

# DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO BASADO EN LA CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD EN MAQUINAS CIRCULARES EN LA EMPRESA TEXTIL WG. SAC – LIMA.

## DESIGNING A PLAN BASED PREVENTIVE MAINTENANCE TO IMPROVE RELIABILITY IN MACHINE AVAILABILITY AND CIRCULAR IN TEXTILE COMPANY WG. SAC - LIMA.

Luis Clemente Cruz Ramos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Alumno de la facultad de Ingeniería Mecánica-Eléctrica, Universidad Cesar Vallejo-Trujillo

Luis.cruz@upn.edu.pe,lcruzra@ucvvirtual.edu.pe

### RESUMEN

El presente artículo, se centra en el aumento de la eficiencia en tiempo de vida de las 40 máquinas circulares (Vanguard, Monark y Mayer) de la empresa textil WG S.A.C. Para dar solución a esta problemática se planteó el diseño y propuesta de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad y disponibilidad. Se analizó la situación actual de las máquinas circulares encontrándose una confiabilidad 13.62% y disponibilidad de 82.03%, reflejando valores críticos para la empresa Textil. Se consideraron 194 intervenciones, con fallas en promedio por cada máquina circular y 1552 h/año pérdidas por las diferentes fallas en las máquinas circulares. Encontrándose a través de un análisis de criticidad 6 fallas críticas tales como: Variador de velocidad, disparos de agujas, detectores de tela, alimentadores positivos (Memminger), inadecuada colocación de agujas y falta de lubricación. Se proyectaron los indicadores de mantenimiento en estado de mejora, obteniendo 98.5% disponibilidad y 85.5% confiabilidad.

**Palabra Clave:** Mantenimiento Preventivo, Máquinas Circulares, Confiabilidad, Disponibilidad.

### ABSTRAC

This article focused on increasing efficiency lifetime of 40 circular knitting machines (Vanguard, Monark and Mayer) of the textile company WG S.A.C. To solve this problem the design and proposal of a preventive maintenance plan focused on the reliability and availability was raised. The current situation of circular machines were analyzed finding reliability and availability 13.62% 82.03% reflecting critical values for the textile company. 194 interventions were considered flawed on average for each circular machine and 1552 h / year losses for different faults on circular machines. Finding through an analysis of criticality six critical flaws such as variable speed drive, shots of needles, fabric detectors, positive feeder (Memminger), and improper placement of needles and lack of lubrication maintenance indicators projected improvement status, obtaining 98.5% 85.5% availability and reliability.

**Keyword:** Preventive Maintenance, Circular Knitting Machines, Reliability, Availability.

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la industria textil es uno de los sectores manufactureros de mayor importancia en la economía peruana por consiguiente, sus equipos o maquinaria deben tener un alto nivel de

confiabilidad y disponibilidad enfocado en un mantenimiento preventivo que se vea reflejado en la reducción al mínimo de fallas en sus máquinas circulares; buscando siempre la excelencia y reducción de costos.

La industria textil WG.S.A.C, tiene como principal actividad el diseño, confección y fabricación de

tejidos y arte de punto de alta calidad empleados para la confección de prendas de vestir, entre otros.

Esta empresa empezó su funcionamiento en el año de 1991, está ubicada en la ciudad de Lima en Lote. C Fnd. Vásquez (Av. Nicolás Ayllon 3080).

La empresa., está constituida por 72 máquinas operarias (25 máquinas rectilíneas, 4 coneras, 1 compresora GA 37, 2 pantallas control de calidad y 40 máquinas circulares) las cuales operan las 24 horas del día incluyendo domingos y feriados en dos turnos diarios diurnos y nocturnos de 12 horas; debido a un alto índice de demanda en cuanto a pedidos, generando La poca disponibilidad de la maquinaria, teniendo como principales fallas: falla en el variador de velocidad, disparos de agujas, detectores de tela, tiempo de parada, alimentadores positivos (memminger), inadecuada colocación de agujas y falta de lubricación; que trae como consecuencias paradas forzosas de las máquinas que originan pérdidas en su producción e incumplimiento con los clientes.

Por tal motivo la muestra a investigar son las 40 máquinas circulares para lo cual existe la problemática que fallan prematuramente en promedio a las 1552 horas/año, siendo diseñados para una vida máxima de 8640 horas/año.

El único plan de mantenimiento existente es el correctivo; el que se ocupa de la reparación de los equipos y herramientas una vez producido un

fallo, produciendo paradas y daños imprevisibles en la producción, afectando la calidad del producto y la planificación de manera incontrolada.

La ausencia de un diseño de mantenimiento preventivo en la planta, no ha permitido llevar registros históricos de reparaciones realizadas e inventarios, lo mismo que ha generado un fuerte egreso económico y los consecuentes problemas de operación al interior de la empresa.

En cuanto al personal operario nos encontramos con la ausencia de capacitación técnica y falta de sensibilización en este lo que se ve reflejado en la ausencia de compromiso con la empresa.

La inadecuada gestión de planeamiento de producción conlleva a una falta de seguimiento a los objetivos trazados por la empresa.

Debido a esta problemática, se plantea el diseño de un plan de mantenimiento preventivo basado en la confiabilidad y disponibilidad, para aumentar la eficiencia en tiempo de vida de las maquinas circulares; permitiéndose así mantener en un estado óptimo su maquinaria, satisfaciendo de una manera eficaz y eficiente su demanda de producción y asegurando un mayor control en sus procesos.

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1 Maquinaria de la Industria Textil**

#### **2.1.1 Máquinas rectilíneas**

Llamadas máquinas de fonturas planas, por la forma de sus fonturas, siempre presenta dos de estas en forma de barras. Estas fonturas pueden estar:

Inclinadas en un ángulo de 90° y 100° una respecto a la otra, en forma de V invertida.

Alineadas en el mismo plano horizontal (180°) denominadas links links [1].

Las máquinas rectilíneas pueden ser accionadas manualmente (como el caso de las máquinas domesticas o semi-industriales) o por transmisión mecánica [1].

Su característica es que la fontura permanece estacionaria y el sistema para el accionamiento de las agujas (levas) se desplaza dentro de un elemento llamado carro portalevas. Debido a esto, la generación de cursas o pasadas se realiza de forma intermitente [1].

Son muy empleadas para elaborar chalinas, cuellos, puños, paños. Además gracias al avance tecnológico, pueden programarse para elaborar piezas con formas determinadas para la confección sobre todo de chompas e incluso hasta fabricar prendas completas [1].

#### **2.1.2 Máquinas Circulares**

Son aquellas máquinas con fonturas cilíndricas; por la forma de la fontura puede ser: una sola; donde tiene forma cilíndrica llamándose entonces máquina Monofontura y dos; una tiene forma cilíndrica y la segunda se ubica

encima de la primera, esta fontura superior puede tomar forma de disco (plato o dial) o también puede ser cilíndrica (entonces se denomina sistema cilindro sobre cilindro, muy común en las máquinas calcetinas).

Alrededor de las fonturas, se disponen varios juegos de levas cada uno de ellos con una alimentación de hilo, así, al conjunto de un juego de levas y una entrada de hilo se le conoce comúnmente como sistema.

A diferencia de las máquinas rectilíneas, tienen como característica que los sistemas permanecen estacionarios y las fonturas tienen movimiento rotacional (giro). Debido a esto, la generación de cursas o pasadas se realiza de forma constante [1].

## **2.2 Características técnicas de las Máquinas circulares**

### **2.2.1 Bancada**

Armazón que es utilizado como soporte general a todos los elementos de la máquina. La Bancada brinda una estabilidad absoluta frente a los efectos de torsión, para absorber sin deformación las fuerzas generadas por la aceleración y el frenado. En la Bancada se integra el sistema de arrastre y transmisión, en una de sus tres patas suele ubicarse la caja de mandos eléctricos, el cuadro de control y el motor. Además, en la parte inferior encontramos apoyados en la cruceta de la base todos los elementos de estirador y plegador. En la parte superior de la bancada, se ubican todos los dispositivos de alimentación: poleas, alimentadores [2].

### **2.2.2 Fileta**

Armazón metálico donde se hallan los soportes de los conos, y las guías o tubos que dirigen los hilos en su recorrido desde el cono hasta los alimentadores.

El número de púas está directamente relacionado con el número de juegos de la máquina, normalmente encontraremos el doble de púas que juegos, (ya que necesitamos una de reserva) [2].

### **2.2.3 Sistema de estiraje**

Llamado comúnmente enrollador, es un acumulador de tejido que faculty que la malla sea jalada por tres rodillos situados en la parte inferior del armazón, ya que estos captan al

tejido según el número de vueltas del eje principal que el tejido no se almacene en un solo sitio y así se provoque ruptura de agujas; este sistema de enrollado accede a que la malla tejida sea enrollada en forma cilíndrica. Dicho enrollador se localiza en la parte central inferior del armazón y se halla protegido por paredes laterales, dos de las cuales son abatibles es decir son puertas y la tercera es fija [3].

### **2.2.4 La Fontura**

Se le nombra fontura al lecho de acero fresado donde se instalan las agujas de manera paralela. Cada aguja se traslada sucesivamente dentro de la ranura donde se encuentra. La separación entre agujas supone también una diferencia entre el grosor de la aguja: a mayor separación, más gruesa será la aguja, y por tanto más gruesos serán los tejidos (y el hilo utilizado). La fontura puede ser en forma de barra, cilíndrica o disco, lo que le da el nombre genérico a la máquina [1].

#### **2.2.4.1 Tipos de fontura:**

**a. Monofontura:** Consiste en un cilindro y aro metálico ranurado, en el cilindro se hallan las agujas en el aro las platinas, esta máquina es de tipo jersera y teje tela del tipo jersey.

**b. Doble Fontura:** Compuesta de un cilindro y un plato o dial metálico ranurado no llevan platinas, esta máquina es de tipo riperas y tejen telas del tipo rip.

### **2.2.5 Sistema de lubricación**

Se le denomina fontura al lecho de acero fresado donde se sitúan las agujas de manera paralela. Cada aguja se traslada sucesivamente dentro de la ranura donde se halla [2].

### **2.2.6 Motor**

Primordial causa de energía y corazón de la máquina circular Tricotosa, es un motor de corriente alterna trifásica [3].

### **2.2.7 Dispositivos de control (disparos de aguja)**

El sensor de disco - plato es un instrumento mecánico que se halla localizado cerca de un milímetro de la intersección que conforman las agujas del disco y del cilindro, encargado para descubrir deformidad o amontonamiento de hilo en las agujas, es una pieza de tipo switch de

veinticuatro voltios de corriente alterna (24 VAC), habitualmente abierto, mismo que se cierra si está presente uno de los requisitos de falla descritas en el párrafo anterior, tiene además una luz piloto de color rojo que alarma al operario sobre dicho desperfecto. Ante un disparo de dicho sensor, la máquina se inmoviliza y detiene la producción de tela [3].

### 2.2.8 Alimentación positiva (Memminger)

El memminger es un instrumento mecánico que sensa la existencia y el acceso del hilo desde los carretes que se hallan localizados en una matriz, entorno a los guía hilos que llevan al hilo en dirección a las agujas localizadas en el disco y el cilindro; con un resultado de ochenta y cuatro, los Memminger se asisten en dos de los tres anillos de la corona, este instrumento de sensamiento se constituye de dos switches de veinticuatro voltios de corriente alterna (24 VAC), habitualmente cerrados; que abren sus contactos cuando hay existencia de hilo, posee también una luz piloto de color rojo que alarma ante una probable interrupción de materia prima. Ante un disparo de dicho sensor, la máquina se paraliza y detiene la producción de tela [3].

### 2.2.9 Tablero de control

Es el tablero primordial de la máquina y es muy frecuente ver que los nuevos paneles adquieren en su sistema arrancadores de velocidad difundidos como drivers de velocidad o variadores de frecuencia, protecciones contra sobrecorrientes y sobrecargas, relés de accionamiento para etapas de control, fuentes de voltaje para los sensores, borneras de conexión, etc.; accediendo que el cableado sea más sistematizado y ocupe un mínimo espacio [2], [3].

### 2.3 Mantenimiento Preventivo

Programa anticipado a los posibles riesgos que puedan ocurrir en alguna operación que realice la maquinaria. Asimismo, se requiere que la organización se comprometa a cumplir las actividades de parada planificada sin interrumpir el plan de producción y no ver afectado al plan de ventas acordado con los clientes, que se ejecutan con la finalidad de neutralizar la fuente de causas notables de fallas latentes de las funciones para las que fue elaborado un activo.

Puede proyectarse y sistematizar con fundamento en el tiempo, el uso o la condición de estado del equipo.

#### 2.3.1 Índice de Criticidad:

Por lo general un índice de criticidad es aquel cuyas fallas en las máquinas generan paralizaciones e interrupciones frecuentes, cuellos de botella, perjuicios a otros dispositivos o infraestructura y demoras o paralizaciones en las labores de los demás centros de actividad de una compañía o corporación. “Indicador numérico de la importancia de la avería. Este indicador será determinado en función de los trastornos y costos que produce la falla”.

$$\text{Criticidad total} = \text{Frecuencia de fallas} (\text{Impacto operacional} \times \text{Flexibilidad}) + \text{Costo mantenimiento} + \text{Impacto Salud y Ambiente} \quad (1)$$

Análisis de criticidad para clasificar las fallas en críticas, semicríticas y no críticas de las maquinas circulares:

#### 2.3.2 Análisis de criticidad

Consiste en categorizar procedimientos, instalaciones y maquinaria, en función de su impacto global, con la finalidad de mejorar el procedimiento de asignación de recursos (económicos, humanos y técnicos). Para ejecutar este estudio se ha tenido presente los siguientes los criterios:

- Frecuencias de fallas.
- Impacto operacional.
- Flexibilidad operacional.
- Costo de mantenimiento.
- Impacto de seguridad y medio ambiente.

#### 2.3.3 Frecuencia de fallas

Cantidad de periodos en el que se reitera un suceso considerado como una falla dentro de una fase periódica, que para nuestro interés será de un año. Tendremos entonces 4 viables catalogaciones para este ítem.

Tabla 1: Frecuencia de fallas.

Fuente: Elaboración propia.

Puntaje	Frecuencia de fallas
4	Alto, Mayor a 2 fallas/año.
3	Promedio, de 1-2 fallas/año
2	Buena, de 0.5-1 falla/año
1	Excelente, menos de 0.5 falla/ año.

## 2.4 Impacto operacional:

Efectos provocados en la producción. Tendremos entonces 4 posibles clasificaciones para este ítem

Tabla 2: Impacto operacional.

Fuente: Elaboración propia.

Puntaje	Impacto operacional
10	Para inmediata de toda la empresa.
7	Para inmediata de un sector de la línea productiva.
4	Impacta los niveles de producción y calidad.
1	No genera ningún efecto significativo sobre producciones y operación.

### 2.4.1 Flexibilidad operacional

Determinada como la eventualidad de ejecutar un cambio rápido para continuar con la producción sin incidir en costos o pérdidas formidables. Tendremos entonces 3 viables clasificaciones para este ítem.

Tabla 3: Flexibilidad operacional.

Fuente: Elaboración propia.

Puntaje	Flexibilidad operacional
4	No existe opción de producción y no existe función de respaldo.
2	Existe opción de repuesto compartida.
1	Existe opción de respaldo/repuesto disponible.

### 2.4.2 Costos de mantenimiento

Considerando todos los costos que involucra el trabajo de mantenimiento, desistiendo por fuera los costos inherentes a los costos de producción sufridos por la falla. Tendremos entonces 2 posibles clasificaciones para este ítem.

Tabla 4: Costos de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Ponderación	Costos de mantenimiento
2	Mayor a S./10000.00
1	Inferior a S./10000.00

### 2.4.3 Impacto de seguridad y medio ambiente:

Orientado a valorar los probables impedimentos que puede causar sobre las personas o el medio ambiente. Tendremos entonces 5 posibles clasificaciones para este ítem.

Tabla 5: Impacto de seguridad y medio ambiente.

Fuente: Elaboración propia.

Ponderación	Impacto de seguridad y medio ambiente
8	Afecta la seguridad humana tanto externa como interna.
7	Afecta al medio ambiente produciendo daños severos.
5	Afecta las instalaciones causando daños severos.
3	Provoca daños menores (Seguridad - ambiente).
1	No provoca ningún daño a las personas, instalaciones ni ambiente.

Por lo cual, el valor de criticidad de una falla, se establece según la siguiente ecuación:

$$Crt = F.F * C \quad (2)$$

Dónde:

- Crt.: Criticidad
- F.F: Frecuencia de Fallas
- C: Consecuencia

En el que la consecuencia se estableció por los siguientes criterios:

$$C = (I.o) * (F.o) * (C.m) * (I.s.m.a) \quad (3)$$

Dónde:

- Impacto operacional (I.o).
- Flexibilidad operacional (F.o).
- Costo de mantenimiento (C.m).
- Impacto de seguridad y medio ambiente (I.s.m.a).

### 2.4.4 Matriz de criticidad:

Una matriz de criticidad es un eje central de riesgo que ha reforzado a catalogar los equipos en las siguientes áreas:

- Área de No Críticos (NC)
- Área de Semi Críticos (SC)
- Área de Críticos (C)

### 2.4.5 Indicadores de Mantenimiento

Método de procesos que cambia datos en investigación valiosa que faculta tomar

determinaciones, implantar metas, precisar eficiencia y eficacia en los procesamiento de mantenimiento, la mano de obra, el manejo del tiempo y los recursos establecidos al departamento de mantenimiento [4][5].

Los indicadores aplicados para valorar la gestión de mantenimiento, los podemos clasificar en:

### 2.4.5.1 Indicadores de Gestión de Equipos

#### a. Confiabilidad

El índice de la confiabilidad es la posibilidad de que una maquinaria efectúe una función específica bajo contextos de uso expresas en un momento dado. El análisis de confiabilidad es el estudio de fallos de un equipo o dispositivo. Dicho indicador afirma que se empiecen las operaciones necesarias y adecuadas de mantenimiento preventivo eliminando aquellas trabajos que no provocan ningún impresión en la frecuencia de fallas. La confiabilidad depende de su formulación matemática. La probabilidad de circunstancia de un suceso (de falla) y confiabilidad. Donde P, se define como probabilidad de que ocurra un evento n ante una serie grande o infinita N, de evento posibles.

$$C(t) = (e^{-\lambda t}) * 100$$

(4)

e = constante neperiana = 2.7182

$\lambda$  = tasa de fallas

t = tiempo

#### b. Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF)

Admite valorar el nivel de progreso en el mejoramiento del equipo mediante el empleo del programa de mantenimiento. Técnicamente se delimita con el tiempo medio de operación, que muestra la vida deseada de una máquina, dispositivo o sistema. Se podría descifrar como la media de los tiempos de buena maniobra.

Dicho registro corresponde a la esperanza matemática de la variable aleatoria (fecha de aparición de una avería) [4].

$$TMEF = \frac{TEF}{n} \quad (5)$$

#### c. Disponibilidad de los equipos (DISP)

La lista de disponibilidad es de gran representación para la gestión de mantenimiento, pues a través de este, puede hacerse un estudio seleccionado de la maquinaria, cuyo proceder operacional esté por debajo de los patrones admisibles. La disponibilidad de un equipo simboliza la proporción del tiempo en que estuvo a disposición del instrumento de maniobra para ejercer su operación. "Es la probabilidad de que el equipo marche favorablemente en el instante en que sea solicitado después del iniciación de su operación, cuando se usa bajo circunstancias fijas" [4].

$$DISP = \left( \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) \times 100 \quad (6)$$

### 2.5 Vínculo de mantenimiento con la Calidad

El mantenimiento tiene un vínculo evidente con la calidad de los servicios prestados. El equipo con un buen mantenimiento provoca ausencia de residuos que el equipo con un mantenimiento defectuoso.

El mantenimiento contribuye de modo relevante mejorando y manteniendo productos y servicios de calidad.

En técnicas habituales, un procedimiento fuera de lugar ocasiona productos o servicios deficientes y, en efecto, acrecienta los costos de manufactura, lo cual se plasma en un menor rendimiento, que coloca en riesgo la conservación de la organización [4].

El mantenimiento es un procedimiento que maniobra en simultaneo con la carga de manufactura. La principal salida de la manufactura es el producto ansiado con indiscutible medida de calidad, que es determinada por el cliente, acorde al continuo proceso de manufactura, se suscita una salida auxiliar, a saber, la demanda de mantenimiento, que es un ingreso al desarrollo de mantenimiento [4].

La salida del mantenimiento es un equipo en circunstancias de dar prestación. Un equipo con un servible mantenimiento incrementa el contenido de manufactura y simboliza un ingreso

secundario a manufactura. Por lo mismo, el mantenimiento perturba la producción al ampliar la capacidad de producción y registrar la calidad y cantidad de la salida [4].

### **2.5.1 Indicadores y Planes de Acción de Calidad**

Para lograr hacer rastreo al cumplimiento de los objetivos, se deben implementar indicadores que, de manera cuantitativa, accedan estimar el logro de los objetivos y las predisposiciones hacia el progreso del sistema de gestión de calidad. La declaración de los indicadores debe contener disposiciones sobre la unidad de medida, la frecuencia de análisis, la fórmula o ecuación que genera el indicador y la herramienta estadística usada para la exposición y estudios de resultados [6]. A continuación son presentados algunos indicadores:

- Número de defectos (D) superficiales por maquina detectado en inspección final.
- Días de reparación promedio (Según reparación)
- Porcentaje de repuestos originales (R.O.) usados en reparación.
- Porcentaje de materia prima entregada en la fecha pactada.
- Cantidad de material (M) usado en la reparación.
- Índice de satisfacción del cliente con la reparación.
- Puntaje en la evaluación de competencia.
- Cumplimiento plan de mantenimiento preventivo de mejora.

### **2.5.2 Lubricación**

Es un punto esencial en el mantenimiento preventivo de las máquinas circulares y radica en colocar periódicamente los aceites y grasas, para prevenir fallas debido al desgaste precipitado de las piezas de las máquinas a razón de la fricción. La lubricación es una condición sin la cual el equipo no debe funcionar.

#### **2.5.2.1 Lubricación autónoma**

La máquina está equipada de un engrasador automático de recuperación y reciclaje continuo

del aceite lubricante, con parada de la máquina en los casos siguientes:

- Rebasamiento del nivel mínimo.
- Eventual disminución de la presión en el circuito de lubricación.
- Disminución de presión de aceite.

Un lubricante está preparado fundamentalmente por una base lubricante más aditivos. Las bases lubricantes diagnostican una considerable parte de las características del aceite, tales como: Viscosidad, Resistencia a la oxidación, Punto de fluidez. Además se difieren por su uso o aplicación, ya sea para máquinas, herramientas, reductores, engranes, cojinetes, rodillos, sistemas hidráulicos, compresores, turbinas, transformadores, motores de combustión interna, etc [7].

#### **2.5.2.2 Sistema de Lubricación**

El engrase y la lubricación juegan un factor primordial para que la maquinaria se desempeñe de la mejor manera. Dentro de la industria textil, el personal operativo es encargado de realizar esta labor, ya que se encuentra en continuo contacto con el equipo y está consciente de las necesidades de la misma.

Sin embargo, no se lleva ningún registro de todas las actividades ejecutadas y se han localizado partes que no se le ha prestado interés y que podría tener consecuencia en un futuro. Para que el registro de los datos sea de una manera más competente y calificada, se presenta una hoja con las piezas a lubricar, dando a conocer la cantidad de puntos, cantidad de lubricante y la localización. Las rutinas de mantenimiento hacen alusión a los procedimientos para lograr exitosamente la manutención con respecto al engrase y lubricación de varias piezas.

Debemos tener en cuenta que es un punto fundamental en el mantenimiento preventivo y que con una lubricación adecuada se consigue varios beneficios tales como [8]:

- Reducción de costos de mantenimiento
- Prolongación de la vida útil de la maquinaria o equipo
- Reducción de paros de producción imprevistos
- Ahorro en el consumo energético

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 MÉTODO

##### 3.1.2 Diseño de investigación

Cuasi Experimental



Diagrama 1: Diagrama de Flujo  
Fuente: Elaboración propia.



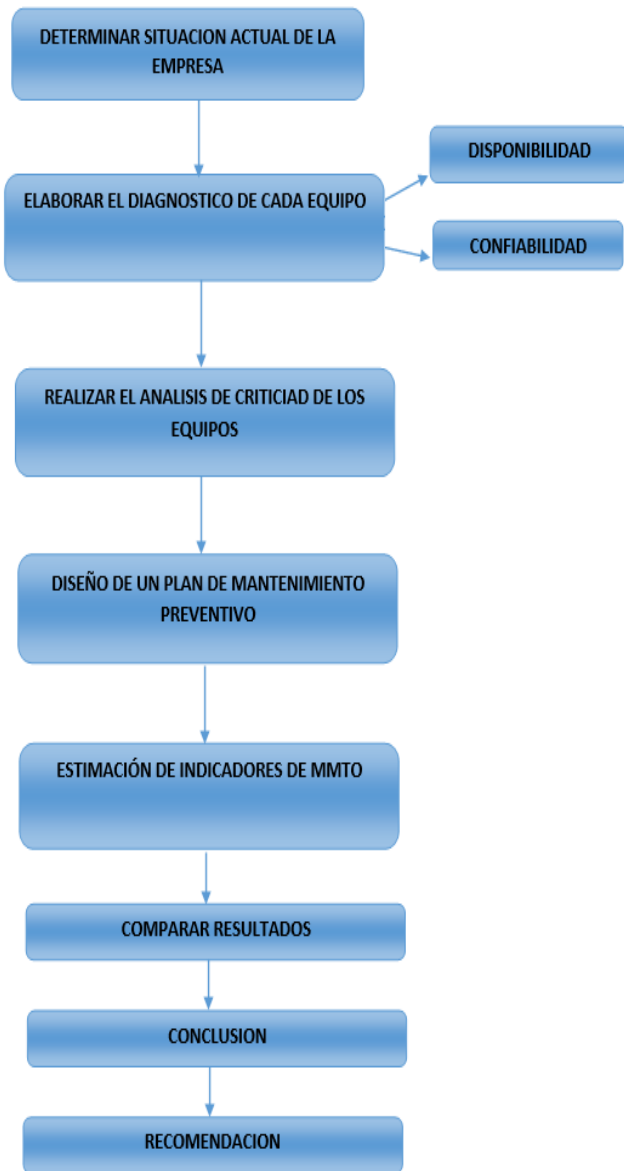


Diagrama 2: Diseño de Ejecución  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.2 Variables, Operacionalización

#### 3.2.1 Variables Independientes

Diseño del plan de mantenimiento basado en la confiabilidad.

#### 3.2.2 Variables Dependientes

Indicadores de mantenimiento

- La disponibilidad.
- La confiabilidad.

Tabla 5: Operacionalización de las variables.  
Fuente: Elaboración propia.

Variable	Indicador	Definición conceptual	Definición operacional	Escala de Medición
Diseño del plan de mantenimiento basado en la Confiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Control de Activos</li> <li>- Control de documentación.</li> <li>- Políticas de calidad.</li> <li>- Diseño y desarrollo</li> <li>- Auditorías de calidad.</li> <li>- Capacitación</li> <li>- Control del proceso</li> <li>Inspección y ensayo.</li> </ul>	Realización de un sistema de control constante proyectadas lógicamente sobre el activo fijo de la industria y su maquinaria con la finalidad de divisar situaciones y circunstancias inadecuadas de estos elementos que puedan ocasionar una paralización.	Hojas de información  Hojas de decisión	Cualitativa
Indicadores de mantenimiento	Confiabilidad	Es la posibilidad de que la maquinaria efectúe una misión específica bajo situaciones de uso determinadas en una etapa determinada. La investigación de confiabilidad es el análisis de fallos de una máquina o piezas	$R(t) = e^{-\lambda t}$	Cuantitativa
	Disponibilidad	Probabilidad de que una maquinaria se halle maniobrando en mejores condiciones en un instante de tiempo y bajo condiciones de trabajos normal.	$A(t) = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$	

### 3.3 Población, muestra y muestreo

#### 3.3.1 Población

72 máquinas operarias (25 Maquinas rectilíneas, 4 coneras, 1 compresora GA 37, 2 pantallas control de calidad y 40 máquinas circulares).

#### 3.3.2 Muestra

40 máquinas circulares.

### 3.3.3 Muestreo

Muestreo no probabilístico – intencional (Debido a que se seleccionó una empresa, con fallos críticos en sus máquinas circulares, los cuales reducen su vida).

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

*Tabla 6: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

*Fuente: Elaboración propia.*

TECNICA	INSTRUMENTO
Análisis documental	Ficha de Registro
Observación	Ficha de Observación

### 3.5 Métodos de análisis de datos:

La revisión actual de la gestión mantenimiento se realizó mediante un estudio documental que produjo como resultado la siguiente recolección de datos: Vida o tiempo de operación de las máquinas circulares, tipos de fallas, frecuencia de fallas, desgaste. De este modo fue determinado los indicadores del mantenimiento en estado actual.

Luego se realizó un análisis de criticidad de equipos, para determinar las fallas más críticas de las máquinas circulares, clasificando las fallas en críticas, semi críticas y no críticas. Las fallas críticas son evaluadas, elaborando las hojas de información y decisiones que permita la elaboración de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad. Determinando los indicadores del mantenimiento en estado de mejora.

Fueron medidos los indicadores de mantenimiento sin aplicar el plan de mantenimiento, posteriormente fue medido en base a la aplicación del plan de mantenimiento dando como resultado una comparación de la situación anterior con la situación actual en que se encuentra la empresa textil WG.SAC.

## 4. RESULTADO

### 4.1 Análisis de la situación actual

La empresa "WG. S.A.C."; está ubicada en la ciudad de Lima en Lote. C Fnd. Vásquez (Av. Nicolás Ayllon 3080). Cuyo Gerente general es

Wille Van Den Wyngaert John Alexander y el Director ejecutivo Wille Muller Ulrich Manfred.

La principal actividad de esta empresa es el diseño, confección y fabricación de tejidos y arte de punto de alta calidad empleados para la confección de prendas de vestir, entre otros.

Esta empresa empezó su funcionamiento en el año de 1991, al momento cuenta con 62 empleados entre tejedores, control de calidad, almaceneros, supervisores y administrativos; que trabajan mancomunadamente para entregar productos de calidad.

La maquinaria que utiliza la empresa son 72 máquinas operarias (25 Maquinas rectilíneas, 4 coneras, 1 comprensora GA 37, 2 pantallas control de calidad y 40 máquinas circulares de las marcas Vanguard, Monark y Mayer

### 4.2 Análisis de gestión de mantenimiento con soporte en la Norma ISO 9001 [9].

*Tabla 7: Requisitos de la documentación.*

*Fuente: Rodríguez [10].*

Requisitos de la Documentación				
	S	N	P	OBSERVACIONES
1. Está documentado el SGC de la organización.		1		
2. Existe una declaración documentada de la política de calidad.		1		
3. Existe una declaración documentada de los objetivos de calidad.		1		
4. Se cuenta con los procedimientos documentados requeridos por la norma ISO 9001 para las siguientes actividades:				
4.2.3 Control de documentos.		1		
4.2.4 Control de los registros de calidad		1		
8.2.2 Auditorías Internas		1		
8.3 Control del producto no conforme		1		
8.5.2 Acciones Correctivas.		1		
8.5.3. Acciones Preventivas.		1		
5. Son los procedimientos documentados implementados y mantenidos.		1		
6. Existen procedimientos documentados necesarios para la eficaz planificación, operación y control de los procesos.		1		
7. Los procedimientos documentados incluyen: Mapas de proceso.  Organigramas.  Comunicaciones internas.  Esquemas de producción.  Listas de proveedores aprobados.  Planes de Calidad.		1		
<b>Total</b>	0	12	0	
<b>% de Interpretación</b>	0%	100%	0%	

Tabla 8: Control de los documentos.

Fuente: Rodríguez [10].

4.2.3 Control de los documentos				
	S	N	P	OBSERVACIONES
1. Están controlados los documentos requeridos por el SGC.		1		
2. Existe un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para: Aprobar los documentos en cuanto su adecuación antes de su emisión. Revisar, actualizar y aprobar documentos cuando sea necesario.		1		
3. Se identifican los cambios en los documentos		1		
4. Se identifica el estado de revisión actual de los documentos.		1		
5. Se asegura que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.		1		
6. Se asegura que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables.		1		
7. Se asegura que se identifican los documentos de origen externo y se controla su distribución.		1		
8. Se identifican adecuadamente los documentos obsoletos, cuando se mantienen por cualquier razón.		1		
<b>Total</b>	0	8	0	
<b>% de Interpretación</b>	0%	100%	0%	

Tabla 9: Indicadores de Responsabilidad, autoridad y comunicación.

Fuente: Rodríguez [10].

5.5 Responsabilidad, autoridad y comunicación				
5.5.1 Responsabilidad y autoridad				
	S	N	P	OBSERVACIONES
1. La alta dirección se asegura de que las responsabilidades y autoridades están definidas.	1			
2. Se cuenta con un manual de funciones y responsabilidades.		1		
3. La alta dirección se asegura de que las responsabilidades y autoridades son comunicadas dentro de la organización.		1		
<b>Total</b>	1	2	0	
<b>% de Interpretación</b>	33%	67%	0%	

5.5.2 Representante de la dirección				
	S	N	P	OBSERVACIONES
1. Se ha designado un miembro de la alta dirección como representante de la gerencia con autoridad y responsabilidad.		1		
2. El representante de la gerencia se asegura de que se establecen, implementan y mantienen los procesos necesarios para el SGC.		1		
3. El representante de la gerencia presenta informes a la alta dirección sobre el desempeño del SGC y cualquier necesidad de mejora.	1			
4. El representante de la gerencia se asegura de que se tome conciencia de los requisitos del cliente en todos los niveles de la organización.		1		
5. Están definidas las funciones del representante de la gerencia en el manual de funciones y responsabilidades de su cargo.		1		
<b>Total</b>	1	4	0	
<b>% de Interpretación</b>	33%	100%	0%	

Tabla 10: Auditoría interna.

Fuente: Rodríguez [10].

8.2.2 Auditoría interna				
	S	N	P	OBSERVACIONES
1. Se planifica un programa de auditorías tomando en consideración el estado y la importancia de los procesos y las áreas por auditar, así como los resultados de auditorías previas.		1		
2. La organización lleva a cabo auditorías internas para determinar si el SGC es conforme con las disposiciones planificadas.		1		
3. La organización lleva a cabo auditorías internas para determinar si el SGC es conforme con los requisitos de ISO 9001.		1		
4. La organización lleva a cabo auditorías internas para determinar si el SGC es conforme con los requisitos del SGC establecidos por la organización.		1		
5. La organización lleva a cabo auditorías internas para determinar si el SGC ha sido implementado y se mantiene de manera eficaz.		1		
6. Se han definido los criterios de auditoría, el alcance de las mismas, su frecuencia y metodología.		1		
7. La selección de los auditores y la realización de las auditorías asegura la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría.		1		
8. Los han realizado auditorías en las que los auditores auditen su propio trabajo.		1		
9. Se ha definido un procedimiento documentado que incluya: Las responsabilidades y los requisitos para la planificación y la realización de auditorías. El informe de los resultados. El mantenimiento de los registros.		1		
10. La dirección responsable del área que está siendo auditada se asegura de que se toman acciones sin demora injustificada para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas.		1		
11. Las actividades de seguimiento incluyen la verificación de las acciones tomadas y el informe de los resultados de la verificación.		1		
<b>TOTAL</b>	0	11	0	
<b>% de Interpretación</b>	0%	100%	0%	

Tabla 11: Medición y seguimiento de los procesos.

Fuente: Rodríguez [10].

8.2.3 Medición y seguimiento de los procesos				
	S	N	P	OBSERVACIONES
1. La organización aplica métodos apropiados para el seguimiento, y cuando es aplicable, la medición y de los procesos del SGC.		1		
2. Estos métodos demuestran la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados.		1		
3. Cuando no se alcanzan los resultados planificados, se llevan a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente, para asegurarse de la conformidad del producto.		1		
<b>TOTAL</b>	0	3	0	
<b>% de Interpretación</b>	0%	100%	0%	

Tabla 12: Análisis de gestión de mantenimiento con soporte en la Norma ISO 9001.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de gestión de mantenimiento según la Norma ISO 9001	S	N
4.2. REQUISITOS DE LA DOCUMENTACION	0%	100%
4.2.3. CONTROL DE LOS DOCUMENTOS	0%	100%
5.5.1. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD	33%	67%
5.5.2. REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN	20%	80%
8.2.2. AUDITORIA INTERNA	0%	100%
8.2.3. MEDICION Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS.	0%	100%

### 4.3 Análisis de fallas

Detalle anual 2016 de las fallas en el año 2015

Tabla 13: Fallas anuales 2015.

Fuente: Elaboración propia.

Mes	Varia dor de Tiem po	Tiem po de Para das	Disp arad or de Aguj as	Tiem po de Para das	Detector es de Telas	Tiem po de Para das	Alimentad ores Memming er	Tiem po de Para das	Inadecu ada Colocaci ón de Agujas	Tiem po de Para das	Falta de Lubricaci ón	Tiem po de Para das
Enero	2	16 hrs.	3	24 hrs.	2	16 hrs.	2	16 hrs.	2	16 hrs.	4	32 hrs.
Febrero	2	16 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.	3	24 hrs.	2	16 hrs.	4	32 hrs.
Marzo	2	16 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.	2	16 hrs.	2	16 hrs.	5	40 hrs.
Abril	3	24 hrs.	3	24 hrs.	2	16 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.	4	32 hrs.
Mayo	2	16 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.	3	24 hrs.	2	16 hrs.	5	40 hrs.
Junio	2	16 hrs.	3	24 hrs.	2	16 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.	5	40 hrs.
Julio	2	16 hrs.	2	16 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.
Agosto	3	24 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.	3	24 hrs.
Setiembre	2	16 hrs.	4	32 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.	2	16 hrs.	4	32 hrs.
Octubre	3	24 hrs.	3	24 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.	3	24 hrs.	3	24 hrs.
Noviembre	2	16 hrs.	3	24 hrs.	3	24 hrs.	2	16 hrs.	2	16 hrs.	4	32 hrs.
Diciembre	2	16 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.	2	16 hrs.	3	24 hrs.	4	32 hrs.
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>216 hrs.</b>	<b>31</b>	<b>248 hrs.</b>	<b>30</b>	<b>240 hrs.</b>	<b>29</b>	<b>232 hrs.</b>	<b>29</b>	<b>232 hrs.</b>	<b>48</b>	<b>384 hrs.</b>

#### 4.4 Resumen de fallas

Tabla 14: Resumen de fallas.

Fuente: Elaboración propia.

	Variador de velocidad	Disparos de agujas	Detectores de tela	Alimentadores Positivos (Memminger)	Inadecuada colocación de agujas (Tela en mal estado)	Falta de lubricación	TOTAL
Nº Fallas/año	27	31	30	29	29	48	194
Hrs.	216 hrs.	248 hrs.	240 hrs.	232 hrs.	232 hrs.	384 hrs.	1552 hrs.
Paradas/año							

Tabla 15: Fallas En Industria Textil En El Año 2015 (Mensual).

Fuente: Elaboración propia.

Mes	Nº Fallas/ Mes	Nº hora/ Mes
Enero	15	120 hrs.
Febrero	16	128 hrs.
Marzo	16	128 hrs.
Abril	17	136 hrs.
Mayo	17	136 hrs.
Junio	17	136 hrs.
Julio	14	112 hrs.
Agosto	16	128 hrs.
Setiembre	17	136 hrs.
Octubre	17	136 hrs.
Noviembre	16	128 hrs.
Diciembre	16	128 hrs.

Tabla 16: Días no laborables anualmente.

Fuente: Elaboración propia.

Días no laborables	Fechas	Horas/ Día
Enero	01	24
Mayo	01	24
Diciembre	24,25 y 31	72
<b>TOTAL</b>	5 Días	120 hrs.

Tabla 16: Parámetros de operación promedio de Máquinas Circulares Anuales horas/año.

Fuente: Elaboración propia.

Parámetro	Valor	Unidad
Tiempo Programado	8640	horas/año
Operación	7088	horas/año
Reparación	1552	horas/año
Número de fallas	194	Fallas/ año

Tabla 17: Determinación de los indicadores de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Mes	Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF)	Tiempo Medio para reparar (TMPR)	Confiabilidad	Disponibilidad
Enero	39.38 hrs/fallas	8.62 hrs.	83.29 %	82.03 %
Febrero	36.91 hrs/fallas	8.08 hrs.	82.27 %	82.04 %
Marzo	36.91 hrs/fallas	8.08 hrs.	82.77 %	82.40 %
Abril	34.74 hrs/fallas	7.61 hrs.	81.28 %	82.02 %
Mayo	34.74 hrs/fallas	7.61 hrs.	81.28 %	82.02 %
Junio	34.74 hrs/fallas	7.61 hrs.	81.28 %	82.02 %
Julio	42.19 hrs/fallas	9.24 hrs.	84.31 %	82.03 %
Agosto	36.91 hrs/fallas	8.08 hrs.	82.27 %	82.04 %
Setiembre	34.74 hrs/fallas	7.61 hrs.	81.28 %	82.02 %
Octubre	34.74 hrs/fallas	7.61 hrs.	81.28 %	82.02 %
Noviembre	36.91 hrs/fallas	8.08 hrs.	82.27 %	82.04 %
Diciembre	36.91 hrs/fallas	8.08 hrs.	82.27 %	82.04 %

#### 4.4.1 Tiempo Medio Entre Fallas Anual:

$$TMEF = \frac{\sum TEF}{n} = \frac{7088 \text{ hrs}}{194 \text{ fallas}} = 36.5360 \text{ hrs/falla}$$

#### 4.4.2 Tiempo Medio Para Reparar Anual:

$$TMPR = \frac{\sum TPR}{n} = \frac{1552 \text{ hrs}}{194 \text{ fallas}} = 8 \text{ hrs/falla}$$

#### 4.4.3 Confiabilidad Anual

#### 4.4.4 Tasa de fallas:

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{36.5360} = 0.02737 \text{ * } 10^{-2} \text{ falla/hr}$$

$$t = \sum TEF + \sum TPR = 7088 \text{ hrs} + 194 \text{ hrs} = 7282 \text{ hrs}$$

-2

$$C(t) = \left( e^{-\lambda t} \right) * 100 = \left( e^{-0.02737 * 10^{-2} * 7282} \right) * 100 = 13.62\%$$

#### 4.4.4 Disponibilidad Anual:

$$D(t) = \frac{\text{TMEF}}{\text{TMEF} + \text{TMPR}} * 100 = \frac{36.5360}{36.5360 + 8} * 100 = 82.03\%$$

Tabla 18: Fallas Mensuales de Maquinas Circulares.

Fuente: Fuente: Elaboración propia.

Mes	Fallas en la Industria Textil					
	Variador de velocidad	Disparos de agujas	Detectores de tela	Alimentadores positivos (Memminger)	Inadecuada colocación de agujas	Falta de lubricación
Enero	2	3	2	2	2	4
Febrero	2	2	3	3	2	4
Marzo	2	2	3	2	2	5
Abril	3	3	2	2	3	4
Mayo	2	2	3	3	2	5
Junio	2	3	2	2	3	5
Julio	2	2	2	3	2	3
Agosto	3	2	3	2	3	3
Setiembre	2	4	2	3	2	4
Octubre	3	3	2	3	3	3
Noviembre	2	3	3	2	2	4
Diciembre	2	2	3	2	3	4

Tabla 19: Análisis de Criticidad (Fallas de Maquinaria).

Fuente: Fuente: Elaboración propia.

Nº	Fallas en Industria Textil	Intervenciones [fallas / año]
1	Variador de velocidad	27
2	Disparos de agujas	31
3	Detectores de tela	30
4	Alimentadores Positivos (Memminger)	29
5	Inadecuada colocación de agujas	29
6	Falta de Lubricación	48
<b>TOTAL DE INTERVENCIONES AL AÑO</b>		<b>194</b>

#### 4.5 Falla en el sistema automático:

##### 4.5.1 Falla en el variador de velocidad

- Frecuencia de fallas: F.F: 4
  - Impacto Operacional: I.O: 4
  - Flexibilidad Operacional: F.O: 2
    - Costos de Mantenimiento: C.M: 1
    - Impacto de Seguridad y Medio Ambiente: I.S.M.A: 3
- ✓ Consecuencia:  
 $C = (I.O) * (F * O) * (C * M) * (I.S.M.A)$

$$C = (4) * (2) * (1) * (3) = 24$$

- ✓ Valor de Criticidad:  
 $Crt = (F.F) * C = 4 * 24 = 96$
- ✓ Clasificación de la falla: Semi Critico.

##### 4.5.2 Falla en los disparos de aguja

- Frecuencia de fallas: F.F: 4
- Impacto Operacional: I.O: 4
- Flexibilidad Operacional: F.O: 2
- Costos de Mantenimiento: C.M: 1
- Impacto de Seguridad y Medio Ambiente: I.S.M.A: 3

- ✓ Consecuencia:  
 $C = (I.O) * (F * O) * (C * M) * (I.S.M.A)$   
 $C = (4) * (2) * (1) * (3) = 24$
- ✓ Valor de Criticidad:  
 $Crt = (F.F) * C = 4 * 24 = 96$
- ✓ Clasificación de la falla: Semi Critico.

##### 4.5.3 Falla en los detectores de tela.

- Frecuencia de fallas: F.F: 4
- Impacto Operacional: I.O: 4
- Flexibilidad Operacional: F.O: 2
- Costos de Mantenimiento: C.M: 1
- Impacto de Seguridad y Medio Ambiente: I.S.M.A: 1

- ✓ Consecuencia:  
 $C = (I.O) * (F * O) * (C * M) * (I.S.M.A)$   
 $C = (4) * (2) * (1) * (1) = 8$
- ✓ Valor de Criticidad:  
 $Crt = (F.F) * C = 4 * 8 = 32$
- ✓ Clasificación de la falla: No Critico.

##### 4.5.4 Falla en los alimentadores positivos (MEMMINGER)

- Frecuencia de fallas: F.F: 4
  - Impacto Operacional: I.O: 4
  - Flexibilidad Operacional: F.O: 2
  - Costos de Mantenimiento: C.M: 1
  - Impacto de Seguridad y Medio Ambiente: I.S.M.A: 1
- ✓ Consecuencia:  
 $C = (I.O) * (F * O) * (C * M) * (I.S.M.A)$   
 $C = (4) * (2) * (1) * (1) = 8$
  - ✓ Valor de Criticidad:  
 $Crt = (F.F) * C = 4 * 8 = 32$
  - ✓ Clasificación de la falla: No Critico.

#### 4.5.5 Falla por inadecuada colocación de agujas

- Frecuencia de fallas: F.F: 4
- Impacto Operacional: I.O: 4
- Flexibilidad Operacional: F.O: 2
- Costos de Mantenimiento: C.M: 1
- Impacto de Seguridad y Medio Ambiente: I.S.M.A: 1
- ✓ Consecuencia:  
 $C = (I.O) * (F * O) * (C * M) * (I.S.M.A)$   
 $C = (4) * (2) * (1) * (1) = 8$
- ✓ Valor de Criticidad:  
 $Crt = (F.F) * C = 4 * 8 = 32$
- ✓ Clasificación de la falla: No Critico.

#### 4.5.6 Falta de lubricación

- Frecuencia de fallas: F.F: 4
- Impacto Operacional: I.O: 4
- Flexibilidad Operacional: F.O: 4
- Costos de Mantenimiento: C.M: 2
- Impacto de Seguridad y Medio Ambiente: I.S.M.A: 3
- ✓ Consecuencia:  
 $C = (I.O) * (F * O) * (C * M) * (I.S.M.A)$   
 $C = (4) * (4) * (2) * (3) = 96$
- ✓ Valor de Criticidad:  
 $Crt = (F.F) * C = 4 * 96 = 384$
- ✓ Clasificación de la falla: Critico

#### 4.5.7 Resumen de análisis de criticidad de las máquinas circulares

Cuadro 1: Resumen de análisis de criticidad de las máquinas circulares.

Fuente: Fuente: Elaboración propia.

Cuadro Resumen de análisis de criticidad de las máquinas circulares				
Nº	Falla	Clasificación	Plan de mantenimiento	Valor de criticidad
1	Falla en el variador de velocidad.	Semi critico	Mantenimiento Preventivo	96
2	Falla en los disparos de agujas.	Semi critico	Mantenimiento Preventivo	96
3	Falla en los detectores de tela.	No critico	Mantenimiento correctivo	32
4	Falla en los alimentadores positivos (MEMMINGER)	No critico	Mantenimiento correctivo	32
5	Inadecuada colocación de agujas.	No critico	Mantenimiento correctivo	32
6	Falta de lubricación	Critico	Mantenimiento Preventivo.	384

#### 4.6 Estimación del Análisis de gestión de mantenimiento según la Norma ISO 9001.

Tabla 20: Requisitos de la Documentación.

Fuente: Rodríguez [10].

4.2. Requisitos de la Documentación				
	S	N	P	OBSERVACIONES
1. Está documentado el SGC de la organización.	1			
2. Existe una declaración documentada de la política de calidad.	1			
3. Existe una declaración documentada de los objetivos de calidad.	1			
4. Se cuenta con los procedimientos documentados requeridos por la norma ISO 9001 para las siguientes actividades:				
4.2.3 Control de documentos.	1			
4.2.4 Control de los registros de calidad	1			
8.2.2 Auditorías Internas	-	1		
8.3 Control del producto no conforme	1			
8.5.2 Acciones Correctivas.	1			
8.5.3. Acciones Preventivas.	1			
5. Son los procedimientos documentados implementados y mantenidos.	1			
6. Existen procedimientos documentados necesarios para la eficaz planificación, operación y control de los procesos.	1			
7. Los procedimientos documentados incluyen: Mapas de proceso. Organigramas. Comunicaciones internas. Esquemas de producción. Listas de proveedores aprobados. Planes de Calidad.	1			
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
<b>% de Interpretación</b>	<b>91.7%</b>	<b>8.3%</b>	<b>0%</b>	

Tabla 21: Control de los documentos.

Fuente: Rodríguez [10].

4.2.3 Control de los documentos				
	S	N	P	OBSERVACIONES
1. Están controlados los documentos requeridos por el SGC.	1			
2. Existe un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para: Aprobar los documentos en cuanto su adecuación antes de su emisión. Revisar, actualizar y aprobar documentos cuando sea necesario.	1			
3. Se identifican los cambios en los documentos	1			
4. Se identifica el estado de revisión actual de los documentos.	1			
5. Se asegura que las versiones pertinentes de los documentos aplicables se encuentran disponibles en los puntos de uso.	1			
6. Se asegura que los documentos permanecen legibles y fácilmente identificables.	1			
7. Se asegura que se identifican los documentos de origen externo y se controla su distribución.	1			
8. Se identifican adecuadamente los documentos obsoletos, cuando se mantienen por cualquier razón.	1			
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
<b>% de Interpretación</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	

Tabla 22: Índices de la responsabilidad, autoridad y comunicación.

Fuente: Rodríguez [10].

5.5 Responsabilidad, autoridad y comunicación				
5.5.1 Responsabilidad y autoridad				
	S	N	P	OBSERVACIONES
1. La alta dirección se asegura de que las responsabilidades y autoridades están definidas.	1			
2. Se cuenta con un manual de funciones y responsabilidades.	1			
3. La alta dirección se asegura de que las responsabilidades y autoridades son comunicadas dentro de la organización.	1			
<b>Total</b>	3	0	0	
<b>% de Interpretación</b>	100%	0%	0%	

5.5.2 Representante de la dirección				
	S	N	P	OBSERVACIONES
1. Se ha designado un miembro de la alta dirección como representante de la gerencia con autoridad y responsabilidad.	1			
2. El representante de la gerencia se asegura de que se establecen, implementan y mantienen los procesos necesarios para el SGC.	1			
3. El representante de la gerencia presenta informes a la alta dirección sobre el desempeño del SGC y cualquier necesidad de mejora.	1			
4. El representante de la gerencia se asegura de que se tome conciencia de los requisitos del cliente en todos los niveles de la organización.	1			
5. Están definidas las funciones del representante de la gerencia en el manual de funciones y responsabilidades de su cargo.	1			
<b>Total</b>	5	0	0	
<b>% de Interpretación</b>	100%	0%	0%	

Tabla 23: Auditoría interna.

Fuente: Rodríguez [10].

8.2.2 Auditoría interna				
	S	N	P	OBSERVACIONES
1. Se planifica un programa de auditorías tomando en consideración el estado y la importancia de los procesos y las áreas por auditar, así como los resultados de auditorías previas.	1			
2. La organización lleva a cabo auditorías internas para determinar si el SGC es conforme con las disposiciones planificadas.	1			
3. La organización lleva a cabo auditorías internas para determinar si el SGC es conforme con los requisitos de ISO 9001.	1			
4. La organización lleva a cabo auditorías internas para determinar si el SGC es conforme con los requisitos del SGC establecidos por la organización.	1			
5. La organización lleva a cabo auditorías internas para determinar si el SGC ha sido implementado y se mantiene de manera eficaz.	1			
6. Se han definido los criterios de auditoría, el alcance de las mismas, su frecuencia y metodología.	1			
7. La selección de los auditores y la realización de las auditorías asegura la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría.	1			
8. Los han realizado auditorías en las que los auditores auditen su propio trabajo.	1			
9. Se ha definido un procedimiento documentado que incluya: Las responsabilidades y los requisitos para la planificación y la realización de auditorías. El informe de los resultados. El mantenimiento de los registros.	1			
10. La dirección responsable del área que está siendo auditada se asegura de que se toman acciones sin demora injustificada para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas.	1			
11. Las actividades de seguimiento incluyen la verificación de las acciones tomadas y el informe de los resultados de la verificación.	1			
<b>TOTAL</b>	11	0	0	
<b>% de Interpretación</b>	100%	0%	0%	

Tabla 24: Medición y seguimiento de los procesos.

Fuente: Rodríguez [10].

8.2.3 Medición y seguimiento de los procesos				
	S	N	P	OBSERVACIONES
5. La organización aplica métodos apropiados para el seguimiento, y cuando es aplicable, la medición y de los procesos del SGC.		1		
6. Estos métodos demuestran la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados.	1			
7. Cuando no se alcanzan los resultados planificados, se llevan a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente, para asegurarse de la conformidad del producto.	1			
<b>TOTAL</b>	2	1	0	
<b>% de Interpretación</b>	67%	33%	0%	



Tabla 25: Análisis de gestión de mantenimiento según la norma ISO 9001.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de gestión de mantenimiento según la Norma ISO 9001	S	N
4.2. REQUISITOS DE LA DOCUMENTACION	91.7%	8.3%
4.2.3. CONTROL DE LOS DOCUMENTOS	100%	0%
5.5.3. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD	100%	0%
5.5.4. REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN	100%	0%
8.2.2. AUDITORIA INTERNA	100%	0%
8.2.3. MEDICIÓN Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS.	67%	33%

Tabla 26: Fallas en la Industria Textil en el Año 2015 (Anual).

Fuente: Elaboración propia.

	Variador de velocidad	Disparos de agujas	Detectores de tela	Alimentadores Positivos (Memminger)	Inadecuada colocación de agujas (Tela en mal estado)	Falta de lubricación	TOTAL
Nº Fallas/año	3	3	2	3	1	4	16
Hrs. Paradas/año	24 hrs.	24 hrs.	16 hrs.	24 hrs.	8 hrs.	32 hrs.	128 hrs.

Tabla 27: Parámetros de operación promedio de Máquinas Circulares Anuales horas/año después de aplicar el plan.

Fuente: Elaboración propia.

Parámetro	Valor	Unidad
Tiempo Programado	8640	horas/año
Operación	8512	horas/año
Reparación	128	horas/año
Número de fallas	16	Fallas/año

Tabla 28: Parámetros de operación promedio de Máquinas Circulares Mensuales horas/mes después de aplicar el plan.

Fuente: Elaboración propia.

Parámetro	Valor	Unidad
Tiempo Programado	720	horas/mes
Operación	709.3	horas/mes
Reparación	10.7	horas/mes

Tabla 29: Indicadores de mantenimiento Mensual después del plan.

Fuente: Elaboración propia.

Mes	Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF)	Tiempo Medio para reparar (TMPR)	Confiabilidad	Disponibilidad
Enero	709.3 hrs/fallas	10.7 hrs.	99 %	98.6 %
Febrero	709.3 hrs/fallas	10.7 hrs.	99 %	98.6 %
Marzo	354.7 hrs/fallas	5.35 hrs.	98.1 %	98.5 %
Abril	709.3 hrs/fallas	10.7 hrs.	99 %	98.6 %
Mayo	709.3 hrs/fallas	10.7 hrs.	99 %	98.6 %
Junio	203.5 hrs/fallas	3.56 hrs.	96.6 %	98.3 %
Julio	709.3 hrs/fallas	10.7 hrs.	99 %	98.6 %
Agosto	709.3 hrs/fallas	10.7 hrs.	99 %	98.6 %
Setiembre	709.3 hrs/fallas	10.7 hrs.	99 %	98.6 %
Octubre	354.7 hrs/fallas	5.35 hrs.	98.1 %	98.5 %
Noviembre	709.3 hrs/fallas	10.7 hrs.	99 %	98.6 %
Diciembre	709.3 hrs/fallas	10.7 hrs.	99 %	98.6 %

#### 4.7 Indicadores de mantenimiento Anual en condiciones de mejora después del plan

- Tiempo Medio Entre Fallas:

$$TMEF = \frac{\sum TEF}{n} = \frac{8512 \text{ hrs}}{16 \text{ fallas}} = 532 \text{ hrs/falla}$$

- Tiempo Medio Para Reparar:

$$TMPR = \frac{\sum TPR}{n} = \frac{128 \text{ hrs}}{16 \text{ fallas}} = 8 \text{ hrs/falla}$$

- Disponibilidad:

$$D(t) = \left( \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} \right) * 100 = \left( \frac{532}{532 + 8} \right) * 100 = 98.5\%$$

- Confiabilidad:

- Tasa de fallas:

$$\lambda = \frac{1}{TMEF} = \frac{1}{532} = 0.00187 \text{ falla/hr}$$

$$t = \sum TEF + \sum TPR = 8512 \text{ hrs} + 16 \text{ hrs} = 8528 \text{ hrs}$$

$$C(t) = (e^{-0.01 \cdot 3 \cdot t} - 0.01 \cdot 0.00187 \cdot 8528) \cdot 100 = (e^{-0.03t} - 0.008528) \cdot 100 = 85.5\%$$

Tabla 31: Situación actual y propuesta para la empresa textil WG. SAC.

Fuente: Elaboración propia.

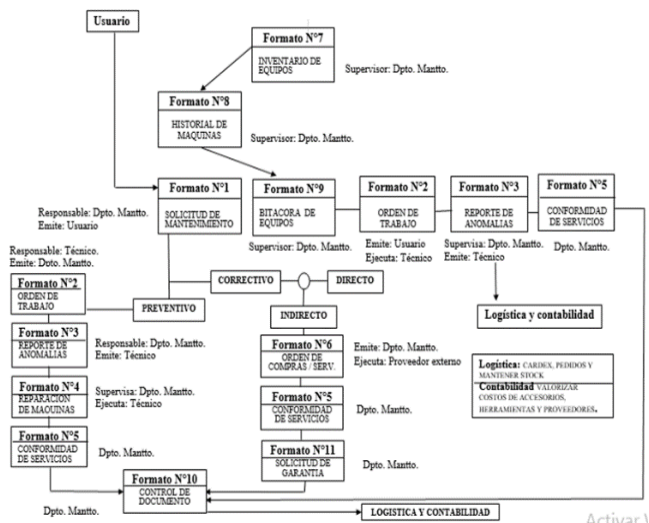


Figura 1: Procedimiento General de la Gestión de Mantenimiento Trazabilidad.

Fuente: Elaboración propia.

### 5. DISCUSIÓN

Para la medición de análisis de gestión del mantenimiento ISO 9001 se obtuvo las siguientes tablas:

Tabla 30: análisis de gestión del mantenimiento ISO 9001.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de gestión de mantenimiento según la Norma ISO 9001	Situación Actual	Situación Propuesta	Situación Actual	Situación Propuesta
	S	S	N	N
4.2. REQUISITOS DE LA DOCUMENTACION	0%	91.7%	100%	8.3%
4.2.3. CONTROL DE LOS DOCUMENTOS	0%	100%	100%	0%
4.3.1. RESPONSABILIDAD Y AUTORIDAD	33%	100%	67%	0%
4.3.2. REPRESENTANTE DE LA DIRECCIÓN	20%	100%	80%	0%
8.2.2. AUDITORIA INTERNA	0%	100%	100%	0%
8.2.3. MEDICION Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS.	0%	67%	100%	33%

	Situación Actual						TOTAL
	Variador de velocidad	Disparos de agujas	Detectores de tela	Alimentadores Positivos (Memminger)	Inadecuada colocación de agujas (Tela en mal estado)	Falta de lubricación	
Nº Fallas/año	27	31	30	29	29	48	194
Hrs. Paradas/año	216 hrs.	248 hrs.	240 hrs.	232 hrs.	232 hrs.	384 hrs.	1552 hrs.
	Situación Propuesta						TOTAL
	Variador de velocidad	Disparos de agujas	Detectores de tela	Alimentadores Positivos (Memminger)	Inadecuada colocación de agujas (Tela en mal estado)	Falta de lubricación	
	3	3	2	3	1	4	16
	24 hrs.	24 hrs.	16 hrs.	24 hrs.	8 hrs.	32 hrs.	128 hrs.

### 6. CONCLUSIÓN

Se concluye que los indicadores del mantenimiento promedios para las Máquinas circulares son:

Tabla 32: Indicadores del mantenimiento promedios para las Máquinas circulares.

Fuente: Elaboración propia.

Indicador	Estado Actual
Disponibilidad	82.03%
Confiabilidad	13.62%

Se proyectaron los indicadores de mantenimiento; concluyendo que aumentan tanto la disponibilidad y confiabilidad, y se reduce la mantenibilidad, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 33: Proyección de los Indicadores del mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia.

Indicador	Estado Actual	Estado Mejora
Disponibilidad	82.03%	98.5%
Confiabilidad	13.62%	85.5%

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Lockuán F. La Industria Textil y su Control de Calidad. Tejeduría. California: Creative Commons; 2013.
- [2] Topón M. Reacondicionamiento, Reparación y Puesta en Funcionamiento de una Tricotosa Circular de Gran Diámetro [tesis]. Ibarra: Universidad Técnica del Norte. Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas; 2013.
- [3] Álvarez R. Calderón X. Reingeniería Del Sistema de Control para una Máquina Circular Textil Tejedora de Punto, Marca: Mayer, Tipo: IHLG III F [tesis]. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejército Departamento de Eléctrica y Electrónica; 2011.
- [4] Sierra G. Programa de Mantenimiento Preventivo para la Empresa Metalmeccánica Industrias AVM S.A. [tesis]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físico – Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica; 2004.
- [5] Mora L. Mantenimiento: Planeación, Ejecución y Control. México: Alfaomega Grupo Editor S.A; 2009.
- [6] Morantes I. Sistema de Gestión de Calidad para Autotanques de Colombia S.A.S. Según los Lineamientos de la Norma NTC ISO 9001:2008 [tesis]. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander .Facultad de Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales; 2011.
- [7] Uribe R. La Lubricación en la Industria y el Transporte [tesis]. Cuautitlán: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán; 2007.
- [8] Fabián W. Diseño de un Programa de Mantenimiento Preventivo para una Planta de Café Soluble [tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería; 2003.
- [9] López F. ISO 9000 y la planificación de la calidad. 2a ed. Bogotá: Icontec; 2012.
- [10] Rodríguez Y. Documentación del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2000 En Gepcol (Grupo Empresarial Punto Colombia), Cartago, Valle Del Cauca [tesis]. Cartago: Universidad

Tecnológica de Pereira. Facultad de Ingeniería Industrial; 2007.