



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**SEDE QUITO**

**CARRERA DE MECÁNICA**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA EL  
ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA COMPAÑÍA SERVISILVA CIA. LTDA., DEL  
CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA-ECUADOR**

Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Mecánico

**AUTOR: JOSEPH GABRIEL ALVAREZ CAPA**

**TUTOR: LEONIDAS ESTEBAN RAMÍREZ GANGOTENA**

Quito – Ecuador

2023


**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN**

Yo, Joseph Gabriel Alvarez Capa con documento de identificación N° 2200371298,  
manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la  
Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total  
o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 11 de septiembre del año 2023

Atentamente,



---

Joseph Gabriel Alvarez Capa

2200371298

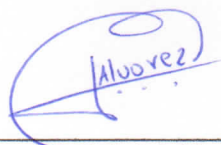
## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Joseph Gabriel Alvarez Capa con documento de identificación N° 2200371298, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor de la Propuesta Tecnológica: “Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo, para el área de producción de la compañía Servisilva Cía. Ltda., del cantón Francisco de Orellana-Ecuador”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Mecánico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de septiembre del año 2023

Atentamente,



---

Joseph Gabriel Alvarez Capa

2200371298

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Leonidas Esteban Ramírez Gangotena con documento de identificación N° 1717176356 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA COMPAÑÍA SERVISILVA CÍA. LTDA., DEL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA-ECUADOR, realizado por Joseph Gabriel Alvarez Capa con documento de identificación N° 2200371298, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Propuesta Tecnológica que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 11 de septiembre del año 2023

Atentamente,



---

Ing. Leonidas Esteban Ramírez Gangotena, MSc.  
1717176356

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este presente trabajo a mis padres y expresar mi más profunda gratitud. Por su incondicionalidad, amor y apoyo han sido los pilares que me han impulsado a llegar hasta este punto. Gabriela, desde el primer día, has sido mi fuente de inspiración y ejemplo a seguir. Me enseñaste a luchar por mis sueños y a nunca rendirme antes los desafíos. Sandro, mi mentor, mi apoyo inquebrantable. Tus palabras de aliento y tu confianza en mí me han dado fuerza para superar cualquier adversidad. Tu sabiduría y experiencia me han enseñado valiosas lecciones de vida que nunca olvidaré. Tu presencia constante en cada paso del camino ha sido un recordatorio constante de cuanto me amas y cuanto crees en mí. Y a mis queridos abuelos que fueron parte del proceso de mi niñez.

*Joseph Alvarez*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a Dios por haberme dado salud, vida y sabiduría. Po haberme protegido ante cualquier situación.

A la empresa Silva Rodas Servisilva Cía. Ltda. Al Sr. Luis Silva y la Sra. Gisela Silva propietarios de la misma, por su colaboración de su valioso tiempo y permitirme toda la documentación e información necesaria para poder realizar mi proyecto de investigación.

Agradezco también de manera especial al Ing. Leonidas Ramírez., por su ayuda prestada y orientación en el desarrollo del presente trabajo. A todos mis familiares y amigos que me brindaron su apoyo para poder finalizar este proyecto.

*Joseph Alvarez*

## ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	i
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.....	ii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
Problema.....	1
Justificación.....	2
Objetivo general .....	3.
Objetivos específicos.....	3
Alcance.....	3
CAPÍTULO I.....	4
MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL.....	4
1.1. Estado del arte .....	4
1.2. Mantenimiento .....	5
1.4.1. Importancia del mantenimiento .....	5
1.4.2. Modelos del mantenimiento preventivo .....	6
1.4. Mantenimiento preventivo .....	7
1.4.3. Ventajas del mantenimiento preventivo .....	8
1.4.4. Plan de mantenimiento .....	8
1.4.5. Planificación para un mantenimiento preventivo .....	9
1.4.6. Como se realiza el mantenimiento preventivo .....	9
1.5. Fichas técnicas.....	10

1.4.7.	Hoja de vida.....	11
1.6.	Torno CNC.....	11
1.5.1.	Torno CNC serie ROMI.....	12
CAPÍTULO II .....		14
ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA.....		14
2.1.	Diagnóstico situacional empresarial.....	14
2.1.1.	Datos empresariales (Ver en Tabla 2).....	14
2.1.2.	Creación.....	15
2.1.3.	Política empresarial .....	15
2.1.4.	Tamaño de la empresa .....	15
2.1.5.	Servicios prestados .....	15
2.1.6.	Clientes relacionados .....	17
2.2.	Diagnóstico situacional de procesos .....	17
2.2.1.	Distribución de la planta.....	17
2.2.2.	Fichas técnicas de equipos.....	19
2.2.3.	Descripción del proceso.....	20
2.2.4.	Determinación de tiempos de producción y desviación estándar.....	28
2.3.	Diagnóstico del estado de máquinas y equipos.....	33
2.3.1.	Identificación de fallas.....	33
2.3.2.	Árbol de fallas .....	35
2.3.3.	Análisis de criticidad .....	38
2.3.4.	Frecuencia de la falla.....	38
2.3.5.	Gravedad de la falla.....	38
2.3.6.	Tiempo de inactividad .....	38
2.3.7.	Costo de reparación .....	38
2.3.8.	Probabilidad de recurrencia .....	38
2.3.9.	Análisis de Pareto de la frecuencia de fallo y la criticidad de fallo.....	49
CAPÍTULO III .....		51
PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....		51
3.1.	Tema.....	51
3.2.	Organigrama de la empresa.....	51
3.3.	Codificación de equipos .....	52



3.4.	Creación de formatos .....	52
3.4.1.	Formato de Checklist.....	52
3.4.2.	Formato de fichas técnicas .....	53
3.4.3.	Formato solicitud de trabajo .....	54
3.4.4.	Formato orden de trabajo.....	55
3.4.5.	Formato de procedimientos .....	56
3.4.6.	Formato hojas de vida de las máquinas y equipos.....	58
3.4.7.	Calendario general .....	60
3.4.8.	Formato hoja de vida general de equipos .....	63
3.5.	Indicadores de gestión de mantenimiento .....	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		68
ANEXOS.....		72

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Línea ROMI C .....	13
<b>Tabla 2.</b> Descripción empresarial .....	14
<b>Tabla 3.</b> Tamaño de la empresa según su personal .....	15
<b>Tabla 4.</b> Servicios que presta Servisilva.....	16
<b>Tabla 5.</b> Ficha técnica torno automático CNC c1000 .....	19
<b>Tabla 6.</b> Esquema de procesos tubería con roscado externo .....	20
<b>Tabla 7.</b> Esquema de procesos tubería con roscado externo. Continua .....	21
<b>Tabla 8.</b> Esquema de procesos tubería con roscado interno con desbaste .....	21
<b>Tabla 9.</b> Esquema de procesos tubería con roscado interno.....	24
<b>Tabla 10.</b> Resumen del esquema de procesos tubería con roscado externo .....	26
<b>Tabla 11.</b> Resumen del esquema de procesos tubería con roscado interno con desbaste .....	26
<b>Tabla 12.</b> Resumen del esquema de procesos tubería con roscado interno.....	27
<b>Tabla 13.</b> Esquema de tiempos promedio de fabricación de roscado interno .....	28
<b>Tabla 14.</b> Esquema de tiempos promedio de fabricación de roscado interno con desbaste....	29
<b>Tabla 15.</b> Esquema de tiempos promedio de fabricación de roscado externo .....	30
<b>Tabla 16.</b> Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-01 .....	33
<b>Tabla 17.</b> Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-02.....	33
<b>Tabla 18.</b> Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-03.....	34
<b>Tabla 19.</b> Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-04.....	34
<b>Tabla 20.</b> Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-05.....	34
<b>Tabla 21.</b> Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-06.....	34
<b>Tabla 22.</b> Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-07.....	34
<b>Tabla 23.</b> Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-08.....	35
<b>Tabla 24.</b> Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-09.....	35
<b>Tabla 25.</b> Modelo de criterios de evaluación de fallas de las máquinas .....	39
<b>Tabla 26.</b> Matriz de criticidad máquina 1. Torno automático CNC C1000 control.....	41
<b>Tabla 27.</b> Matriz de criticidad máquina 2. Torno automático CNC c1000 control siemens#242	
<b>Tabla 28.</b> Matriz de criticidad máquina 3. Torno automático CNC c1000 control siemens#343	
<b>Tabla 29.</b> Matriz de criticidad máquina 4. Torno automático CNC c830 control siemens#1. 44	
<b>Tabla 30.</b> Matriz de criticidad máquina 5. Torno automático CNC G550 control Fanuc#1 ...	45

<b>Tabla 31.</b> Matriz de criticidad máquina 6. Torno automático CNC G550 control Fanuc#2...	46
<b>Tabla 32.</b> Matriz de criticidad máquina 7. Torno automático CNC G550 control Fanuc#3...	46
<b>Tabla 33.</b> Matriz de criticidad máquina 8. Taladro radial Z3050X16.....	47
<b>Tabla 34.</b> Matriz de criticidad máquina 9. Sierra eléctrica Durmazlar HB-s280.....	48
<b>Tabla 35.</b> Matriz total de criticidad de fallo de las máquinas.....	49
<b>Tabla 36.</b> Frecuencia acumulada .....	50
<b>Tabla 37.</b> Checklist.....	52
<b>Tabla 38.</b> Formato fichas técnicas .....	53
<b>Tabla 39.</b> Formato solicitud de trabajo.....	54
<b>Tabla 40.</b> Formato orden de trabajo Equipo de soldadura.....	56
<b>Tabla 41.</b> Formato procedimiento cambio de aceite Fresadora.....	57
<b>Tabla 42.</b> Formato hoja de vida Torno CNC.....	58
<b>Tabla 43.</b> Formato calendario general .....	61
<b>Tabla 44.</b> Hoja de vida general de equipos. ....	63
<b>Tabla 45.</b> Datos del mes de mayo del torno C1000.....	64

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ventajas del mantenimiento preventivo.....	8
<b>Figura 2.</b> Contenido básico de fichas técnicas .....	10
<b>Figura 3.</b> Descripción de tornos CNC ROMI .....	13
<b>Figura 4.</b> Clientes relacionados a Servisilva Cía. Ltda.....	17
<b>Figura 5.</b> Distribución de la planta, Servisilva 2023 .....	18
<b>Figura 6.</b> Diagrama de dispersión de datos del proceso de fabricación en un roscado interno .....	31
<b>Figura 7.</b> Diagrama de dispersión de datos del proceso de fabricación en un roscado interno con desbaste. ....	32
<b>Figura 8.</b> Diagrama de dispersión de datos del proceso de fabricación en un roscado externo .....	32
<b>Figura 9.</b> Representación del árbol de fallas 1. ....	36
<b>Figura 10.</b> Representación del árbol de fallas 2. ....	37
<b>Figura 11.</b> Representación del grafico de Pareto de la criticidad de fallos. ....	50
<b>Figura 12.</b> Organigrama estructural SERVISILVA .....	51
<b>Figura 13.</b> Indicadores de mantenimiento .....	65

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Fichas de mantenimiento anteriores.....	72
<b>Anexo 2.</b> Evaluación de criticidad de las máquinas .....	82

## RESUMEN

El presente trabajo investigativo trata de la propuesta de un PMP, en el lugar de producción de Servisilva Cía. Ltda., del cantón Francisco de Orellana-Ecuador. Se plantea la solución a un problema recurrente y que ha deteriorado la maquinaria del área de producción, estos factores están relacionados en la prevención de accidentes laborales. En Ecuador la normativa de seguridad y salud está muy relacionada con lesiones al trabajador, en la metodología se procede en primera instancia a diagnosticar el contexto situacional actual de la empresa Servisilva Cía. Ltda. En aspectos organizacionales y gestión de mantenimiento, en el cual la criticidad de los fallos de los equipos tiene valores críticos y MC; estos se encuentran en los tornos tres C1000 con controlador siemens y el C830, los cuales presentan fallos recurrentes según el diagrama analizado se encuentran en un rango de criticidad límite de 40 y 50, en la frecuencia de fallos o averías se encuentra un valor de 4 siendo el superior en esta escala, los motivos de estos valores críticos son: la vida útil de los repuestos, la discusión del sistema de mantenimiento elaborando documentación técnica de MP, mediante el análisis de los equipos del área de producción con un cronograma estructurado, y esquematizado de checklist de verificación de las máquinas, sus respectivas fichas técnicas, solicitud de trabajo, orden de trabajo. Finalmente se finaliza con un PMP de los equipos del área de producción, en un calendario general de mantenimiento de todos los equipos, con ello realizar un sistema de MP y de acción previa la corrección.

**Palabras clave:** Compañía, Torno, vida útil, criticidad, checklist, MP (Mantenimiento preventivo), PMP (Plan de mantenimiento preventivo), MC (Medianamente críticos)

## ABSTRACT

The present investigative work deals with the proposal of a PMP, for the production area of the company Servisilva Cía. Ltda., of the canton Francisco de Orellana-Ecuador. The solution to a recurring problem that has deteriorated the machinery in the production area is proposed, these factors are related to the prevention of accidents at work. In Ecuador, health and safety regulations are closely related to worker injuries, in the methodology we proceed in the first instance to diagnose the current situational context of the company Servisilva Cía. Ltda. In organizational aspects and maintenance management, in which the criticality of equipment failures has critical values and MC; These are found in the three C1000 lathes with Siemens controller and the C830, which present recurring failures according to the analyzed diagram, they are in a limit criticality range of 40 and 50, in the frequency of failures or breakdowns there is a value of 4. being the superior in this scale, the reasons for these critical values are: the useful life of the spare parts, the discussion of the maintenance system preparing technical documentation of PM, through the analysis of the equipment of the production area with a structured schedule, and Outlined verification checklist of the machines, their respective technical sheets, work request, work order. Finally, it ends with a PMP of the equipment in the production area, in a general schedule of maintenance of all the equipment, thereby carrying out a PM system and action prior to the correction.

**Keywords:** Company, Lathe, useful life, criticality, checklist, MP (Preventive Maintenance), PMP (Preventive Maintenance Plan), MC (Medium Critical).

## INTRODUCCIÓN

La labor del área de mantenimiento es muy importante dentro del sector productivo de la industria nacional e internacional y está vinculada en la prevención de accidentes laborales y más en nuestro país, que la normativa de Seguridad y salud está muy relacionada con lesiones en el trabajador, y por ello Servisilva Cía. Ltda., comprometida con resguardar el capital humano trata de mantener el mejor ambientes de la maquinaria, herramienta, y el equipo de trabajo, y esto mejora el desenvolvimiento operativo y con seguridad, evitando de la misma forma riesgos en el área laboral.

En el presente proyecto investigativo se presentan tres capítulos cuyo contenido se resume a continuación:

El capítulo uno, contiene el estado del arte con un marco referencial y estructural de términos y definiciones propias del proyecto de investigación y relacionado a las variables de estudio en este caso al mantenimiento preventivo de la maquinaria.

En el capítulo dos, se establece las directrices situacionales o la línea de partida de la investigación de la empresa y determinar las causales de fallos o problemas internos en el área de mantenimiento, creando con ello una perspectiva de mejora para generar una propuesta de aplicabilidad en la empresa.

En el capítulo tres, se plantea un PMP en el cual se mantienen conceptos de organización de procesos y tiempos de fabricación y posterior a ello establecer un plan anual de prevención de daños y disminución de indicadores de mantenimiento.

### **Problema**

El método de mantenimiento preventivo a nivel global y con una base más arraigada en Europa, prevalece por sus campañas locales para el mantenimiento seguro y preventivo. Está relacionado directamente con la PRL, reuniendo las nomenclaturas y exigencias (INSHT) [1]. Estos talleres se enmarcaron en la Campaña Europea “Trabajos Saludables” los temas tratados son referentes a trabajo seguro y preventivo, coordinada por la Agencia Europea [2]. La misma que se centró en esta actividad con un alto nivel de riesgo, que se lleva a cabo en todos los



sectores y lugares de trabajo, y esto no afecta al sector específico, sino que conecta un alto nivel de accidente [3].

En los países Latinoamericanos las primeras grandes industrias y las más antiguas en instalar grandes maquinarias han sido los ingenios azucareros (procesadores y extractores de azúcar) [3]. Además de otras fábricas licoreras y de producción de metales. Estas grandes industrias hacían instalaciones de maquinarias y equipos metalúrgicos que con el pasar de los años fueron quedando obsoletos [4].

Por otro lado, para mejorar la disponibilidad de maquinaria industrial, es necesario organizar adecuadamente los servicios conservadores a través de la introducción de programas de precisión y conservadores.

Además, estos instrumentos se encargarán de preservar las prácticas, esto se realiza de acuerdo las máquinas y a la ubicación, función, dispositivos y características [5]. Asimismo, según Pincirolí et al., [6] se deberá establecer un plan de trabajo a nivel preventivo para aprender sobre el rendimiento y la tendencia a dañar los puntos para detectar fallas antes de su ocurrencia para superar los golpes inesperados.

De esta manera, será de gran valor conocer la historia del mantenimiento de los tornos CNC de Servisilva Cía. Ltda., el hecho de que este equipo haya establecido en el pasado corrigiendo el mantenimiento para poder ofrecer estructuras que le permitan inspeccionar variables susceptibles, tareas que se desarrollarán utilizando un sistema de documentos y registro pintado para el programa.

Se debe descubrir los procesos ejecutados para describir la funcionalidad de los equipos y la carga laboral de equipos en función de horas de trabajo, para pronosticar de mejor manera la proyección de fallas o errores.

### **Justificación**

Este desarrollo Control Numérico Computarizado en primera instancia referido a tecnología tiene gran importancia y justificación en aspectos de calidad y precisión de las piezas [7], Requiere la necesidad de tener un PMP que refleje el tiempo de funcionamiento de la máquina anterior, fácil mantenimiento y disponibilidad permanente [8], logrando así una alta

competitividad específicamente en el sector industrial mediante la medición con mejores resultados de rentabilidad, de modo que ahora se conoce como una escala económica, a saber, un alto volumen de producción a un costo muy bajo [9].

Silva Rodas Servisilva Cía. Ltda. es una compañía en Ecuador, con la matriz principal en Puerto Murialdo, opera en revestimiento, tratamiento térmico, grabado y servicios. En vista que las fallas se vuelven frecuentes y ocasionan retrasos en la línea de producción y sus intervalos cada vez se vuelven mayores, lo que ocasiona pérdidas económicas mayores en la empresa es necesario y se vuelve trascendental la ejecución del presente estudio.

De esta manera surge la necesidad relevante de desarrollar dentro de Servisilva Cía. Ltda. específicamente en el área de tornos CNC un PMP de uso por personal de la empresa Servisilva Cía. Ltda.

### **Objetivo general**

Proponer un plan de mantenimiento preventivo, para el área de producción de la compañía Servisilva Cía. Ltda., del cantón Francisco de Orellana-Ecuador.

### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación de la empresa Servisilva Cía. Ltda., en aspectos organizacionales y gestión de mantenimiento.
- Elaborar la documentación técnica del PMP, mediante el análisis de los equipos del área de producción.
- Establecer un PMP de la maquinaria de la planta de producción.

### **Alcance**

La aplicación de esta alternativa PMP se puede realizar y comprobar en el área de producción de SERVISILVA CÍA. LTDA, que tiene las herramientas necesarias para aplicar las técnicas de mantenimiento preventivo en su maquinaria en 7 tornos CNC, un taladro y una sierra, situado en el Km 7.5 Vía Lago Agrio en la provincia de Orellana.

## **CAPÍTULO I**

### **MARCO TEORICO Y CONCEPTUAL**

Este capítulo presenta los conceptos necesarios de mantenimiento preventivo, la importancia, los modelos, ventajas del proceso de implementación y de realización, formatos de fichas técnicas y sistemas de control numérico automatizado que son los principales equipos en la empresa estudiada.

#### **1.1. Estado del arte**

En el artículo titulado “PMP para la empresa Metalmecánica Industrias AVM S.A” señala que, recientemente, se espera que en las empresas manufactureras y las empresas de servicios sean competitivas y tengan una gran presión para proporcionar calidad en sus productos. Con este nuevo entorno, los gerentes e ingenieros se han visto obligados a mejorar todos los sistemas involucrados en el desarrollo de producción para cumplir con los requisitos del cliente. Por ende, uno de los objetivos esenciales, es asegurar la producción, además, alcanzar las metas que establece la gestión de calidad. Así, el mantenimiento oportuno y las inspecciones correspondientes contribuyen a garantizar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos, lo que beneficia a los usuarios y asegura su correcto funcionamiento. [10].

En la investigación titulada “Modelo de PMP basado en el proceso para el área de preparación de Hilacatura” se establece que esta investigación busca integrar y conectar este concepto administrativo con el mantenimiento de la industria. Porque, el objetivo principal es plantear un PMP. Evaluar diferentes modelos de mantenimiento para determinar los más adecuados para este estudio [11].

En el artículo titulado “Diseño de un PMP para Extruplas S.A” explica que, el mantenimiento relacionado a lo industrial tiene una gran acogida a nivel nacional e internacional, porque se refiere al equipo de mantenimiento operativo, además, todos los miembros de la empresa, porque la misma constituye uno de los departamentos esenciales que buscan, realizan y optimizan el mantener y mejorar todo lo relacionado a la productividad, sin descartar la calidad de la producción. Es importante trabajar sobre el mantenimiento preventivo, de hecho, es

necesario tener en cuenta que se debe planificar las actividades para su aplicación, de esta manera, ir reduciendo costos por los paros inapropiados de la producción [12], [13].

En el artículo titulado “Diseño de un PMP para la empresa estructuras del Kafee” analiza que, durante la revolución industrial, el trabajo de reparación durante la creación y desarrollo de la maquinaria, y comenzó el concepto de competitividad, por lo que la falla mecánica fue generada por la producción, y fue posible considerarlo con eficiencia. En el equipo de la industria, no se usó de la mejor manera, por lo que se convirtió en pérdidas de dinero y tiempo, era necesario controlar estos obstáculos y eficiencia. Con el paso del tiempo, se dieron cuenta de que el mantenimiento era muy importante, por lo que fueron seleccionados para crear las instrucciones proporcionadas por los fabricantes de equipos, las cuales generan un grupo que se concentra completamente en una frecuencia específica conocida como mantenimiento preventivo [14].

En el artículo titulado “Elaboración de un PMP y seguridad industrial para Minerosa” alude que, para elaborar necesita analizar todas las máquinas que conforman la empresa para saber que se va a implementar en el plan. Las empresas buscan alternativas que favorezcan precisar la planificación porque para funcionar indistintamente algo se debe planear y proyectar lo que se va a realizar, deben ser organizados, incluyendo todas las actividades que sirvan para funcionar las instalaciones, tales como: programar, registrar y ejecutar. Finalmente, se debe observar si es beneficioso, entre otras opciones ofrecer continuamente mantenimiento a una máquina o adquirir uno nuevo, organizar mejor al personal que se dedican al PMP de las máquinas o herramientas de la empresa [15].

## **1.2. Mantenimiento**

El mantenimiento abarca una serie de métodos y sistemas que ayudan a evitar fallos en los equipos, así como realizar inspecciones y reparaciones necesarias para asegurar el correcto funcionamiento de las unidades [16]. El objetivo principal de cualquier empresa es maximizar sus ganancias, evitando las pérdidas causadas por piezas defectuosas o interrupciones inesperadas en la línea de producción [17].

### ***1.2.1. Importancia del mantenimiento***

Con el creciente grado de automatización de la fabricación y la aplicación de sistemas de producción ágiles y esbeltos, no solo ha aumentado la sofisticación de las máquinas, sino que

también ha aumentado la necesidad de plazos de entrega más cortos [18]. Esto exige una mayor disponibilidad de los sistemas de producción para tener una distribución rentable de los activos fijos y minimizar los retrasos en la fabricación debido a fallas en las máquinas causadas por tiempos de inactividad no planificados [19]. El tiempo de parada no anticipado aumenta los gastos asociados a mantenimiento y reduce la productividad [20]. Algunos ejemplos son las empresas de fabricación avanzada, como la electrónica y los fabricantes de automóviles, que han aumentado sus niveles de automatización mediante la mejora continua [18], [21].

Para mantener un lugar competitivo en el mercado, para tales empresas es fundamental contar con un sólido sistema para gestionar de mejor manera las decisiones referentes a mantenimiento [22]. En base a esta premisa, es crucial contar con una estructura organizativa que permita restaurar rápidamente la operación de la industria con el objetivo de minimizar las pérdidas de producción. Su principal propósito es mantener el servicio en funcionamiento de manera efectiva, asegurando que desempeñe su función dentro del proceso productivo de manera óptima.

### ***1.2.2. Modelos del mantenimiento preventivo***

En base a la información y los estudios de Pincioli et al., [6] los modelos existentes se pueden resumir de la siguiente manera:

#### ***1.2.2.1. Correctivo.***

Este tipo de mantenimiento es el más elemental y abarca actividades como inspecciones visuales, lubricación de mecanismos y reparación de averías. Se aplica a equipos con un nivel de criticidad muy bajo, donde las averías no representan ningún problema significativo.

#### ***1.2.2.2. Condicional.***

Este enfoque de mantenimiento abarca las actividades del modelo citado, pero también implica la realización de ensayos que determinarán las acciones a seguir. Si se detecta alguna anomalía durante las pruebas, se programará una intervención para corregirla. Por otro lado, si los resultados de las pruebas son satisfactorios, no se tomarán medidas adicionales en el equipo.

#### ***1.2.2.3. Sistemático.***

Este PMP es ampliamente utilizado en equipos que tienen una disponibilidad media y el sistema de producción, cuyas averías pueden causar ciertos trastornos. Es necesario destacar que un

equipo sometido a este modelo no necesariamente tiene todas sus tareas programadas con periodicidad. En lugar de eso, un equipo con este enfoque puede tener actividades sistemáticas que se realizan sin importar el tiempo de funcionamiento o el estado de los componentes.

#### ***1.2.2.4. De alta disponibilidad.***

Es el modelo de mantenimiento más exigente. Se aplica en maquinaria que no pueden permitirse una avería o funcionamiento inadecuado, y se requiere que estos equipos tengan niveles de disponibilidad muy altos, como un mínimo del 90%. La razón de esta alta disponibilidad generalmente se debe al alto costo de producción asociado a una avería. Debido a esta exigencia, no hay tiempo para realizar mantenimientos que requieran detener el equipo, como el mantenimiento correctivo o el mantenimiento preventivo.

Para mantener esta maquinaria, es necesario aprovechar técnicas de MP que permitan monitorear el estado del equipo mientras está en funcionamiento, así como realizar paradas programadas para una revisión total, generalmente con una frecuencia anual. En este modelo de mantenimiento, el objetivo principal es evitar cualquier avería en el equipo, y en general no hay tiempo suficiente para abordar adecuadamente los problemas que puedan surgir. Por lo tanto, en muchos casos, se realizan reparaciones provisionales con la finalidad de mantener el equipo en óptimas condiciones hasta la siguiente revisión.

### **1.3. Mantenimiento preventivo**

El siguiente tipo de mantenimiento se refiere a la actividad de examinar de manera sistemática y según ciertos criterios los equipos o dispositivos de diversos tipos (mecánicos, eléctricos, informáticos, entre otros) con el fin de prevenir averías causadas por el uso, desgaste o paso del tiempo [23].

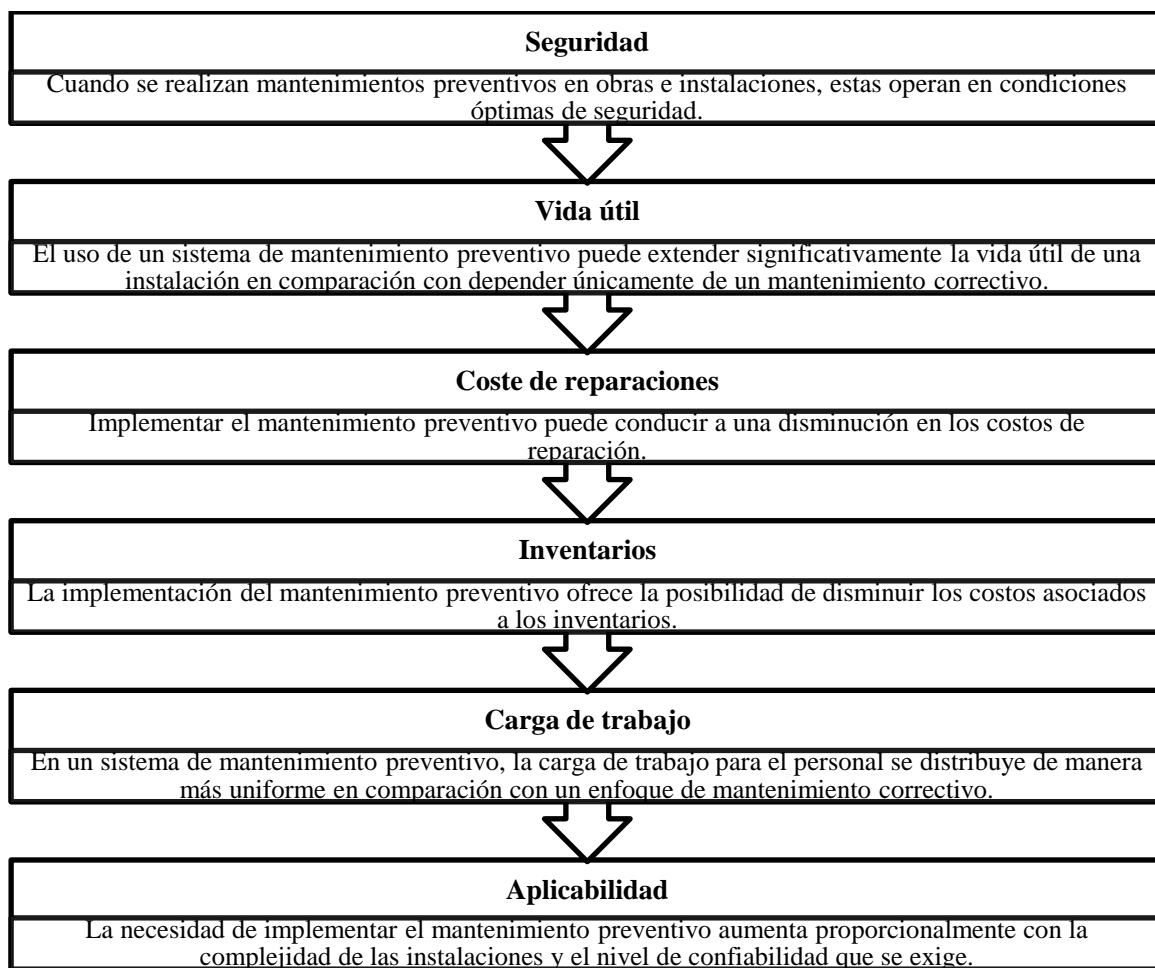
Este tipo de mantenimiento es una serie de actividades programadas previamente que se realizan para prevenir las posibles fallas en las funciones para las que se diseñó un activo, contrarrestando las causas conocidas de dichas fallas [4], [24]. Este puede planearse y programarse en la línea de tiempo, el uso o la condición del equipo [25].

El costo de mantenimiento generalmente se cuantifica por el valor de mano de obra y hardware; sin embargo, también hay costos de oportunidad debido al fracaso [26]. La

identificación de estos últimos es difícil y los costos suelen ser elevados [2]. Para optimizar el uso de los recursos de mantenimiento, se necesitan políticas de mantenimiento (optimización) apropiadas y medidas de rendimiento del sistema relevantes, todo integrado en un marco de soporte de decisiones [9], [22], [27].

### 1.3.1. Ventajas del mantenimiento preventivo

Según Bokrantz et al. [28] las ventajas están centradas en la Figura 1:



**Figura 1.** Ventajas del mantenimiento preventivo

### 1.3.2. Plan de mantenimiento

Para Bokrantz et al. [28] la importancia radica en destacar las 3 áreas de planificación en relación con el mantenimiento. Primera área: se enfoca en la planificación en un plazo largo que requiere las necesidades para el mantenimiento, y está estrechamente relacionada a los pronósticos en las ventas y con la producción, dependiendo totalmente de ellos. En empresas

importantes, este tipo de planificación es llevada a cabo por personal especializado encargado de elaborar un programa integral para toda la empresa. Por otro lado, los planificados a un plazo corto conforman la siguiente área, abarcando períodos de alrededor de 1 año aproximadamente y siendo preparados con la supervisión en forma directa de los gerentes que son del departamento en mantenimiento. Dichos planes incluyen valores monetarios, reparaciones de calidad y toda la manutención en un nivel a gran escala. Por último, la tercera área abarca los planes contiguos del cargo de mantenimiento y consiste en realizar la planificación determinada de la función para el mantenimiento, la cual es elaborada por especialistas del grupo de control.

De acuerdo con Pinciroli et al. [6] las tres tareas de planificación difieren significativamente en términos de tipo y alcance. A medida que los planes se proyectan hacia el futuro, aumenta el nivel de responsabilidad asociado. Aunque estas tareas tienen pocas similitudes entre sí, comparten la denominación de "planeación" y son indispensables para obtener las metas u objetivos de dicha empresa mencionada. En esta misma línea Xiao et al. [26] según las crónicas históricas y el avance tecnológico, se pueden identificar diferentes funciones atribuidas a las personas involucradas tanto en la enseñanza como en la adquisición de conocimiento. Estas funciones incluyen la transmisión del conocimiento, el descubrimiento guiado y el descubrimiento autónomo.

### ***1.3.3. Planificación para un mantenimiento preventivo***

A lo que refiere mantenimiento programado, describe a un conjunto de actividades planificadas y periódicas que se da de manera sistemática con el objetivo que ayudará para preservar las condiciones de funcionamiento adecuadas. Estas actividades incluyen inspecciones, detección de defectos y prevención de fallas que puedan resultar en interrupciones no planificadas. [16]. De manera similar, se puede afirmar que este tipo de mantenimiento se planifica con el propósito de realizar ajustes, reparaciones o reemplazos de componentes en un equipo antes de que ocurra una avería o daño importante, evitando así costos adicionales de mantenimiento. Su objetivo principal es eliminar o minimizar al máximo los gastos asociados estrictamente al mantenimiento [26].

### ***1.3.4. Como se realiza el mantenimiento preventivo***

Este tipo de mantenimiento involucra examinar o inspeccionar el funcionamiento del equipo para detectar y reparar posibles daños o deterioros ocurridos durante su tiempo de uso. Para



ello, se mantiene un registro para cada equipo, que debe ser completado por el responsable de mantenimiento, quien reportará las actividades de mantenimiento realizadas [7].

La inspección y el mantenimiento insuficientes pueden causar fallas prematuras [23]. Sin embargo, una cantidad excesiva de ellos podría resultar muy costosa; por lo tanto, debe haber una compensación [25]. Para determinar las tasas óptimas de inspección y mantenimiento preventivo, es esencial cuantificar el vínculo entre el mantenimiento y la confiabilidad, que se abordó en la literatura utilizando diferentes medidas de desempeño, incluida la disponibilidad (o no disponibilidad), costo de la interrupción del suministro eléctrico, costo de realizar la inspección, mantenimiento y reparación, y tiempo de primer paso [24].

#### 1.4. Fichas técnicas

Estos documentos son esenciales y proporcionan un resumen de las características iniciales del equipo, incluyendo datos operativos, componentes y la siguiente información: detalles físicos específicos (como: dimensiones, modelo, tipo y peso) y detalles tecnológicos es decir los parámetros operativos [24].

En la Figura 2, se muestra el contenido básico de fichas técnicas, que buscan sistematizar su entendimiento sistémico.

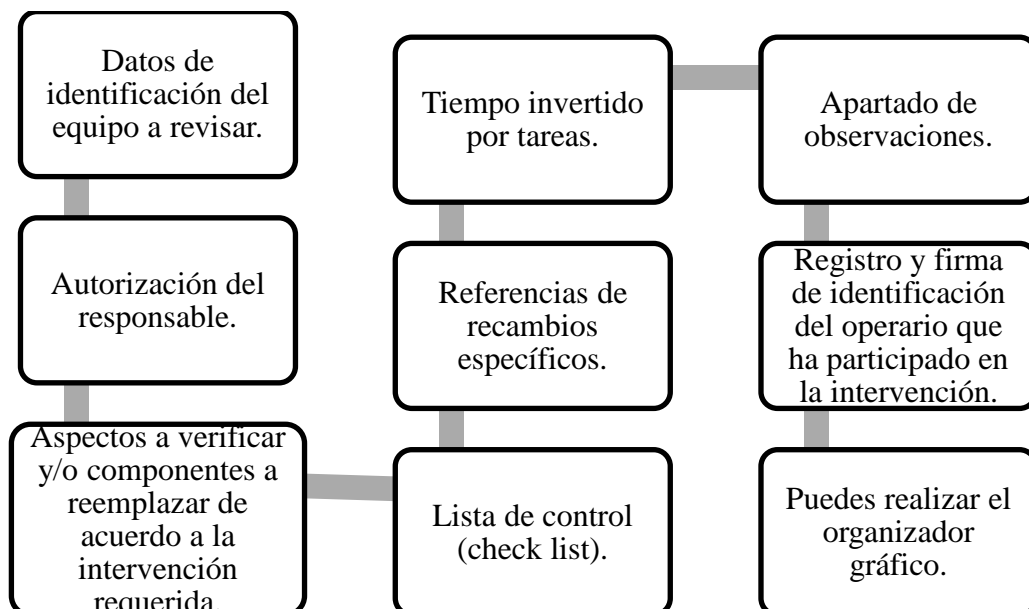


Figura 2. Contenido básico de fichas técnicas

Según Bokrantz et al. [28] estas fichas son documentos que contienen el PMP de la empresa y se utilizan como herramienta con la finalidad de llevar a cabo la revisión de máquinas u equipos de estas. El tema y la complejidad de los propósitos cambian según el tipo de equipos a trabajar, los puntos a verificar y los respectivos datos que se deseen.

#### ***1.4.1. Hoja de vida***

Explica las medidas de PMP implementadas en cada equipo [16]. La hoja de vida debe contener una amplia gama de información, que incluye el nombre del equipo, su codificación, los repuestos asociados, los sub-equipos relacionados, datos de planos, registros de mantenimiento y otros detalles relevantes [24].

La hoja de vida desempeña un papel fundamental en la elaboración y planificación PMP. Previo a trabajar en cualquier actividad relacionada al mantenimiento en un equipo, es necesario verificar si ha habido algún cambio relevante en su configuración. Por ejemplo, si se ha reemplazado el motorreductor de una banda transportadora por otro con características diferentes, se deben considerar aspectos como pernos, lubricantes, sellos, acoples, entre otros, al momento de planificar el mantenimiento correspondiente. La hoja de vida proporciona esta información actualizada y garantiza que se tomen en cuenta todos los aspectos relevantes durante el proceso de mantenimiento [25]. Por esa razón, en la hoja de vida se reserva un espacio para registrar las últimas reparaciones realizadas en el equipo, así como para detallar los informes de mantenimiento. Esto permite verificar si se han realizado modificaciones o cambios importantes en el equipo y tener un registro actualizado de su historial de mantenimiento.

Además de lo mencionado según Xiao et al. [26] debido a esto, se destina un espacio en la hoja de vida del equipo para registrar las reparaciones más recientes y proporcionar detalles sobre los informes de mantenimiento. Esto facilita la verificación de posibles modificaciones o cambios significativos realizados en el equipo, al tiempo que garantiza un registro actualizado de su historial de mantenimiento.

### **1.5. Torno CNC**

Cuando se menciona el término "torno CNC", se hace referencia a un tipo de torno con control numérico por computadora, específicamente diseñado para la producción automatizada de

piezas mecanizadas [29]. Se trata de una herramienta o máquina que se controla mediante software, lo que permite la automatización del proceso de torneado utilizando sistemáticamente una computadora [8], [9], [30].

El diseño es un proceso en el que el ser humano busca resolver problemas y adaptarse a su entorno, satisfaciendo sus necesidades. Para lograrlo, se emplean recursos tecnológicos como el diseño, la ingeniería, reingeniería y la manufactura asistidos (CAD/CAE/CAM). Estas herramientas tecnológicas ayudan en la creación, análisis y producción de soluciones eficientes [8]. La aplicación de análisis por elementos finitos (FEA) se ha convertido en la técnica más exitosa en el mundo de la ingeniería asistida por computadora (CAE). Con el avance y mejora de las computadoras, estas técnicas han evolucionado y se han vuelto accesibles y comprensibles para usuarios e industrias manufactureras.

Los análisis por elementos finitos facilitan la simulación y el estudio de manera precisa la conducta de estructuras y partes, brindando información detallada sobre sus propiedades mecánicas, térmicas y fluidodinámicas. Esta herramienta es ampliamente utilizada en el diseño y la optimización de productos, así como en la mejora de procesos en diferentes sectores industriales [7]. Estas técnicas se emplean en diversas industrias, abarcando desde el proceso de diseño hasta la etapa de fabricación, con el objetivo de obtener resultados beneficiosos como la optimización de costos, calidad, tiempo, seguridad y otros aspectos relevantes. El uso de estas técnicas permite identificar y corregir posibles problemas o falencias en los ciclos iniciales del proceso de desarrollo de productos, lo que contribuye a reducir errores, mejorar la eficiencia y obtener productos finales de mayor calidad. Asimismo, al utilizar análisis por elementos finitos y otras herramientas de ingeniería asistida por computadora, las empresas pueden tomar decisiones más informadas y realizar ajustes precisos en el diseño y la fabricación, lo que resulta en mejoras significativas en diferentes aspectos de sus operaciones [31].

#### ***1.5.1. Torno CNC serie ROMI***

Los tornos de la Línea ROMI Centur, [31], con CNC SIEMENS, ofrecen gran flexibilidad para mecanizado de distintos tipos de piezas como se evidencia en la tabla 1, Con altos niveles de potencia, velocidad y precisión, estos equipos cuentan con la capacidad de ser equipados con una torre portaherramientas de indexación automática. Esta característica brinda una reducción en el tiempo necesario para llevar a cabo los procesos de mecanizado. Gracias a estas mejoras

tecnológicas, se logra aumentar la eficiencia y productividad en los trabajos de mecanizado, permitiendo realizar las tareas de forma más rápida y precisa.

**Tabla 1.** Línea ROMI C Características Técnicas [31].

		<b>ROMI C 420</b>	<b>ROMI C 510</b>	<b>ROMI C 620</b>	<b>ROMI C 680</b>	<b>ROMI C 830</b>	<b>ROMI C 1000</b>
Altura de puntas	mm	<b>215</b>	260	310	352	435	510
Nariz del husillo	ASA	<b>A2-5"</b>	A2-6"/A2-8"	A2-8"	A2-8"	A2-11/A2-15"	A2-15"/A2-20"
Diámetro del agujero del husillo	mm	<b>53</b>	65/80	104	104	160/260	260/375
Rango de velocidades	rpm	<b>4 a 4.000</b>	3 a 3.000 / 2 a 2.200	1 a 1.800	1 a 1.800	1 a 1.000/1 a 550	1 a 550/1 a 400
Motor principal CA	cv / kW	<b>12,5 / 9</b>	15 / 11	25 / 18,5	45 / 33,6	45 / 33,6	45 / 33,6

La serie C proporciona una amplia flexibilidad para realizar diversas aplicaciones, con opciones de configuración versátiles en términos de platos y portaherramientas. Estos tornos se caracterizan por su estructura robusta, que ofrece rigidez y estabilidad para todo tipo de operaciones de mecanizado.

Estos tornos cuentan con diferentes modos de operación: en primera instancia modo manual ayuda al operador mecanizar la pieza de forma similar a un torno convencional, utilizando el control electrónico del delantal. El modo ciclos permite al operador trabajar de manera semiautomática, ejecutando una secuencia predefinida de movimientos. Además, el modo enseñanza permite al operador grabar paso a paso las etapas del mecanizado durante la producción de la primera pieza, para luego reproducir ese mismo programa en futuras ocasiones. Estos modos de operación ofrecen flexibilidad y adaptabilidad a diferentes requerimientos y preferencias durante el proceso de mecanizado, esto se puede evidenciar en la figura 3.



**Figura 3.** Descripción de tornos CNC ROMI [26].

En esta capitulación se ha identificado los criterios direccionales y fundamentos científicos de los aspectos de mantenimiento y los sistemas de control numérico en automatización.

## CAPÍTULO II

### ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA

En este capítulo se habla del diagnóstico situacional de SILVA RODAS SERVISILVA CÍA. LTDA, iniciando con el contexto organizacional las actividades que realizan, su política, dimensionamiento y análisis de procesos y fichas técnicas de la maquinaria del área productiva de la institución.

#### 2.1. Diagnóstico situacional empresarial

SILVA RODAS SERVISILVA CÍA. LTDA. es una compañía establecida en la provincia de Orellana, Ecuador, ubicada en el Km 7.5 dirección a Lago Agrio. Con una experiencia de 8 años en el sector petrolero.

La compañía se enfoca en ofrecer servicios de roscado y maquinado en general. Nuestra especialidad radica en el maquinado de roscas para distintos componentes de la industria petrolera, incluyendo casing, tubing, line pipe y conexiones rotarias de hombro. Además de brindar servicios de construcción, reparación y mantenimiento de herramientas, también proporcionamos asesoramiento y desarrollo en el ámbito petrolero, haciendo uso de tecnología avanzada y promoviendo una cultura de innovación continua. Nuestra principal meta es complacer las necesidades de nuestros clientes y cumplir con sus requerimientos de manera eficiente y efectiva.

##### 2.1.1. Datos empresariales (Ver en Tabla 2)

En la tabla 2 contiene la descripción de la empresa seleccionada como caso de estudio.

N	Ítem	Descripción
1	Empresa	SILVA RODAS SERVISILVA CÍA. LTDA
2	RUC	1791293878001
3	Provincia	Francisco de Orellana
4	Ciudad	Orellana
5	Gerente General	Ana Gissela Silva Rodas

### **2.1.2. Creación**

La institución SERVISILVA CIA. LTDA, se dio el inicio el 28 de octubre, específicamente en el año 1994, esto recae en la escritura de constitución, el mismo que está dispuesto por la Superintendencia de Compañías del Ecuador, y posteriormente se publicó en noviembre el 8 del año 94, con resolución N. 2-C-DIC -338- del mismo año.

### **2.1.3. Política empresarial**

Nuestro objetivo es posicionarnos como líderes en el suministro de una amplia variedad de productos y servicios para satisfacer las necesidades de las empresas petroleras que se dedican a actividades como taladro, torneado, fresado, erosión, alisado, lapidado, brochado, aplanado, esmerilado, afilado, pulido, soldadura y empalme de piezas de metal.

### **2.1.4. Tamaño de la empresa**

La magnitud del área corporativa y operativa de la empresa se evidencia en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Tamaño de la empresa según su personal

<b>N.</b>	<b>AREA</b>	<b>N. TRABAJADORES</b>
1	Directivos	2
2	Gerencial	2
3	Financiera	1
4	Administrativa	3
5	QHSE	1
6	Operativa	15
	<b>TOTAL</b>	<b>25</b>

### **2.1.5. Servicios prestados**

En la tabla 4, se pueden notar los servicios que realiza la empresa SERVISILVA, desde un contexto viable y de calidad en el servicio y en la maquinaria que pasee, y con mención especialista en servicios en el sector petrolero.

**Tabla 4.** Servicios que presta Servisilva



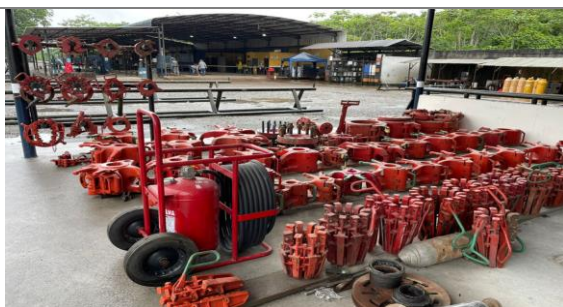
Reparación de tuberías de producción (tubing) y revestimiento (Casing).



Construcción de cross over para producción y control.



Roscas rotatorias en Drill Collar, Heavy Weight, Drill Pipe, Rotary Sub.



Arrendamiento de herramientas destinadas al sector petrolero.

---

**Tabla 4.** Servicios que presta Servisilva. Continua...

	Para Remoción e instalación de acoples de 2 3/8" hasta 5 1/2".
	Máquina para aplicar acoples.

### 2.1.6. Clientes relacionados

Los principales clientes de la empresa se mencionan en la figura 4, y son personas jurídicas todas están inmersas en actividades petroleras, estas son:



**Figura 4.** Clientes relacionados a Servisilva Cía. Ltda.

## 2.2. Diagnóstico situacional de procesos

A continuación, se efectuará un diagnóstico a la distribución de la planta, se establecerán las fichas técnicas, a más de describir el proceso para determinar su tiempo de producción y desviación estándar

### 2.2.1. Distribución de la planta

La Figura 5 muestra la distribución de planta actual de la empresa, misma que fu diseñada considerando su secuencia entre procesos.



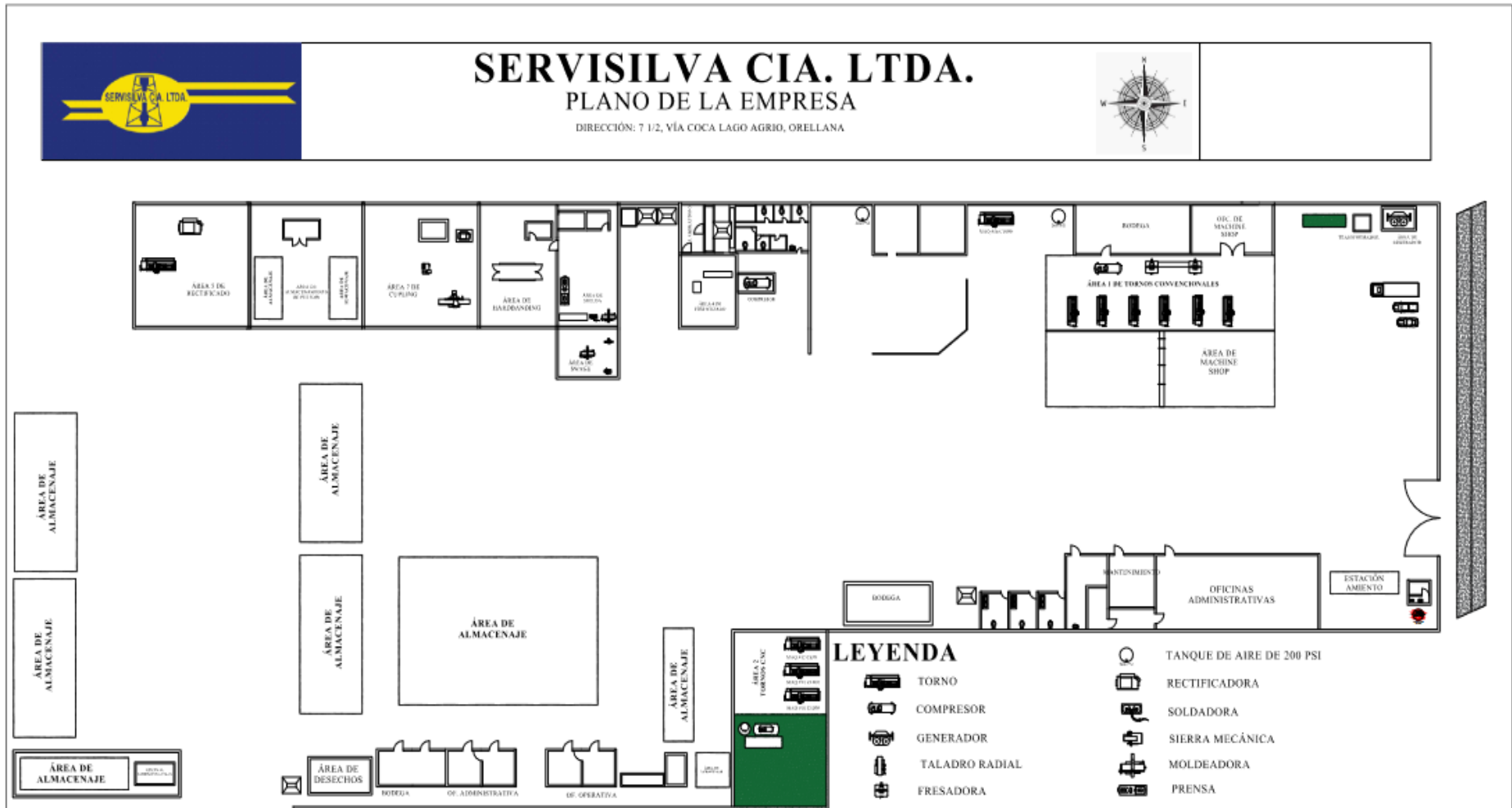




Figura 5. Distribución de la planta, Servisilva 2023.

2.2.2. Fichas técnicas de equipos

El diagnóstico se realiza en base al modelo de fichas técnicas de la maquinaria y equipo del área de producción, los cuales se evidencian en la tabla 5, y el compendio de las demás fichas técnicas se encuentra en el anexo 2, se evidencian los datos y los parámetros de identificación en el sitio.

Tabla 5. Ficha técnica torno automático CNC c1000

		MAQUINARIA Y EQUIPOS						AÑO	
		SERVISILVA CIA. LTDA							
		FICHA TECNICA MAQUINARIA Y EQUIPO						2023	
Elaborado por:				Fecha:					
Máquina-Equipo	TORNO AUTOMÁTICO CNC C1000 CONTROL SIEMENS			UBICACIÓN		AREA 2 CNC			
FABRICANTE	Industrias ROMI S.A			SERIE		O1606315457			
MODELO	C1000			CODIGO		RM-04-06			
MARCA	ROMI			VERSIÓN		2			
RESPONSABLE									
CARACTERISTICAS GENERALES									
<b>PESO</b>	10.2 T	<b>TRABAJO</b>	Periódico	<b>ALTO</b>	2 mt	<b>ANCHO</b>	3.20 mt	<b>LARGO</b>	5 mt
CARACTERISTICAS TECNICAS					FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO				
1) Sistemas Operativos: SIEMENS 802 D									
2) Sistemas de ejes x: transversal									
3) Sistema de ejes z: longitudinal									
4) Número de mandriles: 2									
5) Diámetro externo: 15"									
6) Diámetro interno: 14"									
7) Mandril: 2									
8) Distancia entre puntos: 3 m									
9) Torre: 6 estaciones									
10) Sistema automático de recolector limalla									
MOTORES ELÉCTRICOS									
<b>Función</b>	<b>Potencia</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>	<b>RPMs</b>					
Motor principal	380 w	380	50/60	500					
Bomba de refrigeración		380	50/60						
Motor transportador		380	50/60						
Motor en el enfriador de aceite		380	50/60						
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>		2013							
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>		10/10/2019							
<b>ESTADO</b>									
7/10 en ocasiones se traba los rodillos									

### 2.2.3. Descripción del proceso

Los procesos productivos que se trabajan en las máquinas de la empresa Servisilva se muestran en la tabla 6, y posteriormente se determinan los tiempos de trabajo y con ello identificar las paras programadas. Entre los principales productos se encuentran: roscado interno normal, roscado externo y rosca interna con desbaste.

**Tabla 6.** Esquema de procesos tubería con roscado externo

DIAGRAMA DEL PROCESO																					
Método actual:		X																			
Método propuesto:																					
SUJETO DEL DIAGRAMA			TUBERIA: ROSCADO EXTERNO			FECHA:		14/4/2023													
<table border="1"> <tr><td>OPERACION</td><td>○</td></tr> <tr><td>TRANSPORT</td><td>→</td></tr> <tr><td>DEMORAS</td><td>D</td></tr> <tr><td>ALMACENA</td><td>▽</td></tr> <tr><td>INSPECCION</td><td>□</td></tr> <tr><td>COMBINADO</td><td>◻</td></tr> </table>			OPERACION	○	TRANSPORT	→	DEMORAS	D	ALMACENA	▽	INSPECCION	□	COMBINADO	◻				DIAGRAMA N°		1	
OPERACION	○																				
TRANSPORT	→																				
DEMORAS	D																				
ALMACENA	▽																				
INSPECCION	□																				
COMBINADO	◻																				
						HECHO POR:		Joseph Gabriel Alvarez Capa													
DEPARTAMENTO		Tornos CNC			HOJA N°		1 de 6														
Distancia en metros	Tiempo en segundos	N° de Actividad	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO												
			○	□	→	▽	D	◻													
	296	1	○	□	→	▽	D	◻	Encender el controlador de la máquina CNC. control.												
	1373,6	2	○	□	→	▽	D	◻	Realiza el montaje de herramientas. Barras y holder.												
	416,72	3	○	□	→	▽	D	◻	Procede a colocar insertos de rosca y desbaste en sus respectivas herramientas.												
	267,6	4	○	□	→	▽	D	◻	Procede a centrar la pieza.												
	73,6	5	○	□	→	▽	D	◻	Procede a cargar el programa.												
	134,8	6	○	□	→	▽	D	◻	Comienza a editar las herramientas con sus respectivo posición y radio que se va a trabajar.												
	110,4	7	○	□	→	▽	D	◻	Procede a realizar una simulación gráfica del programa.												
	132,6	8	○	□	→	▽	D	◻	Se aflojan mordazas.												
	341	9	○	□	→	▽	D	◻	Se procede usar un teclero para cagar el box hacia el mandril.												
	252,2	10	○	□	→	▽	D	◻	Colocar el box en el mandril y se ajusta mordazas.												
	291,8	1	○	□	→	▽	D	◻	Verifica en el control del programa los valores de herramientas.												
	24,8	11	○	□	→	▽	D	◻	Dar START CYCLE para que realice la pasada de prueba.												
2	61,4	1	○	□	→	▽	D	◻	Se va a la perilla manual para dar un pequeño desbaste en el eje x.												
	58,6	12	○	□	→	▽	D	◻	Se asigna el cero en el controlador.												
	123	13	○	□	→	▽	D	◻	Se vuelve a dar una siguiente pasada en el eje z.												
	57,4	14				▽	D	◻	Se asigna el cero en el controlador.												
	81,8	15				▽	D	◻	Se usa la perilla para retirar la torreta.												

**Tabla 7.** Esquema de procesos tubería con roscado externo. Continua

DIAGRAMA DEL PROCESO																					
Método actual:		X																			
Método propuesto:																					
SUJETO DEL DIAGRAMA			TUBERIA: ROSCADO EXTERNO			FECHA:		14/4/2023													
<table border="1"> <tr><td>OPERACION</td><td>○</td></tr> <tr><td>TRANSPORT</td><td>→</td></tr> <tr><td>DEMORAS</td><td>D</td></tr> <tr><td>ALMACENA</td><td>▽</td></tr> <tr><td>INSPECCION</td><td>□</td></tr> <tr><td>COMBINADO</td><td>◻</td></tr> </table>			OPERACION	○	TRANSPORT	→	DEMORAS	D	ALMACENA	▽	INSPECCION	□	COMBINADO	◻				DIAGRAMA N°		1	
OPERACION	○																				
TRANSPORT	→																				
DEMORAS	D																				
ALMACENA	▽																				
INSPECCION	□																				
COMBINADO	◻																				
						HECHO POR:		Joseph Gabriel Alvarez Capa													
DEPARTAMENTO		Tornos CNC			HOJA N°		2 de 6														
Distancia en metros	Tiempo en segundos	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO													
		N° de Actividad	○	□	→	▽	D														
	186,4	16	○	□	→	▽	D	○	Se usa un calibrador para tomar medidas y asignar valores.												
	13,2	17	○	□	→	▽	D	○	Se da CYCLE START ON en el controlador												
	541,4	18	○	□	→	▽	D	○	Da una pasada de 11/8 pg. como primera pasada.												
	371	19	○	□	→	▽	D	○	Da una conicidad interna.												
	10,4	20	○	□	→	▽	D	○	Se da stop al controlador.												
	73,8	2	○	□	→	▽	D	○	Se procede a verificar con un calibrador los diámetros.												
	16,4	21	○	□	→	▽	D	○	Se da nuevamente ON CYCLE START												
	473,6	22	○	□	→	▽	D	○	Comienza a maquinar y dar la pasada a la rosca.												
	12,6	23	○	□	→	▽	D	○	Se da stop al controlador.												
	12,4	24	○	□	→	▽	D	○	Se usa el soplete para limpiar impurezas de la rosca.												
	132,6	25	○	□	→	▽	D	○	Se ajusta valores en el controlador de la cuchillas y profundidad de pasada.												
	10,6	26	○	□	→	▽	D	○	Se da ON al controlador.												
	857	27	○	□	→	▽	D	○	Comienza a maquinar de ,280 milésimas en la rosca.												
	14	1	○	□	→	▽	D	○	Finaliza el programa.												
	14	28	○	□	→	▽	D	○	Usar el soplete para limpiar impurezas de la rosca.												
	364,2	1	○	□	→	▽	D	○	Se alista instrumentos de medición.												
	274,2	3	○	□	→	▽	D	○	Usar el táper para la verificación de rosca.												
	222	4	○	□	→	▽	D	○	Usar un calibrador para verificar OD e ID de la rosca.												
	10,8	29	○	□	→	▽	D	○	Se procede apagar el controlador												
	169,2	30						○	Se aflojan mordazas.												
	358,6	31						○	Colocar la faja en el box y retirar con un tecla.												

**Tabla 8.** Esquema de procesos tubería con roscado interno con desbaste

DIAGRAMA DEL PROCESO																					
Método actual:		X																			
Método propuesto:																					
SUJETO DEL DIAGRAMA			TUBERIA: ROSCADO INTERNO CON DESVASTE			FECHA:		14/4/2023													
<table border="1"> <tr><td>OPERACION</td><td>○</td></tr> <tr><td>TRANSPORT</td><td>➡</td></tr> <tr><td>DEMORAS</td><td>D</td></tr> <tr><td>ALMACENA</td><td>▽</td></tr> <tr><td>INSPECCION</td><td>□</td></tr> <tr><td>COMBINADO</td><td>◻</td></tr> </table>			OPERACION	○	TRANSPORT	➡	DEMORAS	D	ALMACENA	▽	INSPECCION	□	COMBINADO	◻				DIAGRAMA N°		1	
OPERACION	○																				
TRANSPORT	➡																				
DEMORAS	D																				
ALMACENA	▽																				
INSPECCION	□																				
COMBINADO	◻																				
						HECHO POR:		Joseph Gabriel Alvarez Capa													
DEPARTAMENTO			Tornos CNC			HOJA N°		3 de 6													
Distancia en metros	Tiempo en segundos	N° de Actividad	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO												
			○	□	➡	▽	D	◻													
			○	□	➡	▽	D	◻													
	298,4	1	○	□	➡	▽	D	◻	Encender el controlador de la máquina CNC. control.												
	1621,2	2	○	□	➡	▽	D	◻	Montaje de herramientas como las barras y holder.												
	417,4	3	○	□	➡	▽	D	◻	Colocación de insertos de rosca y desbaste en sus respectivas herramientas.												
	299,8	4	○	□	➡	▽	D	◻	Centrar la pieza.												
	26	5	○	□	➡	▽	D	◻	Cargar el programa de construcción de conexión 7" TXP BOX												
	77,2	6	○	□	➡	▽	D	◻	Realizar simulación salida de rosca de acuerdo al tipo de conexión.												
	134,8	7	○	□	➡	▽	D	◻	Editar herramientas en el programa.												
	167,4	8	○	□	➡	▽	D	◻	Aflojar mordazas.												
	367,4	9	○	□	➡	▽	D	◻	Se usa el teclero para cargar el txp box y colocarlo en el mandril.												
	146,6	10	○	□	➡	▽	D	◻	Se procede a ajustar las mordazas.												
	22,2	11	○	□	➡	▽	D	◻	Setear herramientas enseñando valores de longitud.												
	16,2	12	○	□	➡	▽	D	◻	Se ejecuta el programa y procede a maquinar.												
	32,4	13	○	□	➡	▽	D	◻	Realiza una pasada de maquinado de bisel exterior.												
	294,6	14	○	□	➡	▽	D	◻	Realiza un maquinado interior.												
	72,8	15	○	□	➡	▽	D	◻	Realiza un maquinado interior para un sello.												
	186	16		□	➡	▽	D	◻	Realiza una pasada de rosca interna.												
	27	17		□	➡	▽	D	◻	Se detiene el mandril y se retira la torreta.												

**Tabla 8.** Esquema de procesos tubería con roscado interno con desbaste. Continua

DIAGRAMA DEL PROCESO																						
Método actual:		X																				
Método propuesto:																						
SUJETO DEL DIAGRAMA			TUBERIA:ROSCADO INTERNO CON DESVASTE			FECHA:		14/4/2023														
<table border="1"> <tr><td>OPERACION</td><td>○</td></tr> <tr><td>TRANSPORT</td><td>➡</td></tr> <tr><td>DEMORAS</td><td>D</td></tr> <tr><td>ALMACENA</td><td>▽</td></tr> <tr><td>INSPECCION</td><td>□</td></tr> <tr><td>COMBINADO</td><td>◻</td></tr> </table>			OPERACION	○	TRANSPORT	➡	DEMORAS	D	ALMACENA	▽	INSPECCION	□	COMBINADO	◻				DIAGRAMA N°		1		
OPERACION	○																					
TRANSPORT	➡																					
DEMORAS	D																					
ALMACENA	▽																					
INSPECCION	□																					
COMBINADO	◻																					
						HECHO POR:		Joseph Gabriel Alvarez Capa														
DEPARTAMENTO		Tornos CNC				HOJA N°		4 de 6														
Distancia en metros	Tiempo en segundos	N° de Actividad	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA							DESCRIPCIÓN DEL PROCESO												
			○	□	➡	▽	D	◻	◻													
			○	□	➡	▽	D	◻	◻	Verifica el paso de rosca.												
126,4	1		○	□	➡	▽	D	◻	◻	Se vuelve asignar valores de milésimas en el controlador para otra pasada.												
125,4	18		○	□	➡	▽	D	◻	◻	Se vuelve a dar CYCLE START al proceso de roscado.												
293,4	19		○	□	➡	▽	D	◻	◻	Se detiene el mandril y se retira la torreta.												
27	20		○	□	➡	▽	D	◻	◻	Prepara instrumentos para la respectiva medición.												
1151	2		○	□	➡	▽	D	◻	◻	Mide táper												
31,2	3		○	□	➡	▽	D	◻	◻	Mide diámetro de la rosca.												
14,2	4		○	□	➡	▽	D	◻	◻	Mide diámetro del sello.												
14,4	5		○	□	➡	▽	D	◻	◻	Mide paso de la rosca.												
15,6	6		○	□	➡	▽	D	◻	◻	Mide altura de la rosca.												
20,2	7		○	□	➡	▽	D	◻	◻	Mide táper interior.												
19,4	8		○	□	➡	▽	D	◻	◻	Procede aflojar las mordazas.												
42	21				➡	▽	D	◻	◻	Retira la pieza mediante un teclé.												
126,8	22				➡	▽	D	◻	◻													

**Tabla 9.** Esquema de procesos tubería con roscado interno

DIAGRAMA DEL PROCESO																					
Método actual:		X																			
Método propuesto:																					
SUJETO DEL DIAGRAMA			TUBERIA: ROSCADO INTERNO			FECHA:		14/4/2023													
<table border="1"> <tr><td>OPERACION</td><td>○</td></tr> <tr><td>TRANSPORT</td><td>➡</td></tr> <tr><td>DEMORAS</td><td>D</td></tr> <tr><td>ALMACENA</td><td>▽</td></tr> <tr><td>INSPECCION</td><td>□</td></tr> <tr><td>COMBINADO</td><td>◻</td></tr> </table>			OPERACION	○	TRANSPORT	➡	DEMORAS	D	ALMACENA	▽	INSPECCION	□	COMBINADO	◻				DIAGRAMA N°		1	
OPERACION	○																				
TRANSPORT	➡																				
DEMORAS	D																				
ALMACENA	▽																				
INSPECCION	□																				
COMBINADO	◻																				
						HECHO POR:		Joseph Gabriel Alvarez Capa													
DEPARTAMENTO			Tornos CNC			HOJA N°		5 de 6													
Distancia en metros	Tiempo en segundos	N° de Actividad	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO												
			○	□	➡	▽	D	◻													
			○	□	➡	▽	D	◻													
	296	1	○	□	➡	▽	D	◻	Encender el controlador de la máquina CNC. control.												
	1373,6	2	○	□	➡	▽	D	◻	Realizar el montaje de herramientas. Barras y holder.												
	416,72	3	○	□	➡	▽	D	◻	Colocar insertos de rosca y desbaste en sus respectivas herramientas.												
	267,6	4	○	□	➡	▽	D	◻	Centrar la pieza.												
	73,6	5	○	□	➡	▽	D	◻	Cargar el programa.												
	134,8	6	○	□	➡	▽	D	◻	Editar las herramientas con sus respectivo posición y radio que se va a trabajar.												
	110,4	7	○	□	➡	▽	D	◻	Realizar una simulación gráfica del programa.												
	167	8	○	□	➡	▽	D	◻	Montar la tubería en los rodillos.												
	89,4	9	○	□	➡	▽	D	◻	Se aflojan mordazas.												
	145,6	10	○	□	➡	▽	D	◻	Se procede a desplazar la tubería hacia el mandril.												
	200,4	11	○	□	➡	▽	D	◻	Receptar la tubería y apretar mordazas.												
	238,4	12	○	□	➡	▽	D	◻	Usar un dian para centrar la tubería mediante el giro del mandril.												
	101	13	○	□	➡	▽	D	◻	Verificar el programa a través de su código.												
	58,6	14	○	□	➡	▽	D	◻	Ejecutar el programa (CYCLE START)												
	257	15	○	□	➡	▽	D	◻	Realizar una pasada de rosca para verificación.												
	427,2	16			➡	▽	D	◻	Realizar una segunda pasada de maquinado a la rosca de manera que repara.												
	62,4	1			➡	▽	D	◻	Presionar stop a la máquina para verificar los hilos de la rosca.												







**Tabla 9.** Esquema de procesos tubería con roscado interno. Continua

DIAGRAMA DEL PROCESO																						
Método actual:		X																				
Método propuesto:																						
SUJETO DEL DIAGRAMA			TUBERIA: ROSCADO INTERNO				FECHA:		14/4/2023													
<table border="1"> <tr><td>OPERACION</td><td>○</td></tr> <tr><td>TRANSPORT</td><td>→</td></tr> <tr><td>DEMORAS</td><td>D</td></tr> <tr><td>ALMACENA</td><td>▽</td></tr> <tr><td>INSPECCION</td><td>□</td></tr> <tr><td>COMBINADO</td><td>◻</td></tr> </table>			OPERACION	○	TRANSPORT	→	DEMORAS	D	ALMACENA	▽	INSPECCION	□	COMBINADO	◻					DIAGRAMA N°		1	
OPERACION	○																					
TRANSPORT	→																					
DEMORAS	D																					
ALMACENA	▽																					
INSPECCION	□																					
COMBINADO	◻																					
							HECHO POR:		Joseph Gabriel Alvarez Capa													
DEPARTAMENTO		Tornos CNC				HOJA N°		6 de 6														
Distancia en metros	Tiempo en segundos	N° de Actividad	SÍMBOLOS DEL DIAGRAMA						DESCRIPCIÓN DEL PROCESO													
			○	□	→	▽	D	◻														
			○	□	→	▽	D	◻														
	62,8	17	○	□	→	▽	D	◻	Se procede a darle ON CYCLE al maquinado.													
	398,6	18	○	□	→	▽	D	◻	Realizar la siguiente y ultima pasada de rosca.													
	54	19	○	□	→	▽	D	◻	La máquina procede a pararse luego de haber realizado el maquinado.													
	297	1	○	□	→	▽	D	◻	Alistar los instrumentos de medición.													
	63,6	2	○	□	→	▽	D	◻	Usar el ring galleg para verificar.													
	36,4	21	○	□	→	▽	D	◻	Se retira el probador de rosca.													
	126,4	22	○	□	→	▽	D	◻	Aflojar mordazas.													
	132,6	23	○	□	→	▽	D	◻	Mediante los rodillos se retira el tubo del mandril.													
	14	24						◻	Se da al paro de emergencia de la maquina y queda off.													









En la Tabla 10 se muestra el esquema de procesos de fabricación de tuberías con roscado interno podría incluir las diferentes actividades que se ejecutan en el proceso de producción, tales como la preparación de las piezas, la limpieza, el roscado interno, la verificación de la calidad y el almacenamiento, el tiempo total de fabricación es de 2.18 horas.

**Tabla 10.** Resumen del esquema de procesos tubería con roscado externo

RESUMEN ACTUAL				
		N°	Distancia (m)	Tiempo (h)
<b>OPERACIONES</b>		31		1,926
<b>TRANSPORTES</b>		1	2	0,017
<b>DEMORAS</b>		1		0,004
<b>ALMACENAMIENTOS</b>		0		
<b>INSPECCIONES</b>		4		0,239
<b>COMBINADO</b>				
<b>Total</b>		37	2	2,187





En la Tabla 11 al analizar los procesos de manufactura se incluye la medición y registro de tiempos de cada una de estas actividades para identificar cuellos de botella o las deficiencias en el proceso de inspección ya que lleva una parte importante del tiempo de producción. Los datos obtenidos pueden ser manipulados para optimizar la cadena de valor de producción, reducir los tiempos stand by e incrementar la eficiencia y productividad con un tiempo total del proceso de 1.73 horas.

**Tabla 11.** Resumen del esquema de procesos tubería con roscado interno con desbaste

RESUMEN ACTUAL				
		N°	Distancia (m)	Tiempo (h)
<b>OPERACIONES</b>		22		1,34
<b>TRANSPORTES</b>		0		
<b>DEMORAS</b>		0		
<b>ALMACENAMIENTOS</b>		0		
<b>INSPECCIONES</b>		8		0,39
<b>COMBINADO</b>		0		
<b>Total</b>		30	0	1,73

En la tabla 12 se muestra el estudio de tiempos de procesos de manufactura puede ser útil para mejorar la precisión y calidad de las tuberías con roscado interno. Al medir el tiempo que se tarda en cada actividad, se puede identificar dónde se están cometiendo errores y mejorar los procesos para reducir los errores e incrementar la calidad de las piezas producidas, el tiempo total de producción es 1.57 horas, tiempo total del proceso productivo.

**Tabla 12.** Resumen del esquema de procesos tubería con roscado interno

<b>RESUMEN ACTUAL</b>				
		<b>N°</b>	<b>Distancia (m)</b>	<b>Tiempo (h)</b>
<b>OPERACIONES</b>		24		1,46
<b>TRANSPORTES</b>				
<b>DEMORAS</b>		1		
<b>ALMACENAMIENTOS</b>		0		0,08
<b>INSPECCIONES</b>		0		0,04
<b>COMBINADO</b>		1		
<b>Total</b>		26	0	1,57

## 2.2.4. Determinación de tiempos de producción y desviación estándar

En el ciclo de producción se estiman 5 muestreos de los tiempos en cada uno de los procesos, y se calcula un tiempo promedio, la desviación estándar de los datos y se procede a graficar el comportamiento de los ellos. Ver tabla 13.

**Tabla 13.** Esquema de tiempos promedio de fabricación de roscado interno

N°	Descripción del proceso	Tiempo (seg)					T promedio	Des estándar
		T1	T2	T3	T4	T5		
1	Encender el controlador de la máquina CNC. control.	300	285	290	300	305	296	8,22
2	Realizar el montaje de herramientas. Barras y holder.	1200	1500	1350	1480	1338	1373,6	121,72
3	Colocar insertos de rosca y desbaste en sus respectivas herramientas.	411	426,6	420	411	415	416,72	6,65
4	Centrar la pieza.	240	252	248	298	300	267,6	29,00
5	Cargar el programa.	72	64	78	80	74	73,6	6,23
6	Editar las herramientas con sus respectivo posición y radio que se va a trabajar.	150	120	126	144	134	134,8	12,38
7	Realizar una simulación gráfica del programa.	108	112	115	110	107	110,4	3,21
8	Montar la tubería en los rodillos.	162	170	164	168	171	167	3,87
9	Se aflojan mordazas.	90	82	84	94	97	89,4	6,39
10	Se procede a desplazar la tubería hacia el mandril.	144	132	149	152	151	145,6	8,20
11	Receptar la tubería y apretar mordazas.	216	186	192	198	210	200,4	12,44
12	Usar un dian para centrar la tubería mediante el giro del mandril.	240	225	231	255	241	238,4	11,39
13	Verificar el programa a través de su código.	90	108	110	95	102	101	8,49
14	Ejecutar el programa (CYCLE START)	60	55	62	54	62	58,6	3,85
15	Realizar una pasada de rosca para verificación.	252	265	254	251	263	257	6,52
16	Realizar una segunda pasada de maquinado a la rosca de manera que repara.	420	436	421	429	430	427,2	6,69
17	Presionar stop a la máquina para verificar los hilos de la rosca.	60	65	62	61	64	62,4	2,07
18	Se procede a darle ON CYCLE al maquinado.	60	65	62	64	63	62,8	1,92
19	Realizar la siguiente y ultima pasada de rosca.	390	400	402	395	406	398,6	6,23
20	La máquina procede a pararse luego de haber realizado el maquinado.	45	60	62	49	54	54	7,18
21	Alistar los instrumentos de medición.	275	295	300	304	311	297	13,62
22	Usar el ring galleg para verificar.	84	65	60	55	54	63,6	12,22
23	Se retira el probador de rosca.	41	45	32	30	34	36,4	6,35
24	Aflojar mordazas.	124	120	128	135	125	126,4	5,59
25	Mediante los rodillos se retira el tubo del mandril.	120	136	144	129	134	132,6	8,88

A continuación, en la Tabla 14 se muestra un esquema de tiempos promedio de fabricación de roscado interno con desbaste

**Tabla 14.** Esquema de tiempos promedio de fabricación de roscado interno con desbaste

N°	Descripción del proceso	Tiempo (seg)					T promedio	Desviación estándar
		T1	T2	T3	T4	T5		
1	Encender el controlador de la máquina CNC. control.	301	295	296	300	300	298,4	2,70
2	Montaje de herramientas como las barras y holder.	1620	1620	1621	1625	1620	1621,2	2,16
3	Colocación de insertos de rosca y desbaste en sus respectivas herramientas.	420	408	415	426	418	417,4	6,61
4	Centrar la pieza.	298	300	295	305	301	299,8	3,70
5	Cargar el programa de construcción de conexión 7" TXP BOX	25	30	22	28	25	26	3,08
6	Realizar simulación salida de rosca de acuerdo al tipo de conexión.	72	90	60	84	80	77,2	11,62
7	Editar herramientas en el programa.	150	120	126	144	134	134,8	12,37
8	Aflojar mordazas.	180	150	168	186	153	167,4	15,93
9	Se usa el tecla para cagar el txp box y colocarlo en el mandril.	354	360	375	364	384	367,4	12,03
10	Se procede a ajustar las mordazas.	150	144	142	145	152	146,6	4,22
11	Setear herramientas enseñando valores de longitud.	20	24	23	19	25	22,2	2,59
12	Se ejecuta el programa y procede a maquinar.	15	18	13	20	15	16,2	2,77
13	Realiza una pasada de maquinado de bisel exterior.	30	35	33	34	30	32,4	2,30
14	Realiza un maquinado interior.	288	300	295	301	289	294,6	6,02
15	Realiza un maquinado interior para un sello.	78	70	75	71	70	72,8	3,56
16	Realiza una pasada de rosca interna.	180	192	185	183	190	186	4,94
17	Se detiene el mandril y se retira la torreta.	30	30	28	25	22	27	3,46
18	Verifica el paso de rosca.	120	130	122	135	125	126,4	6,11
19	Se vuelve asignar valores de milésimas en el controlador para otra pasada.	125	120	131	125	126	125,4	3,91
20	Se vuelve a dar CYCLE START al proceso de roscado.	288	300	295	297	287	293,4	5,68
21	Se detiene el mandril y se retira la torreta.	30	30	28	25	22	27	3,46
22	Prepara instrumentos para la respectiva medición.	1200	1320	1140	900	1195	1151	154,93
23	Mide táper	26	38	30	32	30	31,2	4,38
24	Mide diámetro de la rosca.	15	11	12	15	18	14,2	2,77
25	Mide diámetro del sello.	13	15	18	12	14	14,4	2,30
26	Mide paso de la rosca.	18	16	20	14	10	15,6	3,84
27	Mide altura de la rosca.	16	22	18	20	25	20,2	3,49
28	Mide táper interior.	13	18	20	21	25	19,4	4,39
29	Procede aflojar las mordazas.	45	38	40	46	41	42	3,39

30 Retira la pieza mediante un tecla. 120 125 130 124 135 126,8 5,85

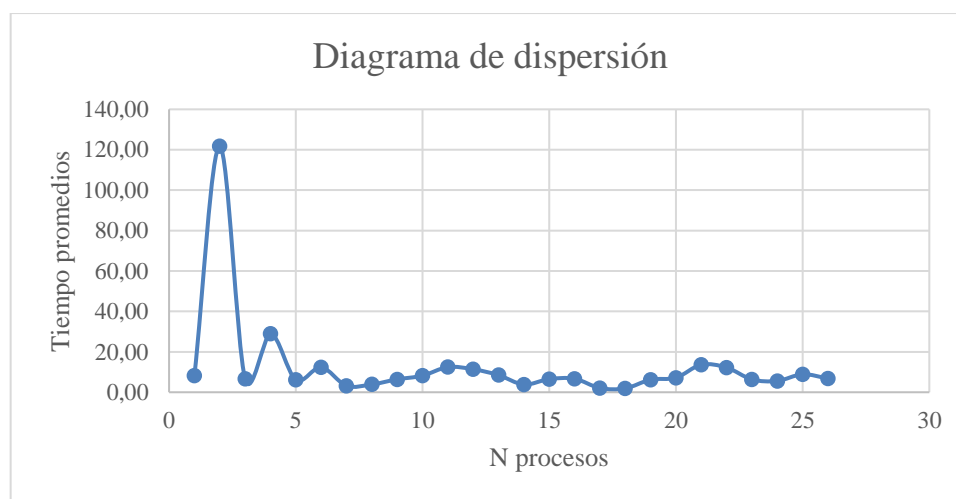
A continuación, en la Tabla 15 se muestra un esquema de tiempos promedio de fabricación de roscado externo

**Tabla 15.** Esquema de tiempos promedio de fabricación de roscado externo

N°	Descripción del proceso	Tiempo (seg)					T promedio	Des estándar
		T1	T2	T3	T4	T5		
1	Encender el controlador de la máquina CNC. control.	300	285	290	300	305	296	8,22
2	Realiza el montaje de herramientas. Barras y holder.	1200	1500	1350	1480	1338	1373,6	121,72
3	Procede a colocar insertos de rosca y desbaste en sus respectivas herramientas.	411	426,6	420	411	415	416,72	6,65
4	Procede a centrar la pieza.	240	252	248	298	300	267,6	29,00
5	Procede a cargar el programa.	72	64	78	80	74	73,6	6,23
6	Comienza a editar las herramientas con sus respectivo posición y radio que se va a trabajar.	150	120	126	144	134	134,8	12,38
7	Procede a realizar una simulación gráfica del programa.	108	112	115	110	107	110,4	3,21
8	Se aflojan mordazas.	138	144	122	124	135	132,6	9,37
9	Se procede usar un tecla para cagar el box hacia el mandril.	360	344	325	355	321	341	17,48
10	Colocar el box en el mandril y se ajusta mordazas.	246	255	241	256	263	252,2	8,70
11	Verifica en el control del programa los valores de herramientas.	294	283	284	296	302	291,8	8,14
12	Dar START CYCLE para que realice la pasada de prueba.	25	32	24	21	22	24,8	4,32
13	Se va a la perilla manual para dar un pequeño desbaste en el eje x.	45	52	64	62	84	61,4	14,79
14	Se asigna el cero en el controlador.	63	54	52	69	55	58,6	7,16
15	Se vuelve a dar una siguiente pasada en el eje z.	114	125	123	132	121	123	6,52
16	Se asigna el cero en el controlador.	62	55	71	51	48	57,4	9,24
17	Se usa la perilla para retirar la torreta.	75	84	71	95	84	81,8	9,31
18	Se usa un calibrador para tomar medidas y asignar valores.	192	184	179	182	195	186,4	6,80
19	Se da CYCLE START ON en el controlador	15	12	11	13	15	13,2	1,79
20	Da una pasada de 11/8 pg. como primera pasada.	540	521	550	554	542	541,4	12,76
21	Da una conicidad interna.	372	365	368	381	369	371	6,12
22	Se da stop al controlador.	12	10	9	8	13	10,4	2,07
23	Se procede a verificar con un calibrador los diámetros.	68	75	79	84	63	73,8	8,41
24	Se da nuevamente ON CYCLE START	10	15	16	19	22	16,4	4,51

25	Comienza a maquinar y dar la pasada a la rosca.	485	472	469	475	467	473,6	7,06
26	Se da stop al controlador.	10	15	14	13	11	12,6	2,07
27	Se usa el soplete para limpiar impurezas de la rosca.	12	8	7	15	20	12,4	5,32
28	Se ajusta valores en el controlador de la cuchillas y profundidad de pasada.	121	135	144	132	131	132,6	8,26
29	Se da ON al controlador.	7	9	11	16	10	10,6	3,36
30	Comienza a maquinar de ,280 milésimas en la rosca.	852	846	866	847	874	857	12,41
31	Finaliza el programa.	15	11	14	12	18	14	2,74
32	Usar el soplete para limpiar impurezas de la rosca.	10	18	17	14	11	14	3,54
33	Se alista instrumentos de medición.	360	376	355	361	369	364,2	8,29
34	Usar el táper para la verificación de rosca.	244	264	298	284	281	274,2	20,77
35	Usar un calibrador para verificar OD e ID de la rosca.	211	233	219	221	226	222	8,19
36	Se procede apagar el controlador	15	12	11	9	7	10,8	3,03
37	Se aflojan mordazas.	164	155	178	164	185	169,2	12,07
38	Colocar la faja en el box y retirar con un tecele.	345	355	368	374	351	358,6	12,05

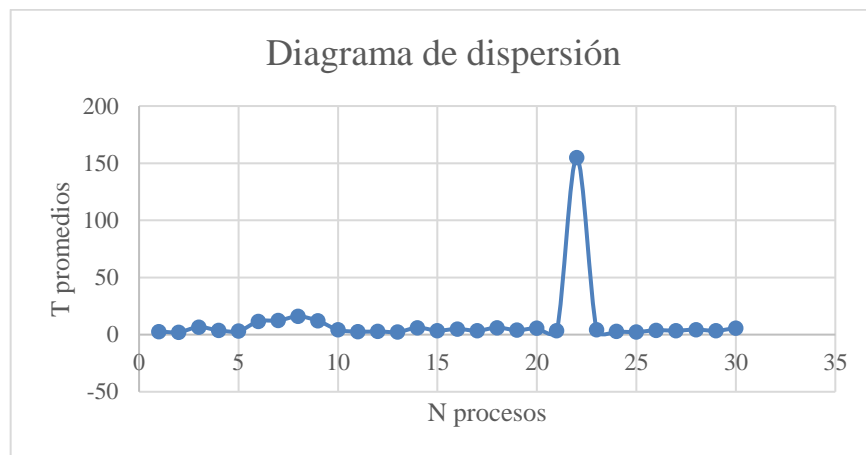
En el diagrama de la Figura 6, es una herramienta que muestra un dato atípico en donde se realiza el montaje de herramientas. Barras y holder con relación al tiempo promedio del proceso y en relación a la desviación estándar general, en esta actividad se concentra un tiempo superior ya que los equipos de medición son equipos de difícil manipulación.



**Figura 6.** Diagrama de datos del proceso de fabricación en un roscado interno

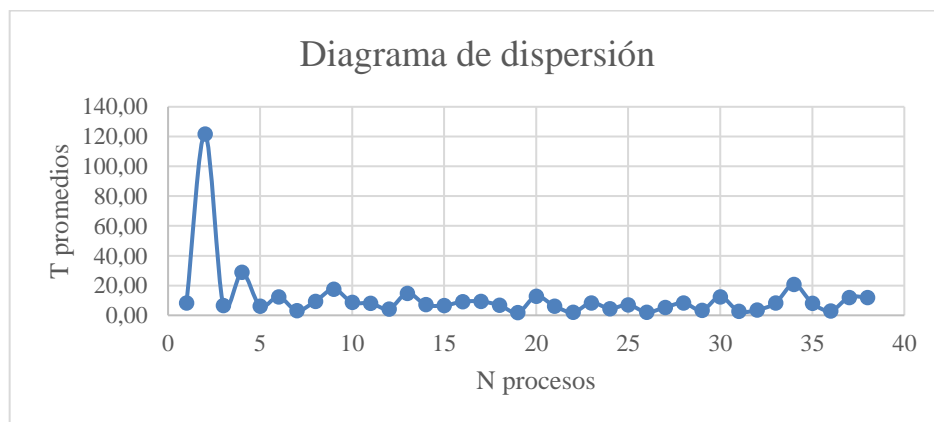
En la Figura 7 el diagrama dispuesto de datos es una herramienta útil para analizar el ítem que se

muestra más atípico con relación al tiempo promedio del proceso y en relación a la desviación estándar general. Encontrando un dato atípico en la actividad que se prepara instrumentos para la respectiva medición, en esta actividad se concentra un tiempo superior ya que los equipos de medición son equipos delicados y manipulación debe ser cuidadosa.



**Figura 7.** Diagrama de datos del proceso de fabricación en un roscado interno con desbaste.

En la Figura 8 el diagrama de datos es una herramienta útil para analizar la relación entre el tiempo promedio de fabricación en la fabricación de roscado externo. Puede ayudar a identificar con la desviación estándar de los datos, determinar el proceso que es más lento, con ello mejorar la calidad de la producción de roscados externos. Encontrando un dato atípico en la actividad dos que es en el cual se realiza el montaje de herramientas. Barras y holder, que es una operación compleja por la manipulación propia de sus equipos.



**Figura 8.** Diagrama de dispersión de datos del proceso de fabricación en un roscado externo

## 2.3. Diagnóstico del estado de máquinas y equipos

### 2.3.1. Identificación de fallas

La identificación de fallas es una herramienta valiosa en el mantenimiento de máquinas, ya que permite identificar las causas potenciales, lo que ocurre en la planta y de esta manera tomar medidas preventivas para minimizar el impacto. La identificación de las causas raíz de una falla también ayuda a los técnicos de mantenimiento a solucionar los problemas de forma más eficiente y efectiva. Ver tabla de la 16 a la 24.

**Tabla 16.** Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-01

<b>Diagnóstico de fallas de equipos</b>					
Máquina/equipo	Marca	Modelo	Código	Falta/ Fallo	Arreglos
TORNO AUTOMÁTICO CNC C1000 CONTROL SIEMENS	ROMI	C1000	ME-SS-01	-Módulo siemens presenta avería por tiempo de vida útil. -Falla en el circuito de 24v, presenta falla por tiempo de vida útil. -Torreta inmóvil. -Liqueo interno de aceite en la torre. -Bomba hidráulica en mal estado (fisurada). -Cable de datos en mal estado. -Kit de oring desgastados.	-Reemplazo de modulo siemens por uno nuevo. (Importación desde EE. UU). -Chequeo de cables en circuito de 24v, localización de un relé dañado. -Reparación de cable de señal averiado. -Reemplazo de kit de orings de la torre (por nuevo). -Reemplazo de bomba hidráulica (por nuevo). -Construcción de borín al coupling del lovejoy.

A continuación, en la Tabla 17 se muestra un diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-02

**Tabla 17.** Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-02

<b>Diagnóstico de fallas de equipos</b>					
Máquina/equipo	Marca	Modelo	Código	Falta/ Fallo	Arreglos
TORNO AUTOMÁTICO CNC C1000 CONTROL SIEMENS	ROMI	C1000	ME-SS-02	-Liqueo interno de aceite en la torre. -Kit de orings de la torre desgastado. -Torreta bloqueada. -Cables de señal en mal estado, servomotor en mal estado.	-Reemplazo de kit de orings de la torre (por nuevos). -Rectificado del plato de anclaje y plato de paso de refrigerante. -Cambio de servomotor. -Arreglo de cables de señal. -Configuración de posicionamiento de la torre. -sensores de anclaje y sensor de referencia de la torre.



En la Tabla 18 se muestra un diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-03

**Tabla 18.** Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-03

<b>Diagnóstico de fallas de equipos</b>					
Máquina/equipo	Marca	Modelo	Código	Falta/ Fallo	Arreglos
TORNO AUTOMÁTICO CNC C1000 CONTROL SIEMENS	ROMI	C1000	ME-SS-03	-Liqueo interno de aceite en la torre. -Kit de orings de la torre desgastado. -Torreta bloqueada. -Cables de señal en mal estado, servomotor en mal estado.	-Reemplazo de kit de orings de la torre (por nuevos). -Rectificado del plato de anclaje y plato de paso de refrigerante. -Cambio de servomotor. -Arreglo de cables de señal. -Configuración de posicionamiento de la torre.

En la Tabla 19 se muestra un diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-04

**Tabla 19.** Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-04

<b>Diagnóstico de fallas de equipos</b>					
Máquina/equipo	Marca	Modelo	Código	Falta/ Fallo	Arreglos
TORNO AUTOMÁTICO CNC C830 CONTROL SIEMENS	ROMI	C830	ME-SS-04	-Bloqueo del brazo donde se encuentra el panel digital, debido a cuatro rodamientos dañados.	-Localización y cambio de cuatro rodamientos dañados.

En la Tabla 20 se muestra un diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-05

**Tabla 20.** Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-05

<b>Diagnóstico de fallas de equipos</b>					
Máquina/equipo	Marca	Modelo	Código	Falta/ Fallo	Arreglos
TORNO AUTOMÁTICO CNC G550 CONTROL FANUC	ROMI	G550	ME-SS-05	-Baterías deterioradas por tiempo de uso cumplido.	-Encendido de la máquina, cambio de baterías de back up, puesta en marcha y configuración de los ejes (x-z).

En la Tabla 21 se muestra un diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-06

**Tabla 21.** Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-06

<b>Diagnóstico de fallas de equipos</b>					
Máquina/equipo	Marca	Modelo	Código	Falta/ Fallo	Arreglos
TORNO AUTOMÁTICO CNC G550 CONTROL FANUC	ROMI	G550	ME-SS-06	-Rotura de manifold en la parte trasera a causa de desgaste por trabajo diario.	-Desmontaje de manifold averiado y reemplazado por uno nuevo.

En la Tabla 22 se muestra un diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-07

**Tabla 22.** Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-07

<b>Diagnóstico de fallas de equipos</b>					
Máquina/equipo	Marca	Modelo	Código	Falta/ Fallo	Arreglos
TORNO AUTOMÁTICO CNC G550 CONTROL FANUC	ROMI	G550	ME-SS-07	-Lampara led del torno no enciende. -Daño del drive a causa de variación de voltaje.	-Desmontaje de lampara led, reemplazo del drive dañado, armado, montaje y pruebas.

En la Tabla 23 se muestra un diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-08

**Tabla 23.** Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-08

<b>Diagnóstico de fallas de equipos</b>					
Máquina/equipo	Marca	Modelo	Código	Falta/ Fallo	Arreglos
TALADRO RADIAL Z3050 X 16	Sheng Yang	23050 x 16/1	ME-SS-08	-Desgaste por mínima lubricación en los cojinetes. -La máquina no enciende cuando al ejecutar el botón de encendido. -Sistema de transmisión mal ajustado.	-Lubricación de los cojinetes. -Cambio del interruptor de encendido, reemplazado con uno nuevo. -Cambio del cableado eléctrico. -Reemplazamiento del control de velocidad.

En la Tabla 24 se muestra un diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-09

**Tabla 24.** Diagnóstico de fallas de los equipos- ME-SS-09

<b>Diagnóstico de fallas de equipos</b>					
Máquina/equipo	Marca	Modelo	Código	Falta/ Fallo	Arreglos
SIERRA ELÉCTRICA DURMAZLA R HB-S280	Sheng Yang	HB-S-280	ME-SS-09	-Transformador de 220v a 24v de 250va en corto circuito. -Variador de frecuencia siemens en corto circuito. -Daño de relé. -Fusible de 10v y capacitores quemados.	-Corrección de falla de corto circuito en transformador y variador de frecuencia. -Cambio de piezas en mal estado. -Corrección de falla de corto circuito en transformador y variador de frecuencia. -Reajuste de terminales y puesta en marcha del equipo.

### 2.3.2. *Árbol de fallas*

La representación del árbol de fallas en el mantenimiento de las máquinas es muy importante puesto que esta herramienta se utiliza para analizar la secuencia de eventos que pueden provocar una falla en la máquina. Esta se compone de un nodo raíz, que representa la falla principal y de ramas secundarias que representan las causas que pueden llevar a la falla.

Cada rama del árbol se divide en eventos o condiciones que pueden llevar a la falla, el mismo se puede evidenciar en la Figura 9.

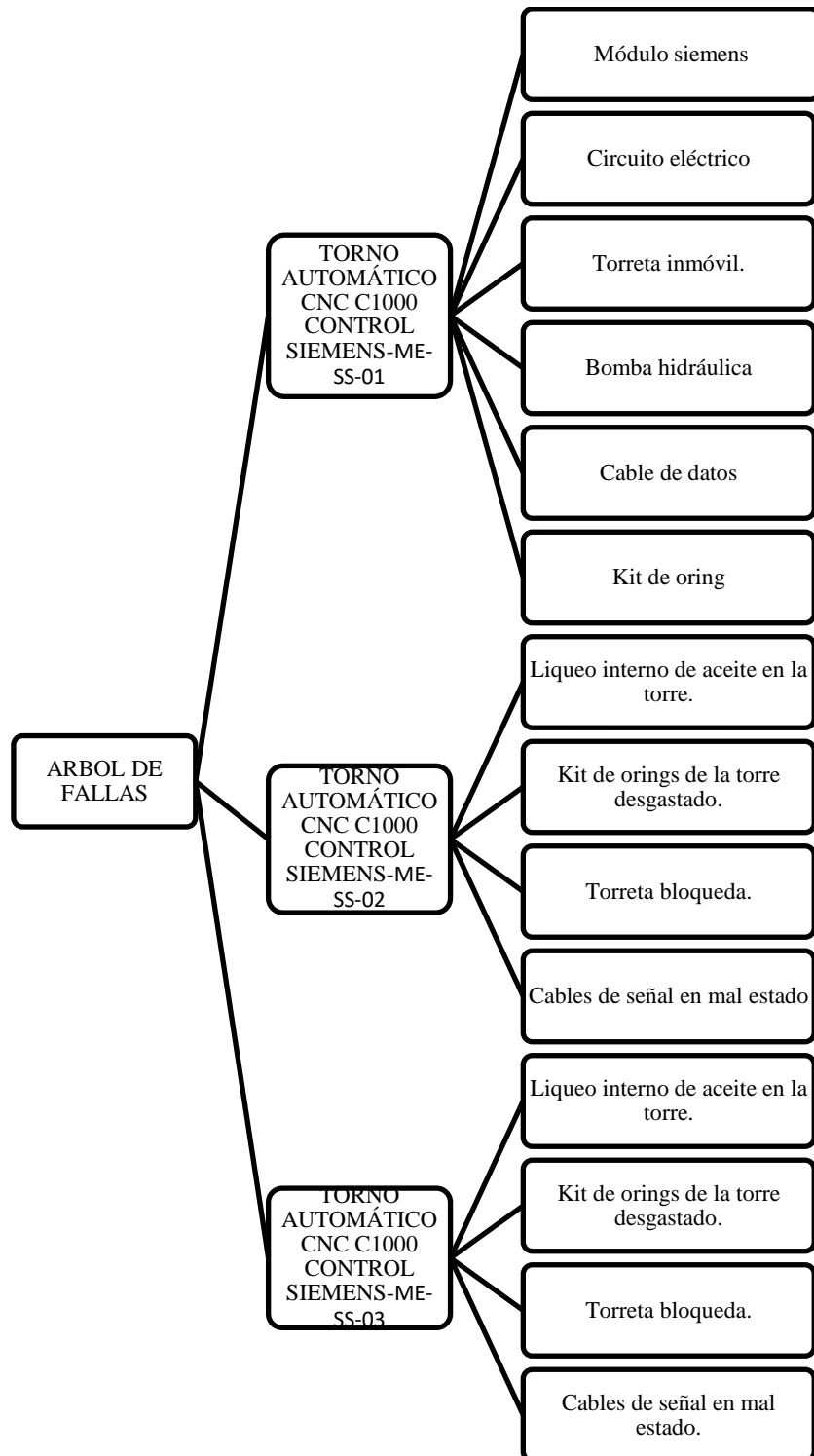


Figura 9. Representación del árbol de fallas 1.

En la figura 10 se representa el árbol de fallas 2 fallas

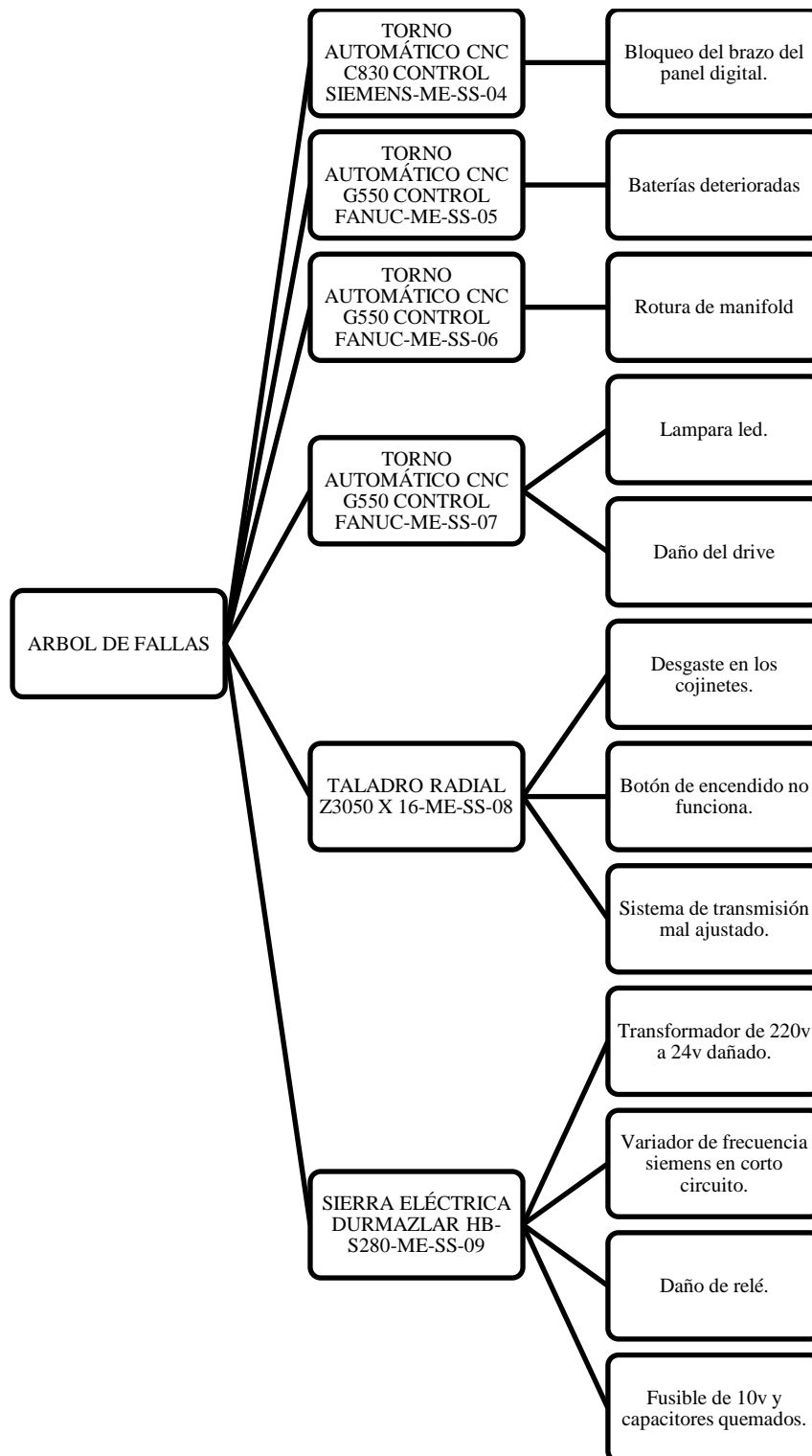


Figura 10. Representación del árbol de fallas 2.

### ***2.3.3. Análisis de criticidad***

En este ítem se analiza el criterio de los fallos de la maquinaria, el cual es un proceso importante para garantizar la fiabilidad, seguridad y el rendimiento de los equipos en la industria. Los criterios de evaluación de fallas de las máquinas más importantes.

### ***2.3.4. Frecuencia de la falla***

Este criterio evalúa con qué frecuencia ocurre una falla en una máquina y de qué manera esta afecta a la producción o al rendimiento del equipo. La frecuencia de la falla puede ser medida en términos de horas de funcionamiento, días de trabajo o cantidad de ciclos de operación.

### ***2.3.5. Gravedad de la falla***

La gravedad de la falla se refiere al impacto que la falla tiene en la funcionalidad neta y el rendimiento de la máquina. Una falla menor puede tener un impacto mínimo en la producción, mientras que una falla grave puede detener completamente la producción y generar pérdidas.

### ***2.3.6. Tiempo de inactividad***

El tiempo de inactividad es el tiempo que una máquina no está en funcionamiento debido a una falla o mantenimiento. Este criterio se utiliza para evaluar las características principales de la falla en la producción y la eficiencia de la máquina.

### ***2.3.7. Costo de reparación***

El costo de reparación es el costo de solucionar los problemas de una máquina después de una falla. Este criterio se utiliza para evaluar la rentabilidad de la reparación y la necesidad de reemplazar.

### ***2.3.8. Probabilidad de recurrencia***

La probabilidad de recurrencia se refiere a la posibilidad de que una falla vuelva a ocurrir después de la reparación. Este criterio es importante para determinar la necesidad de llevar a cabo un mantenimiento preventivo para evitar futuras fallas.

Esto se realiza en la Tabla 24 en base a la evaluación hay que mencionar que el método de evaluación detalla el criterio de evaluación para este tipo de máquinas [2]

## CRITICIDAD DE FALLOS



Evaluador: Joseph Gabriel Álvarez Capa

Observación: Las siguientes interrogantes son de selección múltiple

Máquina:

**Tabla 25.** Modelo de criterios de evaluación de fallas de las máquinas

CRITERIO DE EVALUACIÓN	
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>FACTOR</b>
Pobre: mayor a 2 fallas/año	4
Promedio: 2 fallas/año	3
Buena: 1 falla/año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas/año	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
Pérdida de toda la producción (despacho)	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacta en niveles de inventario y/o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2
Función de repuesto disponible	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)</b>	<b>FACTOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos a la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores (ambiente/seguridad).	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el Ambiente.	1
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FACTOR</b>
Mayor o igual a \$3.000.000	2
Menor o Mayor que \$3.000.000	1

La evaluación de fallas de las máquinas se basa en una combinación de criterios, incluyendo la frecuencia de la falla, la gravedad, el tiempo de inactividad, el costo de reparación y la probabilidad de recurrencia y la evaluación de cada una de las máquinas se encuentra en el anexo 3. Al evaluar estos criterios, se puede determinar con las fórmulas siguientes la causa de la falla, la gravedad de la falla y el mejor curso de acción con el propósito de garantizar la seguridad y el óptimo funcionamiento, el rendimiento y la fiabilidad de las máquinas, para tener un valor acertado del estado se realiza a partir de la fórmula de criticidad total, las ecuaciones y su criterio están descritas en la fuente referenciada descritas como ecuación (1) y ecuación (2) [2].

$$\textit{Criticidad Total} = \textit{Frecuencia de fallas} \times \textit{Consecuencia} \quad (1)$$

$$\textit{Consecuencia} = (\textit{Impacto Operacional} \times \textit{Flexibilidad}) + \textit{Costo de Mant.} + \textit{Impacto SAH} \quad (2)$$

Teniendo así el siguiente criterio del estado de las máquinas, se procedió a utilizar la ecuación 2. En este sentido se tiene para el criterio de evaluación de la criticidad total de la máquina torno automático CNC C1000 control siemens:


$$\textit{Consecuencia} = (4 \times 2) + 1 + 3 = 12$$

Una vez obtenido la consecuencia el valor de 12 se procede a calcular la criticidad total que está en función de la frecuencia de fallas por la consecuencia, reemplazando la ecuación 2 en la 1.

$$\textit{Criticidad Total} = 4 \times 12; \textit{Criticidad Total} = 48$$

En la Tabla 26 se puede evidenciar la situación de los equipos y determinar el criterio según la frecuencia de fallos y la criticidad total del CNC C1000 control siemens y el estado es crítico.

**Tabla 26.** Matriz de criticidad máquina 1. Torno automático CNC C1000 control siemens-10

		CRITERIOS DE EVALUACIÓN					
		NC	Situación de equipos “NO CRÍTICOS”				
		MC	Situación de equipos “MEDIANA CRITICIDAD”				
		C	Situación de equipos “CRÍTICOS”				
							
Frecuencia	4	NC	MC	MC	C	C	C
	3	NC	NC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50	50-200
		Criticidad					

El criterio de evaluación de la criticidad total de la máquina torno automático CNC C1000-11 control siemens:

$$\text{Consecuencia} = (4 \times 2) + 1 + 3 = 12$$

$$\text{Criticidad Total} = 3 \times 12$$


$$\text{Criticidad Total} = 36$$

En la Tabla 27 se puede evidenciar la situación de los equipos y determinar el criterio s (2) frecuencia de fallos y la criticidad total del CNC C1000 control siemens y el estado es



medianamente crítico.

**Tabla 27.** Matriz de criticidad máquina 2. Torno automático CNC c1000 control siemens#2

		CRITERIOS DE EVALUACIÓN					
		NC	Situación de equipos “NO CRÍTICOS”				
		MC	Situación de equipos “MEDIANA CRITICIDAD”				
		C	Situación de equipos “CRÍTICOS”				
							
Frecuencia	4	NC	MC	MC	C	C	C
	3	NC	NC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50	50-200
		Criticidad					

El criterio de evaluación de la criticidad total de la máquina torno automático CNC C1000-16 control siemens:


$$\text{Consecuencia} = (1 \times 2) + 1 + 3 = 6$$

$$\text{Criticidad Total} = 1 \times 6$$

$$\text{Criticidad Total} = 6$$

En la Tabla 28 se puede evidenciar la situación de los equipos y determinar el criterio según la frecuencia de fallos y la criticidad total del CNC C1000 control siemens y el estado es no crítico.

**Tabla 28.** Matriz de criticidad máquina 3. Torno automático CNC c1000 control siemens#3

		CRITERIOS DE EVALUACIÓN					
		NC	Situación de equipos “NO CRÍTICOS”				
		MC	Situación de equipos “MEDIANA CRITICIDAD”				
		C	Situación de equipos “CRÍTICOS”				
							
Frecuencia	4	NC	MC	MC	C	C	C
	3	NC	NC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50	50-200
		Criticidad					

El criterio de evaluación de la criticidad total de la máquina torno automático CNC C830-12 control siemens:

$$\text{Consecuencia} = (4 \times 2) + 1 + 1 = 10$$


$$\text{Criticidad Total} = 3 \times 12$$

$$\text{Criticidad Total} = 36$$

En la Tabla 29 se puede evidenciar la situación de los equipos y determinar el criterio según la frecuencia de fallos y la criticidad total del CNC C830 control siemens y el estado es medianamente

crítico.

**Tabla 29.** Matriz de criticidad máquina 4. Torno automático CNC c830 control siemens#1

		CRITERIOS DE EVALUACIÓN					
		NC	Situación de equipos “NO CRÍTICOS”				
		MC	Situación de equipos “MEDIANA CRITICIDAD”				
		C	Situación de equipos “CRÍTICOS”				
							
Frecuencia	4	NC	MC	MC	C	C	C
	3	NC	NC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50	50-200
		Criticidad					

El criterio de evaluación de la criticidad total de la máquina torno automático CNC C5500-13 control siemens:


$$\text{Consecuencia} = (4 \times 2) + 1 + 1 = 10$$

$$\text{Criticidad Total} = 3 \times 10$$

$$\text{Criticidad Total} = 30$$

En la Tabla 30 se puede evidenciar la situación de los equipos y determinar el criterio según la frecuencia de fallos y la criticidad total del CNC G550 control Fanuc y el estado es medianamente crítico.

**Tabla 30.** Matriz de criticidad máquina 5. Torno automático CNC G550 control Fanuc#1

		CRITERIOS DE EVALUACIÓN					
		NC	Situación de equipos “NO CRÍTICOS”				
		MC	Situación de equipos “MEDIANA CRITICIDAD”				
		C	Situación de equipos “CRÍTICOS”				
							
Frecuencia	4	NC	MC	MC	C	C	C
	3	NC	NC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	NC	MC	C
		10	20	30	40	50	50-200
		Criticidad					


El criterio de evaluación de la criticidad total de la máquina torno automático CNC C5500-14 control siemens:

$$\text{Consecuencia} = (4 \times 2) + 1 + 1 = 10$$

$$\text{Criticidad Total} = 2 \times 10; \text{Criticidad Total} = 20$$

En la Tabla 31 se puede evidenciar la situación de los equipos y determinar el criterio según la frecuencia de fallos y la criticidad total del CNC G550 control Fanuc y el estado es no crítico.

**Tabla 31.** Matriz de criticidad máquina 6. Torno automático CNC G550 control Fanuc#2

CRITERIOS DE EVALUACIÓN						
NC		Situación de equipos “NO CRÍTICOS”				
MC		Situación de equipos “MEDIANA CRITICIDAD”				
C		Situación de equipos “CRÍTICOS”				
						
Frecuencia	4	MC	MC	C	C	C
	3	NC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50	50-200
Criticidad total						

El criterio de evaluación de la criticidad total de la máquina torno automático CNC C5500-15 control siemens:

$$\text{Consecuencia} = (4 \times 2) + 1 + 1 = 10$$


$$\text{Criticidad Total} = 3 \times 10$$

$$\text{Criticidad Total} = 30$$

En la Tabla 32 se puede evidenciar la situación de los equipos y determinar el criterio según la frecuencia de fallos y la criticidad total del CNC G550 control Fanuc y el estado es medianamente crítico.

**Tabla 32.** Matriz de criticidad máquina 7. Torno automático CNC G550 control Fanuc#3

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
NC	Situación de equipos “NO CRÍTICOS”
MC	Situación de equipos “MEDIANA CRITICIDAD”
C	Situación de equipos “CRÍTICOS”



Frecuencia	4	MC	MC	C	C	C
	3	NC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50	50-200
Críticidad total						

El criterio de evaluación de la criticidad total de la máquina Taladro radial Z3050X16:

$$\text{Consecuencia} = (1 \times 2) + 1 + 1 = 4$$


$$\text{Críticidad Total} = 3 \times 4$$

$$\text{Críticidad Total} = 12$$

En la Tabla 33 se puede evidenciar la situación de los equipos y determinar el criterio según la frecuencia de fallos y la criticidad total del Taladro radial Z3050X16 y el estado es no crítico.

**Tabla 33.** Matriz de criticidad máquina 8. Taladro radial Z3050X16

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
NC	Situación de equipos “NO CRÍTICOS”
MC	Situación de equipos “MEDIANA CRITICIDAD”
C	Situación de equipos “CRÍTICOS”

						
Frecuencia	4	MC	MC	C	C	C
	3	NC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50	50-200
Críticidad total						

El criterio de evaluación de la criticidad total de la máquina Sierra eléctrica Durmazlar HB-s280

$$\text{Consecuencia} = (4 \times 2) + 1 + 1 = 10$$


$$\text{Críticidad Total} = 3 \times 10$$

$$\text{Críticidad Total} = 30$$

En la Tabla 34 se puede evidenciar la situación de los equipos y determinar el criterio según la frecuencia de fallos y la criticidad total de la sierra eléctrica Durmazlar HB-s280y el estado es medianamente crítico.

**Tabla 34.** Matriz de criticidad máquina 9. Sierra eléctrica Durmazlar HB-s280

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
NC	Situación de equipos “NO CRÍTICOS”
MC	Situación de equipos “MEDIANA CRITICIDAD”
C	Situación de equipos “CRÍTICOS”



Frecuencia	4	MC	MC	C	C	C
	3	NC	MC	MC	C	C
	2	NC	NC	MC	C	C
	1	NC	NC	NC	MC	C
	10	20	30	40	50	50-200
Criticidad total						

### 2.3.9. Análisis de Pareto de la frecuencia de fallo y la criticidad de fallo

En la Tabla 35 se resume el criterio general de fallos de todos los equipos para determinar los que estén afectando directamente al proceso.

**Tabla 35.** Matriz total de criticidad de fallo de las máquinas.

Frecuencia	4	0	0	0	0	1
	3	0	1	3	2	0
	2	0	1	0	0	0
	1	0	1	0	0	0
		10	20	30	40	50
Criticidad						

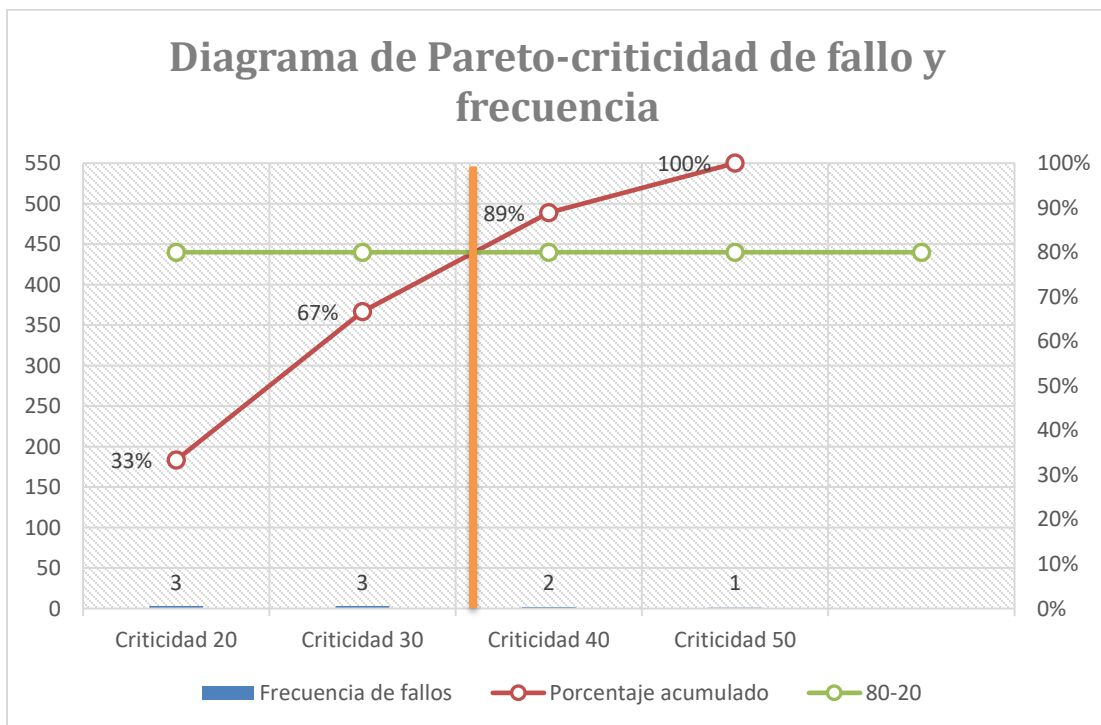
En la Tabla 36 se encuentra la distribución de frecuencia de los datos de criticidad total de fallos y la frecuencia acumulada, porcentaje acumulado para determinar los valores críticos y significativos en la gestión del mantenimiento.



**Tabla 36.** Frecuencia acumulada

Criticidad total	Frecuencia de fallos	Frecuencia de fallos acumulada	Porcentaje	Porcentaje acumulado	80-20
Criticidad 20	3	3	33%	33%	80%
Criticidad 30	3	6	33%	67%	80%
Criticidad 40	2	8	22%	89%	80%
Criticidad 50	1	9	11%	100%	80%
TOTAL	9		100%		

En la Figura 11 indica la distribución de la criticidad de los fallos de los equipos se evidencia que los valores críticos y medianamente críticos se encuentran en los tornos tres C1000 con controlador siemens y el C830, que presentan fallos significativos y en su mayoría son el transcurso de la vida útil de los repuestos y la gestión de mantenimiento realizada, que en su mayoría se ha realizado recambio de piezas sin un cronograma estructurado y preventivo, por esta razón es necesario el planteamiento del PMP para mejorar los procesos de funcionamiento de los equipos.



**Figura 11.** Representación del grafico de Pareto de la criticidad de fallos.

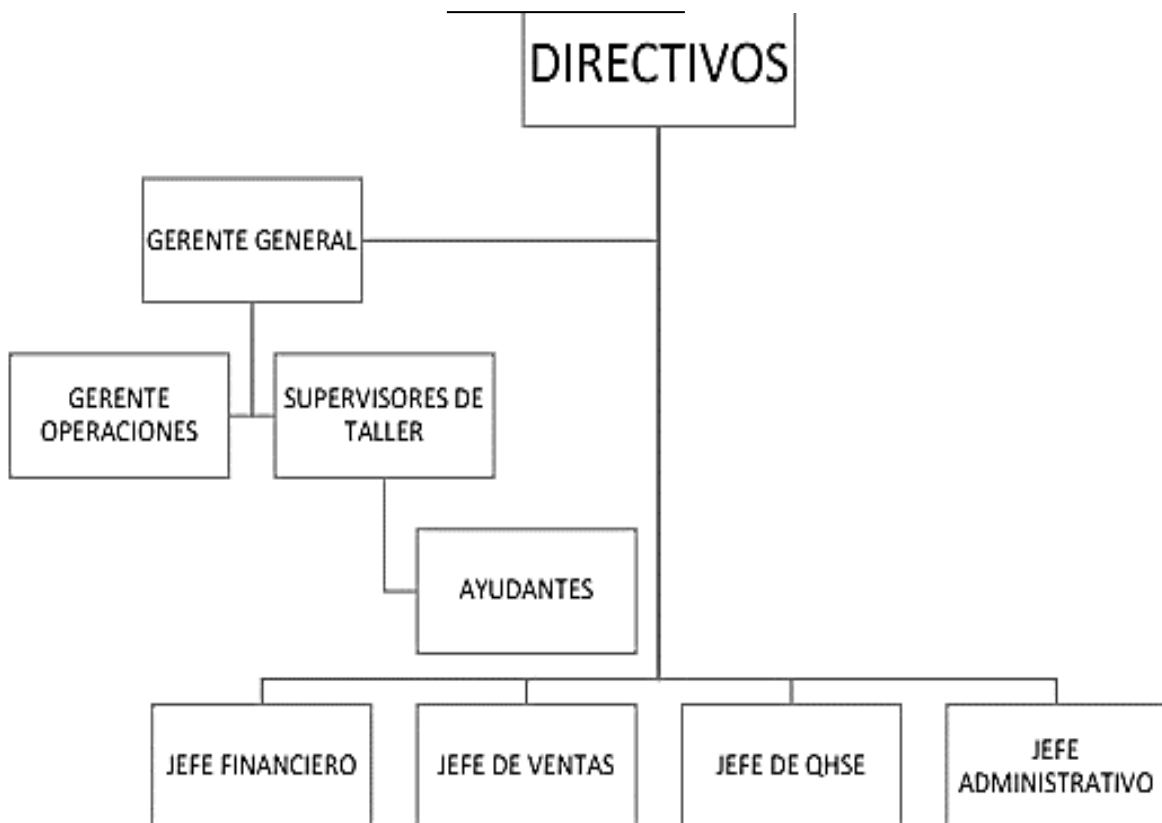
**CAPÍTULO III**  
**PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

**3.1. Tema**

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA COMPAÑÍA SERVISILVA CIA. LTDA., DEL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA-ECUADOR

**3.2. Organigrama de la empresa**

En el organigrama estructural en la figura 12 se puede evidenciar la constitución funciona de la empresa SERVISILVA, que es necesario conocer la estructura.



**Figura 12.** Organigrama estructural SERVISILVA

### 3.3. Codificación de equipos

Contar con un registro de equipos en la planta de producción es clave para la gestión de mantenimiento, el código ayudará a identificar cada maquinaria o equipo en niveles jerárquicos, según su uso, su localización y subdivisiones.

### 3.4. Creación de formatos

#### 3.4.1. Formato de Checklist.

El formato checklist ayudará a generar un control en el cumplimiento del funcionamiento de la maquinaria o equipos. Asumiendo el funcionamiento de sus partes eléctricas, mecánicas y estado externo del equipo lo que ayudará a recolectar datos ordenadamente y de forma sistemática como se evidencia en la Tabla 37.

Tabla 37. Checklist


<b>FORMATO CHECKLIST</b>		
<b>Máquina:</b>		
<b>Marca:</b>		
<b>Modelo:</b>		
<b>Serie:</b>		
<b>NIVEL DE ACEITE</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Depósito de aceite		
<b>OPERATIVIDAD DE COMOPONENTES ELÉCTRICOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Motor principal		
Motor bomba hidráulica		
Bomba de refrigeración		
<b>OPERATIVIDAD DE COMOPONENTES MECÁNICOS</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Armazón		
Block hidráulico		
Evacuador de virutas		
Husillo		
Mandril		
Mordazas		
Controlador		
Cabezal		

CONDICIÓN EXTERNA	SI	NO
Pintura		
OBSERVACIONES		
TÉCNICO RESPONSABLE		

### 3.4.2. Formato de fichas técnicas

Mediante la implementación de la ficha técnica ayudará a tener información necesaria en donde se describe su fabricación y su funcionamiento. (Ver Tabla 38)

**Tabla 38.** Formato fichas técnicas

FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA Y EQUIPOS					
ELABORADO POR:		FECHA:			
MÁQUINA-EQUIPO		UBICACIÓN			
FABRICANTE		SECCIÓN			
MODELO		CÓDIGO			
MARCA		ESTADO			
CARACTERÍSTICAS GENERALES					
PESO		ALTO		ANCHO	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			FOTO DE MÁQUINA-EQUIPO		
FUNCIÓN					

FECHA DE MANTENIMIENTO					
---------------------------	--	--	--	--	--

### 3.4.3. Formato solicitud de trabajo

Este formato ayudará a notificar al jefe de producción o planificador sobre un equipo o maquinaria que requiere un mantenimiento preventivo o correctivo, en donde se menciona los datos de quién solicita, la fecha programada, la causa de la falla etc., para posteriormente generar una orden de trabajo como en la Tabla 39.

**Tabla 39.** Formato solicitud de trabajo

	SOLICITUD DE TRABAJO			
	Versión:		Emisión:	
	Código:		Página	
TIPO DE MANTENIMIENTO				
PREVENTIVO	<b>X</b>	CORRECTIVO		CORRECTIVO PLANIFICADO
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
Marca				
Modelo				
Procedencia				
Serie				
Año de fabricación				
Solicita			Fecha	
CAUSA DE LA FALLA				
Fecha programada		Persona a realizar el trabajo		Número de orden
OBSERVACIONES				
ELABORADO:		REVISÓ:		APROBÓ:

#### **3.4.4. *Formato orden de trabajo***

Una vez aprobado la solicitud de trabajo por consiguiente se genera la orden de trabajo en donde se especifica los requerimientos del mantenimiento en donde se detalla, el motivo de la solicitud, tiempo de ejecución etc. con el fin de estandarizar los procesos, de esta forma se tiene un historial del mantenimiento que ayudará a ejecutar un análisis detallado con el fin de poder utilizar como fuente de información para mejoras a futuro Tabla 40.

**Tabla 40.** Formato orden de trabajo Equipo de soldadura

	<b>ORDEN DE TRABAJO</b>			
	Versión:		Emisión:	
Código:		Página:		
TIPO DE MANTENIMIENTO				
PREVENTIVO	<b>X</b>	CORRECTIVO		CORRECTIVO PLANIFICADO
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
Marca				
Modelo				
Procedencia				
Serie				
Año de fabricación				
Fecha de requerimiento		Fecha de generalización		
MOTIVO DE SOLICITUD				
Fecha y hora (Inicio)		Fecha y hora (Finización)		Tiempo de ejecución
<b>OBSERVACIONES</b>				
<b>ELABORADO:</b>		<b>REVISÓ:</b>		<b>APROBÓ:</b>

### 3.4.5. Formato de procedimientos

Mediante este formato se busca estandarizar la ejecución de actividades teniendo en cuenta los elementos de protección personal, las herramientas, insumos, y actividades a realizar, considerando el tiempo estimado en la ejecución del mantenimiento como se evidencia en la Tabla 41.

Tabla 41. Formato procedimiento cambio de aceite Fresadora

<b>HOJA DE PROCEDIMIENTO</b>						
Versión:				Emisión:		
Código:				Página		
Código del equipo						
DATOS DE MAQUINARIA						
Marca						
Modelo						
Procedencia						
Serie						
Año de fabricación						
TIPO DE MANTENIMIENTO						
PREVENTIVO				CORRECTIVO		CORRECTIVO PLANIFICADO
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL DEL OPERARIO						
ÍTEM	EPP		CANTIDAD	VERIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	
1	Gafas de seguridad					
2	Botas punta de acero					
3	Overol					
4	Franela					
5	Casco					
6	Tapabocas					
7	Guantes de nitrilo					
HERRAMIENTAS						
ÍTEM	HERRAMIENTAS		CANTIDAD	VERIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	
1	Brocha					
2	Bidón de desechos					
3	Llaves de combinación					
4	Llaves de copa					
5	Playo o pinza					
6	Destornillador estrella o plano					
INSUMOS NECESARIOS						
ÍTEM	TIPO DE INSUMO	REFERENCIA	VERIFICACIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
PROCEDIMIENTO REALIZADO						
ÍTEM	ACTIVIDAD			REALIZADO SI/NO	TIEMPO (minutos)	




1	Cambio de aceite		
2	Verificación de nivel de aceite		
3	Limpieza de panel principal y gabinete de control		
4	Limpieza de carro móvil		
5	Verificación y limpieza de válvulas de distribución		
6	Verificación y control de ejes que cumplan con requerimientos		
8	Verificación y limpieza de ventilador de motor		
7	Cambio de bandas de transmisión		
8	Verificación y limpieza de zona de lubricación		
9	Cambio de líquido refrigerante		
10	Cambio de filtro		
11	Limpieza de componentes RSP		
12	Detección de fugas		
13			
14			
<b>TIEMPO ESTIMADO</b>			
<b>OBSERVACIONES</b>			
<b>ELABORADO:</b>		<b>REVISÓ:</b>	
		<b>APROBÓ:</b>	

### 3.4.6. Formato hojas de vida de las máquinas y equipos

Es de suma importancia en el área de mantenimiento contar con un historial u hoja de vida de equipo, para tener conocimiento de la vida útil, de detalle de averías o fallos, para pronosticar y prevenir las actividades a ejecutar para preservar el correcto funcionamiento de las máquinas en la Tabla 42.

**Tabla 42.** Formato hoja de vida Torno CNC

	<b>HOJA DE PROCEDIMIENTO</b>			
	Versión:		Emisión:	
	Código:		Página	
<b>Código del equipo</b>				
<b>DATOS DE MAQUINARIA</b>				
<b>Marca</b>				
<b>Modelo</b>				
<b>Procedencia</b>				
<b>Serie</b>				
<b>Año de fabricación</b>				

TIPO DE MANTENIMIENTO						
PREVENTIVO				CORRECTIVO		CORRECTIVO PLANIFICADO
ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL DEL OPERARIO						
ÍTEM	EPP			CANTIDAD	VERIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Gafas de seguridad					
2	Botas punta de acero					
3	Overol					
4	Franela					
5	Casco					
6	Tapabocas					
7	Guantes de nitrilo					
HERRAMIENTAS						
ÍTEM	HERRAMIENTAS			CANTIDAD	VERIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Brocha					
2	Bidón de desechos					
3	Llaves de combinación					
4	Llaves de copa					
5	Playo o pinza					
6	Destornillador estrella o plano					
INSUMOS NECESARIOS						
ÍTEM	TIPO DE INSUMO	REFERENCIA	VERIFICACIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
PROCEDIMIENTO REALIZADO						
ÍTEM	ACTIVIDAD			REALIZADO SI/NO	TIEMPO (minutos)	
1	Cambio de aceite					
2	Verificación de nivel de aceite					
3	Limpieza de panel principal y gabinete de control					
4	Limpieza de carro móvil					
5	Verificación y limpieza de válvulas de distribución					
6	Verificación y control de ejes que cumplan con requerimientos					
8	Verificación y limpieza de ventilador de motor					
7	Cambio de bandas de transmisión					
8	Verificación y limpieza de zona de lubricación					
9	Cambio de líquido refrigerante					
10	Cambio de filtro					
11	Limpieza de componentes RSP					

12	Detección de fugas		
13			
14			
<b>TIEMPO ESTIMADO</b>			
<b>OBSERVACIONES</b>			
<b>ELABORADO:</b>		<b>REVISÓ:</b>	<b>APROBÓ:</b>

### 3.4.7. *Calendario general*

Por medio de la bitácora de mantenimiento se busca llevar un registro cronológico, completo y ordenado de todas las acciones realizadas en el mantenimiento, además de obtener un respaldo del buen cuidado de los quipos y la correcta labor del área de mantenimiento Tabla 43.

Tabla 43. Formato calendario general

		BITÁCORA DE MANTENIMIENTO SEMANAL/MENSUAL							
		Mes:							
		Año:							
Identificación	No. Control de la STPS	CARACTERÍSTICA RSP	ACTIVIDAD	Semana del	al	Semana del	al	Semana del	al
		PRESIÓN DISEÑO	Cambio de aceite						
			Verificación de nivel de aceite						
			Limpieza de panel principal y gabinete de control						
		PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	Limpieza de carro móvil						
			Verificación y limpieza de valvulas de distribución						
			Verificación y control de ejes que cumplan con requerimientos						
		PRESIÓN DE OPERACIÓN	Verificación y limpieza de ventilador de motor						
			Cambio de bandas de transmisión						
			Verificación y limpieza de zona de lubricación						
VOLUMEN	Cambio de líquido refrigerante								
	Cambio de filtro								
	Limpieza de componentes RSP								
	Detección de fugas								
		Firma de responsable							
		Observaciones							

Identificación	No. Control de la STPS	CARACTERÍSTICA RSP	ACTIVIDAD	Semana del	al	Semana del	al	Semana del	al
		PRESIÓN DISEÑO	Cambio de aceite						
			Verificación de nivel de aceite						
			Limpieza de panel principal y gabinete de control						
		PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	Limpieza de carro móvil						
			Verificación y limpieza de valvulas de distribución						
			Verificación y control de ejes que cumplan con requerimientos						
		PRESIÓN DE OPERACIÓN	Verificación y limpieza de ventilador de motor						
			Cambio de bandas de transmisión						
			Verificación y limpieza de zona de lubricación						
VOLUMEN	Cambio de líquido refrigerante								
	Cambio de filtro								
	Limpieza de componentes RSP								
	Detección de fugas								
		Firma de responsable							
		Observaciones							

Identificación	No. Control de la STPS	CARACTERÍSTICA RSP	ACTIVIDAD	Semana del	al	Semana del	al	Semana del	al
		PRESIÓN DISEÑO	Cambio de aceite						
			Verificación de nivel de aceite						


		Limpieza de panel principal y gabinete de control				
	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	Limpieza de carro móvil				
		Verificación y limpieza de válvulas de distribución				
		Verificación y control de ejes que cumplan con requerimientos				
	PRESIÓN DE OPERACIÓN	Verificación y limpieza de ventilador de motor				
		Cambio de bandas de transmisión				
		Verificación y limpieza de zona de lubricación				
	VOLUMEN	Cambio de líquido refrigerante				
		Cambio de filtro				
		Limpieza de componentes RSP				
		Detección de fugas				
		<b>Firma de responsable</b>				
		<b>Observaciones</b>				

Identificación	No. Control de la STPS	CARACTERÍSTICA RSP	ACTIVIDAD	Semana del	Semana del	Semana del	Semana del
				al	al	al	al
	PRESIÓN DISEÑO	Cambio de aceite					
		Verificación de nivel de aceite					
		Limpieza de panel principal y gabinete de control					
	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO	Limpieza de carro móvil					
		Verificación y limpieza de valvulas de distribución					
		Verificación y control de ejes que cumplan con requerimientos					
	PRESIÓN DE OPERACIÓN	Verificación y limpieza de ventilador de motor					
		Cambio de bandas de transmisión					
		Verificación y limpieza de zona de lubricación					
	VOLUMEN	Cambio de líquido refrigerante					
		Cambio de filtro					
		Limpieza de componentes RSP					
		Detección de fugas					
		<b>Firma de responsable</b>					
		<b>Observaciones</b>					

**3.4.8. Formato hoja de vida general de equipos**

En este formato se tiene el consolidado de todas las máquinas y equipos. La Tabla 44 registra la hoja de vida de los equipos de modo sistemático, de tal forma que se establezca datos que son evidentemente importantes.

**Tabla 44.** Hoja de vida general de equipos.

				HOJA DE VIDA GENERAL DE EQUIPOS									
Código:		ME-SS-0		Versión:		0 0 1		Emisión		1/05/2023		Página	1 de 1
Fecha	# Orden	Código del Equipo	Nombre del equipo	Descripción del mantenimiento	Tipo de Mantenimiento	Tiempo de Parada	Disponibilidad	Costo de Repuesto	Costo Mano Obra	Costo Parada	Costo Total		
						<b>TOTAL</b>	<b>%</b>	<b>TOTAL</b>					
<b>OBSERVACIONES</b>													
Elaborado:			Joseph Alvarez			REVISO:		APROBU:					

### 3.5. Indicadores de gestión de mantenimiento

Los indicadores de rendimiento del servicio o KPI, son una métrica que se determina para medir el rendimiento de una determinada acción. Estos pueden medir tanto el tiempo ocupado con una parada Stand By (planificada o no) como la evolución de la producción.

Los indicadores esenciales para un óptimo funcionamiento del sistema de gestión son disponibilidad, confiabilidad y utilización, citados por Martínez Ramírez, M. C., & Carbonell Soto, D. V. en el año 2020.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de trabajo} + \text{tiempo de espera}}{\text{Tiempo de trabajo} + \text{tiempo de espera} + \text{paros por mantenimiento} + \text{paros externos}} * 100 \quad (3)$$

$$\text{Confiabilidad} = \frac{\text{Tiempo de trabajo} + \text{tiempo de espera}}{\text{Tiempo de trabajo} + \text{tiempo de espera} + \text{paros internos}} * 100 \quad (4)$$

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Tiempo de trabajo}}{\text{Tiempo de trabajo} + \text{tiempo de espera} + \text{paros por mantenimiento} + \text{paros externos}} * 100 \quad (5)$$

La recolección de datos para los indicadores se muestra en la Tabla 45

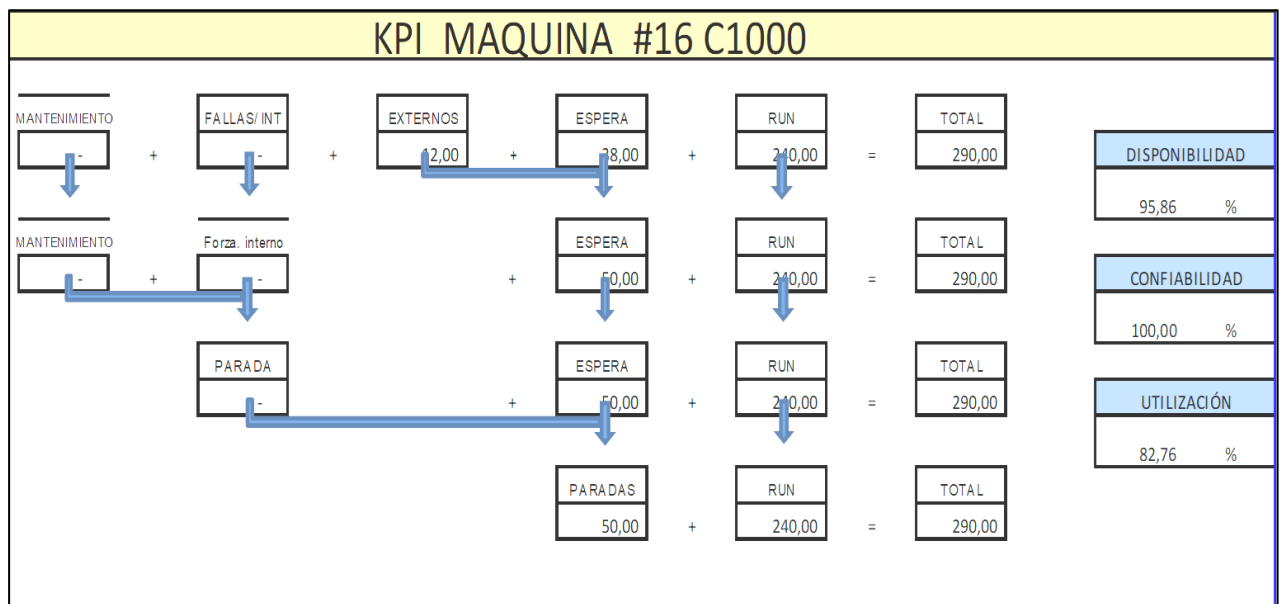
**Tabla 45.** Datos del mes de mayo del torno C1000

MAQUINA #16 C1000						
Horas trabajo	Mant Correctivo	Mant. Preventivo	Stand-BY	SHD (paro forzado-externo)	SHD (paro forzado) interno	Total
8,00			2,00			10,00
8,00			2,00			10,00
8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00
8,00			2,00	4,00		14,00
8,00			1,00	4,00		13,00
8,00			1,00	4,00		13,00
8,00			2,00			10,00
8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00

**Tabla 45.** Datos del mes de mayo del torno C1000. Continua.

8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00
8,00			2,00			10,00
8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00
8,00			2,00			10,00
8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00
8,00			2,00			10,00
8,00			1,00			9,00
8,00			1,00			9,00
8,00			2,00			10,00
8,00			1,00			9,00
-	-	-	-	-	-	-
240,00	-	-	38,00	12,00	-	290,00

La aplicación de los indicadores se muestra en la figura 13, en los cuales se realizan la aplicación de los indicadores para iniciar el proceso de implementación y verificar el seguimiento de mejoría de los procesos de gestión del mantenimiento preventivo.



**Figura 13.** Indicadores de mantenimiento.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Se revisó la línea base en la situación real de Servisilva Cía. Ltda., en aspectos organizacionales y gestión de mantenimiento donde se evidencia que distribución de los criterios que se analizaron denominados “criticidad de los fallos” de los equipos tiene valores medianamente críticos y críticos; estos se encuentran en los tornos tres C1000 con controlador siemens y el C830, los datos están en el rango de 40 y 50 en criticidad y los valores máximos de 4 en la escala de frecuencia lo que presenta fallos significativos y en su mayoría son el transcurso de la vida útil de los repuestos y la gestión de PMP anteriormente realizada.
- Se elaboró la documentación técnica de PMP, mediante el análisis de los equipos del área de producción con un cronograma estructurado, y esquematizado de checklist de verificación, fichas técnicas, solicitud de trabajo, orden de trabajo, que sirven para controlar y registrar el trabajo realizado por los encargados de mantenimiento y contabilizar los elementos de funcionalidad del plan relacionado a la reposición de piezas de cada uno de los quipos existentes en la empresa.
- Se estableció un PMP de los equipos del área de producción, en un calendario general de mantenimiento de todos los equipos, con ello realizar un sistema preventivo y de acción previa la corrección.

## **Recomendaciones**

- Es necesario colaborar en conjunto para establecer indicadores de mantenimiento que se ajusten al sistema productivo. Para lograrlo, es importante trabajar en la organización y estandarización de elementos como los 5S y sistemas de gestión de calidad total, creando así un entorno competitivo en el mercado local.
- Actualmente, los datos obtenidos de los repositorios de mantenimiento y producción no están completamente actualizados, y los indicadores presentados son preliminares. Se recomienda capacitar y concientizar al personal responsable sobre la importancia de manejar correctamente estos formatos y registros.
- La organización ya cuenta con un sistema de mantenimiento, estructurado de modo empírico, sin lugar a duda fue necesario reestructurar uno técnicamente desarrollado y continuar con su implementación. Se sugiere asociar a los formatos y registros de mantenimiento al personal encargado del mantenimiento, con el objetivo de mejorar su compromiso. Al implementar un proceso de mantenimiento predictivo, se lograrán mejoras en los procesos internos, lo cual requiere invertir en equipos de diagnóstico y capacitar al personal de mantenimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] S. Rengasamy, D. Sbarra, J. Nwoko, and R. Shaffer, “Resistance to synthetic blood penetration of National Institute for Occupational Safety and Health-approved N95 filtering facepiece respirators and surgical N95 respirators,” *American Journal of Infection Control*, vol. 43, no. 11, pp. 1190–1196, 2015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2015.06.014>.
- [2] E. Wari, W. Zhu, and G. Lim, “Maintenance in the downstream petroleum industry: A review on methodology and implementation,” *Computers & Chemical Engineering*, vol. 172, p. 108177, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2023.108177>.
- [3] L. Amendola, M. Á. Artacho, and T. Depool, “Análisis de los factores clave para mejorar la gestión del mantenimiento en la industria de oil&gas en América Latina,” *Dyna (Spain)*, vol. 92, no. 5, pp. 566–571, 2017, doi: 10.6036/8178.
- [4] L. Chen, C. Cheng, H. Dui, and L. Xing, “Maintenance cost-based importance analysis under different maintenance strategies,” *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 222, p. 108435, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2022.108435>.
- [5] C. Zhang, R. Chen, S. Wang, H. Dui, and Y. Zhang, “Resilience efficiency importance measure for the selection of a component maintenance strategy to improve system performance recovery,” *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 217, p. 108070, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108070>.
- [6] L. Pinciroli, P. Baraldi, and E. Zio, “Maintenance optimization in industry 4.0,” *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 234, p. 109204, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2023.109204>.
- [7] Y. M. Al-Naggar, N. Jamil, M. F. Hassan, and A. R. Yusoff, “Condition monitoring based on IoT for predictive maintenance of CNC machines,” *Procedia CIRP*, vol. 102, pp. 314–318, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.09.054>.
- [8] W. Luo, T. Hu, Y. Ye, C. Zhang, and Y. Wei, “A hybrid predictive maintenance approach for CNC machine tool driven by Digital Twin,” *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 65, p. 101974, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2020.101974>.
- [9] M. Mori and M. Fujishima, “Remote Monitoring and Maintenance System for CNC Machine Tools,” *Procedia CIRP*, vol. 12, pp. 7–12, 2013, doi:

- <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.09.003>.
- [10] G. Antuán and S. Álvarez, “Programa de mantenimiento preventivo para la empresa metalmeccánica industrias AVM s.a. facultad de ingenierías físico-mecánicas escuela de ingeniería mecánica Bucaramanga 2.004”.
- [11] S. Ecuador *et al.*, “Universidad Andina Simón Bolívar,” 2018.
- [12] “Universidad politécnica salesiana sede cuenca facultad de ingenierías carrera de ingeniería mecánica tesis previa la obtención del título de: ingeniero mecánico”.
- [13] N. Q. Caicedo, “Práctica organizacional conducente a Trabajo de Grado,” 2019.
- [14] S. Montoya, “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa estructuras del KAFEE,” 2017. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/3cbe2e50-016a-4225-a0ff-6918fe7d3500/content> (accessed Apr. 18, 2023).
- [15] E. Alberto, C. Flores, and D. W. Lucero Díaz, “Escuela Politécnica Nacional Facultad de ingeniería mecánica elaboración de un plan de mantenimiento preventivo y seguridad industrial para la fábrica MINEROSA proyecto previo a la obtención del título de ingeniero mecánico”.
- [16] I. M. Ribeiro, R. Godina, C. Pimentel, F. J. G. Silva, and J. C. O. Matias, “Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line,” *Procedia Manufacturing*, vol. 38, no. 2019, pp. 1574–1581, 2019, doi: 10.1016/j.promfg.2020.01.128.
- [17] K. N. Farrell and D. Löw Beer, “Producing the ecological economy: A study in developing fiduciary principles supporting the application of flow-fund consistent investment criteria for sovereign wealth funds,” *Ecological Economics*, vol. 165, no. July, p. 106391, 2019, doi: 10.1016/j.ecolecon.2019.106391.
- [18] R. B. Usca-Veloz, J. C. Muyulema-Allaica, C. G. Espinosa-Ruiz, R. A. Sánchez-Macías, G. A. Velasteguí-Bósquez, and W. M. Caspi-Pilamunga, “La interconexión digital de objetos habituales con Internet y sus aplicaciones para la empresa y la Industria 4.0: Review,” *RIIT. Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, vol. 7, no. 41, pp. 1–19, 2019.
- [19] M. Germani, M. Mandolini, M. Marconi, and E. Marilungo, “A Method for the Estimation of the Economic and Ecological Sustainability of Production Lines,” *Procedia CIRP*, vol. 15, pp. 147–152, 2014, doi:

- <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.06.072>.
- [20] B. German, K. Toapanta, S. Espinoza, R. Narváez, E. Jiménez, and A. Chico, “Optimización de Centros de Almacenamiento de *Jatropha Curcas* en Manabí Ecuador,” *Revista Técnica “Energía,”* vol. 15, no. 1, pp. 21–29, 2018, doi: 10.37116/revistaenergia.v15.n1.2018.320.
- [21] C. G. Espinoza-Ruiz, J. C. Muyulema-Allaica, R. A. Sánchez-Macías, and R. B. Usca-Veloz, “Los retos sostenibilistas de las Pymes textiles de la provincia de Tungurahua–Ecuador,” *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica,* vol. 7, no. 38, pp. 1–19, 2019.
- [22] A. Padovano, F. Longo, L. Nicoletti, L. Gazzaneo, A. Chiurco, and S. Talarico, “A prescriptive maintenance system for intelligent production planning and control in a smart cyber-physical production line,” *Procedia CIRP,* vol. 104, pp. 1819–1824, 2021, doi: 10.1016/j.procir.2021.11.307.
- [23] J. Bokrantz, A. Skoogh, and T. Ylipää, “The Use of Engineering Tools and Methods in Maintenance Organisations: Mapping the Current State in the Manufacturing Industry,” *Procedia CIRP,* vol. 57, pp. 556–561, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.11.096.
- [24] K. Vázquez, R. R. Rodríguez, and M. D. Esteban, “Proposal for a programme of periodic inspections for preventive maintenance of offshore monopiles,” *Ocean Engineering,* p. 114262, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.114262>.
- [25] F. Nasrfard, M. Mohammadi, and M. Karimi, “A Petri net model for optimization of inspection and preventive maintenance rates,” *Electric Power Systems Research,* vol. 216, p. 109003, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2022.109003>.
- [26] S. Wei, M. Nourelfath, and N. Nahas, “Analysis of a production line subject to degradation and preventive maintenance,” *Reliability Engineering & System Safety,* vol. 230, p. 108906, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2022.108906>.
- [27] L. Xiao, X. Zhang, J. Tang, and Y. Zhou, “Joint optimization of opportunistic maintenance and production scheduling considering batch production mode and varying operational conditions,” *Reliability Engineering & System Safety,* vol. 202, p. 107047, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.107047>.
- [28] V. Pascal, A. Toufik, A. Manuel, D. Florent, and K. Frédéric, “Improvement indicators for Total Productive Maintenance policy,” *Control Engineering Practice,* vol. 82, no. June 2018, pp. 86–96, 2019, doi: 10.1016/j.conengprac.2018.09.019.

- [29] Á. García, A. Bregon, and M. A. Martínez-Prieto, “A non-intrusive Industry 4.0 retrofitting approach for collaborative maintenance in traditional manufacturing,” *Computers & Industrial Engineering*, vol. 164, p. 107896, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107896>.
- [30] D. Mourtzis, J. Angelopoulos, and G. Dimitrakopoulos, “Design and development of a flexible manufacturing cell in the concept of learning factory paradigm for the education of generation 4.0 engineers,” *Procedia Manufacturing*, vol. 45, pp. 361–366, 2020, doi: [10.1016/j.promfg.2020.04.035](https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.04.035).
- [31] L. Orazi and B. Reggiani, “A novel algorithm for a continuous and fast 3D projection of points on triangulated surfaces for CAM/CAD/CAE applications,” *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, vol. 34, no. 4, pp. 1240–1245, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.06.005>.

# ANEXOS

## Anexo 1. Fichas de mantenimiento anteriores

FICHA TÉCNICA DE EQUIPOS Y MÁQUINAS		Codigo: RM-04-06 Versión: 02 Fecha de aprobación: 05-07-2017						
Nombre del equipo:		Fecha de inicio de registro:						
TORNO AUTOMÁTICO CNC (ROMI) C1000 CONTROL SIEMENS		10/10/2019						
No. de máquina:	Serie No.:	Modelo:						
MAQ 09	016016315457	C1000						
Marca:	Fabricante:	Año de Fabricación:	Fecha de Instalación:					
ROMI	Industrias ROMI, SA	2013	10/10/2019					
Ubicación/ Área	Peso Total	Fecha de Modificación:						
AREA 2 CNC	10.2 T							
		Dimensiones (m)						
		Largo (X)	Ancho (Y)					
		5mt	3.20mt					
		Alto (Z)	2mt					
Capacidad operativa del equipo								
TRABAJO								
Continuo:	Periódico:	Intermitente:	Esporádico:					
	X							
SISTEMAS								
Eléctrico	Voltaje (V):	380	Corriente (A): 125A					
Hidráulico			Frecuencia: 50/60 Hz					
Refrigeración			Potencia: 40 KV					
Lubricación								
Neumático								
Características								
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN CON DOS OPCIONES DE BOMBA DISPONIBLES PARA ELEGIR 2 Y 3 BAR								
SISTEMA DE REFRIGERACIÓN Y LUBRICACIÓN DEL CABEZAL								
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS								
sistema operativo: SIEMENS 802D Sistema de ejes x: transversal Sistema de eje z: longitudinal número de mandriles: 2 diámetro externo: 15" diámetro interno: 14" mandril 2 distancia entre puntos 3m torreta: 6 estaciones sistema automático de recolector de limalla								
MOTORES ELÉCTRICOS								
No.	Función	Potencia	Voltaje (V)	Amp. (A)	Frec. (Hz)	RPMs	Marca	Modelo
1	Motor principal	380w	380		50/60	500		
2	Bomba de refrigeración		380		50/60			
3	Motor transportador Im.		380		50/60			
4	Motor en el enfriador de aceite		380		50/60			
FOTO								
								
DATOS ADICIONALES								
REQUISITOS CRÍTICOS	PROVEEDOR	STOCK						

**ANEXO 2: FICHAS TECNICAS**

Ficha técnica torno automático CNC c1000 control siemens#1

		<b>MAQUINARIA Y EQUIPOS</b>		<b>AÑO</b>					
		<b>SERVISILVA CIA. LTDA</b>							
		<b>FICHA TECNICA MAQUINARIA Y EQUIPO</b>		2023					
Elaborado por: Joseph Gabriel Álvarez Capa			Fecha: 25/4/2023						
<b>Máquina-Equipo</b>	TORNO AUTOMÁTICO CNC C1000 CONTROL SIEMENS		<b>UBICACIÓN</b>	AREA 2 CNC					
<b>FABRICANTE</b>	Industrias ROMI S. A		<b>SERIE</b>	O1606315457					
<b>MODELO</b>	C1000		<b>CODIGO</b>	ME-SS-01					
<b>MARCA</b>	ROMI		<b>VERSIÓN</b>	2					
<b>RESPONSABLE</b>									
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>									
<b>PESO</b>	10.2 T	<b>TRABAJO</b>	Periódico	<b>ALTO</b>	2 mt	<b>ANCHO</b>	3.20 mt	<b>LARGO</b>	5 mt
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>					<b>FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO</b>				
1) Sistemas Operativos: SIEMENS 802 D									
2) Sistemas de ejes x: transversal									
3) Sistema de ejes z: longitudinal									
4) Número de mandriles: 2									
5) Diámetro externo: 15"									
6) Diámetro interno: 14"									
7) Mandril: 2									
8) Distancia entre puntos: 3 m									
9) Torreta: 6 estaciones									
10) Sistema automático de recolector limalla									
<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>									
<b>Función</b>	<b>Potencia</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>	<b>Rpm</b>					
Motor principal	380 w	380	50/60	500					
Bomba de refrigeración		380	50/60						
Motor transportador		380	50/60						
Motor en el enfriador de aceite		380	50/60						
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>					2013				
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>					10/10/2019				
<b>ESTADO: Operativa</b>									



Tabla: Ficha técnica torno automático CNC c1000 control siemens#2

		MAQUINARIA Y EQUIPOS		AÑO					
		SERVISILVA CIA. LTDA							
		FICHA TECNICA MAQUINARIA Y EQUIPO		2023					
Elaborado por: Joseph Gabriel Álvarez Capa			Fecha: 25/4/2023						
Máquina-Equipo	TORNO AUTOMÁTICO CNC C1000 CONTROL SIEMENS		UBICACIÓN	AREA 2 CNC					
FABRICANTE	Industrias ROMI S. A		SERIE	O16014842457					
MODELO	C1000		CODIGO	ME-SS-02					
MARCA	ROMI		VERSIÓN	2					
RESPONSABLE									
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>									
<b>PESO</b>	10.2 T	<b>TRABAJO</b>	Periódico	<b>ALTO</b>	2 mt	<b>ANCHO</b>	3.20 mt	<b>LARGO</b>	5 mt
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>			<b>FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO</b>						
1) Sistemas Operativos: SIEMENS 802 D									
2) Sistemas de ejes x: transversal									
3) Sistema de ejes z: longitudinal									
4) Número de mandriles: 2									
5) Diámetro externo: 15"									
6) Diámetro interno: 14"									
7) Mandril: 2									
8) Distancia entre puntos: 3 m									
9) Torreta: 6 estaciones									
10) Sistema automático de recolector limalla									
<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>									
<b>Función</b>	<b>Potencia</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>	<b>Rpm</b>					
Motor principal	380 w	380	50/60	500					
Bomba de refrigeración		380	50/60						
Motor transportador lm		380	50/60						
Motor en el enfriador de aceite		380	50/60						
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	2013								
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>	02/01/2019								
<b>ESTADO: Operativa</b>									

Tabla: Ficha técnica torno automático CNC c1000 control siemens#3



		MAQUINARIA Y EQUIPOS		AÑO					
		SERVISILVA CIA. LTDA							
		FICHA TECNICA MAQUINARIA Y EQUIPO		2023					
Elaborado por: Joseph Gabriel Álvarez Capa			Fecha: 25/4/2023						
Máquina-Equipo	TORNO AUTOMÁTICO CNC C1000 CONTROL SIEMENS		UBICACIÓN	AREA 2 CNC					
FABRICANTE	Industrias ROMI S. A		SERIE	16018659472					
MODELO	C1000		CODIGO	ME-SS-03					
MARCA	ROMI		VERSIÓN	2					
RESPONSABLE									
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>									
<b>PESO</b>	10.2 T	<b>TRABAJO</b>	Periódico	<b>ALTO</b>	2 mt	<b>ANCHO</b>	3.20 mt	<b>LARGO</b>	5 mt
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>			<b>FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO</b>						
1) Sistemas Operativos: SIEMENS 828 D									
2) Sistemas de ejes x: transversal									
3) Sistema de ejes z: longitudinal									
4) Número de mandriles: 2									
5) Diámetro externo: 11"									
6) Diámetro interno: 10"									
7) Mandril: 4									
8) Distancia entre puntos: 3 m									
9) Torre: 6 estaciones									
10) Sistema automático de recolector de viruta									
<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>									
<b>Función</b>	<b>Potencia</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>	<b>Rpm</b>					
Motor principal	380 w	380	50/60						
Bomba de refrigeración		380	50/60						
Motor transportador Im		380	50/60						
Motor en el enfriador de aceite		380	50/60						
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	2015								
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>	01/01/2016								
<b>ESTADO: Operativa</b>									

Tabla: Ficha técnica torno automático CNC c830 control siemens#1

		MAQUINARIA Y EQUIPOS		AÑO					
		SERVISILVA CIA. LTDA							
		FICHA TECNICA MAQUINARIA Y EQUIPO		2023					
Elaborado por: Joseph Gabriel Álvarez Capa			Fecha: 25/4/2023						
Máquina-Equipo	TORNO AUTOMÁTICO CNC C830 CONTROL SIEMENS		UBICACIÓN	AREA 2 CNC					
FABRICANTE	Industrias ROMI S. A		SERIE	16018659472					
MODELO			CODIGO	ME-SS-04					
MARCA	ROMI		VERSIÓN	2					
RESPONSABLE									
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>									
<b>PESO</b>	10.2 T	<b>TRABAJO</b>	Periódico	<b>ALTO</b>	2 mt	<b>ANCHO</b>	3.20 mt	<b>LARGO</b>	5 mt
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>			<b>FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO</b>						
1) Sistemas Operativos:									
2) Sistemas de ejes x:									
3) Sistema de ejes z:									
4) Número de mandriles:									
5) Diámetro externo:									
6) Diámetro interno:									
7) Mandril:									
8) Distancia entre puntos:									
9) Torreta:									
10) Sistema automático de recolector									
<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>									
<b>Función</b>	<b>Potencia</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Frecuencia (Hz)</b>	<b>Rpm</b>					
Motor principal	380 w	380	50/60						
Bomba de refrigeración		380	50/60						
Motor transportador lm		380	50/60						
Motor en el enfriador de aceite		380	50/60						
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	2023								
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>	01/01/2023								
<b>ESTADO: Operativa</b>									

Tabla: Ficha técnica torno automático CNC G550 control Fanuc#1



		MAQUINARIA Y EQUIPOS						AÑO	
		SERVISILVA CIA. LTDA							
		FICHA TECNICA MAQUINARIA Y EQUIPO						2023	
Elaborado por: Joseph Gabriel Álvarez Capa					Fecha: 25/4/2023				
Máquina-Equipo	TORNO AUTOMÁTICO CNC G550 CONTROL FANUC				UBICACIÓN	AREA 3 CNC			
FABRICANTE	Industrias ROMI S. A					SERIE	O16019915401		
MODELO	G550					CODIGO	ME-SS-05		
MARCA	ROMI					VERSIÓN	2		
RESPONSABLE									
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>									
<i>PESO</i>	7.2 T	<b>TRABAJO</b>	PERIÓDICO	<b>ALTO</b>	2 mt	<b>ANCHO</b>	2.20 mt	<b>LARGO</b>	6 mt
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>					<b>FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO</b>				
1) Sistemas Operativos: FANUC SERIES OI-TD									
2) Sistemas de ejes x: transversal									
3) Sistema de ejes z: longitudinal									
4) Número de mandriles: 2									
5) Diámetro externo: 8"									
6) Diámetro interno: 6"									
7) Mandril: 4									
8) Distancia entre puntos: 2.5 m									
9) Torreta: 12 estaciones									
10) Sistema automático de recolector de imalla									
<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>									
<i>Función</i>	<i>Potencia</i>	<i>Voltaje (V)</i>	<i>Frecuencia (Hz)</i>	<i>Modelo</i>					
Motor principal	380 w	380	50/60	EBAR CDXM120/106					
Bomba de refrigeración		380	50/60						
Motor transportador Im		380	50/60						
Motor principal de torno		380	50/60						
Motor en el enfriador de aceite		380	50/60						
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>		2017							
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>		01/01/2019							
<b>ESTADO: Operativa</b>									

Tabla: Ficha técnica torno automático CNC G550 control Fanuc#2

		MAQUINARIA Y EQUIPOS						AÑO	
		SERVISILVA CIA. LTDA							
		FICHA TECNICA MAQUINARIA Y EQUIPO						2023	
Elaborado por: Joseph Gabriel Álvarez Capa					Fecha: 25/4/2023				
Máquina-Equipo	TORNO AUTOMÁTICO CNC G550 CONTROL FANUC				UBICACIÓN	AREA 3 CNC			
FABRICANTE	Industrias ROMI S. A					SERIE	O16019915401		
MODELO	G550					CODIGO	ME-SS-06		
MARCA	ROMI					VERSIÓN	2		
RESPONSABLE									
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>									
<i>PESO</i>	7.2 T	<b>TRABAJO</b>	PERIÓDICO	<b>ALTO</b>	2 mt	<b>ANCHO</b>	2.20 mt	<b>LARGO</b>	6 mt
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>					<b>FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO</b>				
1) Sistemas Operativos: FANUC SERIES OI-TD									
2) Sistemas de ejes x: transversal									
3) Sistema de ejes z: longitudinal									
4) Número de mandriles: 2									
5) Diámetro externo: 8"									
6) Diámetro interno: 6"									
7) Mandril: 4									
8) Distancia entre puntos: 2.5 m									
9) Torreta: 12 estaciones									
10) Sistema automático de recolector de limalla									
<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>									
<i>Función</i>	<i>Potencia</i>	<i>Voltaje (V)</i>	<i>Frecuencia (Hz)</i>	<i>Modelo</i>					
Motor principal	380 w	380	50/60	EBAR CDXM120/106					
Bomba de refrigeración		380	50/60						
Motor transportador lm		380	50/60						
Motor principal de torno		380	50/60						
Motor en el enfriador de aceite		380	50/60						
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>		2019							
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>		01/01/2019							
<b>ESTADO: Operativa</b>									



Tabla: Ficha técnica torno automático CNC G550 control Fanuc#3

		MAQUINARIA Y EQUIPOS						AÑO	
		SERVISILVA CIA. LTDA							
		FICHA TECNICA MAQUINARIA Y EQUIPO						2023	
Máquina-Equipo		TORNO AUTOMÁTICO CNC G550 CONTROL FANUC				UBICACIÓN		AREA 3 CNC	
FABRICANTE		Industrias ROMI S. A				SERIE		O16020938401	
MODELO		G550				CODIGO		ME-SS-07	
MARCA		ROMI				VERSIÓN		2	
RESPONSABLE									
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>									
<i>PESO</i>	7.2 T	<b>TRABAJO</b>	PERIÓDICO	<b>ALTO</b>	2 mt	<b>ANCHO</b>	2.20 mt	<b>LARGO</b>	6 mt
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>					<b>FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO</b>				
1) Sistemas Operativos: SIEMENS SINUMERIK 828D									
2) Sistemas de ejes x: transversal									
3) Sistema de ejes z: longitudinal									
4) Número de mandriles: 2									
5) Diámetro externo: 8"									
6) Diámetro interno: 6"									
7) Mandril: 4									
8) Distancia entre puntos: 2.5 m									
9) Torre: 12 estaciones									
10) Sistema automático de recolector de limalla									
<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>									
<i>Función</i>	<i>Potencia</i>	<i>Voltaje (V)</i>	<i>Frecuencia (Hz)</i>	<i>Modelo</i>					
Motor principal	380 w	380	50/60	EBAR CDXM120/106					
Bomba de refrigeración		380	50/60						
Motor transportador lm		380	50/60						
Motor principal de torno		380	50/60						
Motor en el enfriador de aceite		380	50/60						
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>		2019							
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>		01/01/2019							
<b>ESTADO: Operativa</b>									

Tabla: Ficha técnica taladro radial Z3050X16

		MAQUINARIA Y EQUIPOS				AÑO			
		SERVISILVA CIA. LTDA							
		FICHA TECNICA MAQUINARIA Y EQUIPO				2023			
Máquina-Equipo	TALADRO RADIAL Z3050 X 16			UBICACIÓN	AREA 1 MACHINE SHOP				
FABRICANTE	Sheng Yang Machine Tool CO. LTDA			SERIE	B50904353				
MODELO	23050 x 16/1			CODIGO	ME-SS-08				
MARCA	Sheng Yang			VERSIÓN	2				
RESPONSABLE									
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>									
<i>PESO</i>	3500 kg	<b>TRABAJO</b>	PERIÓDICO	<b>ALTO</b>	180 cm	<b>ANCHO</b>	75 cm	<b>LARGO</b>	180 cm
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>					<b>FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO</b>				
<p>Exactitud: son mucho más exactos. Pueden perforar un orificio perfectamente alineado con el ángulo preciso que se necesita. Velocidad: si nuestro trabajo consiste en perforar varios agujeros. Potencia: un taladro manual tiene una potencia muy limitada. Precisión: pueden perforar un agujero a la profundidad precisa y en el ángulo preciso. Seguridad: un taladro manual puede deslizarse fácilmente en la mano del usuario. Y también proporciona más estabilidad para la pieza de trabajo, ya que la mesa permite que una morsa o abrazadera ubique y ajuste firmemente la pieza, haciendo que la operación sea mucho más segura.</p>									
<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>									
<i>Función</i>	<i>Voltaje (V)</i>	<i>Amperios (A)</i>	<i>Frecuencia (Hz)</i>	<i>Modelo</i>					
Motor controlador de subir y bajar	220 w	52	50/60 Hz	JAPONES 10H50					
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>					2014				
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>					06/07/2014				
<b>ESTADO: Operativa</b>									

Tabla: Ficha técnica sierra eléctrica Durmazlar HB-s280

		MAQUINARIA Y EQUIPOS			AÑO			
		SERVISILVA CIA. LTDA						
FICHA TECNICA MAQUINARIA Y EQUIPO				2023				
Elaborado por: Joseph Gabriel Álvarez Capa				Fecha: 25/4/2023				
Máquina-Equipo	SIERRA ELÉCTRICA DURMAZLAR HB-S280			UBICACIÓN	AREA 1 MACHINE SHOP			
FABRICANTE	DURMAZLAR			SERIE	800313189			
MODELO	HB-S-280			CODIGO	ME-SS-09			
MARCA	Sheng Yang			VERSIÓN	2			
RESPONSABLE								
<b>CARACTERISTICAS GENERALES</b>								
<b>PESO</b>	470 kg	<b>TRABAJO</b>	PERIÓDICO	<b>ALTO</b>	1050	<b>ANCHO</b> 1000 <b>LARGO</b> 1940		
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>				<b>FOTO DE LA MAQUINA-EQUIPO</b>				
<p>Prensa con giro 45°. Charola para refrigerante. Pistón hidráulico que regula la caída de la sierra. Botón de paro automático.</p>								
<b>MOTORES ELÉCTRICOS</b>								
<b>Función</b>	<b>Potencia</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Amperios (A)</b>				<b>Frecuencia (Hz)</b>	<b>Modelo</b>
Motor Hidráulico	0,37 KW	360	5.2				50/60 Hz	JAPONES 10H50
Motor Motriz		360						
Motor de Elevación		360						
Motor de Refrigeración	0,09 KW							
<b>AÑO DE FABRICACIÓN</b>	2014							
<b>FECHA DE INSTALACIÓN</b>	21/11/2014							
<b>ESTADO: Operativa</b>								



Anexo 2. Evaluación de criticidad de las máquinas



2023

**CRITICIDAD DE FALLOS**

Evaluador: Joseph Gabriel Alvarez Capa

Observación: Las siguientes interrogantes son de selección múltiple

Máquina: Tlodo mdol - MC-SS-03

CRITERIO DE EVALUACIÓN	
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>FACTOR</b>
Pobre: mayor a 2 fallas/año	4
Promedio: 2 fallas/año	3 X
Buena: 1 falla/año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas/año	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
Pérdida de toda la producción (despacho)	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacta en niveles de inventario y/o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1 X
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2 X
Función de repuesto disponible	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)</b>	<b>FACTOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos a la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores (ambiente/seguridad).	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el Ambiente.	1 X
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FACTOR</b>
Mayor o igual a \$3.000.000	2
Menor o Mayor que \$3.000.000	1 X

## CRITICIDAD DE FALLOS

Evaluador: Joseph Gabriel Alvarez Capa

Observación: Las siguientes interrogantes son de selección múltiple

Máquina: Sierra eléctrica - HE-55-09

CRITERIO DE EVALUACIÓN	
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>FACTOR</b>
Pobre: mayor a 2 fallas/año	4
Promedio: 2 fallas/año	3 X
Buena: 1 falla/año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas/año	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
Pérdida de toda la producción (despacho)	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacta en niveles de inventario y/o calidad	4 X
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2 X
Función de repuesto disponible	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)</b>	<b>FACTOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos a la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores (ambiente/seguridad).	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el Ambiente.	1 X
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FACTOR</b>
Mayor o igual a \$3.000.000	2
Menor o Mayor que \$3.000.000	1 X

## CRITICIDAD DE FALLOS

Evaluador: Joseph Gabriel Alvarez Capa

Observación: Las siguientes interrogantes son de selección múltiple

Máquina: #13 - 6550 - 1E-55-06

CRITERIO DE EVALUACIÓN	
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>FACTOR</b>
Pobre: mayor a 2 fallas/año	4
Promedio: 2 fallas/año	3 <input checked="" type="checkbox"/>
Buena: 1 falla/año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas/año	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
Pérdida de toda la producción (despacho)	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacta en niveles de inventario y/o calidad	4 <input checked="" type="checkbox"/>
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2 <input checked="" type="checkbox"/>
Función de repuesto disponible	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)</b>	<b>FACTOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos a la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores (ambiente/seguridad).	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el Ambiente.	1 <input checked="" type="checkbox"/>
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FACTOR</b>
Mayor o igual a \$3.000.000	2
Menor o Mayor que \$3.000.000	1 <input checked="" type="checkbox"/>

## CRITICIDAD DE FALLOS

Evaluator: Joseph Gabriel Alvarez Capa

Observación: Las siguientes interrogantes son de selección múltiple

Máquina: #15 6550 ME -55-06

CRITERIO DE EVALUACIÓN	
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>FACTOR</b>
Pobre: mayor a 2 fallas/año	4
Promedio: 2 fallas/año	3 X
Buena: 1 falla/año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas/año	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
Pérdida de toda la producción (despacho)	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacta en niveles de inventario y/o calidad	4 X
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2 X
Función de repuesto disponible	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)</b>	<b>FACTOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos a la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores (ambiente/seguridad).	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el Ambiente.	1 X
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FACTOR</b>
Mayor o igual a \$3.000.000	2
Menor o Mayor que \$3.000.000	1 X

## CRITICIDAD DE FALLOS

Evaluador: Joseph Gabriel Alvarez Capa

Observación: Las siguientes interrogantes son de selección múltiple

Máquina: #14 - 6550 ME-SS-05

CRITERIO DE EVALUACIÓN	
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>FACTOR</b>
Pobre: mayor a 2 fallas/año	4
Promedio: 2 fallas/año	3
Buena: 1 falla/año	2 X
Excelente: Menos de 0.5 fallas/año	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
Pérdida de toda la producción (despacho)	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacta en niveles de inventario y/o calidad	4 X
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2 X
Función de repuesto disponible	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)</b>	<b>FACTOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos a la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores (ambiente/seguridad).	3
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el Ambiente.	1 X
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FACTOR</b>
Mayor o igual a \$3.000.000	2
Menor o Mayor que \$3.000.000	1 X

## CRITICIDAD DE FALLOS

Evaluador: Joseph Gabriel Alvarez Capa

Observación: Las siguientes interrogantes son de selección múltiple

Máquina: #12 C830 - AF - SS - 04.

CRITERIO DE EVALUACIÓN	
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>FACTOR</b>
Pobre: mayor a 2 fallas/año	4
Promedio: 2 fallas/año	3 X
Buena: 1 falla/año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas/año	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
Pérdida de toda la producción (despacho)	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacta en niveles de inventario y/o calidad	4 X
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2 X
Función de repuesto disponible	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)</b>	<b>FACTOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos a la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores (ambiente/seguridad).	3 X
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el Ambiente.	1
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FACTOR</b>
Mayor o igual a \$3.000.000	2
Menor o Mayor que \$3.000.000	1 X

## CRITICIDAD DE FALLOS

Evaluador: Joseph Gabriel Alvarez Capa

Observación: Las siguientes interrogantes son de selección múltiple

Máquina: # 11 C1000 - ME-55-0A

CRITERIO DE EVALUACIÓN	
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>FACTOR</b>
Pobre: mayor a 2 fallas/año	4
Promedio: 2 fallas/año	3 X
Buena: 1 falla/año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas/año	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
Pérdida de toda la producción (despacho)	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacta en niveles de inventario y/o calidad	4 X
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2 X
Función de repuesto disponible	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)</b>	<b>FACTOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos a la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores (ambiente/seguridad).	3 X
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el Ambiente.	1
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FACTOR</b>
Mayor o igual a \$3.000.000	2
Menor o Mayor que \$3.000.000	1 X

## CRITICIDAD DE FALLOS

Evaluador: Joseph Gabriel Alvarez Capa

Observación: Las siguientes interrogantes son de selección múltiple

Máquina: #16 C1000 ME-SS-03

CRITERIO DE EVALUACIÓN	
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>FACTOR</b>
Pobre: mayor a 2 fallas/año	4
Promedio: 2 fallas/año	3
Buena: 1 falla/año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas/año	1 <input checked="" type="checkbox"/>
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
Pérdida de toda la producción (despacho)	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacta en niveles de inventario y/o calidad	4
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1 <input checked="" type="checkbox"/>
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2 <input checked="" type="checkbox"/>
Función de repuesto disponible	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)</b>	<b>FACTOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos a la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores (ambiente/seguridad).	3 <input checked="" type="checkbox"/>
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el Ambiente.	1
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FACTOR</b>
Mayor o igual a \$3.000.000	2
Menor o Mayor que \$3.000.000	1 <input checked="" type="checkbox"/>



## CRITICIDAD DE FALLOS

Evaluador: Joseph Gabriel Alvarez Capa

Observación: Las siguientes interrogantes son de selección múltiple

Máquina: #10 C1000 - AE-SS-02.

CRITERIO DE EVALUACIÓN	
<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	<b>FACTOR</b>
Pobre: mayor a 2 fallas/año	4 X
Promedio: 2 fallas/año	3
Buena: 1 falla/año	2
Excelente: Menos de 0.5 fallas/año	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
Pérdida de toda la producción (despacho)	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusión en otros sistemas	7
Impacta en niveles de inventario y/o calidad	4 X
No genera ningún efecto significativo sobre operaciones y producción	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	<b>FACTOR</b>
No existe opción de producción y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido /almacén	2 X
Función de repuesto disponible	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD, AMBIENTE E HIGIENE (SAH)</b>	<b>FACTOR</b>
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere notificación a entes externos a la organización.	8
Afecta el ambiente /instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores (ambiente/seguridad).	3 X
No provoca ningún tipo de daños a personas, instalaciones o el Ambiente.	1
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>FACTOR</b>
Mayor o igual a \$3.000.000	2
Menor o Mayor que \$3.000.000	1 X