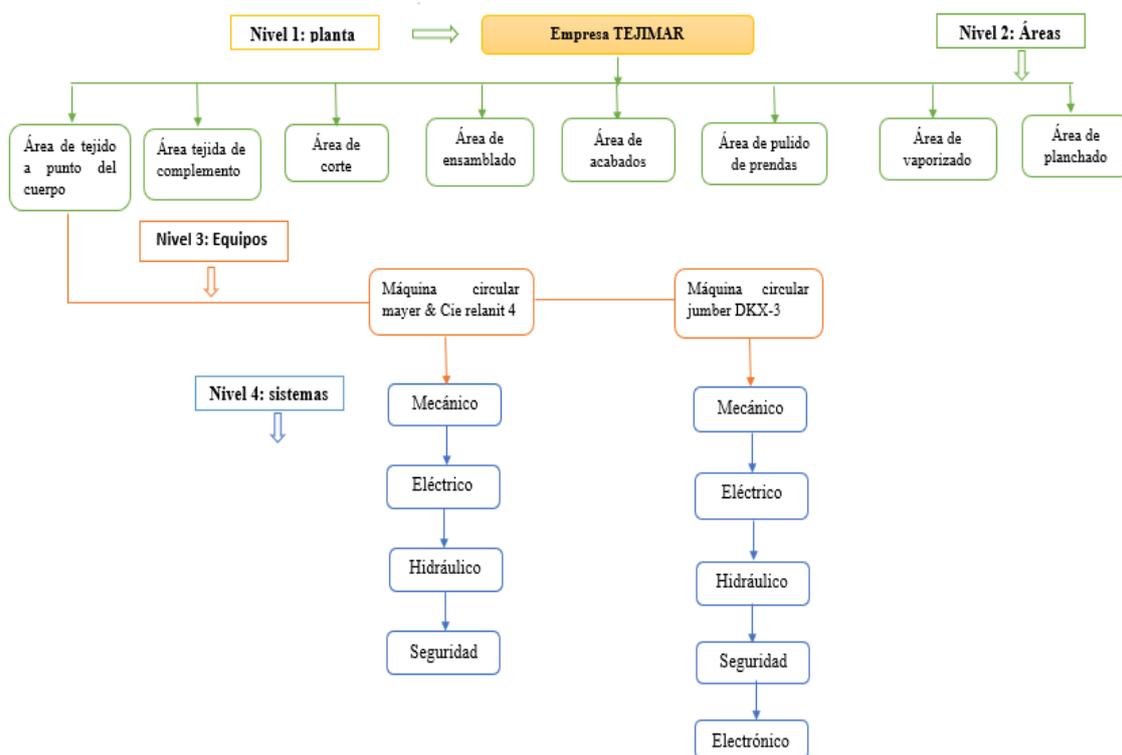


### 3.1.2 Estudio de equipos por diferentes niveles

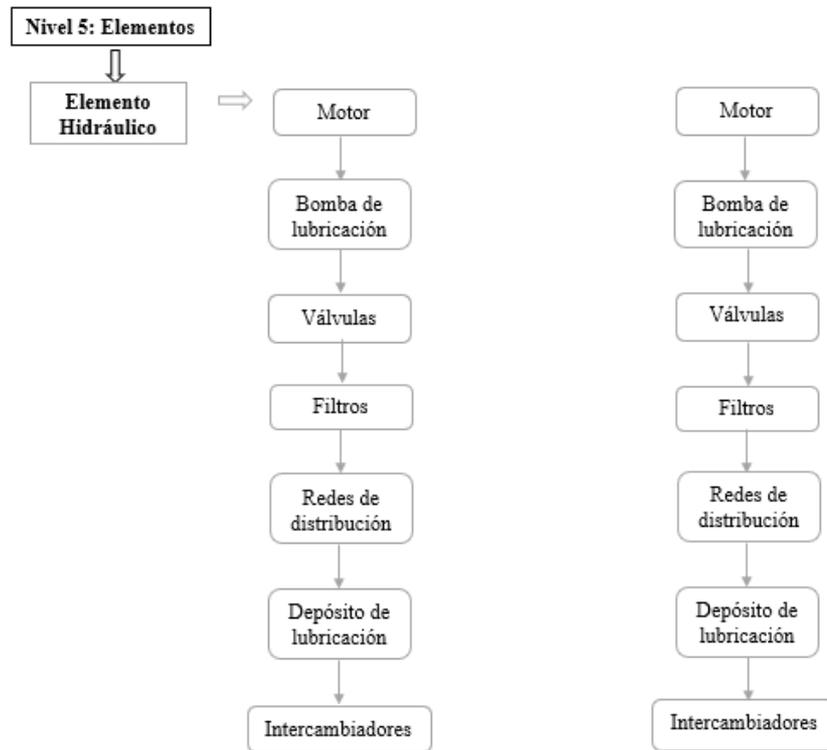
La realización de esta actividad fue de suma importancia para poder identificar cómo está distribuida la empresa, analizando la planta en general, áreas que conforman la empresa, número de equipos presentes dentro de cada área, tipos de sistemas que conforman cada uno de los equipos y elementos que componen a cada sistema identificado.

- Planta
- Áreas
- Equipos
- Sistemas
- Elementos

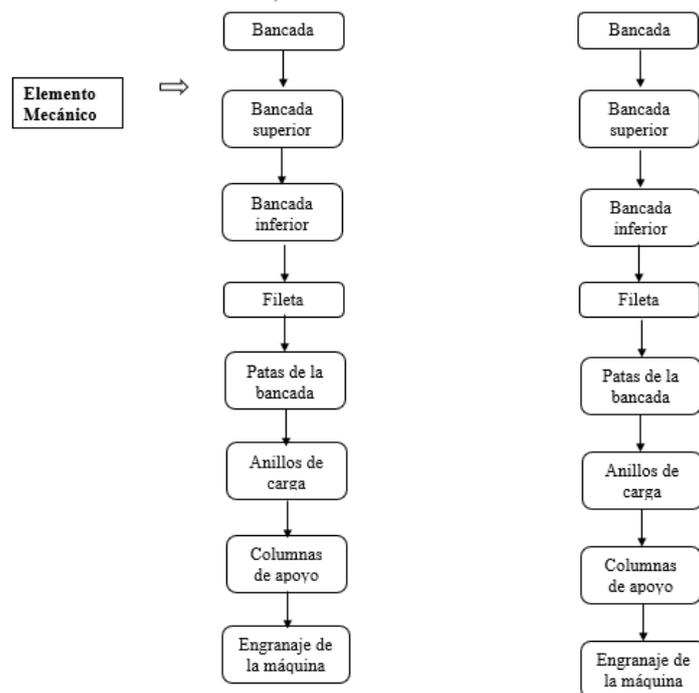
**Figura 3.3** Diagrama del análisis de equipos nivel 1, 2, 3 y 4 en el área de tejido a punto en la empresa “TEJIMAR”



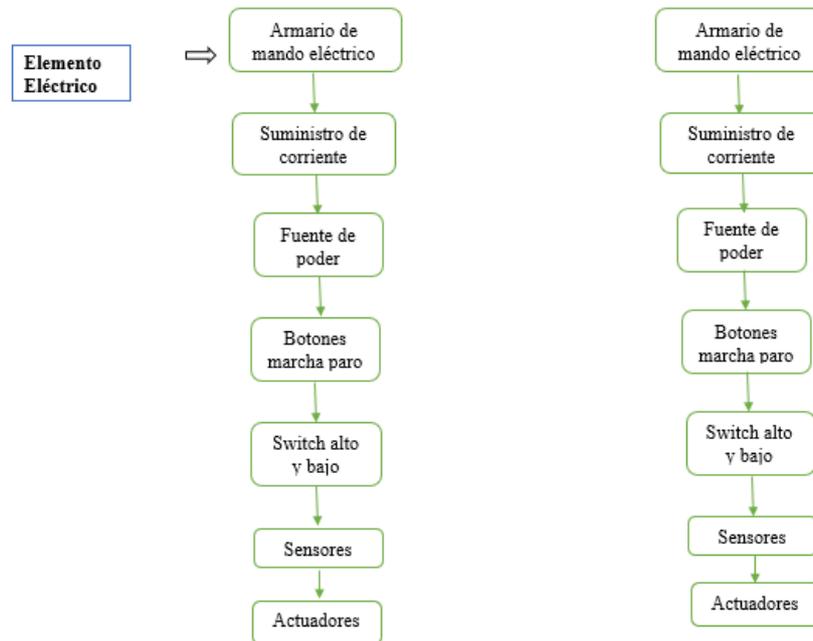
**Figura 3.4** Diagrama del análisis de equipos nivel 5 en el área de tejido a punto en la empresa “TEJIMAR”



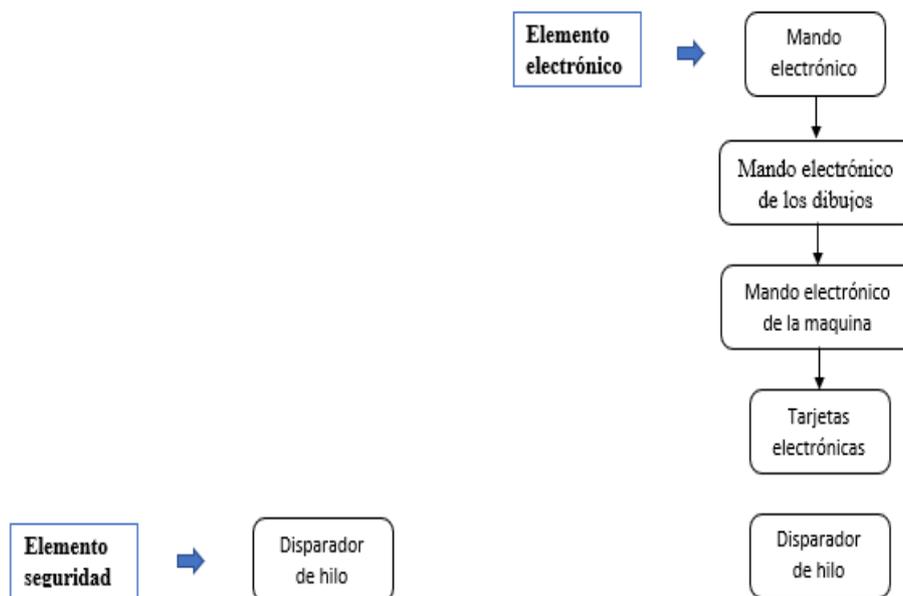
**Figura 3.5** Diagrama del análisis de equipos nivel 5 en el área de tejido a punto en la empresa “TEJIMAR”



**Figura 3.6** Diagrama del análisis de equipos nivel 5 en el área de tejido a punto en la empresa “TEJIMAR”



**Figura 3.7** Diagrama del análisis de equipos nivel 5 en el área de tejido a punto en la empresa “TEJIMAR”



### 3.1.3 Codificación de equipos y elementos

Con esta actividad es posible dar una identidad a cada uno de los equipos y sus elementos, al codificar la maquinaria es posible ubicarlos de manera más eficiente y rendir el mantenimiento adecuado.

Para la codificación se debe tomar en cuenta el grupo de familias en las que están inmersas los equipos:

**Tabla 3.1** Códigos y siglas de maquinaria.

| <b>Códigos y siglas de maquinaria</b> |  |
|---------------------------------------|--|
| <b>Código</b>                         | <b>Equipo</b>                          |
| CM                                    | Máquina circular mayer & Cie relanit 4 |
| CJ                                    | Máquina circular jumber DKX-3          |

**Tabla 3.2** Codificación de las familias.

| <b>Codificación de las familias</b> |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Código</b>                       | <b>Familia</b>                                 |
| B                                   | Bomba  |
| M                                   | Motor  |
| V                                   | Válvula  |
| I                                   | Instrumento                                    |
| F                                   | Filtro   |
| C                                   | Componente eléctrico                           |
| E                                   | Elemento eléctrico                             |
| P                                   | Pieza mecánica                                 |
| N                                   | Cilindros y actuadores neumático (no válvulas) |
| H                                   | Cilindros y actuadores hidráulicos             |
| O                                   | Brida  |
| T                                   | Tubería  |

**Tabla 3.3** Codificación de los sistemas.

| <b>Codificación de los sistemas</b> |               |
|-------------------------------------|---------------|
| <b>Sistema</b>                      | <b>Código</b> |
| ELE                                 | Eléctrico     |
| MEC                                 | Mecánico      |
| SEG                                 | Seguridad     |
| REF                                 | Refrigeración |
| INT                                 | Inteligente   |
| LBR                                 | Lubricación   |
| HDR                                 | Hidráulico    |

Una vez identificado el grupo y la familia al que pertenece el equipo, se procede a introducir las siglas de su planta, área, sistema y elemento.

**Tablas 3.4** Códigos de las máquinas de tejer Mayer & Cie.

| <b>Máquina circular mayer &amp; Cie relanit 4</b> |               |                       |
|---|---------------|-----------------------|
| <b>Área</b>                                       | <b>Equipo</b> | <b>N° correlativo</b> |
| 01  | CM            | 01                    |
| 01  | CM            | 02                    |
| 01  | CM            | 03                    |

**Tablas 3.5** Códigos de las máquinas de tejer Jumber.

| <b>Máquina circular jumber DKX-3</b> |               |                       |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------|
| <b>Área</b>                          | <b>Equipo</b> | <b>N° correlativo</b> |
| 01                                   | CJ            | 01                    |
| 01                                   | CJ            | 02                    |
| 01                                   | CJ            | 03                    |
| 01                                   | CJ            | 04                    |

**Tablas 3.6** Códigos de los elementos de la máquina Mayer.

|                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| <b>MOTOR</b>                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | M | E | L | E | M | 1 | 1 | 0 | D | T | 1  |
| <b>BOMBA DE LUBRICACIÓN</b>       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | B | L | B | R | B | 1 | 1 | 1 | D | T | 2  |
| <b>VÁLVULAS</b>                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | I | H | D | R | I | 1 | 1 | 2 | D | T | 3  |
| <b>FILTROS</b>                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | F | H | D | R | F | 1 | 1 | 3 | D | T | 4  |
| <b>REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | E | H | D | R | E | 1 | 1 | 4 | D | T | 5  |
| <b>DEPÓSITO DE LUBRICACIÓN</b>    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | E | H | D | R | E | 1 | 1 | 5 | D | T | 6  |
| <b>INTERCAMBIADORES</b>           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | H | D | R | P | 1 | 1 | 6 | D | T | 7  |
| <b>BANCADA</b>                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | H | D | R | P | 1 | 1 | 7 | D | T | 8  |
| <b>BANCADA SUPERIOR</b>           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | M | E | C | P | 1 | 1 | 8 | D | T | 9  |
| <b>BANCADA INFERIOR</b>           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | M | E | C | P | 1 | 1 | 9 | D | T | 10 |
| <b>FILETA</b>                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | M | E | C | P | 1 | 2 | 0 | D | T | 11 |
| <b>PATAS DE LA BANCADA</b>        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | M | E | C | P | 1 | 2 | 1 | D | T | 12 |
| <b>ANILLOS DE CARGA</b>           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | I | M | E | C | I | 1 | 2 | 2 | D | T | 13 |
| <b>COLUMNAS DE APOYO</b>          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | M | E | C | P | 1 | 2 | 3 | D | T | 14 |
| <b>ENGRANAJE DE LA MÁQUINA</b>    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | M | E | C | P | 1 | 2 | 4 | D | T | 15 |
| <b>ARMARIO DE MANDO ELÉCTRICO</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | C | E | L | E | C | 1 | 2 | 5 | D | T | 16 |
| <b>SUMINISTRO DE CORRIENTE</b>    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 2 | 6 | D | T | 17 |
| <b>FUENTE DE PODER</b>            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 2 | 7 | D | T | 18 |
| <b>BOTONES MARCHA PARO</b>        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 2 | 8 | D | T | 19 |
| <b>SWITCH ALTO Y BAJO VOLTAJE</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 2 | 9 | D | T | 20 |

|                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|
| <b>SENSORES</b>           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                         | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 3 | 0 | D | T | 21 |  |
| <b>ACTUADORES</b>         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                         | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 3 | 1 | D | T | 22 |  |
| <b>DISPARADOR DE HILO</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                         | 1 | C | M | 0 | 1 | E | S | E | G | E | 1 | 3 | 2 | D | T | 23 |  |

**Tablas 3.7** Códigos de los elementos de la máquina Jumber.

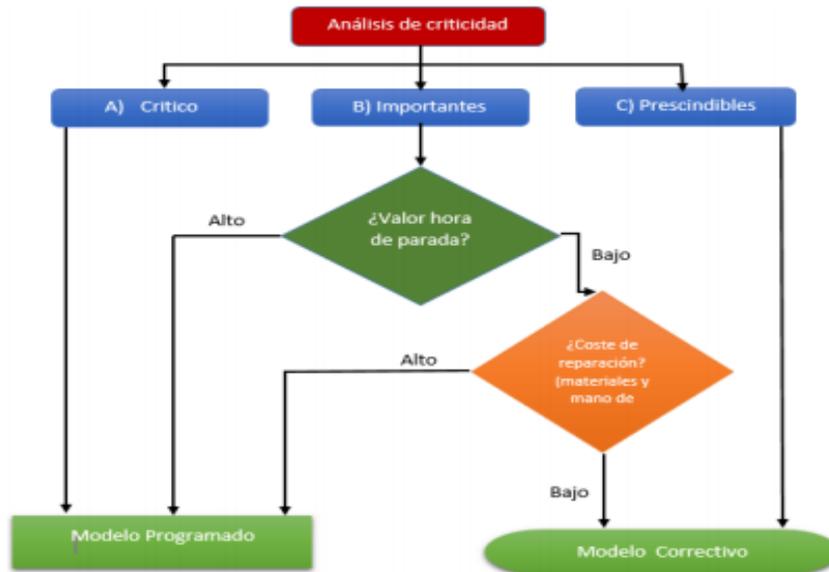
|                                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
|-----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--|
| <b>MOTOR</b>                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | M | E | L | E | M | 1 | 1 | 0 | D | T | 1  |  |
| <b>BOMBA DE LUBRICACIÓN</b>       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | B | L | B | R | B | 1 | 1 | 1 | D | T | 2  |  |
| <b>VÁLVULAS</b>                   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | I | H | D | R | I | 1 | 1 | 2 | D | T | 3  |  |
| <b>FILTROS</b>                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | F | H | D | R | F | 1 | 1 | 3 | D | T | 4  |  |
| <b>REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | E | H | D | R | E | 1 | 1 | 4 | D | T | 5  |  |
| <b>DEPÓSITO DE LUBRICACIÓN</b>    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | E | H | D | R | E | 1 | 1 | 5 | D | T | 6  |  |
| <b>INTERCAMBIADORES</b>           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | H | D | R | P | 1 | 1 | 6 | D | T | 7  |  |
| <b>BANCADA</b>                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | H | D | R | P | 1 | 1 | 7 | D | T | 8  |  |
| <b>BANCADA SUPERIOR</b>           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | M | E | C | P | 1 | 1 | 8 | D | T | 9  |  |
| <b>BANCADA INFERIOR</b>           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | M | E | C | P | 1 | 1 | 9 | D | T | 10 |  |
| <b>FILETA</b>                     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | M | E | C | P | 1 | 2 | 0 | D | T | 11 |  |
| <b>PATAS DE LA BANCADA</b>        |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | M | E | C | P | 1 | 2 | 1 | D | T | 12 |  |
| <b>ANILLOS DE CARGA</b>           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | I | M | E | C | I | 1 | 2 | 2 | D | T | 13 |  |
| <b>COLUMNAS DE APOYO</b>          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | M | E | C | P | 1 | 2 | 3 | D | T | 14 |  |
| <b>ENGRANAJE DE LA MÁQUINA</b>    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | P | M | E | C | P | 1 | 2 | 4 | D | T | 15 |  |
| <b>ARMARIO DE MANDO ELÉCTRICO</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | C | E | L | E | C | 1 | 2 | 5 | D | T | 16 |  |
| <b>SUMINISTRO DE CORRIENTE</b>    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 2 | 6 | D | T | 17 |  |
| <b>FUENTE DE PODER</b>            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |  |
| 0                                 | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 2 | 7 | D | T | 18 |  |

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| <b>BOTONES MARCHA PARO</b>              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                       | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 2 | 8 | D | T | 19 |
| <b>SWITCH ALTO Y BAJO VOLTAJE</b>       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                       | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 2 | 9 | D | T | 20 |
| <b>SENSORES</b>                         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                       | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 3 | 0 | D | T | 21 |
| <b>ACTUADORES</b>                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                       | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 3 | 1 | D | T | 22 |
| <b>MANDO ELECTRÓNICO</b>                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                       | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 3 | 2 | D | T | 23 |
| <b>MANDO ELECTRÓNICO DE LOS DIBUJOS</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                       | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 3 | 3 | D | T | 24 |
| <b>MANDO ELECTRÓNICO DE LA MÁQUINA</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                       | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 3 | 4 | D | T | 25 |
| <b>TARJETAS ELÉCTRICAS</b>              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                       | 1 | C | M | 0 | 1 | E | E | L | E | E | 1 | 3 | 5 | D | T | 26 |
| <b>DISPARADOR DE HILO</b>               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
| 0                                       | 1 | C | M | 0 | 1 | E | S | E | G | E | 1 | 3 | 6 | D | T | 27 |

### 3.1.4 Estudio de criticidad y definición del modelo de mantenimiento de equipos.

Este método permite ubicar la de manera adecuada los sistemas, instalaciones y equipos, en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito por análisis de máquinas, estableciendo criterios de evaluación y selección de un método adecuado funcional.

**Figura 3.8** Diagrama del análisis de criticidad



**Tabla 3.8** Análisis de criticidad de la maquinaria

| EQUIPO                                 | FF | IO | FO | CM | IS | IMA | CONSECUENCIA | CRITICIDAD |
|--|----|----|----|----|----|-----|--------------|------------|
| Máquina circular mayer & Cie relanit 4 | 3  | 1  | 2  | 2  | 1  | 2   | 8            | 24         |
| Máquina circular jumber DKX-3          | 4  | 2  | 2  | 3  | 2  | 2   | 11           | 44         |

Anexo II y III: Encuestas

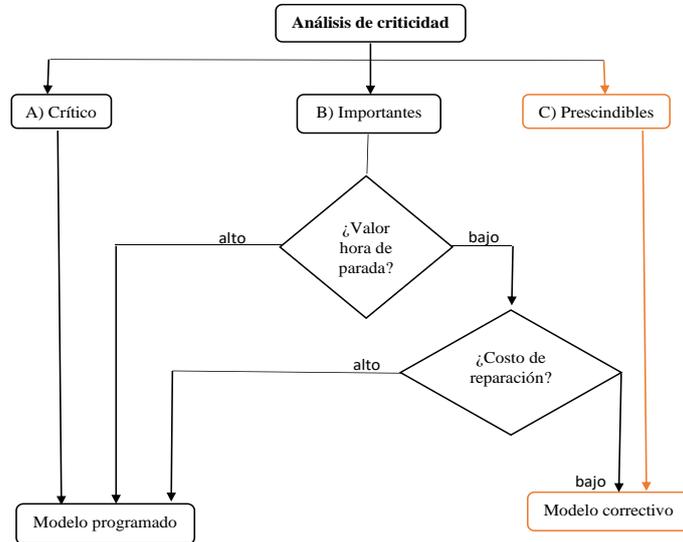
**Figura 3.9** Matriz del análisis de criticidad

|                 |   | CRITICIDAD         |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |  |  |  |
|-----------------|---|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|
|                 |   | 5                  | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 |  |  |  |
| FRECUENCIA (FF) | 4 | 20                 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64 | 68 | 72 | 76 | 80 | 84  | 88  | 92  | 96  | 100 |     |  |  |  |
|                 | 3 | 15                 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 | 45 | 48 | 51 | 54 | 57 | 60 | 63  | 66  | 69  | 72  | 75  |     |  |  |  |
|                 | 2 | 10                 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 42  | 44  | 46  | 48  | 50  |     |  |  |  |
|                 | 1 | 5                  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  |     |  |  |  |
|                 |   | 5                  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  |     |  |  |  |
|                 |   | CONSECUENCIAS (CO) |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |  |  |  |

**Tabla 3.9** Nivel de criticidad de la máquina Mayer

| Equipo                                 | Nivel De Criticidad | Modelo De Mantenimiento |
|--|---------------------|-------------------------|
| Máquina circular mayer & Cie relanit 4 | Prescindible        | Correctivo              |

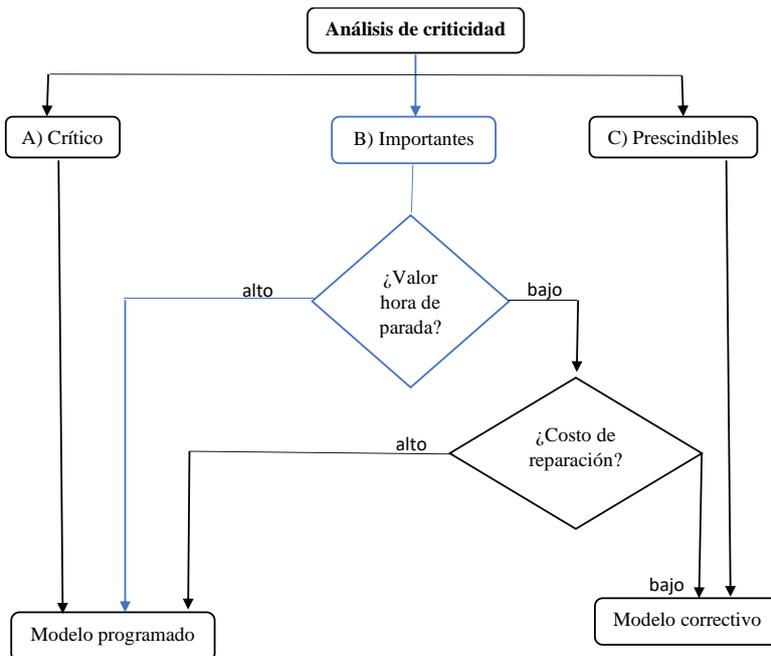
**Figura 3.10** Diagrama del análisis de criticidad de la máquina Mayer



**Tabla 3.10** Nivel de criticidad de la máquina Jumber

| Equipo                        | Nivel De Criticidad | Modelo De Mantenimiento |
|-------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Maquina circular jumber DKX-3 | Importante          | Preventivo Programado   |

**Figura 3.11** Diagrama del análisis de criticidad de la máquina Jumber



### 3.1.5 Levantamiento de fichas de equipos y de la hoja de resumen de datos de mantenimiento

En esta ficha se procede a ubicar información importante del equipo, como código, nombre del equipo, datos de fábrica, nivel de criticidad, modelo de mantenimiento, elementos que lo componen, repuestos que requiere la maquinaria y herramientas que se debe utilizar en la maquinaria, se muestra con mayor detalle en la siguiente figura:

**Tabla 3.11** Ficha técnica de maquinaria

|   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
|---|--|---|-------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>EQUIPO:</b>  | MÁQUINA CIRCULAR DE TEJER  | <b>CODIGO(S):</b>                           | 01 CM 01                            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>DATOS DEL EQUIPO</b>   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>PROVEEDOR:</b>   | Mayer & Cie  | <b>Año:</b>                                 | 1890                                |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>DIRECCIÓN:</b>   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>TELEFONOS:</b>   | 998246660  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b>  | Son equipos utilizados en la industria textil para la confección de tela con diferentes diseños y colores que será utilizada como materia prima para la fabricación de prendas de vestir.                    |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:</b>   | Es un equipo de gran dimensión compuesto por bancada fileta, elementos de formación, ajustes, sistemas de alimentación y mecanismo de estiraje, los diseños son introducidos mediante tarjetas electrónicas. |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
|   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>VALORES DE REFERENCIA</b>  |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| SISTEMA DE ALIMENTACIÓN: Transformador trifásico de inducción 100 y 400 voltios (60Hz)  |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| TIPOS DE GALGAS: 1 pulgada = 25,4 mm  |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| VELOCIDAD SINCRÓNICA: 1200RPM TIPO DE CONEXIÓN :conexión triángulo, rotor jaula ardilla   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| MOTOR: 1.6 VOLTIOS TEMPERATURA DEL MOTOR: 50°C TEMPERATURA DE OPERACIÓN: 10°C a 40°C  |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| CARGA: 70 A PRESIÓN DE AIRE: entre 3 a 4,5 bar.   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>Análisis de criticidad:</b>  | 24   |   | <b>Tipo de Equipo:</b> Prescindible |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>CRITICIDAD</b>   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>FRECUENCIA (FF)</b>  | 5  | 25  | 30                                  | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 |
|   | 4  | 20  | 24                                  | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64 | 68 | 72 | 76 | 80  | 84  | 88  | 92  | 96  | 100 |
|   | 3  | 15  | 18                                  | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 | 45 | 48 | 51 | 54 | 57 | 60  | 63  | 66  | 69  | 72  | 73  |
|   | 2  | 10  | 12                                  | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40  | 42  | 44  | 46  | 48  | 50  |
|   | 1  | 5   | 6                                   | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  |
| <b>CONCECUENCIAS (CO)</b>   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>MODELO DE MANTENIMIENTO</b>  |  | <b>¿MTO. LEGAL?</b>                         |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| CORRECTIVO  | x  | SI  |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| CONDICIONAL   |  | NO  | X                                   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| SISTEMATICO   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| ALTA DISPONIBILIDAD   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>SUBCONTRATOS NECES</b>   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| PREVENTIVO  |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| CORRECTIVO  |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| INSPECCIONES  |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| OVERHAUL  |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>ELEMENTOS QUE LO COMPONEN:</b>   |  | <b>CONSUMIBLES:</b>                         |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| Bancada<br>Fileta<br>Elementos de formación<br>Ajustes<br>Sistemas de alimentación<br>Mecanismo de estiraje<br>Dispositivo de control<br>Sistema de lubricación |  | Potencia eléctrica<br>Aceite de lubricación |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>REPUESTOS CRITICOS EN STOCK PEERMANENTE EN PLANTA:</b>   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| filetas<br>Fuente de alimentación<br>sistema de alimentación<br>cerrojos<br>gula de hilos   |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>HERRAMIENTAS ESPECIALES</b>  |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| llave especial tipo (Z)<br>desarmador plano<br>desarmador tipo cubo regulable<br>Cable de corriente, de arco piloto y switch de tobera<br>Manguera de aire      |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>FORMACIÓN NECESARIA</b>  |  | <b>ESPECIFICAR MANTENIMIENTO LEGAL</b>      |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| Conocimiento basico de maquinaria trextil, electronica y electronica  |  |   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |
| <b>SUBCONTRAT</b>   | NO APLICA  | NO APLICA                                   |                                     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |     |     |

**Tabla 3.12** Ficha técnica de maquinaria

|  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
|--|---------------------------|-------------------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|----|----|----|-----|-----|---------------------------|-----|-----|-----|--|--|--|--|
| <b>EQUIPO:</b>   | MÁQUINA CIRCULAR DE TEJER | <b>CODIGO(S):</b> | 01 CJ 01   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>DATOS DEL EQUIPO</b>  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>PROVEEDOR:</b>  | JUMBERCA                  | Año: 1890         |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>DIRECCIÓN:</b>  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>TELEFONOS:</b>  | 998246660                 |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO:</b> Son equipos utilizados en la industria textil para la confección de tela con diferentes diseños y colores que será utilizada como materia prima para la fabricación de prendas de vestir.                         |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES:</b> Es un equipo de gran dimensión compuesto por bancada fileta, elementos de formación, ajustes, sistemas de alimentación y mecanismo de estiraje, los diseños son introducidos mediante tarjetas electrónicas. |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>VALORES DE REFERENCIA</b>   |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| SISTEMA DE ALIMENTACIÓN: Transformador trifásico de inducción 100 y 400 voltios (60Hz)   |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| TIPOS DE GALGAS: 1pulgada = 25,4 mm  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| VELOCIDAD SINCRÓNICA: 1200RPM TIPO DE CONEXIÓN : conexión triángulo, rotor jaula ardilla   |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| MOTOR: 1.6 VOLTIOS TEMPERATURA DEL MOTOR: 50°C TEMPERATURA DE OPERACIÓN: 10°C a 40°C   |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| CARGA: 70 A PRESIÓN DE AIRE: entre 3 a 4,5 bar.  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>Análisis de criticidad:</b>   | 44                        |                   | <b>Tipo de Equipo:</b> Importante  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>CRITICIDAD</b>  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>FRECUENCIA (FF)</b>   | 5                         | 25                | 30   | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80   | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110                       | 115 | 120 | 125 |  |  |  |  |
|  | 4                         | 20                | 24   | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | 48 | 52 | 56 | 60 | 64   | 68 | 72 | 76 | 80  | 84  | 88                        | 92  | 96  | 100 |  |  |  |  |
|  | 3                         | 15                | 18   | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | 36 | 39 | 42 | 45 | 48   | 51 | 54 | 57 | 60  | 63  | 66                        | 69  | 72  | 73  |  |  |  |  |
|  | 2                         | 10                | 12   | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32   | 34 | 36 | 38 | 40  | 42  | 44                        | 46  | 48  | 50  |  |  |  |  |
|  | 1                         | 5                 | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16   | 17 | 18 | 19 | 20  | 21  | 22                        | 23  | 24  | 25  |  |  |  |  |
| <b>CONCECUENCIAS (CO)</b>  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>MODELO DE MANTENIMIENTO</b>   |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>¿MTO. LEGAL?</b>  |    |    |    |     |     | <b>SUBCONTRATOS NECES</b> |     |     |     |  |  |  |  |
| CORRECTIVO   |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | SI   |    |    |    |     |     | PREVENTIVO                |     |     |     |  |  |  |  |
| CONDICIONAL  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | NO   |    |    |    |     |     | CORRECTIVO                |     |     |     |  |  |  |  |
| SISTEMATICO  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | X  |    |    |    |     |     | INSPECCIONES              |     |     |     |  |  |  |  |
| ALTA DISPONIBILIDAD  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     | OVERHAUL                  |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>ELEMENTOS QUE LO COMPONEN:</b>  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>CONSUMIBLES:</b>  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| Bancada<br>Fileta<br>Elementos de formación<br>Ajustes<br>Sistemas de alimentación<br>Mecanismo de estiraje<br>Dispositivo de control<br>Sistema de lubricación  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Motor<br>Sistema de transmisión<br><br>Potencia eléctrica<br>Aceite de lubricación |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>REPUESTOS CRITICOS EN STOCK PEERMANENTE EN PLANTA:</b>  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| filetas<br>Fuente de alimentación<br>sistema de alimentación<br>cerrojos<br>gula de hilos  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>HERRAMIENTAS ESPECIALES</b>   |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| llave especial tipo (Z)<br>desarmador plano<br>desarmador tipo cubo regulable<br>Cable de corriente, de arco piloto y switch de tobera   |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>FORMACIÓN NECESARIA</b>   |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | <b>ESPECIFICAR MANTENIMIENTO LEGAL</b>   |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| Conocimiento basico de maquinaria trextil, electronica y electronica   |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    | NO APLICA  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| <b>SUBCONTRAT OS</b>   |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |
| NO APLICA  |                           |                   |  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |  |    |    |    |     |     |                           |     |     |     |  |  |  |  |

**Tabla 3.13** Hoja de resumen

|        |   |       | MODELO DE MANTENIMIENTO |       |      |       |      |      |   |                            |                                      |
|--------|---|-------|-------------------------|-------|------|-------|------|------|---|----------------------------|--------------------------------------|
| Código | Descripción                               | Crit. | Fiab.                   | Sist. | Con. | Corr. | Leg. | Sub. | Formación necesaria   | Repuesto crítico           | Observaciones                        |
| 01CM01 | Máquina circular mayer & Cie relanit<br>4 | 24    |                         |       |      | x     | NO   | NO   | Conocimiento especializado adecuado para el manejo del equipo | Agujas y filetas           | Se debe mantener en stock permanente |
| 01CJ01 | Máquina circular jumber DKX-3             | 44    |                         | x     |      |       | NO   | NO   | Conocimiento adecuado especializado para el manejo del equipo | Fusibles, agujas y filetas | Se debe mantener en stock permanente |

### 3.1.6 Determinación de los tipos de fallos inmersos en los sistemas de los equipos

Se determina el número y tipos de fallos que se encuentran presentes dentro de los sistemas que conforman a los equipos, con el desarrollo de esta actividad podemos tener un campo más amplio de las fallas que pueden llegar a presentar en cada uno de sus sistemas y poderlos combatir de una manera precisa, se describe en la siguiente figura:

**Tabla 3.14** Tipos de fallos inmersos en la maquinaria

| Equipo  | Sistema    | Tipo de fallo | Descripción                                |                                  |
|---|------------|---------------|--|----------------------------------|
| Máquina circular de tejer (Mayer & Cie)<br>(01 CM 01) | Mecánico   | técnico       | Motor mal alineado                         |                                  |
|   |            | funcional     | Motor quemado                              |                                  |
|   |            | técnico       | Sobrecalentamiento del motor               |                                  |
|   |            | funcional     | Ruptura de agujas                          |                                  |
|   |            | funcional     | Ruptura de guías                           |                                  |
|   |            | técnico       | Desgaste de engranajes                     |                                  |
|   |            | técnico       | Desgaste de guías                          |                                  |
|   |            | funcional     | Ruptura de fileta                          |                                  |
|   | Eléctrico  | técnico       | Cables sin aislar                          |                                  |
|   |            | funcional     | Fallas de suministro                       |                                  |
|   |            | funcional     | Cambio de voltaje bruscos                  |                                  |
|   |            | funcional     | Cortocircuito                              |                                  |
|   | Hidráulico | funcional     | Ruptura de mangueras de paso               |                                  |
|   |            | funcional     | Obstrucción en mangueras de paso           |                                  |
|   |            | funcional     | Contaminación del lubricante hidráulico    |                                  |
|   |            | funcional     | Fuga de la línea hidráulica                |                                  |
|   |            | técnico       | Cavitación                                 |                                  |
|   |            | técnico       | Alta temperatura del lubricante hidráulico |                                  |
|   | Seguridad  | técnico       | Operación lenta                            |                                  |
|   |            |               | técnico                                    | Disparadores de hilo no funciona |

**Tabla 3.15** Tipos de fallos inmersos en la maquinaria

| Equipo   | Sistema     | Tipo de fallo | Descripción                                |
|--|-------------|---------------|--|
| Máquina circular de tejer<br>(Jumber) (01 CM 01) | Mecánico    | técnico       | Motor mal alineado.                        |
|  |             | funcional     | Motor quemado.                             |
|  |             | técnico       | Sobrecalentamiento del motor.              |
|  |             | funcional     | Ruptura de agujas.                         |
|  |             | funcional     | Ruptura de guías.                          |
|  |             | técnico       | Desgaste de engranajes.                    |
|  |             | técnico       | Desgaste de guías                          |
|  |             | funcional     | Ruptura de fileta                          |
|  | Eléctrico   | técnico       | Cables sin aislar                          |
|  |             | funcional     | Fallas de suministro                       |
|  |             | funcional     | Cambio de voltaje bruscos                  |
|  |             | funcional     | Cortocircuito                              |
|  | Hidráulico  | funcional     | Ruptura de mangueras de paso               |
|  |             | funcional     | Obstrucción en mangueras de paso           |
|  |             | funcional     | Contaminación del lubricante hidráulico    |
|  |             | funcional     | Fuga de la línea hidráulica                |
|  |             | técnico       | Cavitación                                 |
|  |             | técnico       | Alta temperatura del lubricante hidráulico |
|  |             | funcional     | Operación lenta                            |
|  | Seguridad   | técnico       | Disparadores de hilo no funciona           |
|  | Electrónico | funcional     | Tarjetas de diseños quemadas               |
|  |             | funcional     | Placas de circuito quemadas                |
|  |             | funcional     | Resistencias quemadas                      |
|  |             | técnico       | Tarjetas de diseños mal ubicadas           |
|  |             | funcional     | Resistencias mal soldadas                  |
|  |             | funcional     | Resistencias inapropiadas                  |

### 3.1.7 Clasificación de los fallos y determinación de los modos de fallos

**Tabla 3.16** Clasificación y modos de fallos inmersos en la maquinaria

| Equipo   | Sistema    | Tipo de fallo               | Descripción                             | Clasificación                                    | Descripción del modo de fallos   |
|--|------------|-----------------------------|---|--|--|
| Máquina circular de tejer (Mayer & Cie) (01 CM 01) | Mecánico   | técnico                     | Motor mal alineado                      | Amortiguar                                       | Mala manipulación del equipo   |
|  |            | funcional                   | Motor quemado                           | Evitar   | Fases quemadas del motor   |
|  |            | técnico                     | Sobrecalentamiento del motor            | Amortiguar                                       | Sobre esfuerzo del motor, voltaje demasiado elevado                    |
|  |            | funcional                   | Ruptura de agujas                       | Evitar   | Mal ubicación de la aguja y daño o dobles                              |
|  |            | funcional                   | Ruptura de guías                        | Evitar   | Mal ubicación  |
|  |            | técnico                     | Desgaste de engranajes                  | Amortiguar                                       | Elemento cumplió el tiempo de vida útil                                |
|  |            | técnico                     | Desgaste de guías                       | Amortiguar                                       | Elemento cumplió el tiempo de vida útil                                |
|  |            | funcional                   | Ruptura de fileta                       | Evitar   | Mal ubicación de los conos   |
|  | técnico    | Fileta mal colocada         | Amortiguar                              | Mala colocación manipulación del personal        |  |
|  | Eléctrico  | técnico                     | Cables sin aislar                       | Amortiguar                                       | Deterioro de los materiales aislantes de corriente                     |
|  |            | funcional                   | Fallas de suministro                    | Evitar   | Cortes de energía eléctrica en exteriores                              |
|  |            | funcional                   | Cambio de voltaje bruscos               | Evitar   | Mala distribución eléctrica  |
|  |            | funcional                   | Cortocircuito                           | Evitar   | Variación eléctrica imprevista   |
|  | Hidráulico | funcional                   | Ruptura de mangueras de paso            | Evitar   | Desgaste del material  |
|  |            | funcional                   | Obstrucción en mangueras de paso        | Evitar   | Basuras internas en la manguera de paso                                |
|  |            | funcional                   | Contaminación del lubricante hidráulico | Evitar   | Agentes externos presentes dentro del lubricantes por falta filtración |
| funcional  |            | Fuga de la línea hidráulica | Evitar                                  | Contenedor de líquidos roto o fugas en mangueras |  |

|  |           |           |  |            |  |
|--|-----------|-----------|--|------------|--|
|  |           | técnico   | Cavitación                                 | Amortiguar | Existencia de burbujas de aire dentro de la bomba  |
|  |           | técnico   | Alta temperatura del lubricante hidráulico | Amortiguar | Fugas del lubricante   |
|  |           | funcional | Operación lenta                            | Evitar     | Fugas del lubricante, falta de dicho elemento, bomba mal calibrada y lubricante inadecuado |
|  | Seguridad | técnico   | Disparadores de hilo no funciona           | Amortiguar | Análisis de disparadores   |

**Tabla 3.17** Clasificación y modos de fallos inmersos en la maquinaria

| Equipo   | Sistema   | Tipo de fallo             | Descripción                  | Clasificación               | Descripción del modo de fallos                      |
|--|-----------|---------------------------|------------------------------|-----------------------------|---|
| Máquina circular de tejer (Jumber)<br>(01 JC 01) | Mecánico  | técnico                   | Motor mal alineado           | Amortigua                   | Mala manipulación del equipo                        |
|  |           | funcional                 | Motor quemado                | Evitar                      | Fases quemadas del motor                            |
|  |           | técnico                   | Sobrecalentamiento del motor | Amortiguar                  | Sobre esfuerzo del motor, voltaje demasiado elevado |
|  |           | funcional                 | Ruptura de agujas            | Evitar                      | Mal ubicación de la aguja y daño o dobles           |
|  |           | funcional                 | Ruptura de guías             | Evitar                      | Mal ubicación                                       |
|  |           | técnico                   | Desgaste de engranajes       | Amortiguar                  | Elemento cumplió el tiempo de vida útil             |
|  |           | técnico                   | Desgaste de guías            | Amortiguar                  | Elemento cumplió el tiempo de vida útil             |
|  |           | funcional                 | Ruptura de fileta            | Evitar                      | Mal ubicación de los conos                          |
|  |           | técnico                   | Fileta mal colocada          | Amortiguar                  | Mala colocación manipulación del personal           |
|  | Eléctrico | técnico                   | Cables sin aislar            | Amortiguar                  | Deterioro de los materiales aislantes de corriente  |
|  |           | funcional                 | Fallas de suministro         | Evitar                      | Cortes de energía eléctrica en exteriores           |
| funcional  |           | Cambio de voltaje bruscos | Evitar                       | Mala distribución eléctrica |   |

|             |           |  |            |   |
|-------------|-----------|--|------------|---|
|             | funcional | Cortocircuito                              | Evitar     | Variación eléctrica imprevista  |
| Hidráulico  | funcional | Ruptura de mangueras de paso               | Evitar     | Desgaste del material   |
|             | funcional | Obstrucción en mangueras de paso           | Evitar     | Basuras internas en la manguera de paso   |
|             | funcional | Contaminación del lubricante hidráulico    | Evitar     | Agentes externos presentes dentro del lubricantes por falta filtración                          |
|             | funcional | Fuga de la línea hidráulica                | Evitar     | Contenedor de líquidos roto o fugas en mangueras  |
|             | técnico   | Cavitación                                 | Amortiguar | Existencia de burbujas de aire dentro de la bomba   |
|             | técnico   | Alta temperatura del lubricante hidráulico | Amortiguar | Fugas del lubricante  |
|             | funcional | Operación lenta                            | Evitar     | Fugas del lubricante, falta de dicho elemento, bomba mal calibrada y lubricante inadecuado      |
| Seguridad   | técnico   | Disparadores de hilo no funciona           | Amortiguar | Análisis de disparadores  |
| Electrónico | funcional | Tarjetas de diseños quemadas               | Evitar     | Sobrecargas eléctricas o resistencias quemadas  |
|             | funcional | Placas de circuito quemadas                | Evitar     | Exceso de descargas eléctricas, los daños físicos o el exceso de calor                          |
|             | funcional | Resistencias quemadas                      | Evitar     | Sobrecarga eléctrica  |
|             | técnico   | Tarjetas de diseños mal ubicadas           | Amortigua  | Mal ubicación y manipulación del mismo  |
|             | funcional | Resistencias mal soldadas                  | Evitar     | Electrodo incorrecto, un tratamiento térmico deficiente, o incluso, un enfriamiento inadecuado. |
|             | funcional | Resistencias inapropiadas                  | Evitar     | Desconocimiento del personal  |

### 3.1.8 Estudio de las medidas preventiva

En el estudio de las medidas preventivas, se describe los modos de fallos, tareas que se debe realizar para mitigar esos fallos, se identifica las mejoras después las tareas, el procedimiento que se debe realizar.

**Tabla 3.18** Medidas preventivas

|  |          |               |                              |   | MEDIDAS PREVENTIVAS   |   |   |  |
|--|----------|---------------|------------------------------|---|---|---|---|--|
| Equipo   | Sistema  | Tipo de fallo | Descripción                  | Descripción del modo de fallo   | Tareas de mantenimiento   | Mejoras   | Procedimientos de producción  | Procedimiento de mantenimiento                                   |
| Máquina circular de tejer (Mayer & Cie) (01 CM 01) | Mecánico | técnico       | Motor mal alineado           | Vibraciones presentes en el motor y desgaste de partes.                       | Verificar la ubicación del motor. (anual)                                   | Nivelación y ajuste del motor a la base donde será ubicado. | Ajuste y nivelación requerido de acuerdo al motor de la máquina.  | Inspección del motor constante                                   |
|  |          | funciona l    | Motor quemado                | Conexiones eléctricas incorrectas del motor.                                  | Verificar el estado actual del motor. (anual)                               | Correctas instalaciones eléctricas y revoluciones del motor | Conexiones con materiales adecuados al momento de realizar las instalaciones de los circuitos eléctricos. | Verificación del motor constante y de sus conexiones eléctricas. |
|  |          | técnico       | Sobrecalentamiento del motor | El protector de sobre corriente no se ha restablecido después de la acción, o | Ajuste y andaje del relé, instalación de dispositivo controlador. (mensual) | Protector de sobre corriente correctamente instalado.       | Conexiones con materiales adecuados al momento de realizar las instalaciones de los circuitos eléctricos. | Cambio de conexiones del protector de sobre corriente            |

|            |                        |   |   |   |   |  |  |
|------------|------------------------|---|---|---|---|--|--|
|            |                        |   | protector dañado.   |   |   |  |  |
| funciona 1 | Ruptura de agujas      | Agujas mal ubicadas, alta presión al momento de colocar dichos elementos. | Verificación del bombo circular de agujas, limpieza de suciedades presentes. (diario) | Evaluación, verificación del bombo circular evitando rupturas.              | Cambio de agujas, lubricación de agujas y bombo circular.                                   | Verificación antes de iniciar el maquinado y después de terminar la jornada laboral.       |  |
| funciona 1 | Ruptura de guías       | Alta velocidad de transferencia de hilo.                                  | Verificación de la velocidad de transmisión de los rodillos de hilo. (diario)         | Ajuste de velocidad de transferencia de hilo.                               | Regulación en las revoluciones por minuto de la máquina para realizar la entrega de hilo.   | Antes de la jornada laboral verificar los rpm de la máquina y de la transferencia de hilo. |  |
| técnico    | Desgaste de engranajes | RPM de trabajo demasiados altos   | Verificación de engranajes. (anual)   | Regulación de las RPM y cambio de engranajes.                               | Personal capacitado para la manipulación del equipo.  | Mantenimiento mensual del sistema mecánico.  |  |
| técnico    | Desgaste de guías      | Vibraciones presentes en el motor y desgaste de partes.                   | Verificar la ubicación del motor. (anual)   | Nivelación y ajuste del motor a la base donde será ubicado.                 | Ajuste y nivelación requerido de acuerdo al motor de la máquina.                            | Inspección del motor constante   |  |
| funciona 1 | Ruptura de fileta      | Maquina mal nivelada, base de la máquina desnivelada o presencia          | Verificación de la base de la maquinaria que esté correctamente nivelada. (anual)     | Análisis y verificación de la base o soporte donde será ubicada la máquina. | Análisis previo o estrategia de la ubicación del equipo y revisión de guías en buen estado. | Verificación previa a la colocación de la maquinaria o equipo.                             |  |

|  |           |           |                           |   |   |  |  |   |
|--|-----------|-----------|---------------------------|---|---|--|--|---|
|  |           |           |                           | de altas vibraciones  |   |  |  |   |
|  |           | técnico   | Fileta mal colocada       | Falta de conocimiento en la manipulación o colocación del elemento. | Verificación de colocación de filetas en la máquina(mensual)        | Ajuste adecuado de filetas y correcta colocación de angularidad. | Personal capacitado para realizar dicha actividad                        | Verificación antes de iniciar la jornada laboral y después del cambio de filetas. |
|  | Eléctrico | técnico   | Cables sin aislar         | Posibles cortocircuitos.  | Verificación de cables eléctricos correctamente aislados. (mensual) | Aislamiento del sistema eléctrico.                               | Personal capacitado para este tipo de tareas.                            | Verificación después de cada instalación o mantenimiento eléctrico.               |
|  |           | funcional | Fallas de suministro      | Cortes de eléctricos inesperados por agentes externos.              | Análisis de conexiones externas o directas a la empresa. (mensual)  | Instalación de fuente de energía independiente.                  | Prevención de cortes inesperados con protectores de regulador de voltaje | Verificación del estado de la fuente de energía eléctrica independiente.          |
|  |           | funcional | Cambio de voltaje bruscos | Problemas externos de suministros de energía eléctrica              | Análisis del estado de las máquinas eléctricas. (mensual)           | Instalación de protectores de voltaje.                           | Colocación de protectores adecuados para máquinas y equipos.             | Mantenimiento de las líneas eléctricas directas a la empresa.                     |
|  |           | funcional | Cortocircuito             | Cables de conexión eléctrica mal aislados.                          | Verificación de las conexiones o instalaciones                      | Aislamiento y correcta instalación de                            | Instalación de protectores de cableado eléctrico.                        | Mantenimiento mensual de cableado eléctrico de la empresa.                        |

|  |               |   |   |   |   |  |  |
|--|---------------|---|---|---|---|--|--|
|  |               |   |   | eléctricas.<br>(mensual)  | conexiones<br>eléctricas.   |  |  |
|  | funciona<br>l | Ruptura de<br>mangueras de paso               | Altas<br>presiones<br>dentro del<br>sistema.  | Verificación de<br>las mangueras y<br>del material<br>utilizado. (diario)   | Cambio de<br>mangueras de<br>paso.  | Regulación de las<br>velocidades de<br>transporte de<br>fluido hidráulico.                               | Verificación del<br>estado de las<br>mangueras o del<br>sistema antes de<br>empezar la jornada<br>laboral. |
|  | funciona<br>l | Obstrucción en<br>mangueras de paso           | Mangueras y<br>acoples<br>inadecuados<br>para el paso<br>del líquido<br>hidráulico. | Verificación de<br>los materiales<br>utilizados para la<br>instalación del<br>sistema<br>hidráulico.<br>(mensual) | Cambio de<br>mangueras de<br>paso.  | Personal<br>capacitado para el<br>cambio adecuado<br>del líquido<br>hidráulico                           | Mantenimiento<br>mensual del sistema<br>hidráulico.  |
|  | funciona<br>l | Contaminación del<br>lubricante<br>hidráulico | Presencia de<br>agentes<br>externos<br>dentro del<br>sistema de<br>paso.            | Verificación de<br>una correcta<br>filtración del<br>líquido<br>hidráulico.<br>(diario)                           | Cambio de<br>aceite o de<br>líquido<br>hidráulico.                              | Personal<br>capacitado para el<br>cambio adecuado<br>del líquido<br>hidráulico                           | Mantenimiento<br>mensual del sistema<br>hidráulico.  |
|  | funciona<br>l | Fuga de la línea<br>hidráulica                | Mangueras<br>rotas o<br>acoples mal<br>ajustados.                                   | Verificación de<br>mangueras y<br>acoples. (diario)   | Reajuste de<br>acoples,<br>aislamiento<br>adecuado o<br>cambio de<br>mangueras. | Personal<br>capacitado para el<br>cambio adecuado<br>de mangueras y<br>acoples del<br>sistema hidráulico | Mantenimiento<br>mensual del sistema<br>hidráulico.  |
|  | técnico       | Cavitación                                    | Presencia de<br>burbujas de<br>aire.  | Expulsión de<br>exceso de aire<br>dentro del<br>sistema. (diario)   | Filtración de<br>aire dentro del<br>sistema.                                    | Personal<br>capacitado para la<br>instalación  | Mantenimiento<br>mensual del sistema<br>hidráulico.  |

|           |            |  |  |  |   |   |  |  |
|-----------|------------|--|--|--|---|---|--|--|
|           |            |  |  |  |   |   | adecuado del líquido hidráulico  |  |
|           | técnico    | Alta temperatura del lubricante hidráulico | Lubricante inadecuado o motor del sistema sobrecalentado | Verificación del lubricante adecuado para este tipo de sistemas. (mensual) | Colocación adecuada del líquido hidráulico.                     | Personal capacitado para la instalación adecuado del líquido hidráulico | Mantenimiento mensual del sistema hidráulico.                              |  |
|           | funciona 1 | Operación lenta                            | Mala ubicación de indicadores.                           | Cambio de indicadores y ubicación estratégica de los mismos. (mensual)     | Correcta ubicación de indicadores, verificación de indicadores. | Cambio de indicadores rotos o defectuosos.                              | Análisis de presión adecuado en la colocación de indicadores de seguridad. |  |
| seguridad | técnico    | disparadores de hilo no funciona           | disparadores bloqueados                                  | Análisis de disparadores   | cambio de disparadores  | conocimiento básico de limpieza en el personal                          | limpieza de los disparadores de hilo                                       |  |

**Tabla 3.19** Medidas preventivas

| Equipo                             | Sistema  | Tipo de fallo | Descripción        | Descripción del modo de fallo                           | MEDIDAS PREVENTIVAS                       |   |  |                                |
|------------------------------------|----------|---------------|--------------------|---|---|---|--|--------------------------------|
|                                    |          |               |                    |   | Tareas de mantenimiento                   | Mejoras   | Procedimientos de producción                                     | Procedimiento de mantenimiento |
| Máquina circular de tejer (Jumber) | Mecánico | técnico       | Motor mal alineado | Vibraciones presentes en el motor y desgaste de partes. | Verificar la ubicación del motor. (anual) | Nivelación y ajuste del motor a la base donde será ubicado. | Ajuste y nivelación requerido de acuerdo al motor de la máquina. | Inspección del motor constante |

|               |           |                              |   |   |  |   |  |
|---------------|-----------|------------------------------|---|---|--|---|--|
| (01 CJ<br>01) | funcional | Motor quemado                | Conexiones eléctricas incorrectas del motor.  | Verificar el estado actual del motor. (anual)   | Correctas instalaciones eléctricas y revoluciones del motor    | Conexiones con materiales adecuados al momento de realizar las instalaciones de los circuitos eléctricos. | Verificación del motor constante y de sus conexiones eléctricas.                           |
|               | técnico   | Sobrecalentamiento del motor | El protector de sobre corriente no se ha restablecido después de la acción, o protector dañado. | Ajuste y andaje del relé, instalación de dispositivo controlador. (mensual)           | Protector de sobre corriente correctamente instalado.          | Conexiones con materiales adecuados al momento de realizar las instalaciones de los circuitos eléctricos. | Cambio de conexiones del protector de sobre corriente                                      |
|               | funcional | Ruptura de agujas            | Agujas mal ubicadas, alta presión al momento de colocar dichos elementos.                       | Verificación del bombo circular de agujas, limpieza de suciedades presentes. (diario) | Evaluación, verificación del bombo circular evitando rupturas. | Cambio de agujas, lubricación de agujas y bombo circular.   | Verificación antes de iniciar el maquinado y después de terminar la jornada laboral.       |
|               | funcional | Ruptura de guías             | Alta velocidad de transferencia de hilo.  | Verificación de la velocidad de transmisión de los rodillos de hilo. (diario)         | Ajuste de velocidad de transferencia de hilo.                  | Regulación en las revoluciones por minuto de la máquina para realizar la entrega de hilo.                 | Antes de la jornada laboral verificar los rpm de la máquina y de la transferencia de hilo. |
|               | técnico   | Desgaste de engranajes       | RPM de trabajo demasiados altos   | Verificación de engranajes. (anual)   | Regulación de las RPM y cambio de engranajes.                  | Personal capacitado para la manipulación del equipo.  | Mantenimiento mensual del sistema mecánico.  |

|  |           |           |                           |   |   |   |   |   |
|--|-----------|-----------|---------------------------|---|---|---|---|---|
|  |           | técnico   | Desgaste de guías         | Vibraciones presentes en el motor y desgaste de partes.                               | Verificar la ubicación del motor. (anual)   | Nivelación y ajuste del motor a la base donde será ubicado.                 | Ajuste y nivelación requerido de acuerdo al motor de la máquina.                            | Inspección del motor constante  |
|  |           | funcional | Ruptura de fileta         | Maquina mal nivelada, base de la máquina desnivelada o presencia de altas vibraciones | Verificación de la base de la maquinaria que esté correctamente nivelada. (anual) | Análisis y verificación de la base o soporte donde será ubicada la máquina. | Análisis previo o estrategia de la ubicación del equipo y revisión de guías en buen estado. | Verificación previa a la colocación de la maquinaria o equipo.                    |
|  |           | técnico   | Fileta mal colocada       | Falta de conocimiento en la manipulación o colocación del elemento.                   | Verificación de colocación de filetas en la máquina(mensual)                      | Ajuste adecuado de filetas y correcta colocación de angularidad.            | Personal capacitado para realizar dicha actividad   | Verificación antes de iniciar la jornada laboral y después del cambio de filetas. |
|  | eléctrico | técnico   | Cables sin aislar         | Posibles cortocircuitos.  | Verificación de cables eléctricos correctamente aislados. (anual )                | Aislamiento del sistema eléctrico.  | Personal capacitado para este tipo de tareas.   | Verificación después de cada instalación o mantenimiento eléctrico.               |
|  |           | funcional | Fallas de suministro      | Cortes de eléctricos inesperados por agentes externos.                                | Análisis de conexiones externas o directas a la empresa. (anual)                  | Instalación de fuente de energía independiente.                             | Prevención de cortes inesperados con protectores de regulador de voltaje                    | Verificación del estado de la fuente de energía eléctrica independiente.          |
|  |           | funcional | Cambio de voltaje bruscos | Problemas externos de suministros de energía eléctrica                                | Análisis del estado de las máquinas eléctricas. (anual)                           | Instalación de protectores de voltaje.                                      | Colocación de protectores adecuados para máquinas y equipos.                                | Mantenimiento de las líneas eléctricas directas a la empresa.                     |

|  |            |               |  |  |   |  |   |   |
|--|------------|---------------|--|--|---|--|---|---|
|  | funcional  | Cortocircuito | Cables de conexión eléctrica mal aislados. | Verificación de las conexiones o instalaciones eléctricas. (anual)   | Aislamiento y correcta instalación de conexiones eléctricas.                                    | Instalación de protectores de cableado eléctrico.                | Mantenimiento mensual de cableado eléctrico de la empresa.                                |   |
|  | hidráulico | funcional     | Ruptura de mangueras de paso               | Altas presiones dentro del sistema.                                  | Verificación de las mangueras y del material utilizado. (diario)                                | Cambio de mangueras de paso.                                     | Regulación de las velocidades de transporte de fluido hidráulico.                         | Verificación del estado de las mangueras o del sistema antes de empezar la jornada laboral. |
|  |            | funcional     | Obstrucción en mangueras de paso           | Mangueras y acoples inadecuados para el paso del líquido hidráulico. | Verificación de los materiales utilizados para la instalación del sistema hidráulico. (mensual) | Cambio de mangueras de paso.                                     | Personal capacitado para el cambio adecuado del líquido hidráulico                        | Mantenimiento mensual del sistema hidráulico.   |
|  |            | funcional     | Contaminación del lubricante hidráulico    | Presencia de agentes externos dentro del sistema de paso.            | Verificación de una correcta filtración del líquido hidráulico. (diario)                        | Cambio de aceite o de líquido hidráulico.                        | Personal capacitado para el cambio adecuado del líquido hidráulico                        | Mantenimiento mensual del sistema hidráulico.   |
|  |            | funcional     | Fuga de la línea hidráulica                | Mangueras rotas o acoples mal ajustados.                             | Verificación de mangueras y acoples. (diario)   | Reajuste de acoples, aislamiento adecuado o cambio de mangueras. | Personal capacitado para el cambio adecuado de mangueras y acoples del sistema hidráulico | Mantenimiento mensual del sistema hidráulico.   |

|  |             |  |  |  |   |   |  |  |
|--|-------------|--|--|--|---|---|--|--|
|  | técnico     | Cavitación                                 | Presencia de burbujas de aire.                           | Expulsión de exceso de aire dentro del sistema. (diario)                   | Filtración de aire dentro del sistema.  | Personal capacitado para la instalación adecuado del líquido hidráulico | Mantenimiento mensual del sistema hidráulico.                              |  |
|  | técnico     | Alta temperatura del lubricante hidráulico | Lubricante inadecuado o motor del sistema sobrecalentado | Verificación del lubricante adecuado para este tipo de sistemas. (mensual) | Colocación adecuada del líquido hidráulico.   | Personal capacitado para la instalación adecuado del líquido hidráulico | Mantenimiento mensual del sistema hidráulico.                              |  |
|  | funcional   | Operación lenta                            | Mala ubicación de indicadores.                           | Cambio de indicadores y ubicación estratégica de los mismos. (mensual)     | Correcta ubicación de indicadores, verificación de indicadores.                       | Cambio de indicadores rotos o defectuosos.                              | Análisis de presión adecuado en la colocación de indicadores de seguridad. |  |
|  | seguridad   | técnico                                    | disparadores de hilo no funciona                         | disparadores bloqueados  | Análisis de disparadores  | cambio de disparadores  | conocimiento básico de limpieza en el personal                             | limpieza de los disparadores de hilo           |
|  | electrónico | funcional                                  | Tarjetas de diseños quemadas                             | Cambios bruscos de voltaje.  | Verificación de tarjetas después de cortes eléctricos. (mensual)                      | Protectores de voltaje para el sistema electrónico.                     | Personal capacitado en sistema electrónico.                                | Mantenimiento semanal del sistema electrónico. |
|  |             | funcional                                  | Placas de circuito quemadas                              | Placas mal dimensionadas.  | Verificaciones de rediseños de las placas electrónicas. (mensual)                     | Correcta dimensión al momento de mejoras.                               | Personal capacitado en sistema electrónico.                                | Mantenimiento semanal del sistema electrónico. |
|  |             | funcional                                  | Resistencias quemadas                                    | Resistencias de mala calidad dentro del componente electrónico.            | Análisis de las resistencias que se necesitan para las placas electrónicas. (mensual) | Colocación de resistencias adecuadas para la placa de diseño.           | Personal capacitado en sistema electrónico.                                | Mantenimiento semanal del sistema electrónico. |

|  |           |                                  |   |  |  |   |  |
|--|-----------|----------------------------------|---|--|--|---|--|
|  | técnico   | Tarjetas de diseños mal ubicadas | El programa no corre.                                     | Verificación de una correcta colocación de las placas de diseño. (mensual)         | Verificación de placas después cada cambio de diseños                              | Personal capacitado en sistema electrónico. | Mantenimiento semanal del sistema electrónico. |
|  | funcional | Resistencias mal soldadas        | Resistencias rotas.                                       | Utilización de materiales resistentes para soldar dichas resistencias. (mensual)   | Verificación de una correcta colocación de resistencias después de cada soldadura. | Personal capacitado en sistema electrónico. | Mantenimiento semanal del sistema electrónico. |
|  | funcional | Resistencias inapropiadas        | Resistencias inadecuadas dentro del componente eléctrico. | Colocación de resistencias adecuadas, para el tipo de placas de diseños. (mensual) | Verificación de una correcta colocación y compra de resistencias.                  | Personal capacitado en sistema electrónico. | Mantenimiento semanal del sistema electrónico. |

### 3.1.9 Cálculo y análisis de estructuración del plan de mantenimiento

En esta actividad se debe realizar el cálculo de las rutas y gamas que tendrá que seguir para cada uno de los equipos, tomando en consideración los días laborables:

**Tabla 3.20** Codificación de las rutas y gamas de mantenimiento

| Área de Tejido a punto |   |
|------------------------|---|
| Código                 | Descripción                               |
| RDTP                   | Ruta diaria área de tejido a punto        |
| GMCM                   | Gama mensual máquina circular mayer & Cie |
| GMCJ                   | Gama mensual máquina circular jumber      |
| GACM                   | Gama anual máquina circular mayer & Cie   |
| GACJ                   | Gama anual máquina circular jumber        |

**Figura 3.12** Cálculos para realizar el plan de mantenimiento

$$250 \text{ días} \times 1 \text{ ruta/día} = 250 \text{ rutas}$$

$$12 \text{ meses} \times 2 \text{ gamas/mes} = 24 \text{ gamas}$$

$$1 \text{ año} \times 2 \text{ gamas/año} = 2 \text{ gamas}$$

Las frecuencias se dividen en tres fases diarias, mensuales y anuales, están son distribuidas de acuerdo a su nivel de complejidad e importancia para máquina y producción:

**Tabla 3.21** Plan de mantenimiento

| Equipo  | Sistema    | Tarea de mantenimiento  | Frecuencia |         |       |
|---|------------|---|------------|---------|-------|
|   |            |   | Diario     | Mensual | Anual |
| Máquina circular de tejer (Mayer & Cie)<br>(01 CM 01) | mecánico   | Verificación del motor del motor.   |            |         |       |
|   |            | Verificación de la base de la maquinaria que esté correctamente nivelada(anual).  |            |         |       |
|   |            | Analizar al inicio de la jornada laboral y al terminar la jornada laboral que las guías no presenten grietas en sus ángulos irregulares(diario) |            |         |       |
|   |            | Verificar ubicación del motor(anual).   |            |         |       |
|   |            | Verificar estado actual del motor(mensual)  |            |         |       |
|   |            | Ajuste y andaje del relé, instalación de dispositivo controlador. (diario)  |            |         |       |
|   |            | Verificación de la velocidad de transmisión de los rodillos de hilo. (diario)   |            |         |       |
|   |            | Verificación de colocación de filetas en la máquina. (diario)   |            |         |       |
|   | eléctrico  | Análisis de conexiones externas o directas a la empresa. (anual)  |            |         |       |
|   |            | Análisis del estado de las máquinas eléctricas. (anual)   |            |         |       |
|   |            | Verificación de las conexiones o instalaciones eléctricas. (anual)  |            |         |       |
|   | hidráulico | Verificación de las mangueras y del material utilizado. (mensual)   |            |         |       |
|   |            | Verificación de los materiales utilizados para la instalación del sistema hidráulico. (mensual)   |            |         |       |
|   |            | Verificación de una correcta filtración del líquido hidráulico. (diario)  |            |         |       |

|  |           |  |  |  |  |
|--|-----------|--|--|--|--|
|  |           | Verificación de mangueras y acoples. (diario)                                |  |  |  |
|  |           | Expulsión de exceso de aire dentro del sistema. (diario)                     |  |  |  |
|  |           | Cambio de aceite y lubricante adecuado para este tipo de sistemas. (mensual) |  |  |  |
|  |           | Verificación de cantidad adecuada dentro del sistema. (mensual)              |  |  |  |
|  | seguridad | Análisis de disparadores de hilo, estén despejados                           |  |  |  |

**Tabla 3.22** Plan de mantenimiento

| Equipo  | Sistema  | Tarea de mantenimiento  | Frecuencia |         |       |
|---|----------|---|------------|---------|-------|
|   |          |   | Diario     | Mensual | Anual |
| Máquina circular de tejer (Jumber) (01 CJ 01) | mecánico | Verificar la ubicación del motor. (anual)   |            |         |       |
|   |          | Verificar el estado actual del motor. (anual)   |            |         |       |
|   |          | Ajuste y andaje del relé, instalación de dispositivo controlador. (mensual)           |            |         |       |
|   |          | Verificación del bombo circular de agujas, limpieza de suciedades presentes. (diario) |            |         |       |
|   |          | Verificación de la velocidad de transmisión de los rodillos de hilo. (diario)         |            |         |       |
|   |          | Verificación de engranajes. (anual)   |            |         |       |



|  |             |  |   |  |  |  |
|--|-------------|--|---|--|--|--|
|  |             | Expulsión de exceso de aire dentro del sistema. (diario)                     |   |  |  |  |
|  |             | Cambio de aceite y lubricante adecuado para este tipo de sistemas. (mensual) |   |  |  |  |
|  |             | Cambio de indicadores y ubicación estratégica de los mismos. (mensual)       |   |  |  |  |
|  | seguridad   | Análisis de disparadores de hilo, estén despejados                           |   |  |  |  |
|  | electrónico |  | Verificación de tarjetas después de cortes eléctricos. (mensual)                      |  |  |  |
|  |             |  | Verificaciones de rediseños de las placas electrónicas. (mensual)                     |  |  |  |
|  |             |  | Análisis de las resistencias que se necesitan para las placas electrónicas. (mensual) |  |  |  |
|  |             |  | Verificación de una correcta colocación de las placas de diseño. (mensual)            |  |  |  |
|  |             |  | Utilización de materiales resistentes para soldar dichas resistencias. (mensual)      |  |  |  |
|  |             |  | Colocación de resistencias adecuadas, para el tipo de placas de diseños. (mensual)    |  |  |  |

### 3.1.10 Planificación de tareas de mantenimiento mediante rutas y gamas de mantenimiento

En esta actividad se produjo la realización de las tareas de mantenimiento mediante rutas y gamas de mantenimiento, existe una sola ruta diaria en el área de tejido a punto para las dos máquinas ya que esta será aplicada para ambos equipos.

**Tabla 3.21** Ruta diaria en el área de tejido a punto

|  |              |   |                                  |
|--|--------------|---|----------------------------------|
| RUTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO   |              | Frecuencia Diaria                                     | Código Ruta:<br>RDTP             |
| INSPECCIÓN GENERAL DIARIA  |              | Edición: 0  |                                  |
|  |              | Fecha   | HOJA: 1/2                        |
| INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR: ÁREA DE TEJIDO   |              |   |                                  |
| OPERARIO   |              |   | FECHA:                           |
| OPERARIO   | HORA INICIO: | HORA FINAL:   | TIEMPO<br>NORMAL:<br>130 minutos |
| <b>HERRAMIENTAS:</b>   |              | <b>EQUIPO DE PROTECCIÓN</b>                           |                                  |
| Desarmador especial cuadrado<br>Pinzas<br>Brocha<br>Guaípe<br>Soplete de aire  |              | zapatos puntas de acero<br>Guantes de látex<br>Overol |                                  |
| <b>RIESGOS DEL TRABAJO Y MEDIDAS PREVENTIVAS</b>   |              |   | <b>Firma<br/>operario:</b>       |
| Mantener el espacio ordenado y limpio<br>Identificar elementos que generan riesgos. Como enchufes, cables, objetos cortantes, etc.<br>Instrucciones de uso. Las maquinarias deben utilizarse siguiendo la formación recibida sobre ella.<br>No dejar materiales inflamables en cualquier sitio. Echarlos al contenedor adecuado. |              |   |                                  |
| <b>MATERIALES:</b>   |              | <b>Código de materiales</b>                           |                                  |

|  |  |                  |                     |
|--|--|------------------|---------------------|
| Grasa<br>Aceite  |  |                  |                     |
| <b>EQUIPO</b>  | <b>DESCRIPCIÓN</b>   | <b>RESULTADO</b> | <b>RANGO NORMAL</b> |
| <b>Máquina circular de tejer (Jumber) (01 CJ01)</b>                | Verificación del bombo circular de agujas, limpieza de suciedades presentes.   |                  |                     |
|  | Verificación de la velocidad de transmisión de los rodillos de hilo.   |                  |                     |
|  | Colocación de resistencias adecuadas, para el tipo de placas de diseños.   |                  | no presenta grietas |
|  | Verificación de una correcta filtración del líquido hidráulico.  |                  |                     |
|  | Verificación de mangueras y acoples.   |                  |                     |
|  | Verificación de colocación de filetas en la máquina.   |                  | conectado           |
|  | Expulsión de exceso de aire dentro del sistema.  |                  | operativo           |
| <b>Máquina circular de tejer (Mayer &amp; Cie) (01 CM01)</b>       | Verificación de mangueras y acoples.   |                  | operativo           |
|  | Verificación del bombo circular de agujas  |                  |                     |
|  | Limpieza de escoria presente.  |                  |                     |
|  | Analizar al inicio de la jornada laboral y al terminar la jornada laboral que las guías no presenten grietas en sus ángulos irregulares. |                  | no presenta grietas |
|  | Ajuste y andaje del relé, instalación de dispositivo controlador.  |                  |                     |
|  | Verificación de la velocidad de transmisión de los rodillos de hilo.   |                  |                     |
|  | Verificación de colocación de filetas en la máquina.   |                  | conectado           |
|  | Verificación de una correcta filtración del líquido hidráulico.  |                  | operativo           |
|  | Verificación de mangueras y acoples.   |                  | operativo           |
|  | Expulsión de exceso de aire dentro del sistema.  |                  |                     |
|  | Inspección de rodillo de diseños.  |                  |                     |
| Calibración de rodillos de diseños.                                |  | calibrados       |                     |
| Comprobar que no existan objetos externos en la bancada del equipo |  |                  |                     |

|                       |  |  |          |
|-----------------------|--|--|----------|
|                       | Comprobar que no exista ruptura de agujas.     |  |          |
|                       | Comprobar estado de los mandos de marcha, paro |  |          |
|                       | Inspección visual de rodillos de hilos.        |  | cargados |
| <b>OBSERVACIONES:</b> |  |  |          |

**Tabla 3.22** Gama mensual de la máquina circular de tejer (mayer & cie) (01 CM 01)

| <b>GAMA MENSUAL MÁQUINA CIRCULAR DE TEJER (MAYER &amp; CIE) (01CM01)</b> |              |   |                  |
|--|--------------|---|------------------|
| GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO   |              | Frecuencia Mensual  | Código Ruta GMCM |
| INSPECCIÓN GENERAL MENSUAL   |              | Edición: 0  |                  |
|  |              | Fecha:  | Hoja: 1          |
| <b>INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR: ÁREA DE PRODUCCIÓN</b>          |              |   |                  |
| OPERARIO:  | HORA INICIO: | HORA FINAL:   | FECHA:           |
| OPERARIO:  | HORA INICIO: | HORA FINAL:   | FECHA:           |
| OPERARIO:  | HORA INICIO: | HORA FINAL:   | FECHA:           |
| OPERARIO:  | HORA INICIO: | HORA FINAL:   | FECHA:           |
| OPERARIO:  | HORA INICIO: | HORA FINAL:   | FECHA:           |
| <b>HERRAMIENTAS</b>  |              | <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b>                                |                  |
| Alicates<br>Llaves fijas<br>Juego de desarmadores<br>Multímetro          |              | Guantes<br>Gafas<br>Casco<br>Zapatos de seguridad<br>Overol |                  |
| <b>RIESGOS DEL TRABAJO (PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA)</b>              |              |   | Firma operario   |

|   |  |                   |                             |
|---|--|-------------------|-----------------------------|
| Verificación estado actual del motor.   |  |                   |                             |
| Análisis de conexiones externas o directas a la empresa.                              |  |                   |                             |
| Análisis del estado de las máquinas eléctricas  |  |                   |                             |
| Verificación de las conexiones e instalaciones eléctricas.                            |  |                   |                             |
| Verificación de las mangueras y del material utilizado.                               |  |                   |                             |
| Verificación de los materiales utilizados para la instalación del sistema hidráulico. |  |                   |                             |
| Análisis del lubricante adecuado para este tipo de sistemas.                          |  |                   |                             |
| Análisis de la cantidad adecuada del líquido hidráulico.                              |  |                   |                             |
| <b>MATERIALES</b>   |  |                   | <b>CODIGO DE MATERIALES</b> |
| Teflón<br>Brochas<br>Material de limpieza, líquido hidráulico                         |  |                   |                             |
| <b>Equipo</b>   | <b>Descripción</b>   | <b>Resultados</b> | <b>Rango normal</b>         |
| <b>Máquina circular de tejer (MAYER &amp; CIE) (01CM01)</b>                           | Comprobar estado general del motor                         |                   |                             |
|   | Verificar sujeción del motor.                              |                   |                             |
|   | Verificar sistema eléctrico.                               |                   |                             |
|   | Analizar el estado completo del sistema hidráulico.        |                   |                             |
|   | Medir corriente de consumo del equipo.                     |                   |                             |
|   | Verificar cable guía de alimentación                       |                   |                             |
|   | Ajustar acoples de mangueras                               |                   |                             |
|   | Cambiar mangueras rotas                                    |                   |                             |
|   | Verificar el nivel de líquido existente dentro del sistema |                   |                             |
|   | Verificar Tarjeta electrónica                              |                   |                             |
|   |  |                   |                             |

**OBSERVACIONES:**

**Tabla 3.23 Gama anual de la máquina circular de tejer (mayer & cie) (01 CM 01)  
GAMA ANUAL MÁQUINA CIRCULAR DE TEJER (MAYER & CIE) (01CM01)**

| GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO   |              | Frecuencia Anual   | Código Ruta<br>GACM |
|--|--------------|--|---------------------|
| INSPECCIÓN GENERAL ANUAL   |              | Edición: 0   |                     |
|  |              | Fecha:   | Hoja:               |
| <b>INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR: AREA DE PRODUCCION</b>          |              |  |                     |
| OPERARIO:  | HORA INICIO: | HORA FINAL:  | FECHA:              |
| OPERARIO:  | HORA INICIO: | HORA FINAL:  | FECHA:              |
| OPERARIO:  | HORA INICIO: | HORA FINAL:  | FECHA:              |
| OPERARIO:  | HORA INICIO: | HORA FINAL:  | FECHA:              |
| OPERARIO:  | HORA INICIO: | HORA FINAL:  | FECHA:              |
| <b>HERRAMIENTAS</b>  |              | <b>EQUIPO DE PROTECCIÓN</b>                                |                     |
| Multímetro<br>Aspirador<br>Juego de llaves especial.<br>Cautín<br>Brocha |              | Guantes de látex<br>Gafas<br>Casco<br>Zapatos de seguridad |                     |

|  |   |                           |                     |
|--|---|---------------------------|---------------------|
| <b>RIESGOS DEL TRABAJO (PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA)</b>                  |   | <b>Firma<br/>operario</b> |                     |
| Verificación del bombo circular de agujas, limpieza de suciedades presentes. |   |                           |                     |
| Verificación de la base de la maquinaria que esté correctamente nivelada.    |   |                           |                     |
| Verificación de ubicación del motor.   |   |                           |                     |
| Análisis de ajuste de los paros de emergencia.                               |   |                           |                     |
| Análisis de las alarmas dañadas, verificación de su estado actual.           |   |                           |                     |
| Cambio de indicadores y ubicación estratégica de los mismos.                 |   |                           |                     |
| <b>MATERIALES</b>  | <b>CODIGO DE MATERIALES</b>                   |                           |                     |
| Lubricantes para cables<br>Cable de conexión<br>Guaípe<br>Taípe              |   |                           |                     |
| <b>Equipo</b>  | <b>Descripción</b>                            | <b>Resultados</b>         | <b>Rango normal</b> |
| <b>Máquina circular de tejer (Mayer &amp; Cie) (01CM01)</b>                  | Verificar estado del bombo giratorio          |                           |                     |
|  | Verificar el estado de las agujas.            |                           |                     |
|  | Verificar la base de apoyo de la maquinaria.  |                           |                     |
|  | Verificar estado de cableado eléctrico.       |                           |                     |
|  | Verificar mangueras.                          |                           |                     |
|  | Realizar un cambio de cable                   |                           |                     |
|  | Verificar estado de indicadores de seguridad. |                           |                     |
|  | Cambio de alarmas y focos de seguridad.       |                           |                     |
|  | Revisión eléctrica en general                 |                           |                     |
|  | Comprobación de lubricación del motor.        |                           |                     |

**OBSERVACIONES:**

|  |
|--|
|  |
|--|

**Tabla 3.24** Gama mensual de la máquina circular de tejer (jumper) (01 CJ 01)

| <b>GAMA MENSUAL MÁQUINA CIRCULAR DE TEJER (Jumper) (01CJ01)</b> |              |                            |                  |
|---|--------------|----------------------------|------------------|
| GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO                                |              | Frecuencia Mensual         | Código Ruta GMCJ |
| INSPECCIÓN GENERAL MENSUAL                                      |              | Edición: 0                 |                  |
|   |              | Fecha:                     | Hoja: 1          |
| <b>INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR: ÁREA DE PRODUCCIÓN</b> |              |                            |                  |
| OPERARIO:   | HORA INICIO: | HORA FINAL:                | FECHA:           |
| OPERARIO:   | HORA INICIO: | HORA FINAL:                | FECHA:           |
| OPERARIO:   | HORA INICIO: | HORA FINAL:                | FECHA:           |
| OPERARIO:   | HORA INICIO: | HORA FINAL:                | FECHA:           |
| OPERARIO:   | HORA INICIO: | HORA FINAL:                | FECHA:           |
| <b>HERRAMIENTAS</b>   |              | <b>EQUIPO DE SEGURIDAD</b> |                  |
| Alicates  |              | Guantes                    |                  |

|   |                                    |  |                       |
|---|------------------------------------|--|-----------------------|
| Llaves fijas<br>Juego de desarmadores<br>Multímetro                           |                                    | Gafas<br>Casco<br>Zapatos de seguridad<br>Overol |                       |
| <b>RIESGOS DEL TRABAJO (PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA)</b>                   |                                    |  | <b>Firma operario</b> |
| Ajuste y anclaje del relé, instalación de dispositivos controlador.           |                                    |  |                       |
| Verificación de colocación de filetas en la máquina.                          |                                    |  |                       |
| Verificación de cables eléctricos correctamente aislados.                     |                                    |  |                       |
| Análisis de conexiones externas o directas a la empresa.                      |                                    |  |                       |
| Verificación de una correcta colocación de las placas electrónicas de diseño. |                                    |  |                       |
| Verificación de lubricante adecuado para este tipo de sistemas.               |                                    |  |                       |
| Verificación de una correcta filtración del líquido lubricante.               |                                    |  |                       |
| verificación de las mangueras y del material utilizado.                       |                                    |  |                       |
| Colocación de resistencias adecuadas, para la placa de diseño.                |                                    |  |                       |
| Análisis del estado de las máquinas eléctricas.                               |                                    |  |                       |
| Verificación de las conexiones o instalaciones electrónicas.                  |                                    |  |                       |
| Análisis de las resistencias que se necesitan para las placas electrónicas.   |                                    |  |                       |
| <b>MATERIALES</b>   |                                    |  |                       |
| Material de limpieza<br>Líquido hidráulico<br>Brochas<br>Teflón               |                                    |  |                       |
| <b>Equipo</b>   | <b>Descripción</b>                 | <b>Resultados</b>                                | <b>Rango normal</b>   |
|   | Comprobar estado general del motor |  |                       |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <b>Máquina circular de tejer<br/>(Jumber) (01CJ01)</b> | Verificar sujeción del motor.                              |  |  |
|  | Verificar sistema eléctrico.                               |  |  |
|  | Analizar el estado completo del sistema hidráulico.        |  |  |
|  | Medir corriente de consumo del equipo.                     |  |  |
|  | Verificar cable guía de alimentación                       |  |  |
|  | Ajustar acoples de mangueras                               |  |  |
|  | Cambiar mangueras rotas                                    |  |  |
|  | Verificar el nivel de líquido existente dentro del sistema |  |  |
|  | Verificar Tarjeta electrónica                              |  |  |
| <b>OBSERVACIONES:</b>                                  |  |  |  |

**Tabla 3.25** Gama anual de la máquina circular de tejer (jumper) (01 CJ 01)

| <b>GAMA ANUAL Maquina circular de tejer (Jumper) (01CJ01)</b>   |              |                  |                  |
|---|--------------|------------------|------------------|
| GAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO                                |              | Frecuencia Anual | código Ruta GACJ |
| INSPECCIÓN GENERAL ANUAL  |              | Edición: 0       |                  |
|   |              | Fecha:           | Hoja:            |
| <b>INSTALACIÓN A INSPECCIONAR O REVISAR: AREA DE PRODUCCION</b> |              |                  |                  |
| OPERARIO:   | HORA INICIO: | HORA FINAL:      | FECHA:           |

|   |              |  |        |
|---|--------------|--|--------|
| OPERARIO:   | HORA INICIO: | HORA FINAL:  | FECHA: |
| OPERARIO:   | HORA INICIO: | HORA FINAL:  | FECHA: |
| OPERARIO:   | HORA INICIO: | HORA FINAL:  | FECHA: |
| OPERARIO:   | HORA INICIO: | HORA FINAL:  | FECHA: |
| <b>HERRAMIENTAS</b>   |              | <b>EQUIPO DE SEGURIDAD</b>                                 |        |
| Multímetro<br>Aspirador<br>Juego de llaves especial<br>Cautín<br>Brocha   |              | Guantes de látex<br>Gafas<br>Casco<br>Zapatos de seguridad |        |
| <b>RIESGOS DEL TRABAJO (PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA)</b>               |              | <b>Firma operario</b>                                      |        |
| Verificar la ubicación del motor.   |              |  |        |
| Verificación de engranajes.   |              |  |        |
| Verificación de la base de la maquinaria que esté correctamente nivelada. |              |  |        |
| Análisis de ajustes de los paros de emergencia.                           |              |  |        |
| Análisis de las alarmas dañadas y verificación de su estado actual.       |              |  |        |
| Cambio de indicadores y ubicación estratégica de los mismos.              |              |  |        |
| <b>Materiales</b>   |              | <b>CODIGO DE MATERIALES</b>                                |        |
| Lubricantes para cables   |              |  |        |

|   |   |                   |                     |
|---|---|-------------------|---------------------|
| Cable de conexión<br>Guaípe<br>Taípe                    |   |                   |                     |
| <b>Equipo</b>   | <b>Descripción</b>                            | <b>Resultados</b> | <b>Rango normal</b> |
| <b>Maquina circular de tejer (Jumber)<br/>(01 CJ01)</b> | Verificar estado del bombo giratorio          |                   |                     |
|   | Verificar el estado de las agujas.            |                   |                     |
|   | Verificar la base de apoyo de la maquinaria.  |                   |                     |
|   | Verificar estado de cableado eléctrico.       |                   |                     |
|   | Verificar mangueras.                          |                   |                     |
|   | Realizar un cambio de cable                   |                   |                     |
|   | Verificar estado de indicadores de seguridad. |                   |                     |
|   | Cambio de alarmas y focos de seguridad.       |                   |                     |
|   | Revisión eléctrica en general                 |                   |                     |
|   | Comprobación de lubricación del motor.        |                   |                     |
| <b>OBSERVACIONES:</b>                                   |   |                   |                     |

### **3.1.11 Levantamiento de procedimientos para las rutas y gamas de mantenimiento**

## **PROCEDIMIENTO DE REALIZACIÓN DE RUTAS Y GAMAS DE MANTENIMIENTO PROGRAMADO EN EL ÁREA DE TEJIDO A PUNTO**

### **1. Objetivo**

El presente procedimiento se aplica en la empresa “TEJIMAR” ubicada en la ciudad de Quito dedicado a la fabricación y elaboración de ropa infantil tejida, donde se procederá a la realización de mantenimiento preventivo de las máquinas “máquina circular de tejer (Mayer & Cie) y la máquina circular de tejer (Jumper)” existentes en el área de tejido a punto.

### **2. Alcance**

Queda dentro del alcance de este procedimiento, la máquina circular de tejer (01CM01), marca (Mayer & Cie) máquina realiza actividades que cumple es conforma tejidos, formando un solo cuerpo de pieza de tela con distintos diseños según requiera el cliente, máquina circular de tejer (01CJ01), marca (Jumber) las actividades que cumple es conformar tejidos, formando un solo cuerpo de pieza de tela con distintos diseños según requiera el cliente.

### **3. Documentos de referencia**

- Guía de limpieza y colocación de las agujas
- Guía de limpieza y colocación de los conos de hilo

### **4. Responsabilidades**

Será de responsabilidad impartir inducciones básicas a los operadores que manipulan la maquinaria, para poder impartir un correcto procedimiento para aplicar los respectivos mantenimientos dedicando resolver algún tipo de imprevisto que se llegue a presentar.

El jefe de mantenimiento tiene la responsabilidad de llevar un adecuado control del estado de las maquinarias por el personal que es encargado de realizar estos trabajos para aplicar adecuadamente las instrucciones reflejadas en este procedimiento y notificar las posibles anomalías observadas.

### **5. Requisitos de seguridad**

#### **5.1. General**

Es de aplicación la normativa legal vigente, así como los siguientes documentos emitidos por el Departamento de Prevención.

- 1) Plan de prevención.

2) Evaluación de riesgos y medidas preventivas.

## **5.2. Instrucciones de seguridad.**

Se deben tener en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

- Uso obligatorio del equipo de protección personal (EPP) overol, zapatos puntas de acero, gafas y guantes de látex.
- Tener cuidado con piezas pequeñas que se puedan perder.
- Tomar precauciones por posibles cortaduras de objetos corto punzantes.
- Alerta de detener la máquina en el caso de ser necesario para dar mantenimiento.
- Precaución de no romper los tarjeteros de diseños para la tela.

## **6. Desarrollo**

### **6.1. Mantenimiento diario**

- **Materiales y medios**

**-Herramientas:** brochas medianas, juego de llaves especial, alicate, guaípe, Termómetro por infrarrojo, analizador de vibraciones, desarmador especial cuadrado, pinzas, soplete de aire.

**-Materiales y fungibles:** material de limpieza, grasa, cables de conexión.

- **Ruta diaria. Tareas para realizar en la Máquina circular de tejer (Mayer & Cie)**

**1.- Verificación del bombo circular de agujas:** Se debe realizar inspecciones visuales diarias para verificar que todo esté en correcto funcionamiento antes y después de su operación.

**2.- Limpieza de escoria presente:** Inspección visual de residuos de tela presente, para proceder al cambio de los conos de hilo para el maquinado de tela de otro color o diseño.

**3.- Analizar al inicio de la jornada laboral y al terminar la jornada laboral que las guías no presenten grietas en sus ángulos irregulares:** se debe realizar un análisis de las guías que estén correctamente funcionales al final de la jornada laboral mediante inspecciones visuales.

**4.- Ajuste y andaje del relé, instalación de dispositivo controlador:** verificar, mediante inspecciones visuales de los relés de las tarjetas de diseños, se debe tener en cuenta materiales de suelda en el caso de rupturas de resistencias.

**5.- Verificación de la velocidad de transmisión de los rodillos de hilo:** realizar inspecciones después de cada rediseño de los rodillos según requiera los pedidos, introducir velocidades de acuerdo al número de producciones requeridas por el cliente.

**6.- Verificación de colocación de filetas en la máquina:** retirar adecuadamente las filetas de la máquina previamente detenida, rediseño y colocación en su lugar con un ajuste adecuado, inspección visual después de su respectiva colocación.

**7.- Verificación de una correcta filtración del líquido hidráulico:** se debe realizar una inspección visual del sistema hidráulico, verificar que no exista falta de líquido lubricante, en el caso de existir fugas reemplazar o sellar la manguera o tubería de transporte.

**8.- Verificación de mangueras y acoples:** inspección visual de mangueras y acoples, analizando de que no existan separaciones, fisuras o rupturas de acoples y mangueras, realizar ajustes necesarios del sistema.

**9.- Expulsión de exceso de aire dentro del sistema:** inspeccionar después de rellenar los sistemas con líquidos o lubricantes, que no existan filtraciones de aire dentro del sistema para evitar cavitaciones o golpeteos que puedan afectar internamente al sistema.

**10.- Inspección de rodillo de diseños:** inspección diaria y periódica del adecuado estado de los conos de hilo para en el caso de terminarse ser reemplazados inmediatamente por su consiguiente o en el caso de requerir un cambio realizar la debida limpieza de los residuos de hilo de color anterior.

**11.- Calibración de rodillos de diseños:** antes de empezar con el maquinado de un nuevo diseño, reacomodar los pupos de los rodillos de diseño para el esquinado del nuevo diseño, inspección visual detallada al finalizar dicha operación.

**12.- Comprobar que no existan objetos externos en la bancada del equipo:** inspección visual de la máquina, verificando que no exista objetos que puedan ser de riesgo para el personal que se encuentre laborando.

**13.- Comprobar que no exista ruptura de agujas:** realizar inspecciones visuales antes de empezar con el maquinado, identificar en el caso de existir agujas dobladas o rotas para su respectivo cambio con personal capacitado.

**14.- Comprobar estado de los mandos de marcha, paro:** realizar un análisis del estado de presión de los botones de marcha paro para evitar posibles complicaciones en la producción del producto.

**15.- Inspección visual de rodillos de hilos:** se debe realizar una inspección visual después de cada rediseño para el cambio de diseños en la tela, inspeccionar rodillos que cumplan y se ajusten al parámetro del nuevo diseño.

- **Ruta diaria. Tareas para realizar en la Máquina circular de tejer (Jumber)**

**1.- Verificación del bombo circular de agujas:** realizar inspección visual siempre después de cada cambio de alguna aguja dañada y limpieza de suciedades presentes.

**2.- Verificación de la velocidad de transmisión de los rodillos de hilo:** realizar inspecciones después de cada rediseño de los rodillos según requiera los pedidos, introducir velocidades de acuerdo al número de producciones requeridas por el cliente.

**3.- Colocación de resistencias adecuadas, para el tipo de placas de diseños:** inspeccionar el sistema electrónico en el caso de presentar fallas, se debe retirar la resistencia quemada con pinzas especiales, soldar la nueva resistencia con los materiales adecuados.

**4.- Verificación de una correcta filtración del líquido hidráulico:** se debe realizar una inspección visual del sistema hidráulico, verificar que no exista falta de líquido lubricante, en el caso de existir fugas reemplazar o sellar la manguera o tubería de transporte.

**5.- Verificación de mangueras y acoples:** inspección visual de mangueras y acoples, analizando de que no existan separaciones, fisuras o rupturas de acoples y mangueras, realizar ajustes necesarios del sistema.

**6.- Verificación de colocación de filetas en la máquina:** retirar adecuadamente las filetas de la máquina previamente detenida, rediseño y colocación en su lugar con un ajuste adecuado, inspección visual después de su respectiva colocación.

**7.- Expulsión de exceso de aire dentro del sistema:** inspeccionar después de rellenar los sistemas con líquidos o lubricantes, que no existan filtraciones de aire dentro del sistema para evitar cavitaciones o golpeteos que puedan afectar internamente al sistema.

**8.- Verificación de mangueras y acoples:** inspección visual de mangueras y acoples, analizando de que no existan separaciones, fisuras o rupturas de acoples y mangueras, realizar ajustes necesarios del sistema.

## **6.2 Mantenimiento Mensual:**

- Materiales y medios

-Herramientas: Alicates, llaves fijas, juego de desarmadores, multímetro

-Materiales y fungibles: material de limpieza, grasa, aceite de lubricación.

- **Gama Mensual. Tareas para realizar en la Máquina circular de tejer (Mayer & Cie)**

**1.- Comprobar estado general del motor:** se debe realizar un análisis del estado del motor mediante, inspección visual, limpieza de partes móviles, carcasa, grietas y remover micropartículas de tela mediante soplete de un compresor industrial.

**2.- Verificar sujeción del motor:** inspección visual de que no existe soltura de pernos sujetadores del motor a su base de apoyo.

**3.- Verificar sistema eléctrico:** inspección visual del cableado principal, identificar que no exista circuitos sin aislar.

**4.- Analizar estado completo del sistema hidráulico:** inspeccionar visualmente estado completo actual del estado del sistema y reajuste de acoples.

**5.- Medir corriente de consumo del equipo:** inspeccionar mediante voltímetro si existe una correcta conexión desde la fuente, inspeccionar posibles cables expuestos.

**6.- Verificar cable guía de alimentación:** inspeccionar visualmente que el cable principal esté correctamente conectado.

**7.- Ajustar acoples de mangueras:** inspeccionar visualmente los acoples de mangueras para verificar si requiere reajuste de acoples.

**8.- Cambiar mangueras rotas:** inspeccionar visualmente todas las mangueras del sistema e identificar mangueras que requieran cambios.

**9.- Verificar el nivel de líquido existente dentro del sistema:** inspeccionar visualmente si existe el correcto nivel de líquidos, aceites o grasa, en la maquinaria para su respectivo cambio o aumento de los mismos.

**10.- Verificar Tarjeta electrónica:** inspeccionar visualmente con la ayuda de un voltímetro verificando el estado de las resistencias y la placa en general, para realizar el respectivo mantenimiento.

- **Gama Mensual. Tareas para realizar en la Máquina circular de tejer (Jumber)**

**1.- Comprobar estado general del motor:** inspeccionar visualmente y con la ayuda de herramientas (desarmadores, voltímetro y juego de llaves), se debe realizar un análisis del estado del motor mediante, inspección visual, limpieza de parte móviles, carcasa, grietas y remover micropartículas de tella mediante soplete de un compresor industrial

**2.- Verificar sujeción del motor:** verificar el ajuste correcto del motor principal a su base.

**3.- Verificar sistema eléctrico:** inspeccionar y verificar que este el sistema eléctrico, no se encuentre con cables rotos, mal aislados, mal empatados etc.

**4.- Analizar estado completo del sistema hidráulico:** inspeccionar visualmente y realizar un análisis del estado actual del sistema, revisando que no existan fugas, mangueras rotas, transmisión lenta del fluido, mangueras mal acopladas, acoples mal aislados.

**5.- Medir corriente de consumo del equipo:** mediante el uso de herramientas para medir corriente (voltímetro), inspeccionar el correcto consumo de energía dentro del equipo o sistema, en el caso de existir consumo excesivo de corriente realizar un diagnóstico de posibles averías.

**6.- Verificar cable guía de alimentación:** inspeccionar visualmente que el cable principal esté correctamente conectado.

**7.- Ajustar acoples de mangueras:** inspeccionar visualmente los acoples de mangueras para verificar si requiere reajuste de acoples.

**8.- Cambiar mangueras rotas:** inspeccionar visualmente todas las mangueras del sistema e identificar mangueras que requieran cambios.

**9.- Verificar el nivel de líquido existente dentro del sistema:** inspeccionar visualmente si existe el correcto nivel de líquidos, aceites o grasa, en la maquinaria para su respectivo cambio o aumento de los mismos.

**10.- Verificar Tarjeta electrónica:** inspeccionar visualmente con la ayuda de un voltímetro verificando el estado de las resistencias y la placa en general, para realizar el respectivo mantenimiento.

### **6.3 Mantenimiento Anual**

- Materiales y medios

-Herramientas: Multímetro, aspirador, juego de llaves especial, cautín, brocha

-Materiales y fungibles: material de limpieza, grasa, aceite de lubricación.

- **Gama Anual. Tareas para realizar en la Máquina circular de tejer (Mayer & Cie)**

**1.- Verificar estado del bombo circular:** comprobar el estado actual del bombo circular si requiere algún tipo de ajuste o limpieza.

**2.- Verificar estado de agujas:** inspeccionar visualmente todo el sistema mecánico, verificando que no existan agujas en mal estado.

**3.- Verificar base de apoyo de la maquinaria:** inspeccionar la base de apoyo o bancada tanto lateral, inferior, superior, del equipo para un correcto funcionamiento.

**4.- Verificar estado de cableado eléctrico:** inspeccionar internamente el sistema eléctrico verificando que no exista cables en mal estado evitando así posibles cortocircuitos.

**5.- Verificar mangueras:** inspeccionar de manera detallada visualmente todo el sistema que está comprendido por mangueras transportadoras, y realizar ajustes si es necesario.

**6.- Realizar un cambio de cable:** realizar un análisis del estado actual del cable o cables, para correr un diagnóstico de daños y averías, en el caso de ser necesario para su respectivo cambio.

**7.- Verificar estado de indicadores de seguridad:** realizar un análisis del instrumento de medición para analizar su correcto funcionamiento, que no exista desconfiguración.

**8.-Revisión eléctrica en general:** inspección visual de todo el sistema eléctrico, por siguiente un análisis de estado con la ayuda de instrumento de medición de corriente eléctrica, analizando el estado del cableado interno de la maquinaria.

**9.- Comprobación lubricación del motor:** análisis completo del estado de lubricación de la maquinaria, en el caso de estar deficiente su lubricación se deberá realizar una nueva carga.

- **Gama Anual. Tareas para realizar en la Máquina circular de tejer (Jumber)**

**1.- Verificar estado del bombo circular:** comprobar el estado actual del bombo circular si requiere algún tipo de ajuste o limpieza.

**2.- Verificar estado de agujas:** inspeccionar visualmente todo el sistema mecánico, verificando que no existan agujas en mal estado.

**3.- Verificar base de apoyo de la maquinaria:** inspeccionar la base de apoyo o bancada tanto lateral, inferior, superior, del equipo para un correcto funcionamiento.

**4.- Verificar estado de cableado eléctrico:** inspeccionar internamente el sistema eléctrico verificando que no exista cables en mal estado evitando así posibles cortocircuitos.

**5.- Verificar mangueras:** inspeccionar de manera detallada visualmente todo el sistema que está comprendido por mangueras transportadoras, y realizar ajustes si es necesario.

**6.- Realizar un cambio de cable:** realizar un análisis del estado actual del cable o cables, para correr un diagnóstico de daños y averías, en el caso de ser necesario para su respectivo cambio.

**7.- Verificar estado de indicadores de seguridad:** realizar un análisis del instrumento de medición para analizar su correcto funcionamiento, que no exista desconfiguración.

**8.-Revisión eléctrica en general:** inspección visual de todo el sistema eléctrico, por siguiente un análisis de estado con la ayuda de instrumento de medición de corriente eléctrica, analizando el estado del cableado interno de la maquinaria.

**9.- Comprobación lubricación del motor:** análisis completo del estado de lubricación de la maquinaria, en el caso de estar deficiente su lubricación se deberá realizar una nueva carga.

**7. Averías, defectos o anomalías encontradas al realizar las gamas de mantenimiento.**

Sí durante la realización de las tareas de mantenimiento preventivo tanto diario, mensual, como anual, se observa que los datos tomados se desvían de los rangos normales, se acudirá al Anexo. «**Diagnóstico de averías**» donde se explica cómo solucionar el problema.

**8. Registros**

Como resultado de los trabajos realizados, se almacenará de forma periódica las Rutas de mantenimiento diario, RDTP, Ruta mensual, GMCM y GMCJ, así como también las Gamas anuales, GACM Y GACJ, todas ellas en su última versión, que se adjunta como Anexo, por la persona responsable que realice el trabajo. Los registros se archivarán con el histórico del equipo afectado en el archivo técnico.

### 3.1.12 Organización de las tareas de mantenimiento para un año de ejecución

La organización de las tareas de mantenimiento se las debe ubicar para el cronograma de un año distribuyendo los mantenimientos anuales y mensuales, en este caso se los acomodamos de acuerdo a la cantidad de criticidad y rapidez del tipo de mantenimiento.

En la siguiente ilustración se puede observar cómo fue distribuido los mantenimientos mensuales y anuales para cada equipo, la intención es que no coincidan, los parados por mantenimiento de esta manera la producción no se verá afectada.

**Tabla 3.26** Planificación de las tareas de mantenimiento para un año de ejecución

| PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO |       |   |   |   |         |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |      |   |   |   |       |   |   |   |       |   |   |   |        |   |   |   |            |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |  |  |  |  |
|--------------------------------|-------|---|---|---|---------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|------|---|---|---|-------|---|---|---|-------|---|---|---|--------|---|---|---|------------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|---|--|--|--|--|
| Área de tejido a punto         | Enero |   |   |   | Febrero |   |   |   | Marzo |   |   |   | Abril |   |   |   | Mayo |   |   |   | Junio |   |   |   | Julio |   |   |   | Agosto |   |   |   | Septiembre |   |   |   | Octubre |   |   |   | Noviembre |   |   |   | Diciembre |   |   |   |  |  |  |  |
| Descripción                    | 1     | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1     | 2 | 3 | 4 | 1      | 2 | 3 | 4 | 1          | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1         | 2 | 3 | 4 | 1         | 2 | 3 | 4 |  |  |  |  |
| 01 CM 01                       |       |   |   | M |         |   |   | M |       |   |   | M |       |   |   | M |      |   |   | M | A     |   |   |   |       |   |   | M |        |   |   | M |            |   |   | M |         |   |   | M |           |   |   | M |           |   |   | M |  |  |  |  |
| 01 CJ 01                       | M     |   |   |   | M       |   |   |   | M     |   |   |   | M     |   |   |   | M    |   |   |   | M     |   |   |   |       |   |   | A | M      |   |   |   | M          |   |   |   | M       |   |   |   | M         |   |   |   |           |   |   |   |  |  |  |  |

**Figura 3.13** Diagrama de flujo del responsable de brindar mantenimiento

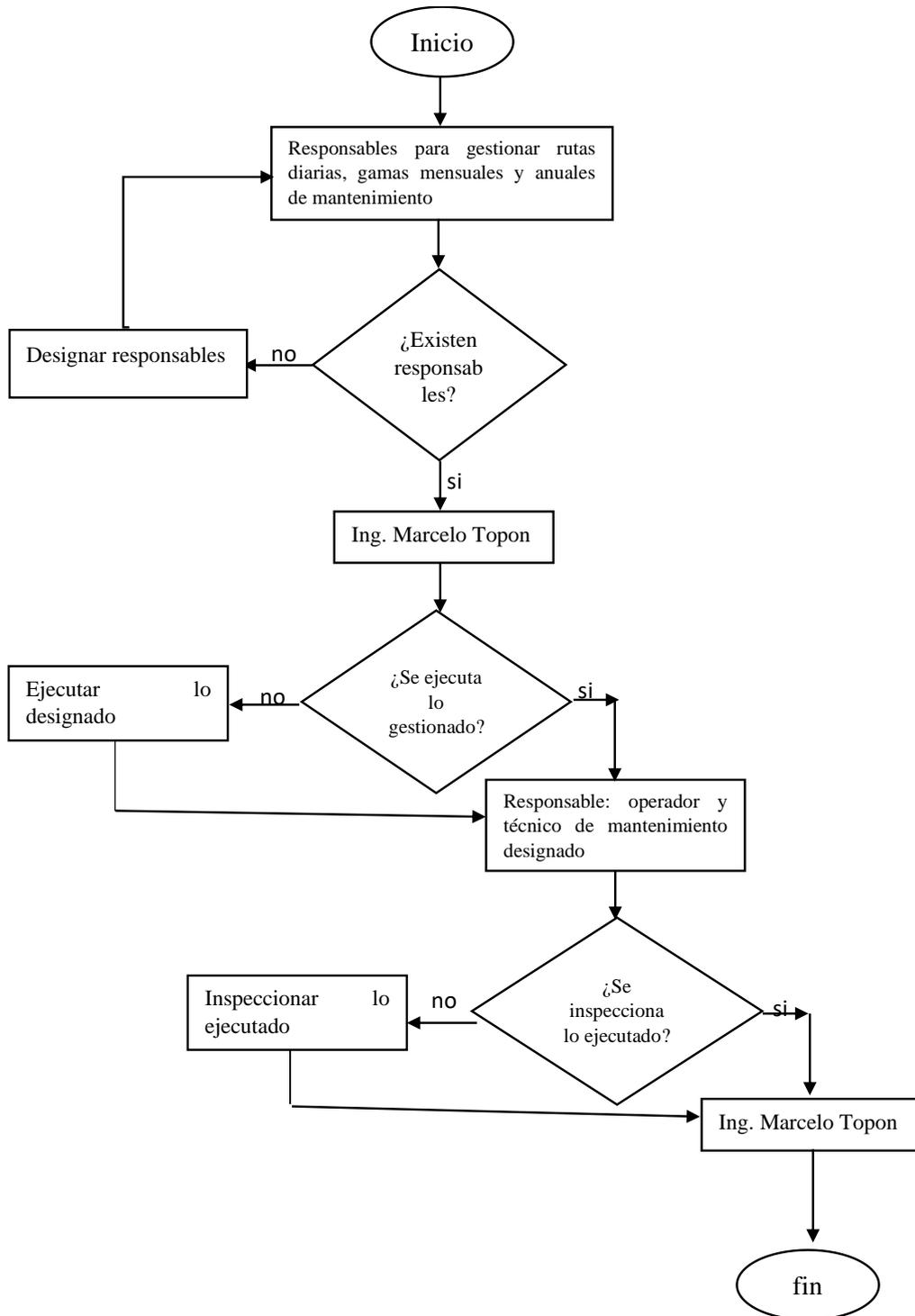


Figura 3.14 Lista de repuestos y suplemento

| Lista de repuestos y suplementos para los tipos de mantenimientos |  |  |   |
|---|--|--|---|
|   | Repuestos y suplementos para rutas diarias | Repuestos y suplementos para gamas mensuales | Respuestas y suplementos para gamas anuales |
| Máquina circular de tejer (Mayer & Cie)                           | agujas                                     | agujas                                       | agujas                                      |
|   | grasa                                      | tarjeteros de diseño                         | tarjeteros de diseño                        |
|   | aceite                                     | disparadores de hilos                        | disparadores de hilos                       |
|   |  | cables de conexión eléctrica                 | liquido lubricante                          |
|   |  | grasa  | grasa                                       |
|   |  | aceite                                       | aceite                                      |
|   |  | tuercas de anclaje                           |   |
| Máquina circular de tejer (Jumper)                                | agujas                                     | agujas                                       | agujas                                      |
|   | grasa                                      | tarjeteros de diseño                         | tarjeteros de diseño                        |
|   | aceite                                     | disparadores de agujas                       | disparadores de agujas                      |
|   |  | cables de conexión eléctrica                 | liquido lubricante                          |
|   |  | grasa  | grasa                                       |
|   |  | aceite                                       | aceite                                      |
|   |  | tuercas de anclaje                           | fusibles                                    |
|   |  | thinner                                      | cautín                                      |
|   |  |  | estaño                                      |

## 3.2 METODOLOGÍA

- **Modalidad o enfoque de la investigación**

Se aplicó la investigación mixta ya que se utilizó la combinación del enfoque cualitativo y cuantitativo.

La investigación Cualitativa implica recopilar y analizar datos no numéricos para comprender conceptos, opiniones o experiencias, en el presente proyecto se aplicó en el mapeo de procesos, levantamiento de la planimetría, estudio de equipos por diferentes niveles, determinación y clasificación de los tipos y modos de fallos, medidas preventivas y planificación de tareas de mantenimiento.

La investigación cuantitativa es un método de investigación que utiliza herramientas de análisis matemático y estadístico, este método se aplicó en las siguientes actividades: codificación de equipos y elementos, estudio de criticidad, cálculo y estructuración del plan de mantenimiento.

- **Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se desarrollará en el proyecto es la investigación:

-Investigación de Campo

La Investigación de campo consiste en obtener y recolectar información directa, para ello se recurrió al uso de algunas técnicas como la observación y entrevista, con el propósito de obtener respuestas a un problema determinado. En el presente proyecto se realizaron entrevistas con el encargado de mantenimiento para obtener información sobre las máquinas, el mantenimiento aplicado en el área de tejido a punto.

-Investigación Descriptiva

Este tipo de investigación permite describir, registrar, analizar e interpretar el estado actual, y la composición o proceso de los fenómenos, de esta manera se tendrá mayor información sobre los procesos y actividades de mantenimiento en el área de tejido a punto y además obtener mayor información sobre el TPM.

## -Investigación Aplicada

Este tipo de investigación permite determinar las posibles soluciones que se deben aplicar a un problema determinado. En el proyecto como solución se planteó un plan de mantenimiento con la finalidad de disminuir fallos y averías y minimizar paros no programados.

- **Población y muestra**

- Población**

En la empresa existe un total de 4 trabajadores

- Muestra**

La muestra es una parte de la población en este proyecto se tomó como muestra al personal del área de tejido a punto el cual está conformado por 1 trabajador

- **Métodos teóricos y empíricos a emplear**

Método teórico se aplicará el método inductivo ya que se inicia por la observación y el análisis de anomalías específicas en las máquinas en el área de tejido a punto con el propósito de llegar a conclusiones generales.

Método empírico se aplicará el método de observación ya que con este método se recopila la mayor información de forma sistemática, válida y confiable que servirá para realizar el proyecto.

- **Técnicas e instrumentos**

**Tabla 3.2.1** Técnicas e instrumentos

| No. | TÉCNICA                     | INSTRUMENTO   |
|-----|-----------------------------|---|
| 1   | Investigación bibliográfica | Libros, revistas, artículos científicos                       |
| 2   | Investigación de campo      | Traslado al lugar de estudio, encuestas                       |
| 3   | Observación                 | Guía de observación, cámara: fotografías, cuaderno de apuntes |
| 4   | Documentales                | Manual de la máquina  |

- Investigación bibliográfica**

Con esta técnica se recopiló toda la información necesaria para realizar el proyecto y se utilizaron herramientas como libros, revistas y artículos científicos.

### **-Investigación de campo**

Esta técnica permite obtener datos reales y estudiarlos tal y como se presentan mediante el traslado al lugar de estudio y encuestas.

### **-Observación**

Esta técnica permite recopilar información en tiempo real que servirá para realizar el proyecto mediante una guía de observación, tomando fotografías y un cuaderno de apunte

### **-Documentales**

Esta técnica analiza documentos relacionados con el hecho como los manuales de las máquinas esta información es proporcionada por el ingeniero a cargo del mantenimiento.

- **Diseño experimental**

Se trata de una técnica que pertenece al ámbito de la estadística que permite valorar las causas y los efectos que tiene una variable sobre otra dentro de una investigación experimental. En el proyecto se aplicó el análisis matemático y estadístico, en la codificación de equipos y elementos, estudio de criticidad, cálculo y análisis de estructuración del plan de mantenimiento.

- **Métodos específicos de la especialidad a emplear en la investigación**

El método que se aplicó en el proyecto es el Mantenimiento Productivo Total (TPM) cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o, en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas.

## **3.3 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **3.3.1 Análisis al iniciar y finalizar el proyecto del diseño de mantenimiento productivo total en el área de tejido a punto de la empresa TEJIMAR.**

De acuerdo con la figura 3.15 se realizó un análisis de comparabilidad en la empresa para la obtención de información al inicio y al final del presente proyecto con la finalidad de saber con qué tipo de documentación contaba la empresa y saber que se debería realizar en las actividades propuestas si disminuir o aumentar información para el estudio del mantenimiento productivo total.

De esta manera en el cuadro comparativo se puede evidenciar que tipo de documentación que poseía la empresa al inicio del proyecto de investigación y cuál fue la documentación agregada al finalizar dicho proyecto.

**Figura 3.15** Análisis al iniciar y finalizar el proyecto del diseño de mantenimiento productivo total.

| Empresa TEJIMAR                                |                                    |  |                        |                             |                          |                   |                 |                                |                       |
|--|------------------------------------|--|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------|
| Lista de documentación de la empresa           |                                    |  |                        |                             |                          |                   |                 |                                |                       |
| Máquina  | Diagrama estructural de la empresa | Análisis de distribución de la empresa | Estudio de los equipos | Codificación de los equipos | Estudio de la criticidad | Fichas de equipos | Hoja de resumen | Estudio de medidas preventivas | Guía de mantenimiento |
| Máquina circular Máyer & Cie relanit(01 CM 01) | No                                 | No                                     | No                     | Si                          | No                       | No                | No              | No                             | No                    |
| Máquina circular de tejer jumper (01 CJ 01)    | No                                 | No                                     | No                     | Si                          | No                       | No                | No              | No                             | No                    |

| Empresa TEJIMAR                                |                                    |  |                        |                             |                          |                   |                 |                                |                       |
|--|------------------------------------|--|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|-----------------------|
| Lista de documentación de la empresa           |                                    |  |                        |                             |                          |                   |                 |                                |                       |
| Máquina  | Diagrama estructural de la empresa | Análisis de distribución de la empresa | Estudio de los equipos | Codificación de los equipos | Estudio de la criticidad | Fichas de equipos | Hoja de resumen | Estudio de medidas preventivas | Guía de mantenimiento |
| Máquina circular Máyer & Cie relanit(01 CM 01) | Si                                 | Si                                     | Si                     | Si                          | Si                       | Si                | Si              | Si                             | Si                    |
| Máquina circular de tejer jumper (01 CJ 01)    | Si                                 | Si                                     | Si                     | Si                          | Si                       | Si                | Si              | Si                             | Si                    |

Para recolectar toda esta información se realizó una entrevista al gerente de la empresa, de esta manera se tuvo un campo más amplio de lo que se debe hacer y cómo empezar con las actividades.

Después de realizar las actividades propuestas en el proyecto de investigación la documentación obtenida fue entregada mediante un Excel al ingeniero encargado del mantenimiento para que de acuerdo a su criterio las aplique.

### 3.3.2 Análisis de la eficiencia de los equipos al iniciar y finalizar el proyecto mediante el indicador OEE.

El OEE es un indicador que tiene como finalidad la medición de la eficiencia productiva de la maquinaria en la industria.

Este indicador analiza puntos importantes como la disponibilidad, rendimiento y calidad que están inmersos en la eficiencia de los equipos industriales.

**Figura 3.16** Análisis de la eficiencia de los equipos mediante el OEE.

|   |   |   |
|---|---|---|
| El tiempo de análisis es el intervalo de tiempo que quieres analizar.<br>Por ejemplo: 1 turno de 8 horas son 480 minutos, a la semana 2400 minutos y al mes 9600 minutos.   | Tiempo de análisis [min]<br><b>9600</b>               | Tiempo de análisis [min]<br><b>9600</b>               |
| Aquí, ingresa el tiempo, en minutos, del tiempo de inactividad programado de su máquina, por ejemplo, para el mantenimiento preventivo.   | Tiempo de Inactividad Programado [min]<br><b>1600</b> | Tiempo de Inactividad Programado [min]<br><b>1600</b> |
| Aquí, escriba el tiempo, en minutos, de las paradas no programadas. Por ejemplo, se detiene debido a un mal funcionamiento.   | Paradas no programadas [min]<br><b>1200</b>           | Paradas no programadas [min]<br><b>1100</b>           |
| Aquí ingresará el tiempo, en minutos, para fabricar un equipo.  | Tempo de fabricación de un equipo [min]<br><b>30</b>  | Tempo de fabricación de un equipo [min]<br><b>30</b>  |
| Aquí, escriba en unidades, la cantidad de artículos que se producen en el periodo de tiempo analizado. Nota: debes considerar un solo modelo de producto, ya que la tasa de producción puede cambiar para diferentes productos. | Artículos producidos [un]<br><b>200</b>               | Artículos producidos [un]<br><b>203</b>               |
| Aquí, debes completar con el número de piezas / productos defectuosos o no conformes, identificados en el periodo de tiempo bajo análisis.  | Piezas defectuosas [un]<br><b>25</b>                  | Piezas defectuosas [un]<br><b>22</b>                  |

En la figura 3.16 se toma en cuenta seis parámetros del OEE siendo estos:

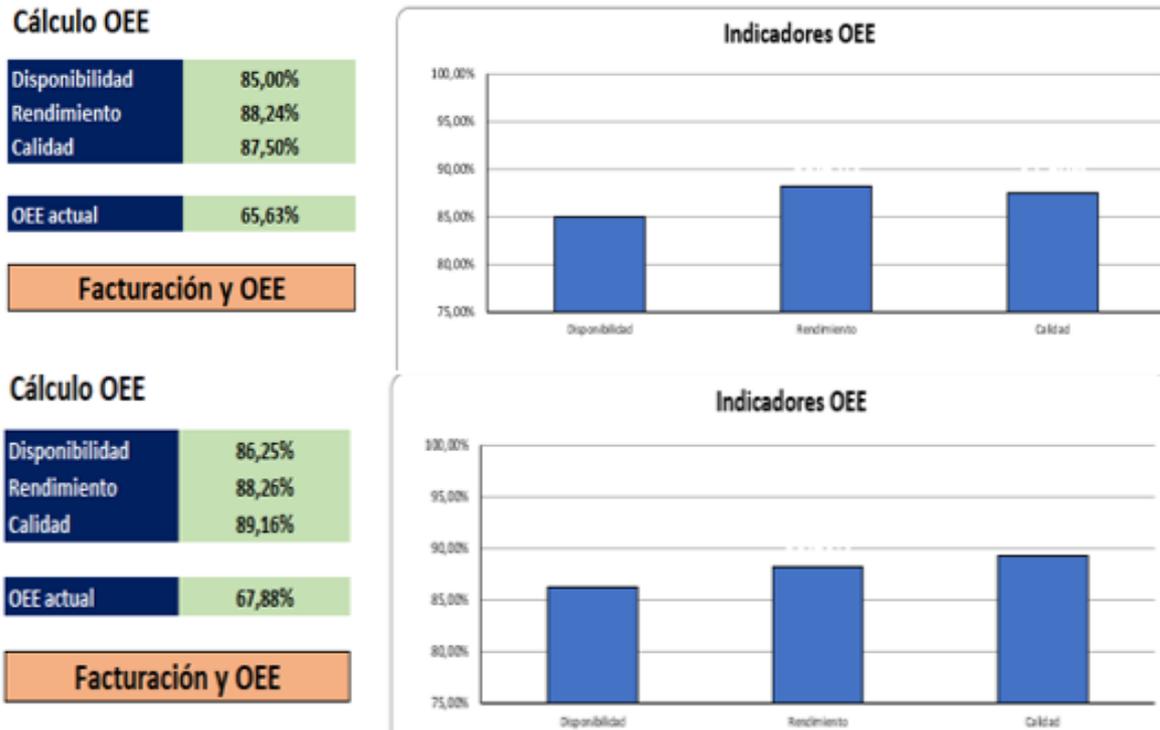
- Tiempo de análisis.
- Tiempo de paradas programadas.
- Tiempo de paradas no programadas.
- Tiempo de fabricación de un equipo.
- Número de artículos producidos.
- Número de piezas defectuosas.

Se realiza un análisis de los puntos ya mencionados, explicando cómo y porque se introdujeron ciertos valores.

**Figura 3.17** Análisis detallado de los datos

| Máquina                  | Tiempo de análisis  | Tiempo de inactividad programado   | Tiempo de paradas no programadas   | Tiempo de fabricación de las prendas                           | Artículos producidos  | Piezas defectuosas  |
|--------------------------|---|--|--|--|---|---|
| Proyecto                 | Se introduce el tiempo que se desea analizar                | El tiempo que se planifica para hora de almuerzo, preparación y limpieza de la máquina | Se analiza el tiempo que se presenta por averías como : daño de agujas, terminación de la materia prima, daños del diseño, mezcla de colores en los diseños. | Se introduce el tiempo que se utiliza para fabricar una pieza. | Cantidad de artículos producidos de acuerdo al tiempo de estudio. | Cantidad de piezas defectuosas de acuerdo a la cantidad producida |
| Máquina                  | Tiempo de análisis  | Tiempo de inactividad programado   | Tiempo de paradas no programadas   | Tiempo de fabricación de las prendas                           | Artículos producidos  | Piezas defectuosas  |
| Inicio del proyecto      | 8 horas al día = 60min<br>semana= 2400 min<br>mes= 9600 min | 1,20 al día= 80 min<br>semana= 400 min<br>mes= 1600 min                                | día= 50 min<br>semana= 250 min<br>mes= 1000 min  | 30 min   | 240 und   | 25 und  |
| Culminación del proyecto | 8 horas al día = 60min<br>semana= 2400 min<br>mes= 9600 min | 1,20 al día= 80 min<br>semana= 400 min<br>mes= 1600 min                                | día= 45 min<br>semana= 225 min<br>mes= 900 min   | 30 min   | 243 und   | 22 und  |

**Figura 3.18** Análisis de resultados obtenidos de la eficiencia de los equipos.



**Figura 3.19** Fórmulas de la disponibilidad, rendimiento, calidad y la OEE.

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Disponibilidad</b> | (Análisis-T. de inactividad programada-paradas no programadas) / (T. de análisis-T. inactividad programada) |
| <b>Rendimiento</b>    | (Artículos producidos *T. de fabricación) / (T. análisis*T. de inactividad*T. no programada)                |
| <b>Calidad</b>        | 1- (piezas defectuosas/Artículos producidos)  |
| <b>OEE</b>            | (Disponibilidad*Rendimiento*Calidad)  |

Para comprender de mejor manera se realizó una tabla comparativa donde se puede observar los datos del inicio y final del proyecto donde se analiza el aumento o disminución de la eficiencia de los equipos en estudio.

**Figura 3.20.** Análisis de resultados obtenidos de la eficiencia de los equipos.

| Cálculo del OEE          | Disponibilidad | Rendimiento | Calidad | OEE    |
|--------------------------|----------------|-------------|---------|--------|
| Inicio del proyecto      | 85,00%         | 88,24%      | 87,50%  | 65,63% |
| Culminación del proyecto | 86,25%         | 88,26%      | 89,16%  | 67,88% |

Se realiza el análisis de los datos obtenidos:

- Disponibilidad: al inicio del proyecto se tiene una disponibilidad del 85,00% y culmina con un 86,25%, teniendo un aumento del 1,25% de la disponibilidad del equipo.
- Rendimiento: se inicia con un rendimiento del 88,24% y se culmina con un 88,26%, aumentando 0,02% del rendimiento del equipo.
- Calidad: se inicia con 87,50% y culmina con un 89,16%, obteniendo un aumento del 1,66% de calidad de los productos.
- OEE: después de realizar el cálculo de los datos anteriores se procede a obtener eficiencia de los equipos industriales, iniciando con un OEE del 65,63% y culminando

con un 67,88%, evidenciando un aumento de la eficiencia de los equipos del 2,25% de eficacia en los equipos del área de tejido a punto.

### 3.3.3 Cálculo de la productividad al iniciar y finalizar el proyecto en los equipos del área de tejido a punto de la empresa TEJIMAR.

Para realizar el cálculo la productividad al iniciar y al finalizar el proyecto, se tomó en cuenta las unidades producidas al mes y las horas de trabajo del equipo al mes.

En la figura 3.21 se puede observar que hubo un incremento de la productividad del 0,0001%.

**Figura 3.21** Cálculo de la productividad de los equipos

|                |         |                |           |
|----------------|---------|----------------|-----------|
| Productividad= | 200 und | = 2 und/hr     | 0,02%     |
|                | 100 hr  |                |           |
| Productividad= | 203 und | = 2,01 und/ hr | 0,0201%   |
|                | 101 hr  |                |           |
|                |         |                | 0,000100% |

## 3.4 EVALUACIÓN TÉCNICO, SOCIAL, AMBIENTAL Y/O ECONÓMICA

### 3.4.1 Impacto técnico

El diseño que se realizó sobre el mantenimiento productivo total (TPM) en el área de tejido en la empresa TEJIMAR, presenta ventajas como mejoramiento de la calidad de los equipos en buen estado producen menos unidades no conformes y un mejoramiento de la productividad mediante el aumento del tiempo disponible.

## 4 CONCLUSIONES DE PROYECTO

### 4.1 CONCLUSIONES

- Al caracterizar las máquinas se determinó los sistemas mecánicos, eléctricos, hidráulicos, seguridad y electrónicos, y elementos que lo conforman y como resultado se obtuvo codificaciones, fichas técnicas y hoja de resumen.
- De los resultados obtenidos mediante el análisis de fallos y criticidad se determinó las medidas preventivas y actividades para el plan de mantenimiento.

- Mediante el cálculo y análisis de estructuración del plan de mantenimiento se obtuvo como resultado rutas diarias, gama (mensuales y anuales) y una planificación de las tareas de mantenimiento para un año de ejecución.
- Se realizó un análisis mediante el cálculo del OEE, al iniciar el proyecto se identificó una eficiencia del 65,63% del OEE de la maquinaria y al realizar el mismo cálculo al final del proyecto con un 67,88% de los mismos equipos, teniendo un incremento del 2,25% demostrando el aumento en la eficiencia de los equipos.
- Se calculó la productividad dividiendo las unidades producidas al mes sobre las horas de trabajo de la máquina al mes, al inicio obteniendo una productividad de 2und/hr y al finalizar con una productividad de 2,01 und/hr obteniendo un incremento de la productividad de 0,0001%.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- La empresa debería continuar con el plan de mantenimiento del cronograma que está distribuido para un año, ya que esto ayudará a mejorar la vida útil de la máquina, disminuirá paros inesperados y minimizará el costo de reparación.
- La empresa debería diseñar e implementar el TPM en las demás áreas de la empresa, para mejorar la productividad y minimizar paros no programados.
- Capacitar a los trabajadores de manera constante para realicen un mantenimiento adecuadamente a las máquinas.

#### **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] G. Palencia, «Repositorio institucional,» 2004. [En línea]. Available: <http://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/1294>. [Último acceso: 27 Julio 2022].
- [2] B. S. López, «Ingeniería Industrial Online,» 1 noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>. [Último acceso: 27 Julio 2022].
- [3] S. G. Garrido, «Renovetec Ingeniería,» 2022. [En línea]. Available: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>. [Último acceso: 27 Julio 2022].

- [4] D. reservados, «Eurofins Envira Ingenieros Asesores,» 27 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://envira.es/es/como-crear-plan-mantenimiento-preventivo/>. [Último acceso: 27 Julio 2022].
- [5] «Redacción IMG,» 28 febrero 2020. [En línea]. Available: <https://www.revistaimg.com/12-pasos-fundamentales-para-implementar-el-tpm/>. [Último acceso: 28 julio 2022].
- [6] «Mantenimiento petroquímica,» Renovetec, 2021. [En línea]. Available: <https://www.mantenimientopetroquimica.com/infolegal.html>. [Último acceso: 28 julio 2022].
- [7] «Redacción IMG,» 10 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.revistaimg.com/como-implementar-el-tpm-en-tu-empresa/> . [Último acceso: 15 Agosto 2020].
- [8] «Mantenimiento petroquímica,» Renovetec, 2021. [En línea]. Available: <https://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html>. [Último acceso: 28 julio 2022].
- [9] B. S. López, «Ingeniería industrial Online,» 1 noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>. [Último acceso: 28 julio 2022].
- [10] Anónimo, «Compara Software,» 4 septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://blog.comparasoftware.com/plan-de-mantenimiento-que-es-y-como-elaborarlo/>. [Último acceso: 28 julio 2022].
- [11] T. F. Herrera, «SciELO,» Junio 2018. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1692-85632018000100047](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-85632018000100047). [Último acceso: 15 Agosto 2020].
- [12] A. S. Arias, «Economipedia,» 5 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://economipedia.com/definiciones/productividad.html>. [Último acceso: 15 Agosto 2022].
- [13] J. Berganzo, «Sistemas OEE,» 9 Marzo 2016. [En línea]. Available: <https://www.sistemasoe.com/definicion-oe/>. [Último acceso: 15 Agosto 2022].
- [14] H. L. A. González. [En línea]. Available: <https://www.eumed.net/ce/2009b/hlag.zip>. [Último acceso: 17 Agosto 2022].

- [15] S. D. Bertoncello, «NOVUS,» 3 Septiembre 2021. [En línea]. Available: <https://www.novus.com.br/blog/como-calculiar-el-oee-de-mi-fabrica-con-nuestra-hoja-de-calculo-sera-mas-facil/?lang=es#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20se%20calcula%20el%20OEE,ser%20planificada%20o%20no%20planificada..> [Último acceso: 16 Agosto 2022].
- [16] Anónimo, «nexusintegra,» 2022. [En línea]. Available: <https://nexusintegra.io/es/oeey-produccion/>. [Último acceso: 16 Agosto 2022].
- [17] Anónimo, «Compara Software,» 26 Septiembre 2020. [En línea]. Available: <https://blog.comparasoftware.com/oee-en-mantenimiento/>. [Último acceso: 16 Agosto 2020].
- [18] C. Claudia, Junio 2019. [En línea]. Available: [https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16423/1/CHACON\\_MENDIO\\_LA\\_CLA\\_PRO.pdf](https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16423/1/CHACON_MENDIO_LA_CLA_PRO.pdf). [Último acceso: 27 Julio 2022].
- [19] S. A. Aguirre Ortega, «Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana,» Febrero 2019. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17041>. [Último acceso: 26 Julio 2022].
- [20] D. A. S. Yactayo, «DocPlayer,» 2017. [En línea]. Available: <https://docplayer.es/88165012-Universidad-inca-garcilazo-de-la-vega.html>. [Último acceso: 26 Julio 2022].
- [21] G. Condezo Lopez, «Repositorio Institucional UPN,» 2019. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/11537/23482>. [Último acceso: 27 Julio 2022].
- [22] L. J. Julca Valdivieso, «Repositorio Institucional UPN,» 24 Noviembre 2018. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/11537/14616>. [Último acceso: 27 Julio 2022].
- [23] A. P. Obeso Alfaro, «Repositorio de la Universidad César Vallejo,» 2018. [En línea]. Available: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/27842>. [Último acceso: 27 Julio 2022].
- [24] G. A. García Cabello, «Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP,» 8 Mayo 2018. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12015>. [Último acceso: 27 Julio 2022].
- [25] C. N. Cesar Iván, «Repositorio académico UPC,» 22 Enero 2018. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/10757/625854>. [Último acceso: 27 Julio 2022].

# ANEXOS

## ANEXO I: Informe anti plagio



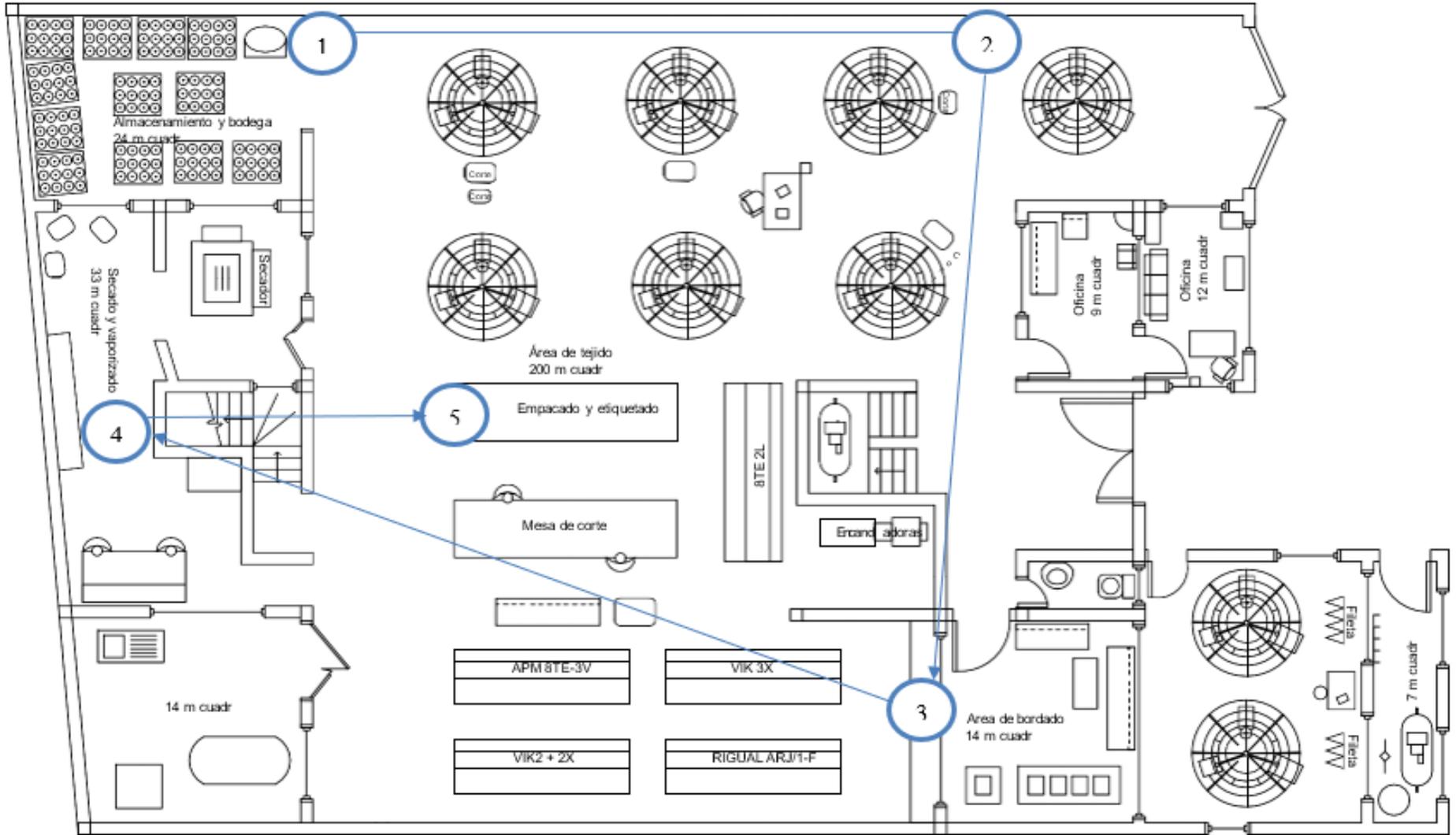
### Document Information

|                   |  |
|-------------------|--|
| Analyzed document | Tesis en proceso (5).docx (D143271986)     |
| Submitted         | 2022-08-26 05:01:00                        |
| Submitted by      | Freddy                                     |
| Submitter email   | freddy.quinchimbla@utc.edu.ec              |
| Similarity        | 8%   |
| Analysis address  | freddy.quinchimbla.utc@analysis.urkund.com |

### Sources included in the report

|           |  |  |    |
|-----------|--|--|----|
| <b>SA</b> | <b>PRACTICA #1 SEGUNDO PARCIAL - 2020-01.docx</b><br>Document PRACTICA #1 SEGUNDO PARCIAL - 2020-01.docx (D64728783)   |  | 2  |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/">https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/</a><br>Fetched: 2022-08-26 05:01:00 |  | 3  |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://emira.es/es/como-crear-plan-mantenimiento-preventivo/">https://emira.es/es/como-crear-plan-mantenimiento-preventivo/</a><br>Fetched: 2022-08-26 05:01:00   |  | 2  |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://www.revistaimg.com/12-pasos-fundamentales-para-implementar-el-tpm/">https://www.revistaimg.com/12-pasos-fundamentales-para-implementar-el-tpm/</a><br>Fetched: 2022-08-26 05:01:00   |  | 10 |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html">https://www.mantenimientopetroquimica.com/tpm.html</a><br>Fetched: 2022-08-26 05:01:00   |  | 16 |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://www.revistaimg.com/como-implementar-el-tpm-en-su-empresa/">https://www.revistaimg.com/como-implementar-el-tpm-en-su-empresa/</a><br>Fetched: 2022-08-26 05:01:00   |  | 2  |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://blog.comparasoftware.com/plan-de-mantenimiento-que-es-y-como-elaborarlo/">https://blog.comparasoftware.com/plan-de-mantenimiento-que-es-y-como-elaborarlo/</a><br>Fetched: 2022-08-26 05:01:00                                   |  | 3  |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://www.sistemascee.com/definicion-cee/">https://www.sistemascee.com/definicion-cee/</a><br>Fetched: 2022-08-26 05:02:00   |  | 1  |
| <b>SA</b> | <b>TEORIA SEGUNDO PARCIAL - Dani Diaz - 2017-0082.docx</b><br>Document TEORIA SEGUNDO PARCIAL - Dani Diaz - 2017-0082.docx (D64727003)   |  | 1  |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://nexusintegra.io/es/cee-y-produccion/">https://nexusintegra.io/es/cee-y-produccion/</a><br>Fetched: 2022-08-26 05:02:00   |  | 1  |
| <b>W</b>  | URL: <a href="https://blog.comparasoftware.com/cee-en-mantenimiento/">https://blog.comparasoftware.com/cee-en-mantenimiento/</a><br>Fetched: 2022-08-26 05:02:00   |  | 1  |

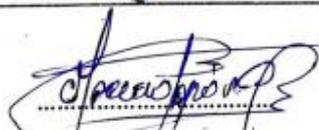
ANEXO II: Diagrama de recorrido de la empresa “TEJIMAR”



ANEXO III: Encuestas realiza al encargado de mantenimiento de la máquina Mayer

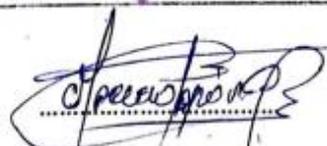
Encuesta sobre análisis de criticidad de equipos

| <b>FACTOR DE FRECUENCIA (FF)</b>                    |             |
|---|-------------|
| Descripción   | Ponderación |
| Frecuente, Mas de 3 eventos al año                  | 5           |
| Probable, 1-3 eventos al año                        | 4           |
| Posible, 1 evento en 3 años                         | 3           |
| Improbable, 1 evento en 5 años                      | 2           |
| Sumamente improbable, menos de un evento en 5 años  | 1           |
| <b>FACTORES DE CONSECUENCIAS</b>                    |             |
| <b>Impacto operacional (IO)</b>                     | Ponderación |
| Perdidas mayores 75% producción mes                 | 5           |
| Perdidas 50% a 74% producción mes                   | 4           |
| Perdidas 25% a 49% producción mes                   | 3           |
| Perdidas 10% a 24% producción mes                   | 2           |
| Perdidas inferiores 10% producción mes              | 1           |
| <b>Factor flexibilidad operacional (FO)</b>         | Ponderación |
| No existe stock, tiempos reparación altos           | 5           |
| Stock parcial, procedimiento reparación complejo    | 4           |
| Stock parcial, procedimiento reparación sencillo    | 3           |
| Stock Suficiente, procedimiento reparación complejo | 2           |
| Stock suficiente, tiempos reparación bajos          | 1           |
| <b>Costos de mantenimiento (CM)</b>                 | Ponderación |
| Costos materiales superior 20000 USD                | 5           |
| Costos materiales superior 10000-20000 USD          | 4           |
| Costos materiales superior 3000-10000 USD           | 3           |
| Costos materiales superior 200-3000 USD             | 2           |
| Costos materiales inferior 200 USD                  | 1           |
| <b>Impacto medio ambiente (IMA)</b>                 | Ponderación |
| Daños irreversibles en el ambiente                  | 5           |
| Daños severos al ambiente                           | 4           |
| Daños medios al ambiente                            | 3           |
| Daños mínimos al ambiente                           | 2           |
| Sin daño ambiental                                  | 1           |
| <b>Impacto seguridad (IS)</b>                       | Ponderación |
| Muerte o incapacidad                                | 5           |
| Incapacidad parcial o permanente                    | 4           |
| Daños o enfermedades severas                        | 3           |
| Daños leves en personas                             | 2           |
| Sin impacto en la seguridad                         | 1           |

  
Ing. Marcelo Topon

ANEXO IV: Encuestas realiza al encargado de mantenimiento de la máquina Jumber  
Encuesta sobre análisis de criticidad de equipos

| <b>FACTOR DE FRECUENCIA (FF)</b>                    |             |
|---|-------------|
| Descripción   | Ponderación |
| Frecuente, Mas de 3 eventos al año                  | 5           |
| Probable, 1-3 eventos al año                        | ④           |
| Posible, 1 evento en 3 años                         | 3           |
| Improbable, 1 evento en 5 años                      | 2           |
| Sumamente improbable, menos de un evento en 5 años  | 1           |
| <b>FACTORES DE CONSECUENCIAS</b>                    |             |
| <b>Impacto operacional (IO)</b>                     | Ponderación |
| Perdidas mayores 75% producción mes                 | 5           |
| Perdidas 50% a 74% producción mes                   | 4           |
| Perdidas 25% a 49% producción mes                   | 3           |
| Perdidas 10% a 24% producción mes                   | ②           |
| Perdidas inferiores 10% producción mes              | 1           |
| <b>Factor flexibilidad operacional (FO)</b>         | Ponderación |
| No existe stock, tiempos reparación altos           | 5           |
| Stock parcial, procedimiento reparación complejo    | 4           |
| Stock parcial, procedimiento reparación sencillo    | 3           |
| Stock Suficiente, procedimiento reparación complejo | ②           |
| Stock suficiente, tiempos reparación bajos          | 1           |
| <b>Costos de mantenimiento (CM)</b>                 | Ponderación |
| Costos materiales superior 20000 USD                | 5           |
| Costos materiales superior 10000-20000 USD          | 4           |
| Costos materiales superior 3000-10000 USD           | ③           |
| Costos materiales superior 200-3000 USD             | 2           |
| Costos materiales inferior 200 USD                  | 1           |
| <b>Impacto medio ambiente (IMA)</b>                 | Ponderación |
| Daños irreversibles en el ambiente                  | 5           |
| Daños severos al ambiente                           | 4           |
| Daños medios al ambiente                            | 3           |
| Daños mínimos al ambiente                           | ②           |
| Sin daño ambiental                                  | 1           |
| <b>Impacto seguridad (IS)</b>                       | Ponderación |
| Muerte o incapacidad                                | 5           |
| Incapacidad parcial o permanente                    | 4           |
| Daños o enfermedades severas                        | 3           |
| Daños leves en personas                             | 2           |
| Sin impacto en la seguridad                         | ①           |

  
Ing. Marcelo Topon

## ANEXO V: Guía de limpieza y colocación de las agujas

Guía de mantenimiento para la colocación de agujas y conos de hilar en la máquina circular textil.

Se debe realizar una inspección visual completa del portador de agujas e ir verificando cuantas agujas están en mal estado (dobladas, rotas y desgastadas), en el caso de existir este tipo de fallos se debe tomar en cuenta los siguientes pasos:

1. Detener la máquina.
2. Contar con el número de agujas que se necesitaran.
3. Con una pinza especial y juego de llaves retirar las agujas dañadas.
4. Colocar agujas en los lugares vacíos.
5. Correr diagnóstico del reemplazo de agujas.
6. Una vez comprobada su correcta colocación encender la maquinaria.

| Guía para la limpieza y colocación de las agujas         |        |
|--|--------|
| actividad  | Tiempo |
| 1) Inspección visual total del porta agujas.             | 2 min  |
| 2) Correr diagnóstico del estado de dicho elemento.      | 1 min  |
| 3) Sacar impurezas mediante un compresor industrial.     | 8 min  |
| 4) Descargar agujas dobladas, rotas o en mal estado.     | 10 min |
| 5) Colocar agujas en espacios vacíos.                    | 12 min |
| 6) Correr análisis de movimiento del reemplazo de agujas | 5 min  |
| 7) Accionar máquina.                                     | 1 min  |

**ANEXO VI:** Guía de limpieza y colocación de los conos de hilo

Realizar una inspección periódica de los conos de hilos, deben estar operativos o llenos de hilo, en el caso de estar por terminar o una vez terminado el hilo se debe tomar en cuenta estas consideraciones para su cambio.

1. Detener la maquinaria.
2. Tener a mano el cono de hilo reemplazante.
3. Retirar el cono de hilo terminado.
4. Colocar el nuevo cono de hilo.
5. Empatar las puntas del hilo inicial con la punta del hilo final.
6. Correr diagnóstico de un correcto cambio.
7. Encender la máquina una vez comprobado su correcto cambio.

| Guía para la limpieza y colocación de conos de hilo               |        |
|---|--------|
| actividad   | Tiempo |
| 1) Inspección visual constante de los conos por hilo.             | 1 min  |
| 2) En el caso de terminarse, descargar cono de hilo a reemplazar. | 5 min  |
| 3) Cargar cono de hilo del mismo color.                           | 8 min  |
| 4) Empatar hilo terminado con hilo inicial.                       | 5 min  |
| 5) Inspección visual de la tarea.                                 | 3 min  |
| 6) Correr actividad.  | 2 min  |
| 7) Accionar máquina.  | 1 min  |

**ANEXO VII:** Diagnóstico de averías

| Tipos de tareas de mantenimiento   | Modelos de mantenimiento que se pueden aplicar para la limpieza y colocación de agujas. |            |             |              |
|--|---|------------|-------------|--------------|
|  | Correctivo  | Condiciona | Sistemático | Alta dispon. |
| 1. Inspección visual: revisar de manera detallada todo el sistema.   | o   | l          |             | Alta dispon. |
| 2. Correr diagnóstico de daños y averías.  |   |            |             | Alta dispon. |
| 3. Tareas de lubricación.  | o   | l          | Sistemático | Alta dispon. |
| 4. Limpieza según condición: identificar lugares llenos de impurezas, remover impurezas con un compresor industrial. |   |            |             | Alta dispon. |
| 5. Identificar agujas en mal estado.   | o   | l          | Sistemático | Alta dispon. |

|  |  |  |             |              |
|--|--|--|-------------|--------------|
| 6. Remover agujas en mal estado (dobladas y rotas) |  |  | Sistemático | Alta dispon. |
| 7. Colocar agujas nuevas, en los puestos vacíos.   |  |  | Sistemático | Alta dispon. |
| 8. Ajuste según lo requiera el elemento.           |  |  |             | Alta dispon. |

| Tipos de tareas de mantenimiento  | Modelos de mantenimiento que se pueden aplicar para la limpieza y colocación de conos de hilo. |                 |             |              |
|---|--|-----------------|-------------|--------------|
| 1) Inspección visual constante de los conos de hilo: estar pendiente que los conos están constantemente cargados. | Correctivo   | Condiciona<br>l | sistemático | Alta dispon. |
| 2. Limpieza según condición.  |  | Condiciona<br>l | sistemático | Alta dispon. |
| 3. Sustitución de conos de hilo.  | Correctivo   | Condiciona<br>l | sistemático | Alta dispon. |
| 4. Ajuste sistemático   |  |                 | sistemático | Alta dispon. |