



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DEL  
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL PARA  
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA  
EMPRESA SERVICIOS INDUSTRIALES AYBAR”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Industrial

**Autoras:**

Deyci Elizabeth Mantilla Tanta  
Sandra Lizeth Pereyra Chavez

**Asesor:**

Ing. Elmer Aguilar Briones

Cajamarca - Perú

**2018**

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. Elmer Aguilar Briones, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Mantilla Tanta, Deyci Elizabeth
- Pereyra Chavez, Sandra Lizeth

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: Propuesta de Implementación del Mantenimiento Productivo Total para Incrementar la Productividad en la Empresa Servicios Industriales AYBAR para aspirar al título profesional de: Ingeniero Industrial por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing. Elmer Aguilar Briones  
Asesor

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Mantilla Tanta, Deyci Elizabeth y Pereyra Chavez, Sandra Lizeth para aspirar al título profesional con la tesis denominada: Propuesta de Implementación del Mantenimiento Productivo Total para Incrementar la Productividad en la Empresa Servicios Industriales AYBAR.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestan  
Presidente

---

Ing. Luis Roberto Quispe Vásquez  
Jurado

---

Ing. Mylena Karen Vílchez Torres  
Jurado

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedicamos a Dios, por darnos las fuerzas para concluir uno de nuestros anhelos más deseados.

A nuestros padres por su amor, apoyo, sacrificio y trabajo en todos estos años, gracias a ellos hemos logrado llegar hasta aquí y poder convertirnos en profesionales de orgullo. A nuestros hermanos (as) por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral que nos brindaron durante esta etapa de nuestras vidas. A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que este trabajo se realice con éxito.

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por brindarnos la fortaleza y guiarnos a lo largo de nuestra carrera profesional, y ser nuestro apoyo en los momentos de dificultad.

A nuestros padres por ser los motores para cumplir nuestros sueños, por confiar y creer en cada una de nosotras, por sus consejos y sacrificios.

Agradecemos a nuestro asesor Elmer Aguilar Briones, por haber compartido sus conocimientos a lo largo del desarrollo de la presente tesis, por su paciencia y rectitud como docente.

Al Señor Aybar Tomás Cruzado Ruíz por permitirnos desarrollar nuestro trabajo de investigación en su empresa.

## TABLA DE CONTENIDOS

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....</b>	<b>2</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>8</b>
<b>INDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>9</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>10</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad Problemática .....	12
1.2. Formulación del Problema.....	14
1.3. Objetivos .....	14
1.3.1. <i>Objetivo General.</i> .....	14
1.3.2. <i>Objetivos Específicos.</i> .....	14
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>15</b>
2.1. Tipo de Investigación.....	15
2.2. Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos .....	15
2.2.1 <i>Técnicas de Recolección de Datos.</i> .....	15
2.2.2 <i>Instrumentos de Recolección de Datos.</i> .....	16
2.2.3 <i>Técnicas de Procesamiento de Información.</i> .....	16
2.3. Procedimiento .....	18
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
3.1. Diagnóstico Situacional de la Empresa .....	25
3.1.1. <i>Datos Generales de la Empresa.</i> .....	25
3.2. Resultados del Diagnóstico del Área de Estudio .....	32
3.2.1. <i>Pasos del Diagnóstico.</i> .....	32
3.3. Resultados del Diseño e Implementación de la Propuesta de Mejora .....	57
<i>Fase 1: Preparación.</i> .....	57
<i>Fase 2: Introducción.</i> .....	66
<i>Fase 3: Implantación.</i> .....	66
<i>Fase 4: Estabilización.</i> .....	96
3.4. Económico, Financiero, Beneficio Costo .....	103
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>113</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>118</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>120</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla n° 1: Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	15
Tabla n° 2: Instrumentos de recolección de datos .....	16
Tabla n° 3: Productos con mayor demanda .....	26
Tabla n° 4: Máquinas de la empresa Servicios Industriales AYBAR.....	28
Tabla n° 5: Codificación según tipo de máquina .....	40
Tabla n° 6: Codificación de todas las máquinas .....	40
Tabla n° 7: Criterios para la elaboración de código de máquina.....	41
Tabla n° 8: Tabla de ponderación de máquinas respecto a su funcionamiento. ....	42
Tabla n° 9: Tabla de ponderación de costos asociados al paro de las máquinas. ....	42
Tabla n° 10: Inventario Jerarquizado por Código de Máquina .....	43
Tabla n° 11: Frecuencia de fallas de 60 días .....	44
Tabla n° 12: Estimación de Resultados de la Variable independiente .....	54
Tabla n° 13: Estimación de Resultados de la Variable dependiente .....	56
Tabla n° 14: Fecha de charlas del TPM .....	58
Tabla n° 15: Información de trabajadores. ....	59
Tabla n° 16: Planificación de Pilotaje .....	65
Tabla n° 17: Insumos y Materiales.....	81
Tabla n° 18: EPP necesario en el desempeño de los trabajos. ....	93
Tabla n° 19: Descripción del EPP .....	93
Tabla n° 20: Estimación de Resultados de la Variable independiente .....	100
Tabla n° 21: Estimación de Resultados de la Variable dependiente.....	102
Tabla n° 22: Inversión de los activos tangibles.....	103
Tabla n° 23: Costos de Personal .....	105
Tabla n° 24: Costo de Charlas .....	105
Tabla n° 25: Otros Costos .....	105
Tabla n° 26: Costos Proyectados – Implementación de una mejora de Procesos.....	106
Tabla n° 27: Análisis De Los Indicadores.....	108
Tabla n° 28: Ingresos Proyectados .....	108
Tabla n° 29: Flujo De Caja Neto Proyectado .....	109
Tabla n° 30: Indicadores De Evaluación.....	110
Tabla n° 31: Análisis de los Indicadores.....	110
Tabla n° 32: Ingresos Proyectados .....	111
Tabla n° 33: Flujo de Caja Proyectado .....	111
Tabla n° 34: Indicadores De Evaluación.....	111
Tabla n° 35: Análisis de los Indicadores.....	112
Tabla n° 36: Ingresos Proyectados .....	112
Tabla n° 37: Flujo de Caja Proyectado .....	112
Tabla n° 38: Indicadores De Evaluación.....	112

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura n° 1: Pilares del TPM.....	18
Figura n° 2: Procedimiento de investigación.....	19
Figura n° 3: Organigrama de la empresa Servicios Industriales AYBAR.....	27
Figura n° 4: Pasos del Diagnóstico .....	32
Figura n° 5: Distribución de Máquinas de la Empresa Servicios Industriales AYBAR.....	33
Figura n° 6: Diagrama de Proceso de Operaciones del Disco .....	34
Figura n° 7: Diagrama Ishikawa de la baja Productividad de la Empresa Servicios Industriales AYBAR....	36
Figura n° 8: Instalaciones de la Empresa Servicios Industriales AYBAR .....	37
Figura n° 9: Materiales Expuestos .....	38
Figura n° 10: Mermas en la maquina.....	38
Figura n° 11: Personal usando de manera inadecuada el EPP .....	39
Figura n° 12: Frecuencia de falla en tornos .....	46
Figura n° 13: Frecuencia de falla en fresadora .....	46
Figura n° 14: Frecuencia de falla en rectificadora de tambores. ....	47
Figura n° 15: Frecuencia de fallas en plasma. ....	47
Figura n° 16: Frecuencia de falla en máquina de soldar .....	48
Figura n° 17: Frecuencia de fallas en la tronzadora .....	48
Figura n° 18: Frecuencia de fallas en prensa hidráulica.....	49
Figura n° 19: Frecuencia de fallas en taladro radial. ....	49
Figura n° 20: Mantenimiento de las máquinas de la Empresa Servicios Industriales AYBAR .....	63
Figura n° 21: AMFE de torno.....	68
Figura n° 22: AMFE fresadora. ....	69
Figura n° 23: AMFE Rectificadores de tambores. ....	70
Figura n° 24: AMFE de plasma .....	71
Figura n° 25: AMFE de máquina de soldar .....	72
Figura n° 26: AMFE tronzadora. ....	73
Figura n° 27: AMFE Prensa Hidráulica. ....	74
Figura n° 28: AMFE Taladro Radial. ....	75
Figura n° 29: Ficha de automantenimiento. ....	76
Figura n° 30: Gama de automantenimiento empresa Servicios Industriales AYBAR .....	78
Figura n° 31: Cuadrilla de mantenimiento para tornos .....	79
Figura n° 32: Cuadrilla de mantenimiento para tornos manuales .....	80
Figura n° 33: Cuadrilla de mantenimiento para grupo n° 1 .....	80
Figura n° 34: Calendario de mantenimiento octubre 2017 .....	83
Figura n° 35: Calendario mantenimiento noviembre 2017.....	83
Figura n° 36: Calendario mantenimiento diciembre 2017.....	84
Figura n° 37: Propuesta de Mejora del Diagrama de Proceso de Operaciones .....	86
Figura n° 38: Tachos de basura para clasificar la basura .....	88
Figura n° 39: Formato de check list de limpieza de puesto de trabajo.....	90
Figura n° 40: Formato check list de limpieza de maquinaria.....	91
Figura n° 41: Mapa de Riesgos de la empresa Servicios Industriales AYBAR .....	95
Figura n° 42: Procedimiento para el cálculo del COK.....	109



## INDICE DE ECUACIONES

Ecuación de Disponibilidad.....	51
Ecuación de Eficacia.....	52
Ecuación de la Calidad.....	52
Ecuación de la Efectividad Global.....	53
Ecuación de Tiempo Promedio Entre Falla (MTBF) .....	53
Ecuación de Tiempo Promedio de Reparación .....	54
Ecuación de la Productividad de Máquina.....	56
Ecuación de Productividad del Proceso .....	56
Ecuación de la Producción.....	56

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal incrementar la productividad a través de la implementación del Mantenimiento Productivo Total en la Empresa Servicios Industriales AYBAR. Se inició con el diagnóstico situacional de la empresa, respecto a la baja productividad, luego se procedió a diseñar la propuesta de implementación basado en las 4 fases y 12 pasos del Mantenimiento Productivo Total (TPM), considerando el mantenimiento autónomo, planificado, calidad, seguridad y salud. La metodología empleada consiste en el uso de técnicas como la entrevista, observación, encuesta y el análisis estadístico; y el uso de sus respectivos instrumentos como el desarrollo de cuestionarios no estructurados, Check List, y fichas diagnóstico. Se obtuvo un incremento de la efectividad global en un 31.91 %, el Tiempo Promedio entre fallas (MTBF) un 78.10 % y el Tiempo Promedio de Reparación (MTTR) disminuyó en un 40.04 % y en la productividad de las máquinas se incrementó en un 96.36 %, en el proceso un 43.17 % y la producción en un 80.16%. Mediante el análisis de costo beneficio se determinó que la propuesta es viable ya que se obtuvo un COK de 9.51 %, un VAN S/. 370,471.84, un TIR de 47% y un IR de que por cada sol invertido se gana 1.11 soles. Los resultados obtenidos a través de la implementación del TPM, nos llevan afirmar que la implementación del TPM logra mejorar la productividad.

**Palabras clave:** Efectividad global, TPM, productividad, gestión de mantenimiento

## ABSTRACT

This research aims at increasing productivity through the implementation of Total productive maintenance in the company services industrial AYBAR. It began with the situational analysis of the company, with respect to low productivity, then proceeded to design the proposal of implementation based on the 4 stages and 12 steps of the Total productive maintenance (TPM), whereas the autonomous, planned maintenance, quality and safety and health. The methodology involves the use of techniques such as interview, observation, survey and statistical analysis; and the use of their respective instruments as the differential development of unstructured questionnaires, Check List, and chips. Obtained an increase of the overall effectiveness of a 31.91%, Time Average between faults (MTBF) a 78.10% and Time Average of Reparation (MTTR) decreased in a 40.04% and productivity of the machines an increase of 96.36% of 43.17 process %. Through the analysis of cost benefit was determined that the proposal is viable since it obtained a COK's 9.51%, a VAN S / 370,471.84, a 47% shooting and a go that each inverted Sun earns 1.11 soles. The results obtained through the implementation of TPM, lead us to confirm a methodology that stable strategies to improve business productivity.

**Key Words:** Overall Effectiveness, TPM, Productivity, Maintenance Management

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática

El problema de la baja productividad que se presenta en la empresa Servicios Industriales AYBAR se debe a varios aspectos relacionados con la gestión de mantenimiento de las máquinas de producción, para lo cual se realizó un diagnóstico de mantenimiento como lo afirman Góndres, Lajes, Rodríguez & Del Castillo (2007) que también toman en cuenta los coeficientes de importancia del deterioro de cada equipo. En el aspecto de materiales estos se encuentran a la intemperie ya que no tienen una ubicación fija de almacenamiento, son de baja calidad y no se cuenta con un stock de seguridad tanto de materiales como repuestos basado en un pronóstico. En el aspecto de medio ambiente el área es inadecuada debido al desorden, las instalaciones eléctricas están expuestas, hay presencia de sustancias peligrosas e inflamables. En el aspecto de Máquina estas no se encuentran debidamente codificadas ni inventariadas, no cuentan actualmente con los manuales del fabricante, las máquinas están deterioradas e inoperativas. Con respecto al método no se aprecia procesos de control, no existe un plan de mantenimiento, y no hay una supervisión proactiva sobre el material y máquinas. La mano de obra no tiene las tareas asignadas de manera específica, durante el proceso productivo no hay un estándar de las acciones tareas debido a que los trabajadores usan todas las máquinas de manera aleatoria o dependiente de las necesidades o disponibilidad. Cabrera & Araque (2010) afirman que es necesario las buenas prácticas de mantenimiento a través de la introducción de nuevas técnicas por los operadores incorporando elementos del mantenimiento autónomo.

El problema puede resolverse mediante el uso de las herramientas de la gestión de mantenimiento industrial como lo muestran Gallara & Pontelli (2014) ,García S.

(2010) y Boero (2006) o a través del mantenimiento preventivo como lo plantea Zapana (2018) en el escenario de una empresa que fabrica y comercializa muebles de melanina y Pirela & Pirela (2012) plantean un aporte en el mantenimiento de tornos. Otro método es la implementación del sistema TPM como lo muestra Rey (2011), Cuatrecasas (2011), García O. (2012) , Silva (2005), Horna (2017), Portal & Salazar (2016) y Suarez (2016) a través de realizar sus cuatro fases.

En el estudio se diseñó la propuesta de implementación del TPM para incrementar la productividad de la empresa Servicios Industriales AYBAR con un esquema similar a Marín & Mateo (2013), Cuatrecasas (2011) y Rey (2011) en la cual se basa en las cuatro fases y doce etapas teniendo como indicador la efectividad global que toma en cuenta la disponibilidad, eficacia y calidad de la misma manera Silva (2005) y López (2009). Como mejora de este indicador se propone el diseño de la implementación del TPM considerando la mejora continua, las 5S y seguridad y salud ocupacional. Al obtener el incremento de la productividad mediante la mejora de la efectividad global debido a la implementación del TPM se genera en la empresa una doctrina de mejora continua que busca aumentar el tiempo de funcionamiento de las máquinas. El planteamiento de la presente investigación se aleja de las investigaciones anteriormente mencionadas, ya que estas no relacionan el impacto de la implementación del TPM con la productividad. Estas solo toman en consideración con respecto al Recurso humano, costos y disponibilidad.

## **1.2. Formulación del Problema**

¿En qué medida la implementación del Mantenimiento Productivo Total incrementará la Productividad de la empresa Servicios Industriales AYBAR?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General.**

Incrementar la Productividad a través de la Implementación del Mantenimiento Productivo Total en la Empresa Servicios Industriales AYBAR.

### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

- Identificar el estado actual de la productividad respecto a la gestión de mantenimiento de la empresa Servicios Industriales AYBAR.
- Diseñar la propuesta de la implementación del mantenimiento productivo total de la empresa Servicios Industriales AYBAR
- Determinar los valores de los indicadores del mantenimiento productivo total del diseño de propuesta.
- Evaluar costo – beneficio del diseño de propuesta en la empresa Servicios Industriales AYBAR

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de Investigación

- 2.1.1. Según su fin: Aplicada
- 2.1.2. Según su alcance: Transversal Cuantitativa
- 2.1.3. Según su Método: Deductivo- Inductivo
- 2.1.4. Según el diseño de investigación: Pre experimental

### 2.2. Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos

#### 2.2.1 Técnicas de Recolección de Datos.

Contamos con diferentes métodos, técnicas e instrumentos para la recolección de datos que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla n° 1: Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.

Método	Fuente	Técnica	Justificación
<b>Cualitativo</b>	<b>Primaria</b>	<b>Entrevista</b>	Realizar la entrevista permitió determinar la situación actual de la empresa y el proceso de los servicios.
<b>Observación</b>	<b>Primaria</b>	<b>Observación</b>	Permitió recolectar información sobre la situación actual de la empresa, respecto a la gestión del mantenimiento.
<b>Cuantitativo</b>	<b>Primaria</b>	<b>Encuesta</b>	Permitió obtener información sobre el tiempo de reparación por falla, tiempo, tiempo operativo, cantidad de tipo de fallas, producción total y productos reprocesados.
	<b>Primaria</b>	<b>Análisis Estadístico</b>	Permitió identificar la situación actual de las máquinas y de la empresa.

Elaboración Propia

## 2.2.2 Instrumentos de Recolección de Datos.

Tabla n° 2: Instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Aplicado
<b>Entrevista</b>	Cuestionario no estructurado	Determinar estado actual de la gestión de mantenimiento. Identificar las máquinas más importantes en el proceso productivo.
	Check List	Seguridad y salud ocupacional Situación actual de la Empresa
<b>Observación</b>	Libreta de apuntes	Para determinar el estado situacional de la empresa con respecto a la gestión de mantenimiento.
<b>Encuesta</b>	Ficha Diagnóstico	Recolectar información acerca de las fallas y su frecuencia.
<b>Análisis Estadístico</b>	Diagrama Ishikawa	Para describir las causas de la baja productividad de la empresa Servicios Industriales AYBAR

Elaboración Propia

## 2.2.3 Técnicas de Procesamiento de Información.

### Técnicas de descripción

- Diagrama Ishikawa.

Mediante una lluvia de ideas se determinó los problemas, dificultades y carencias presentes en la actual gestión de mantenimiento dividiendo esto en 6 ámbitos.

- Organigrama

Se utilizó para poder determinar la jerarquía en la empresa de acuerdo a los puestos de trabajo.



- Diagrama de barras

Se utilizó esta técnica para reflejar cual tipo de falla es la más frecuente en los equipos vitales que tiene la empresa.

### **Programas**

- Microsoft Word

Se utilizó este programa para la organización de la información y hacer la redacción de la tesis.

- Microsoft Excel

Se utilizó este programa para la base de datos necesarios para el cálculo de los indicadores como es el número de fallas en el periodo de tiempo determinado, el tiempo de las reparaciones, el tiempo de paradas de los equipos.

- Visio Profesional

Este programa se usó para el diagramado necesario en la investigación de cada uno de los procesos considerados.

### 2.3.Procedimiento

Dentro de la metodología empleada el presente trabajo se basó en los pilares del TPM son cuales son los que muestran en la figura n°1.



Figura n° 1: Pilares del TPM

Fuente: Libro TPM- Francisco Rey Sacristán (2011)

De los ocho pilares mostrados en la figura n° 1, se desarrollaron el pilar de mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas (ciclo Deming), mantenimiento planificado (cronogramas), mantenimiento de la calidad (formato de nota de pedido), mantenimiento de las áreas de soporte (5S), polivalencia y desarrollo de habilidades (entrenamiento del personal), Seguridad y Salud (mapa de riesgos y utilización de EPP). Todo el procedimiento se refleja en la figura n° 2, enfocado a las 4 fases y 12 pasos del Mantenimiento Productivo Total.

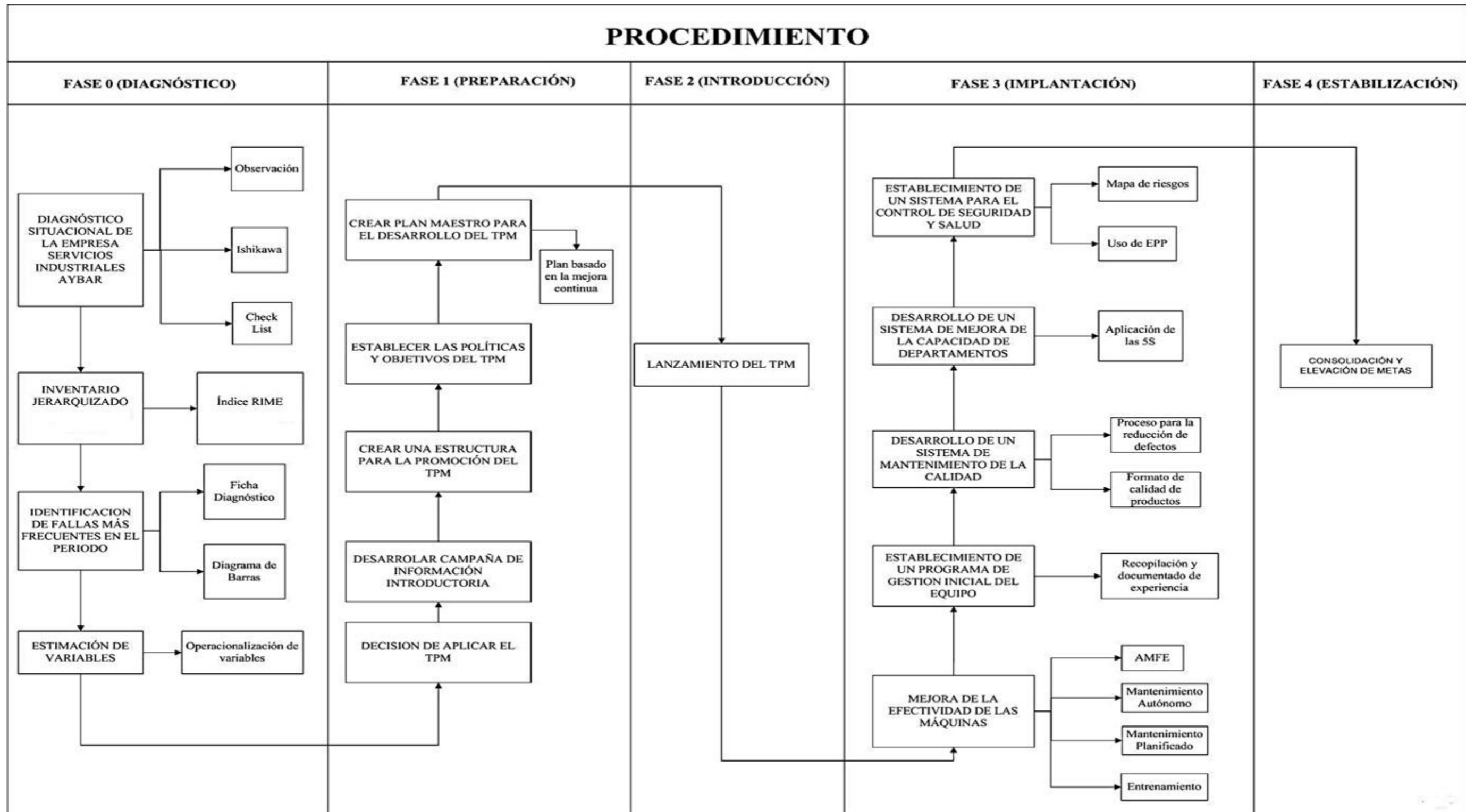


Figura n° 2: Procedimiento de investigación

Elaboración Propia

## **Fase 0: Diagnóstico**

### **Diagnóstico Situacional de la Empresa Servicios Industriales AYBAR**

El diagnóstico de la empresa se realizó a través de la observación que facilito el llenado de check list, así como recopilación de datos de la empresa a través de cuestionario no estructurado. Uno de los check list se realizó considerando las condiciones de mantenimiento que menciona Boero (2006), el otro check list que buscaba evaluar la seguridad y salud ocupacional en la empresa se encuentra realizado a base del RM n°0552013-tr, luego se procedió a elaborar un Ishikawa basado en la metodología que presenta Dounce (2013) y Cuatrecasas (2011) el cual hace referencia este como el diagrama causa y efecto, ya que permite identificar la causa de la baja productividad de la empresa a través de las 6 M (variación de maquinaria, material, método o procedimiento, mano de obra, medio ambiente y medida) Alcalde (2009).

Así mismo para mostrar la organización de la empresa actualmente se hizo uso del Organigrama, para identificar de una manera más fácil la estructura de la empresa.

### **Inventario Jerarquizado por Código de Trabajo**

Se procedió la codificación de las máquinas utilizando la metodología que presenta Pirela & Pirela (2012) la cual a través del uso de siglas permite identificar cada equipo dentro del sistema, después se procede a realizar el inventario jerarquizado basado en la metodología de RIME tomando en cuenta solo el factor del código de máquina de Dounce (2013), permitiendo así identificar los equipos vitales dentro del proceso productivo.

### **Identificación de fallas más frecuentes en el periodo**

La identificación de fallas más frecuentes en el periodo se hizo a través del uso de fichas diagnósticas de equipos Rey (2011), que sirvió para determinar las fallas y su frecuencia en los equipos vitales durante el periodo de estudio, posteriormente a través del uso de un diagrama de barras se identificó la falla más frecuente.

### **Estimación de las Variables**

A través del uso de la metodología de operacionalización de las variables, tomando en consideración la fórmula presentada por Rey (2011) sobre la efectividad global, y en el caso de la variable productividad tomando en cuenta los conceptos de García R. (2005) y Heyzer & Barry (2004).

Posteriormente se desarrollaron las fases de la implementación del TPM basado en Rey (2011), Cuatrecasas (2011) y Marín & Mateo (2013).

### **Fase 1: Preparación**

En esta fase se busca dar el conocimiento necesario, así como las responsabilidades de implantar un sistema TPM dentro de la organización como lo menciona Rey (2011).

### **Decisión de Aplicar el TPM en la Empresa**

Durante el desarrollo de la Fase 1 de implementación del TPM se comenzó con la decisión por parte del gerente de aplicar el TPM en la empresa la cual se desarrolló a través de

un compromiso firmado por él considerando los conceptos del TPM y sus 6 pilares (Cuatrecasas, 2011).

### **Desarrollar campaña de información introductoria**

Como lo menciona Rey (2011), para desarrollar la campaña de información introductoria se realiza a través de charlas al personal sobre el concepto de TPM y sus objetivos. Estas charlas se realizan basándose en las ventajas del TPM que menciona García O. (2012).

### **Crear una estructura para la promoción del TPM**

Para esto se estructuró cédula de mantenimiento la cual está conformada por el comité de pilotaje y el jefe del mantenimiento productivo total. El comité de pilotaje está conformado por cuatro personas, para la selección de estas personas se tomó en cuenta sus capacidades y habilidades. Esta organización debe tener autoridad y responsabilidad Marín & Mateo (2013).

### **Establecer las políticas y objetivos para el TPM**

Se establecieron las políticas y objetivos del TPM en la organización con la colaboración de todos los trabajadores.

### **Plan maestro para el desarrollo del TPM**

Este se desarrolló tomando en consideración el ciclo de Deming (mejora continua), considerando los pilares del TPM mencionados por Marín & Mateo (2013).

## **Fase 2: Introducción**

### **Lanzamiento del TPM**

En la segunda fase de la implementación se dio lanzamiento del TPM dando a conocer a todos los trabajadores tanto de operaciones como administrativos sobre el comienzo de la implementación del TPM, tomando en cuenta a los clientes externos (clientes y proveedores).

## **Fase 3: Implantación**

### **Mejorar la efectividad de la máquina**

En la fase 3 de implantación se busca mejorar la efectividad de las máquinas, por lo que se desarrollaron AMFE como lo indican Matos (2012) y Boero (2006), de cada uno de las máquinas vitales para disminuir los IPR más altos a través de acciones preventivas; así mismo se debe realizar la capacitación y entrenamiento de los trabajadores García O. (2012) y la implementación de un mantenimiento autónomo Gallara & Pontelli (2014), y un mantenimiento planeado, en el que se especifique las actividades y se determine el tiempo.

### **Establecimiento de un programa de gestión inicial del equipo**

A través de la implementación de un archivo para la recopilación y documentado de las experiencias de mantenimiento de los equipos.

### **Desarrollo de un sistema de mantenimiento de la calidad**

Para la reducción de defectos de calidad, re procesos de los productos, tiempo de inspección, con el control de las condiciones de las máquinas. Se implementó un formato con especificaciones acerca del pedido que realiza el cliente, que debe ser

llenado por la persona a cargo de la atención del mismo, puesto que el producto tiene que cumplir con las especificaciones del cliente, como lo afirma Alcalde (2009).

### **Desarrollo de un sistema de mejora de la capacidad de los departamentos**

A través de la aplicación de la metodología de las 5S Moulding (2010) y Mendoza (2012), afirman que es necesario para el desarrollo adecuado dentro del proceso productivo. Para esto se desarrollo formatos que facilitan el seguimiento de las mismas, ya que se relaciona con el TPM e incrementa sus indicadores como se aprecia en las tesis de Horna (2017), Saurez (2016) y Silva (2005).

### **Establecimiento de un sistema de control de seguridad y salud**

En cuanto a Seguridad y Salud, se diseñó la señalización del área de trabajo con un mapa de riesgos basado según la RM n° 055-2013-tr como lo indica García M. (1994), y EPP para su uso en el desarrollo del trabajo y sus jornadas laborales.

## **Fase 4: Estabilización**

### **Consolidación y elevación de metas**

Esto implica que los indicadores deben ser calculados de manera continua para determinar si estos se están manteniendo con las mejoras implementadas; y así lograr incrementar la productividad.



## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Diagnóstico Situacional de la Empresa

#### 3.1.1. Datos Generales de la Empresa.

Servicios Industriales AYBAR, es una empresa metalmecánica, ubicada en el Jr. Jacaranda Mza. C. Lote 10 Urbanización. Lotización Santa Mercedes, con RUC 10416174941 constituida el 13 de agosto del 2007 en la ciudad de Cajamarca. Brinda servicios de maestranza como la fabricación, transformación y maquinado de piezas de vehículos que cumplan con las características especificadas por el cliente.

##### 3.1.1.1. Misión

La empresa de servicios Industriales AYBAR tiene como misión proporcionar nuestros servicios para la fabricación y reconstrucción de piezas de metal de una manera profesional a todos nuestros clientes ofreciéndoles productos de calidad, haciendo uso de herramientas en buenas condiciones con personal capacitado.


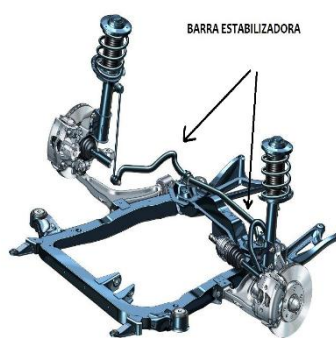
##### 3.1.1.2. Visión

Ser la empresa Cajamarquina a la vanguardia del sector industrial de manufactura, trabajando con responsabilidad para brindar un servicio de calidad, utilizando las herramientas necesarias que nos distinga de las empresas del mismo sector.

### 3.1.1.3. Principales Productos

La empresa Servicios Industriales AYBAR, tiene una amplia gama de productos que ofrece a sus clientes, pueden dar especificaciones para cada uno, desde su fabricación o modificación de los mismos.

Tabla n° 3: Productos con mayor demanda

Producto	Imagen	Descripción
<b>Cardanes</b>		Es un componente mecánico que permite unir los ejes no colineales para generar un movimiento de rotación de un eje a otro.
<b>Discos de Freno</b>		Es un dispositivo empleado para garantizar la reducción de velocidad de cada una de las ruedas de los vehículos, hasta llegar a detenerlo, debido a la fricción que se genera cuando se acciona el pedal de freno.
<b>Barras Estabilizadoras</b>		Es un componente de la suspensión del automóvil que permite solidarizar el movimiento vertical de las ruedas opuestas, minimizando la inclinación lateral que sufre la carrocería de un vehículo cuando es sometido a la fuerza centrífuga.

Elaboración propia

### 3.1.1.4. Organización de la Empresa

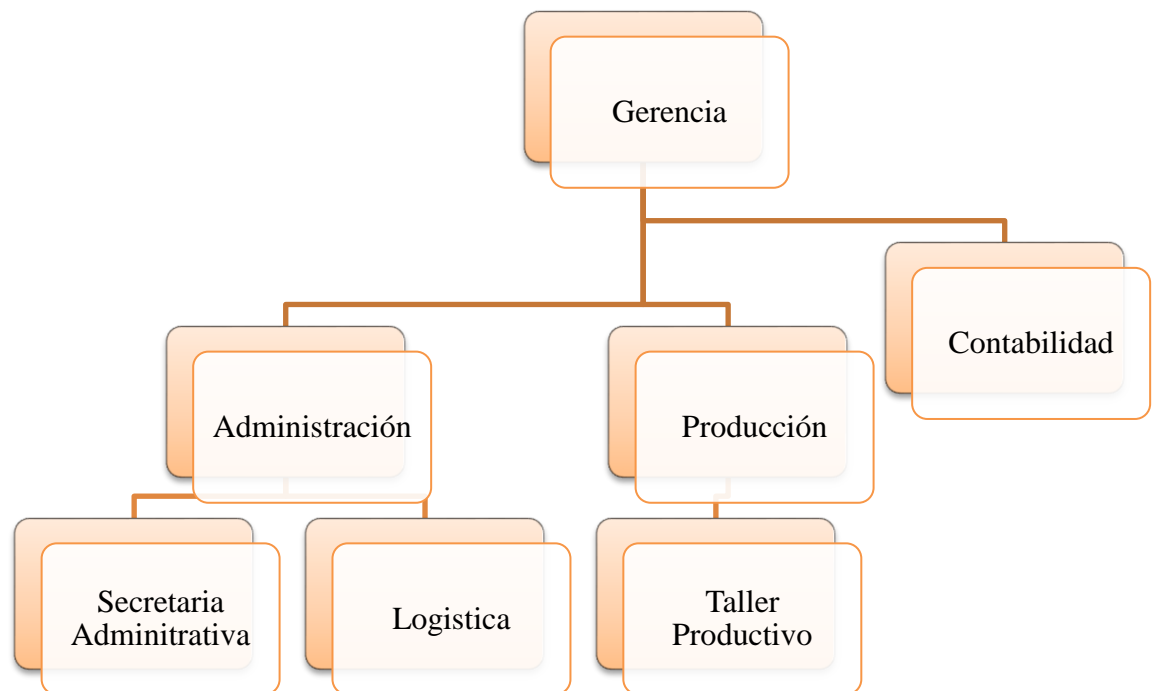


Figura n° 3: Organigrama de la empresa Servicios Industriales AYBAR

Elaboración Propia






Como se puede observar en la Figura n° 3, la empresa Servicios Industriales AYBAR, cuenta con las áreas de Administración, Producción y Contabilidad la cual es tercerizada. Se puede observar que no existe el área de mantenimiento ya que los operarios del área de Producción son los encargados de realizar las actividades de mantenimiento de las máquinas manera aleatoria y no estructurada.

### 3.1.1.5. Máquina, Equipos y Herramientas

Tabla n° 4: Máquinas de la empresa Servicios Industriales AYBAR

N°	Maquinas	Imagen	Marca	Código de fabricante	Año de adquisición
1	Torno semi automático		DMTG	CDA 6276 C	2015
2	Torno Manual		José Muxi S.A.	Nardini- 220-m.II	2007
3	Torno Manual		MHASA	No cuenta	2007
4	Torno Manual		MAGDEBURE	No cuenta	2008
5	Torno Manual		WOTAN	No cuenta	2007
6	Torno Manual		WOTAN	No cuenta	2010

7	Rectificadora		RANGER	RL 8500	2007
8	Torno Manual		METALIK	No cuenta	2010
9	Torno Manual		HIREDOSA	R 26	2010
10	Taladro Radial		SIGMA	R 915 L 30 – 40	2007
11	Rectificador de Tambores		BENNOTO	T8445	2015
12	Taladro Radial		SIGMA	No cuenta	2007

13	Taladro Radial		SIGMA	No cuenta	2007
14	Fresadora		MAHO	QUAKER 7000	2007
15	Torno Manual		No cuenta	No cuenta	2007
16	Prensa Hidráulica		HECHISA	No cuenta	2007
17	Torno Manual		No cuenta	No cuenta	2007
18	Soldadora		INDURA	280 HD	2007
19	Soldadora		INDURA	280 HD	2010

20	Torno Manual		No cuenta	No cuenta	2007
21	Torno semi automático		DMTG	CDS 62 50 C	2015
22	Soldadora		INDURA	330 HD	2015
23	Soldadora		DWT	TIG300A	2009
24	Plasma		POWER MAX	65- 047295	2012
25	Plasma		POWER MAX	65- 047295	2015
26	Tronzadora		BOSCH	No cuenta	2007

Elaboración Propia

### 3.2. Resultados del Diagnóstico del Área de Estudio

#### 3.2.1. Pasos del Diagnóstico.

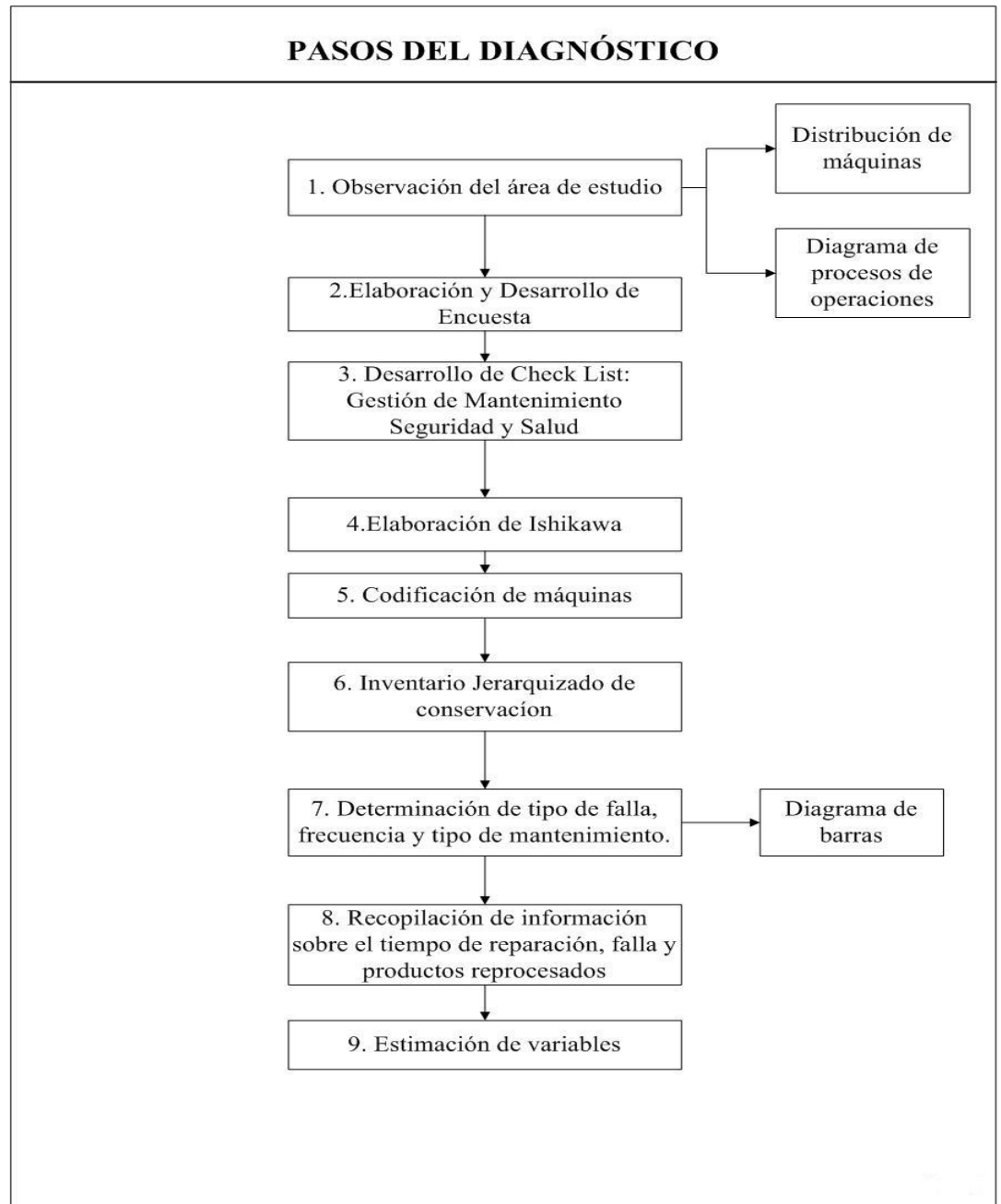


Figura n° 4: Pasos del Diagnóstico

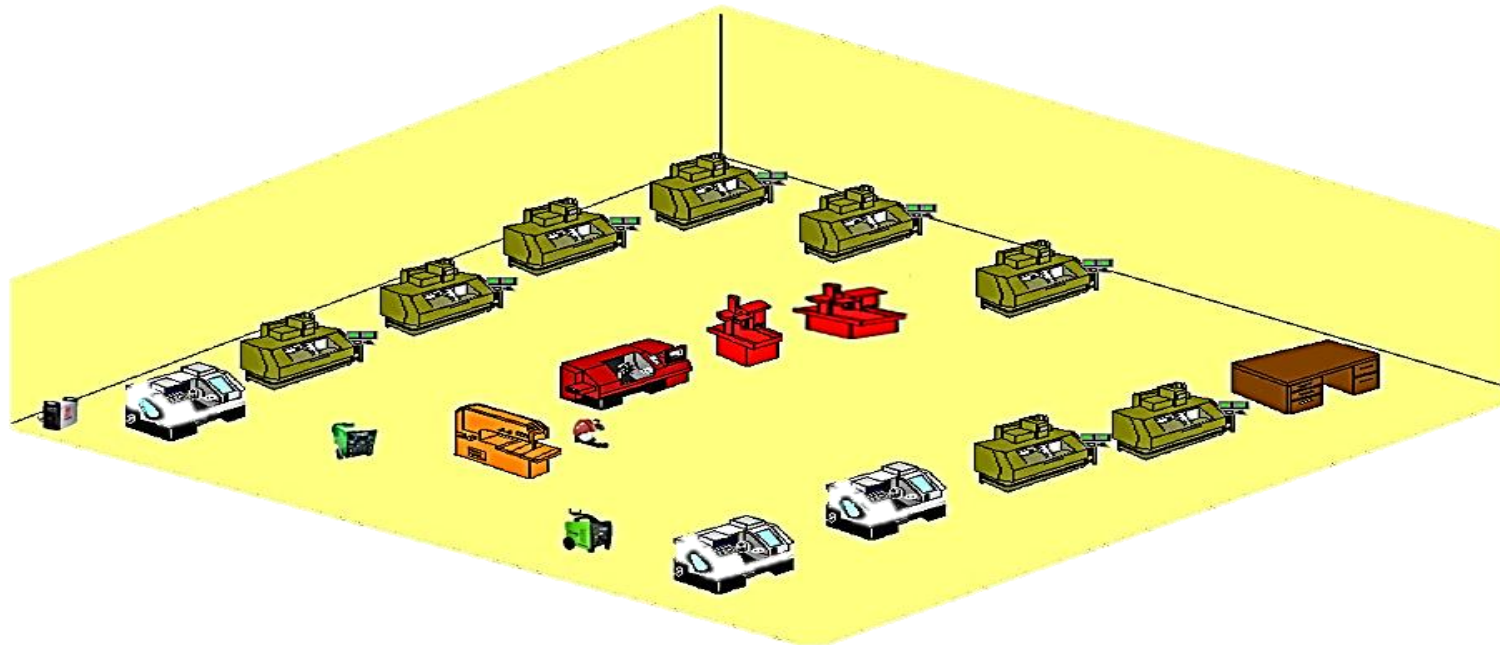
Elaboración Propia

En la figura n° 4 se muestra los pasos seguidos para el diagnóstico situacional de la empresa.



### 3.2.1.1. Observación del área de estudio

A través de visitas aleatorias, se observó el proceso que se desarrolla en el área de estudio recopilando fotos como se observa en el ANEXO n° 1, así mismo se realizó una figura que muestra la distribución actual de las máquinas como se aprecia en la Figura n°5.



LEYENDA	
	Torno Semi automática
	Torno Manual
	Soldadora
	fresadora
	Tronzadora
	Plasma
	Rectificador de tambores
	Prensa Hidráulica
	Escritorio

Figura n° 5: Distribución de Máquinas de la Empresa Servicios Industriales AYBAR

Elaboración Propia

Así mismo permitió determinar los tiempos y pasos para la elaboración del diagrama de operaciones de procesos para rectificación del Disco como se muestra en la Figura n°6. La cual permite la determinación del tiempo de ciclo de 43 minutos, teniendo un porcentaje de actividades productivas de 73.2 % y un 26.74 % de improductivas.

### Diagrama de Operaciones de Procesos

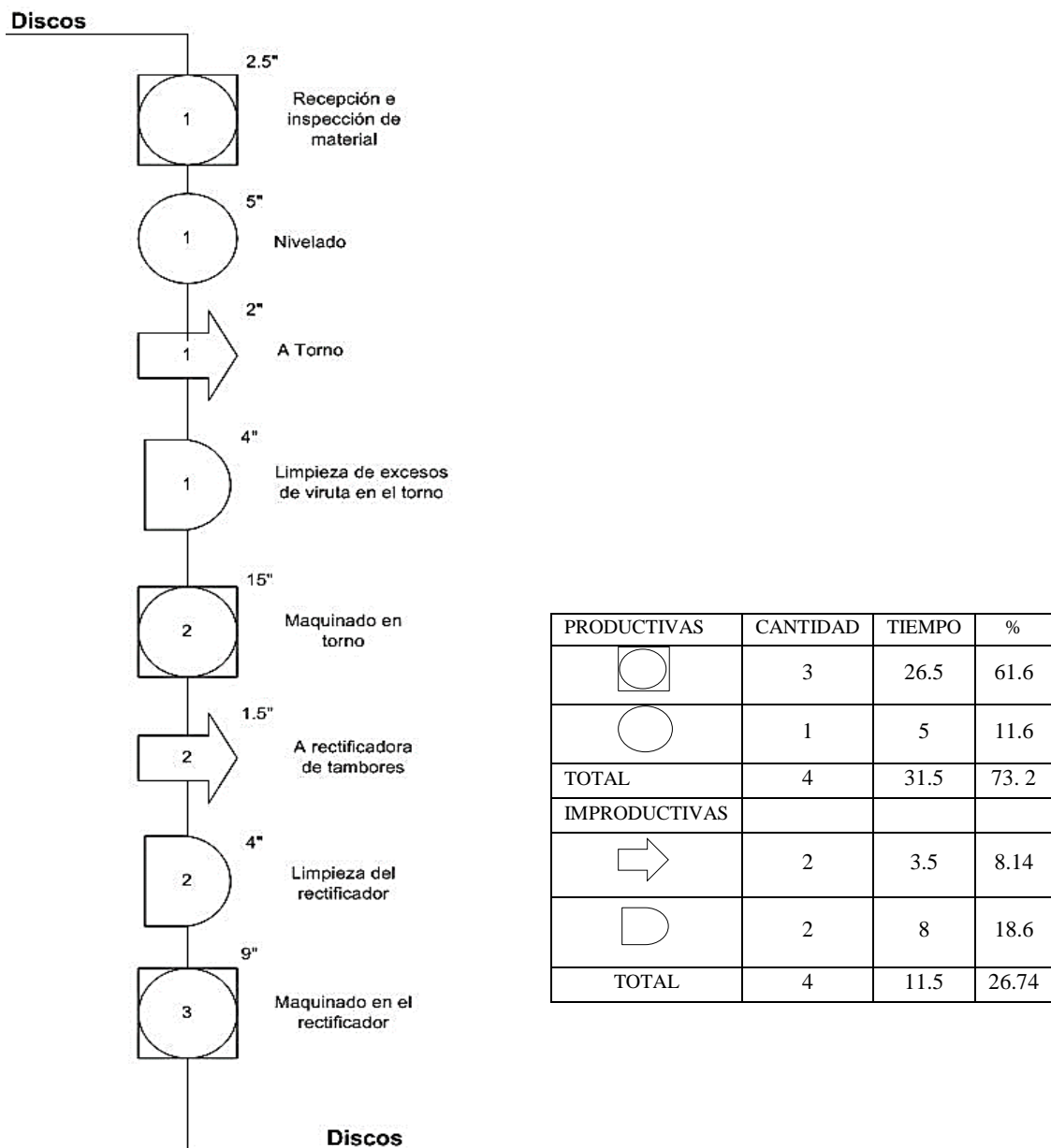


Figura n° 6: Diagrama de Proceso de Operaciones del Disco

Elaboración Propia.

### **3.2.1.2. Encuesta**

Se realizó una encuesta no estructurada sobre las máquinas y la gestión de mantenimiento como se muestra en el Anexo n° 6.

### **3.2.1.3. Desarrollo de check list**

Se hicieron los dos formatos de check list, tanto el referido al de gestión de mantenimiento ANEXO n°2 como el de seguridad y salud ANEXO n°4 para luego ser llenados como se muestra en el ANEXO n° 3 y 5. Estos sirvieron para obtener información y determinar las causas de la baja productividad en la empresa.

### **3.2.1.4. Elaboración de Ishikawa**

Después de la observación, encuesta y check list se elaboró un Ishikawa que muestra las causas principales de la baja productividad en la empresa tomando en cuenta las 5M. Como se muestra en la Figura n° 7.

**Diagnóstico de la Gestión del Mantenimiento**

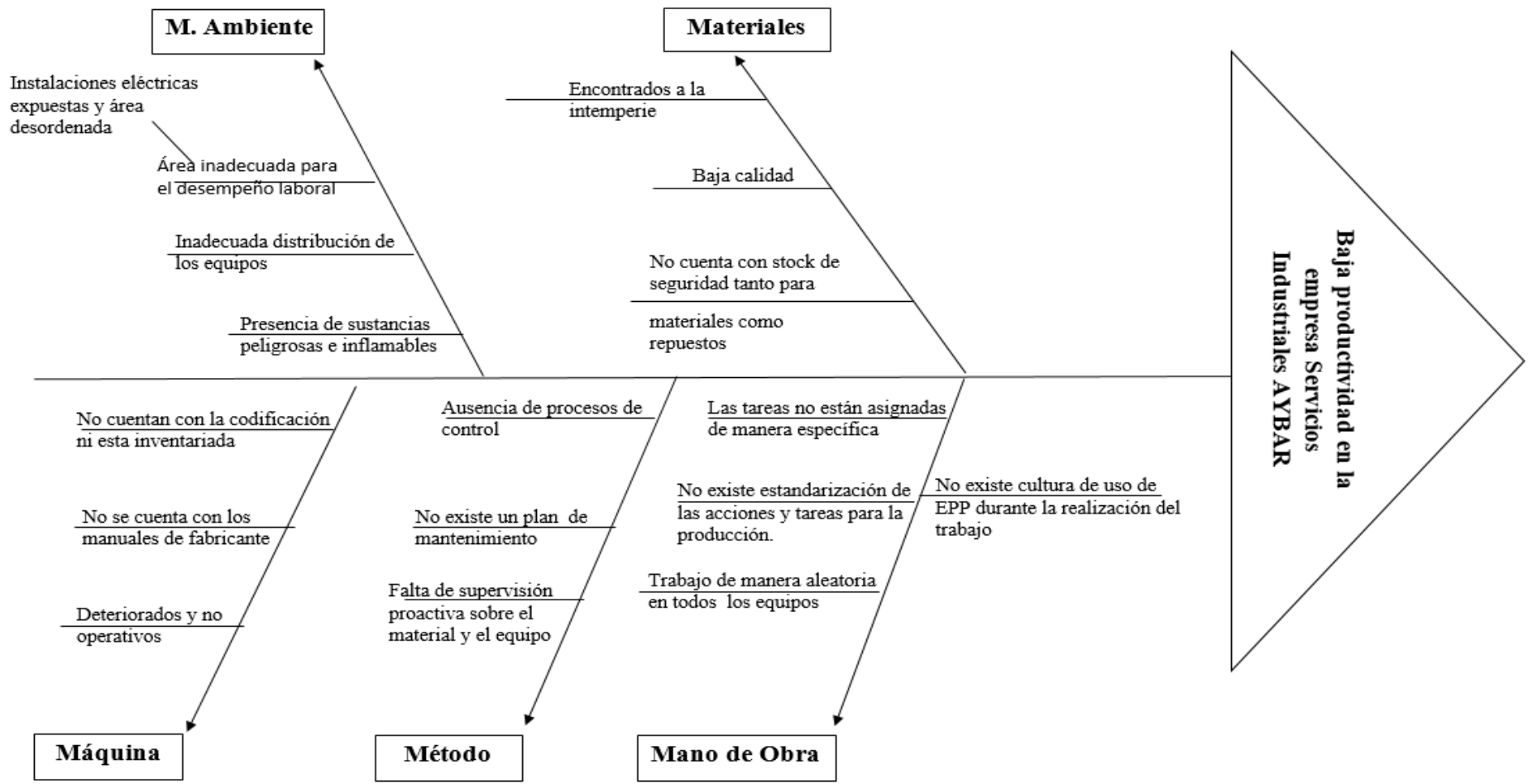


Figura n° 7: Diagrama Ishikawa de la baja Productividad de la Empresa Servicios Industriales AYBAR

Elaboración Propia

Después de las observaciones realizadas se determinó diversas razones por las cuales la Gestión del Mantenimiento en la empresa Servicios Industriales AYBAR no es la adecuada, tomando en cuenta cinco aspectos:

### **Medio Ambiente**

El ambiente de trabajo es inadecuado para el desempeño laboral debido a que las instalaciones eléctricas se encuentran expuestas, esta desordenado ya que se puede observar herramientas, materiales, mermas de la operación que no permiten el tránsito adecuado del personal y traslado de los materiales durante la producción.



Figura n° 8: Instalaciones de la Empresa Servicios Industriales AYBAR

Elaboración Propia

### **Materiales:**

Los materiales son de baja calidad, cuentan con diversos proveedores, asimismo se observó materiales oxidados debido a que se encuentran a la intemperie y no tienen una determinada ubicación. A su vez no se cuenta con un stock de seguridad tanto para materiales necesarios en la producción y repuestos de las diversas máquinas.



Figura n° 9: Materiales Expuestos

Elaboración Propia

### **Máquina:**

Las máquinas no se encuentran inventariadas ni codificadas, lo cual dificulta el trabajo durante el proceso productivo, actualmente no se cuenta con los manuales de uso ni de mantenimiento. También algunas de ellas se encuentran deterioradas ya que no existe un mantenimiento átom.



Figura n° 10: Merms en la maquina

Elaboración Propia

**Método:**

En la Gestión del Mantenimiento en la empresa Servicios Industriales AYBAR, no se cuenta con un plan de mantenimiento de las máquinas, debido a que hace falta proceso de control para determinar la necesidad de mantenimiento. No se realiza una supervisión de los materiales ni de los equipos.

**Mano de obra:**

Debido a que todos los trabajadores cuentan con el mismo perfil y capacidades, las tareas no están asignadas de manera específica para cada uno, asimismo no existe una estandarización en el proceso a seguir para la elaboración y/o reconstrucción de piezas, por lo cual trabajan de manera aleatoria en todos los equipos. Durante la realización de su trabajo se observó que existe una despreocupación por el uso adecuado de EPP.



Figura n° 11: Personal usando de manera inadecuada el EPP

Elaboración Propia

### 3.2.1.5. Codificación de las máquinas

Para realizar la codificación de las máquinas, se consideró las iniciales de cada una de ellas, como se observa en la Tabla n° 5.

Tabla n° 5: Codificación según tipo de máquina

<b>Máquinas</b>	<b>Código</b>
Fresadora	FR
Plasma	PL
Prensa Hidráulica	PH
Rectificadora de tambores	REC
Soldadora	SL
Taladro Radial	TR
Tornos manuales	TM
Torno semi automático	TSA
Tronzadora	TZ

Elaboración Propia

Luego se procedió a enumerar con estas iniciales cada una de las máquinas quedando de la siguiente manera la codificación del inventariado de máquinas como se observa en la Tabla n° 6

Tabla n° 6: Codificación de todas las máquinas

<b>Máquinas</b>	<b>Código</b>
Fresadora	FR001
Plasma	PL001
Plasma	PL002
Prensa Hidráulica	PH001
Rectificador de Tambores 1	REC001
Rectificador de Tambores 2	REC002
Soldadora 1	SL001
Soldadora 2	SL002
Soldadora 3	SL003
Soldadora 4	SL004
Taladro Radial 1	TR001
Taladro Radial 2	TR002
Taladro Radial 3	TR003
Torno Manual 1	TM001
Torno Manual 2	TM002



Torno Manual 3	TM003
Torno Manual 4	TM004
Torno Manual 5	TM005
Torno Manual 6	TM006
Torno Manual 7	TM007
Torno Manual 8	TM008
Torno Manual 9	TM009
Torno Semi automático 1	TSA001
Torno semi automático 2	TSA002
Torno semi automático 3	TSA003
Tronzadora	TZ001

Elaboración Propia.

### 3.2.1.6. *Inventario Jerarquizado de Conservación*

Para empezar con el inventario jerarquizado de conservación se toma en cuenta el criterio de código de máquina según el Índice de Clasificación de Gastos de Mantenimiento (RIME), en el cual se consideraron los siguientes aspectos tomando en cuenta la importancia de cada una de las máquinas en el proceso productivo.

Tabla n° 7: Criterios para la elaboración de código de máquina

Código de máquina	Concepto
10	<b>Recurso vital:</b> Aquellas máquinas que están en funcionamiento durante todo el proceso y una falla en las mismas ocasionaría costos y pérdidas en la producción.
9	<b>Recursos Importantes:</b> Aquellos equipos de los cuales su función no es vital, pero son necesarias en el proceso de producción y no se tiene algún tipo de duplicado es decir es el único equipo.
8	Recursos duplicados situados en la línea de producción.
7	Recurso que intervienen de forma directa en la producción.
6	Recursos auxiliares de producción sin reemplazo.
5	Recursos auxiliares de producción con reemplazo.

Fuente: Elaboración Propia a base del Libro La Productividad en el Mantenimiento Industrial de Enrique Dounce Villanueva (2006).

Tomando en consideración los aspectos mencionados por Dounce en su libro La Productividad en el Mantenimiento Industrial, se procedió a elaborar las tablas funcionamiento y los costos asociados al paro de las máquinas.

Tabla n° 8: Tabla de ponderación de máquinas respecto a su funcionamiento.

Valor	Descripción
5	Aquellas máquinas que influyen en más de un proceso.
4	Aquellas maquinas que están en la línea de producción.
3	Aquellas que son usadas esporádicamente.

Elaboración Propia.

Asimismo, se elaboró la tabla de ponderación de costos asociados al paro de las máquinas.

Tabla n° 9: Tabal de ponderación de costos asociados al paro de las máquinas.

Valor	Descripción
5	Aquellas máquinas que al parar generar perdidas en la Producción mayores o igual que S/. 8,000
4	Aquellas máquinas que al parar generar perdidas en la Producción menores a S/. 8,000.00 y mayores a S/. 5,000.
3	Aquellas máquinas que al parar generar perdidas en la Producción menores a S/. 5,000

Elaboración Propia.

Una vez determinado el criterio de código de máquina, se procedió a realizar la Tabla n°8, donde se observó la clasificación de las máquinas como vitales, importantes y triviales, para su posterior estudio.

Tabla n° 10: Inventario Jerarquizado por Código de Máquina

N°	Maquinas	Código	Funcio- namiento	Costos asociados	Código de máquina	%	Clasificación
1	Fresadora	FR001	5	5	10	34.62 %	Vitales
2	Plasma	PL001	5	5	10		
3	Rectificador de Tambores	REC001	5	5	10		
4	Soldadora	SL002	5	5	10		
5	Taladro Radial	TR001	5	5	10		
6	Torno Manual	TM006	5	5	10		
7	Torno Semi automático	TSA001	5	5	10		
8	Prensa Hidráulica	PH001	4	5	9	34.62 %	Importantes
9	Tronzadora	TZ001	5	4	9		
10	Plasma	PL002	5	3	8		
11	Rectificador de Tambores	REC002	4	4	8		
12	Soldadora	SL004	4	4	8		
13	Taladro Radial	TR002	3	5	8		
14	Taladro Radial	TR003	4	4	8		
15	Torno Manual	TM003	3	5	8		
16	Torno Manual	TM002	4	4	8		
17	Torno Manual	TM009	4	4	8		
18	Torno semi automático	TSA003	3	5	8	30.77 %	Triviales
19	Soldadora	SL001	3	4	7		
20	Torno Manual	TM008	5	2	7		
21	Torno Manual	TM004	4	3	7		
22	Torno Manual	TM007	4	3	7		
23	Torno Manual	TM001	4	3	5		
24	Soldadora	SL003	3	2	5		
25	Torno Manual	TM005	3	2	5		
26	Torno semi automático	TSA002	3	2	5		

Elaboración Propia

En la presente tabla se puede observar que el 34.62 % son máquinas vitales y el 65.38% del total representan las máquinas importantes y triviales.

Los recursos vitales son indispensables para la buena marcha de la empresa ya que son elementos que proporcionan un servicio vital y su paro o de mérito en su mal funcionamiento pone en peligro la vida del personal y dificulta el desarrollo de la empresa, para lo cual es necesario tener una prioridad de esto en cuanto a su gestión de mantenimiento. Por lo cual se tomarán en cuenta las máquinas vitales para el desarrollo de la presente tesis

### 3.2.1.7. *Determinación del tipo de falla, la Frecuencia y mantenimiento actual de las máquinas vitales.*

Durante dos meses (junio y julio 2017) de investigación a través de la observación y recopilación de información obtenida de las fichas realizadas en el diagnóstico técnico de las 9 máquinas, como se muestra en el ANEXO n° 7, se resume en la siguiente tabla.

Tabla n° 11: Frecuencia de fallas de 60 días

<b>DIAGNÓSTICO DEL ESTADO SITUACIONAL (Frecuencia y Tipo de Falla)</b>		
<b>EQUIPOS ANALIZADOS</b>	<b>f</b>	<b>Mantenimiento</b>
<b>Torno</b>		
Obstrucción en la guía por presencia de viruta o elemento externo	6	Se realiza de acuerdo a las necesidades que observan en este una vez al año por parte de los mismos operarios.
Desgaste de guías	5	
Correas de transmisión estiradas	4	
Mal montaje del elemento.	3	

---

### **Fresadora**

Se quema el bobinado	7	Es realizado por los operarios.
Desgaste de las escobillas	6	
Deshilachado de su sección	5	

### **Rectificadora de tambores**

El interruptor del sistema de arranque no funciona	4	De manera aleatoria, este no es muy considerado a que el equipo es nuevo.
Endurecimiento de los discos y tambores	5	
Ondulación de los tambores	4	

### **Plasma**

Desgaste de generador	7	No es muy considerado.
El arco de corte se apaga	6	Solo se realiza un mantenimiento correctivo en caso de fallas.
Desgaste de las partes de consumo	7	

### **Máquina de soldar**

Desgaste de los rodillos impulsadores	5	Mantenimiento correctivo.
Cable quemado	4	
Inadecuados niveles de refrigerante.	3	Se contrata a una persona externa para la reparación.
Porosidad en el cordón de soldadura	2	

### **Tronzadora**

Desgaste de las escobillas	3	Mantenimiento correctivo, solo cuando está ya no puede trabajar debido a las fallas.
Desgaste del disco de corte	4	
Tornillos desajustados	5	

### **Prensa Hidráulica**

Pernos sueltos	3	Mantenimiento no planificado una vez al año, preferente en fechas de fin de año.
Roturas de oring	3	
Falta de Viscosidad	3	

### **Taladro radial**

El motor eléctrico no funciona	2	Por parte de los operadores.
Velocidad de perforación lenta	3	
La pared de la broca tiene desgaste	4	Realizada a fin de año.

---

Elaboración Propia.

Por cada grupo de máquinas se realizó un diagrama de barras para determinar cuáles son las fallas más frecuentes dentro de las operaciones de la empresa. Los cuales se muestran en las siguientes figuras.

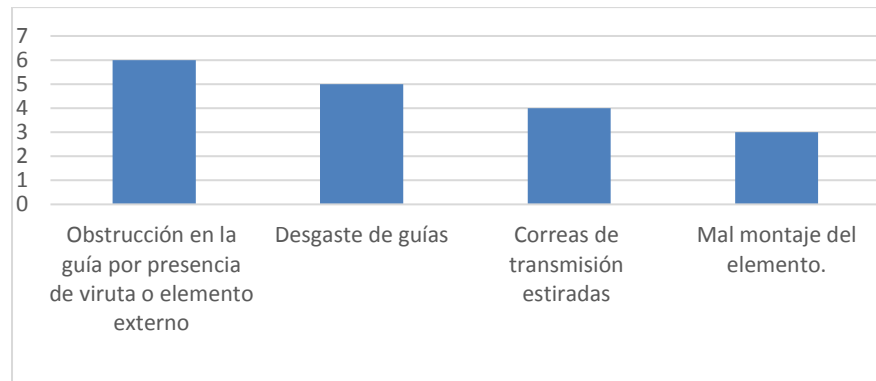


Figura n° 12: Frecuencia de falla en tornos

Elaboración Propia

Como se observa en la Figura n°12 la cual muestra las fallas en tornos, la falla más frecuente es la obstrucción en la guía por la presencia de viruta o un elemento externo la cual tiene una frecuencia de 6 esta es la más común debido a la poca limpieza y cuidado del torno. La falla con menor frecuencia es el mal montaje del elemento en el torno con una frecuencia de 3.

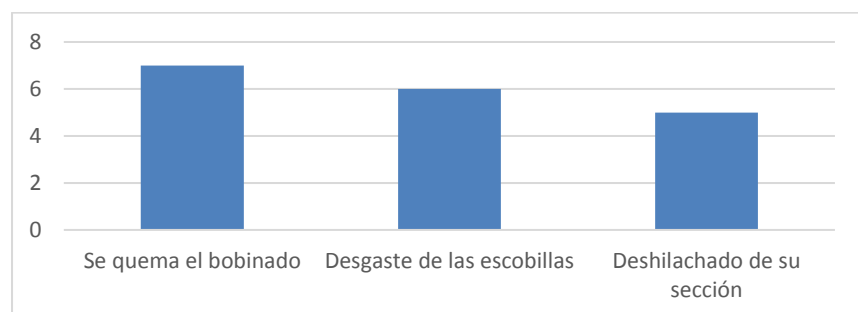


Figura n° 13: Frecuencia de falla en fresadora

Elaboración Propia

En la Figura n° 13 se aprecia las tres fallas que se presentan en la fresadora, siendo la más frecuente la quema del bobinado, y la menos frecuente el deshilachado de la sección con una frecuencia de 5.

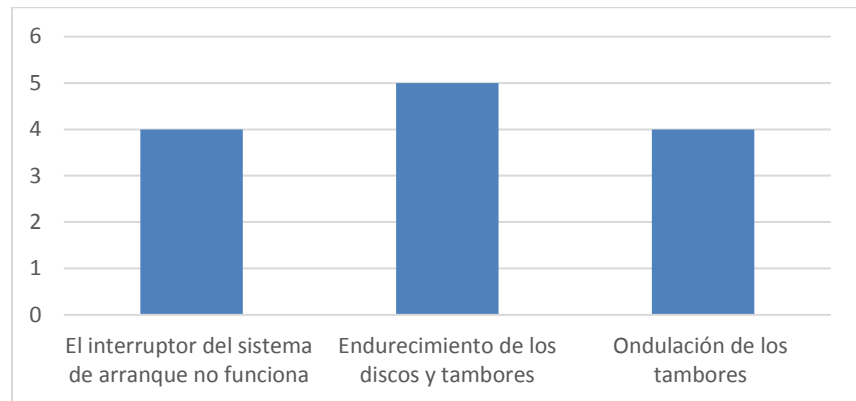


Figura n° 14: Frecuencia de falla en rectificadora de tambores.

Elaboración Propia

En la rectificadora de tambores la falla más frecuente es el endurecimiento de discos y tambores, las otras dos tienen la misma frecuencia de 4 las cuales son el no funcionamiento del interruptor del sistema de arranque y la ondulación de los tambores lo cual se muestra en la Figura n° 14

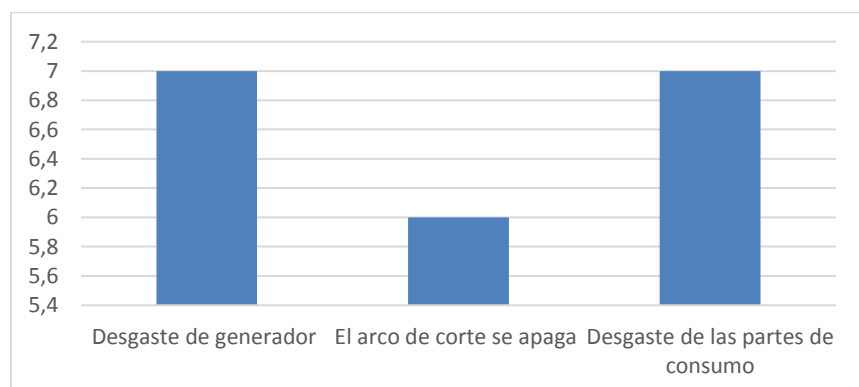


Figura n° 15: Frecuencia de fallas en plasma.

Elaboración Propia

En la Figura n° 15 se muestra la frecuencia de fallas presentada en el plasma 2 de las cuales tienen la misma frecuencia de 7 estas son el desgaste del generador y de las partes de consumo, siendo la menor el apagado del arco de corte.

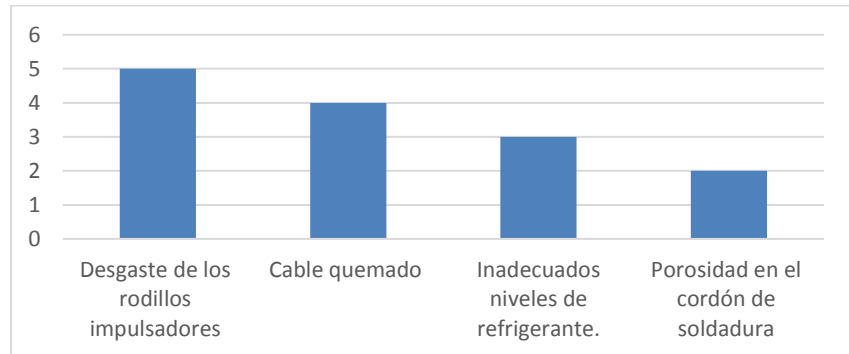


Figura n° 16: Frecuencia de falla en máquina de soldar

Elaboración Propia

Las fallas en la máquina de soldar son cuatro como se muestra en la Figura n° 16 siendo la más frecuente el desgaste de los rodillos impulsores con una frecuencia de 5, seguido por el cable quemado con una frecuencia de 4, la tercera es el inadecuado nivel de refrigerantes con una frecuencia de 3, por último, la falla con menor frecuencia es la porosidad en el cordón de soldadura.

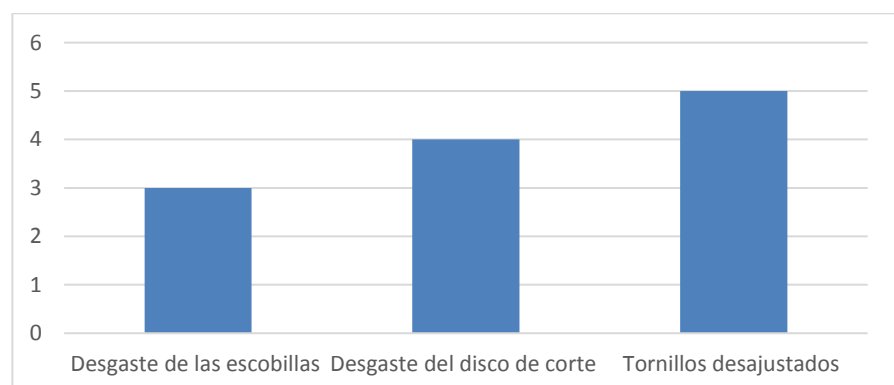


Figura n° 17: Frecuencia de fallas en la tronzadora

Elaboración Propia



Como se muestra en la Figura n° 17 las fallas en la tronzadora son tres, la de mayor frecuencia es la de tornillos desajustados con una frecuencia de 5 y la menor es desgaste de las escobillas con una frecuencia de 3.

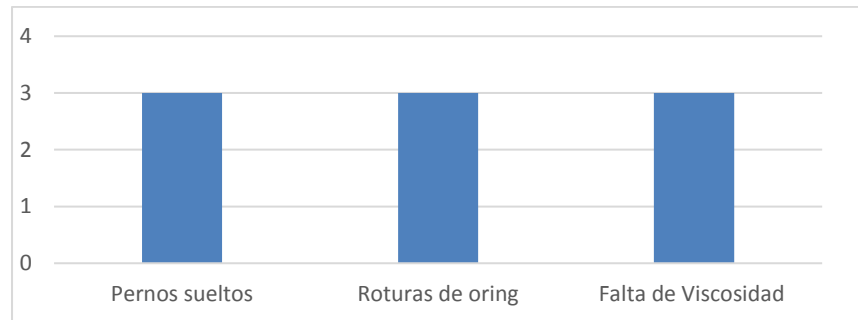


Figura n° 18: Frecuencia de fallas en prensa hidráulica

Elaboración Propia

En la Figura n°18 se muestra la frecuencia de fallas en prensa hidráulica, en la cual se refleja que las tres fallas tienen una frecuencia iguala tres.

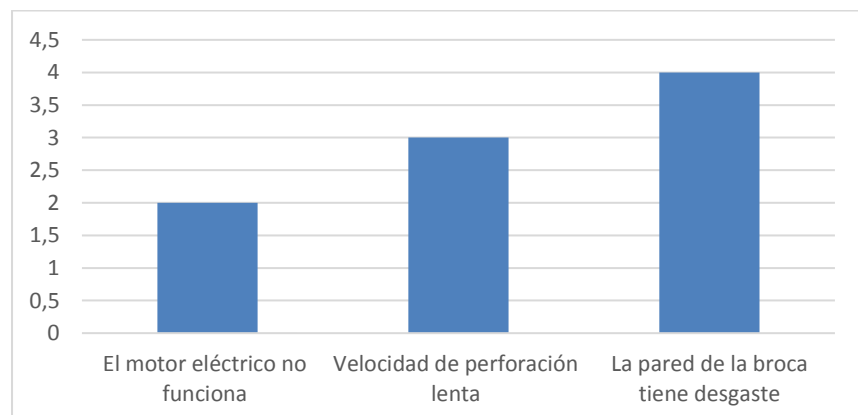


Figura n° 19: Frecuencia de fallas en taladro radial.

Elaboración Propia

En la figura n°19 se muestra la frecuencia de fallas en el taladro radial, en la cual la falla más frecuente es el desgaste de la pared de la broca y la menos frecuente es el no funcionamiento del motor eléctrico.

### **3.2.1.8. *Recopilación de información sobre el tiempo de reparación de información sobre el tiempo de reparación, falla y productos reprocesados***

Estos datos se muestran en el ANEXO n° 8 basados en las fichas diagnóstico desarrollados anteriormente, así como la información recopilada de la observación.

### **3.2.1.9. *Estimación De Variables***

#### **Variable Independiente**

El Mantenimiento Productivo Total de la empresa Servicios Industriales AYBAR se calculó tomando en cuenta el indicador de la Efectividad Global que considera, la disponibilidad de los equipos, la eficacia de los mismos y la calidad de los productos realizados. Así mismo se consideró el MTBF y MTTR. Los datos con los se ha trabajado se muestra en el ANEXO n°8.

1° Se calculó la disponibilidad a través de la siguiente fórmula:

### Disponibilidad (D)

$$D = \frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{\text{Tiempo de Apertura}}$$

$$D = \frac{460.63 \text{ horas}}{600 \text{ horas}} \times 100$$

$$D = 76.77 \%$$

Estos datos se encontraron a través del cálculo de la disponibilidad de los equipos jerarquizados como vitales. El cual resulta de la proporción que existe entre el tiempo de Funcionamiento y el tiempo de Apertura.

2° Se calcula la eficacia

### Eficacia (E)

Para el cálculo de la eficacia se toma en cuenta el tiempo de ciclo teórico de las piezas que se realizan en cada una de las maquinas por las unidades fabricadas, entre el tiempo de funcionamiento.

$$E = \frac{\text{Tiempo Ciclo teórico} \times \text{Unidades Fabricadas}}{\text{Tiempo de Funcionamiento}} \times 100$$

$$E = \frac{0.72 \frac{\text{horas}}{\text{unidad}} \times 494 \text{ unidades}}{460.63 \text{ horas}} \times 100$$

$$\text{Eficacia} = 0.7722 = 77.22 \%$$

El 77.22 %, refleja la capacidad de las máquinas para producir piezas durante su tiempo de funcionamiento.

3° Cálculo de la calidad

### **Calidad (C)**

Se toma en cuenta las unidades fabricadas, menos la cantidad de la unidades defectuosas o reprocesadas puesto que no cumplen con las especificaciones requeridas por los clientes, entre las unidades fabricadas.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades fabricadas} - \text{unidades defectuosas}}{\text{Unidades Fabricadas}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{494 \text{ unidades} - 201 \text{ unidades}}{494 \text{ unidades}}$$

$$\text{Calidad} = 0.5931 = 59.31 \%$$

El 59.31 % de los de productos cumplen con las especificaciones del cliente y no necesitan ser reprocesados.

Teniendo los cálculos necesarios se procederá a determinar el indicador del TPM, con la siguiente formula:

**Efectividad Global** = Disponibilidad (D) x Eficacia (E) x

Calidad(C)

$$EG = 0.7677 \times 0.7722 \times 0.5931 = 35.16 \%$$

La efectividad Global de la Empresa Servicios Industriales AYBAR es de un 35.16 %.

**Tiempo promedio entre fallas**

$$MTBF = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n}{n}$$

$$MTBF = 36.29 \text{ horas}$$

El tiempo promedio entre fallas está dada por el tiempo de funcionamiento y el número de correctivos realizados en las 9 máquinas clasificadas como vitales.

**Tiempo Promedio de reparación**

$$MTTR = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n}{n}$$

$$MTTR = 9.84 \text{ horas}$$

El tiempo Promedio de reparación está dado por el tiempo de reparación y el número de fallas.

Tabla n° 12: Estimación de Resultados de la Variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	FÓRMULA	RESULTADO	INTERPRETACIÓN	SUB DIMENSIONES	FÓRMULA	RESULTADO	INTERPRETACIÓN
<b>Mantenimiento Productivo Total</b> Es un sistema Gerencial que permite la participación total, de la organización al tener los equipos de producción siempre listos. (García O. , 2012)	<b>Efectividad Global</b>	$EG = D \times E \times C$	EG = 35.16 %	El rendimiento de las máquinas mientras está en funcionamiento es de un 34.11%, lo que significa el porcentaje del tiempo total planeado en el que realmente las máquinas producen las piezas.	<b>Disponibilidad</b>	$D = \frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{\text{Tiempo de Apertura}}$	$D = \frac{460.63 \text{ horas}}{600 \text{ horas}}$ D = 76.77 %	Durante el periodo de estudio las máquinas están disponibles en un 76.77% para la producción.
	<b>Tiempo medio entre fallas (MTBF)</b>	$MTBF = \frac{T1+T2+T3+\dots+Tn}{n}$	MTBF = 46.13 horas	Después de 46.13 horas sucederá una falla.	<b>Eficacia</b>	$E = \frac{\text{Tiempo Ciclo teórico} \times \text{Unidades Fabricadas}}{\text{Tiempo de Funcionamiento}} \times 100$	$E = \frac{0.72 \frac{h}{und} \times 494und}{460.63 h}$ Eficacia = 77.22 %	Las máquinas tienen un 77.22 % de capacidad para producir piezas.
	<b>MTTR</b>	$MTTR = \frac{t1+t2+t3+\dots+tn}{n}$	MTTR = 9.84 horas	El tiempo promedio en el que se reparará las maquinas es de 9.84 horas.	<b>Calidad</b>	$C = \frac{\text{Unidades fabricadas} - \text{Unidades defectuosas}}{\text{Unidades Fabricadas}} \times 100$	Calidad = 59.31 %	El porcentaje de productos bien elaborados es 59.31 % del total de la producción.

Elaboración Propia

### **Variable dependiente**

#### **Productividad de Máquina**

Para el cálculo de la productividad de máquina se toma en cuenta la Producción Promedio Real entre el número de máquinas.

$$P_o = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Numero de máquinas}}$$

$$P_o = \frac{494 \text{ unidades}}{9 \text{ máquinas}}$$

$$P_o = 55 \frac{\text{unidades}}{\text{máquinas}}$$

#### **Productividad del Proceso:**

Para calcular la productividad del Proceso se considera la producción promedio real sobre el tiempo total de producción. Basado en el tiempo de ciclo.

$$P_o = \frac{\text{Producción}}{\text{Tiempo total de Producción}}$$

$$P_o = \frac{494}{0.72 * 494}$$

$$= \frac{494}{355.68} = 1.39$$

#### **Producción:**

La producción promedio de las máquinas vitales es de 494 unidades.

Tabla n° 13: Estimación de Resultados de la Variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	FÓRMULA	RESULTADO	INTERPRETACIÓN
		Productividad de Máquina	$P_o = \frac{\text{Producción Real}}{\text{Numero de máquinas}}$	$P_o = \frac{494 \text{ unidades}}{9 \text{ máquinas}}$ $P_o = 55 \frac{\text{unidades}}{\text{máquinas}}$	Por cada máquina utilizada se producen 55 und/máquina
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	Es la razón entre salidas (bienes y servicios) y una o más entradas o insumos (recurso como mano de obra). (Heyzer & Barry, 2004)	Productividad del Proceso	$P_o = \frac{\text{Producción}}{\text{Tiempo total de Producción}}$	$P_o = \frac{494}{0.72*494}$ $= \frac{494}{355.68}$ $= 1.39$	Por cada Hora se producen 1.39 und/hora.
		Producción	$P = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}}$	494 unidades	La producción promedio durante el periodo de investigación es de 494 unidades

Elaboración Propia



### **3.3. Resultados del Diseño e Implementación de la Propuesta de Mejora**

La propuesta de mejora de la presente tesis se desarrolló basado en las 4 fases y 12 etapas de la implementación del TPM.

#### **Fase 1: Preparación.**

##### **Decisión de la dirección**

La implementación del TPM empieza con la decisión de la alta dirección de aplicar el TPM en la empresa para lo cual se hizo el compromiso de la dirección con la implementación de un sistema de mantenimiento productivo total en tomando en cuenta la mejora continua y búsqueda de la calidad dentro del servicio que ofrece a sus clientes, la cual se muestra en el ANEXO n° 9 este se publica y difunde por parte del propietario a cada uno de los trabajadores en la charla n°2.

##### **Campaña de información introductoria**

Se iniciará con una reunión en la fecha 03 de Setiembre del año 2017 con el propietario de la empresa Servicios Industriales AYBAR, para determinar los diversos aspectos de las necesidades del mantenimiento de cada uno de sus equipos.

En esta reunión se abordará los siguientes temas:

1. Beneficios de la implementación del TPM en cuanto a la disponibilidad de sus equipos, seguridad de los trabajadores y calidad del servicio.
2. Se informará acerca de los compromisos que se deben asumir en la implementación del TPM.

3. Se coordinará las fechas y horarios de las charlas para comunicar a todos los colaboradores en la empresa.

Se difundió el plan de TPM mediante 3 charlas a los clientes internos, en donde se tomó en cuenta los beneficios de la utilización de la misma en diversas empresas a través de muestra de casos reales a nivel internacional, nacional y local.

El objetivo primordial de las charlas es el siguiente:

Difundir a los colaboradores de la empresa Servicios Industriales AYBAR sobre el plan TPM que se desarrollara en la empresa.

Tabla n° 14: Fecha de charlas del TPM

<b>Charla</b>	<b>Fecha</b>	<b>Tema</b>
<b>Charla 1</b>	05 /09/17	Situación actual de la empresa en gestión de mantenimiento
<b>Charla 2</b>	11/09/17	Objetivos, importancia y beneficios del TPM.
<b>Charla 3</b>	10/10/17	Compromiso, diagnóstico y planes de trabajo.

Elaboración Propia

El material usado para las charlas se encuentra en el ANEXO n°10 y n°11 A su vez en el ANEXO n° 12 ,13 y 14 se muestran las firmas de asistencia en cada una de las charlas.

### Estructura para la promoción del TPM

Para crear una promoción adecuada del TPM dentro de la empresa se hizo la formación de Cédula.

Se asignó cargos con respecto a las responsabilidades del mantenimiento productivo total, considerando las capacidades y conocimientos de cada uno de los trabajadores.

En esta se asignó de acuerdo a los años de experiencia dentro de la empresa, estudio previo, cargo actual dentro del proceso productivos. No solo se tomó en cuenta estos criterios sino también las cualidades de animación de equipos y de hombres. A través de la recolección de información como se muestra en el Tabla n° 15

Tabla n° 15: Información de trabajadores.

Nombre	Experiencia	Conocimientos	Cargo	Habilidad de animación *(1-5)
Gerente	10		Supervisor	3
Operario 1	5	Técnicos mecánicos, electricista	Operario	4
Operario 2	1	Técnicos en mecánicos.	Operario de torno	2
Operario 3	2,5	Estudios técnicos	Operario de torno semiautomático	3
Operario 4	5	Estudios técnicos	Operario	4
Operario 5	2	Estudios técnicos	Operario	3
Operario 6	4	Estudios técnicos	Operario de diversas máquinas	3
Operario 7	1	Estudios técnicos	Operario de diversas máquinas	2
Operario 8	0.5	Estudios técnicos	Operario de diversas máquinas	2
Operario 9	0.25	Estudios técnicos	Operario de Soldadura, cortes	1
Operario 10	1	Estudios técnicos	Operario de diversas máquinas	2
Operario 11	0.5	Estudios técnicos	Operario de diversas máquinas	2
Operario 12	1	Estudios técnicos	Operario de diversas máquinas	2

<b>Operario 13</b>	0.25	Estudios técnicos	Operario de Soldadura, cortes	1
<b>Operario 14</b>	0.5	Estudios técnicos	Operario de diversas máquinas	2
<b>Operario 15</b>	0.25	Estudios técnicos	Operario de Soldadura, cortes	1
*1-2 Regular		3 Bueno	4-5 Muy bueno	

Elaboración Propia.

Tomando en cuenta la tabla anterior y las características se formó un comité de pilotaje conformada por 4 personas los cuales tienen las siguientes funciones:

- Capacidad de trabajar en grupo e integrarse.
- Animar reuniones de trabajo.
- Mantener las máquinas disponibles y con funcionamiento durante el proceso productivo.
- Mantener las máquinas disponibles y en funcionamiento durante el proceso productivo
- Hacer un seguimiento de los indicadores.
- Identificar los problemas de mantenimiento en un periodo de dos meses.
- Corregir los factores que no permiten el aumento de la productividad.
- Resolución de problemas.

Todo lo especificado anteriormente fue comunicado a los integrantes del comité de pilotaje como se encuentra debidamente firmado por los integrantes en el ANEXO n°15

Así mismo se asignó al jefe de mantenimiento productivo total el cuál se encarga de las siguientes funciones:

- Planifica y asigna actividades de personal a cargo.
- Coordina y supervisa los trabajos de implementación del TPM
- Rutinas diarias de revisión de equipos e instalaciones.
- Se encarga de mantener el vínculo entre los usuarios y la coordinación de conservación, mantenimiento de equipos e infraestructura.
- Cumplir con las políticas y estrategias establecidas por la empresa.

Todo esto se dio a conocer a la persona seleccionada la cual firmo el documento como se muestra en el ANEXO n° 16

### **Establecer las políticas y objetivos para el TPM**

Para prever los resultados de la implementación del TPM se realizará tanto los objetivos tomando en cuenta la estrategia del área de mantenimiento de la empresa en la cual se consignan estrategias, misión, visión, valores y los objetivos del desarrollo del sistema de mantenimiento productivo total, en los cuales se toma en cuenta el conocimiento de los procesos dentro del sistema de producción para minimización de los costos. Como se aprecia en el ANEXO n° 17

Esta se elaboró a través de los siguientes pasos:

1. Diseño
2. Revisión y Aprobación
3. Publicación
4. Socialización a todo el personal

Así mismo se trabajó con las políticas para el desempeño de los trabajadores dentro de la responsabilidad del mantenimiento de los equipos, en este caso la responsabilidad será dada por el encargado del equipo teniendo como eje el mantenimiento autónomo. Que se muestra en el ANEXO n°18

Ambos documentos fueron aprobados por el gerente general de la empresa.

### **Plan Maestro para el desarrollo del TPM**

El plan maestro está basado en planes con actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean de ello orientados a la mejora continua, para lo cual la empresa debe tomar en consideración lo constatado en la Figura n°20.

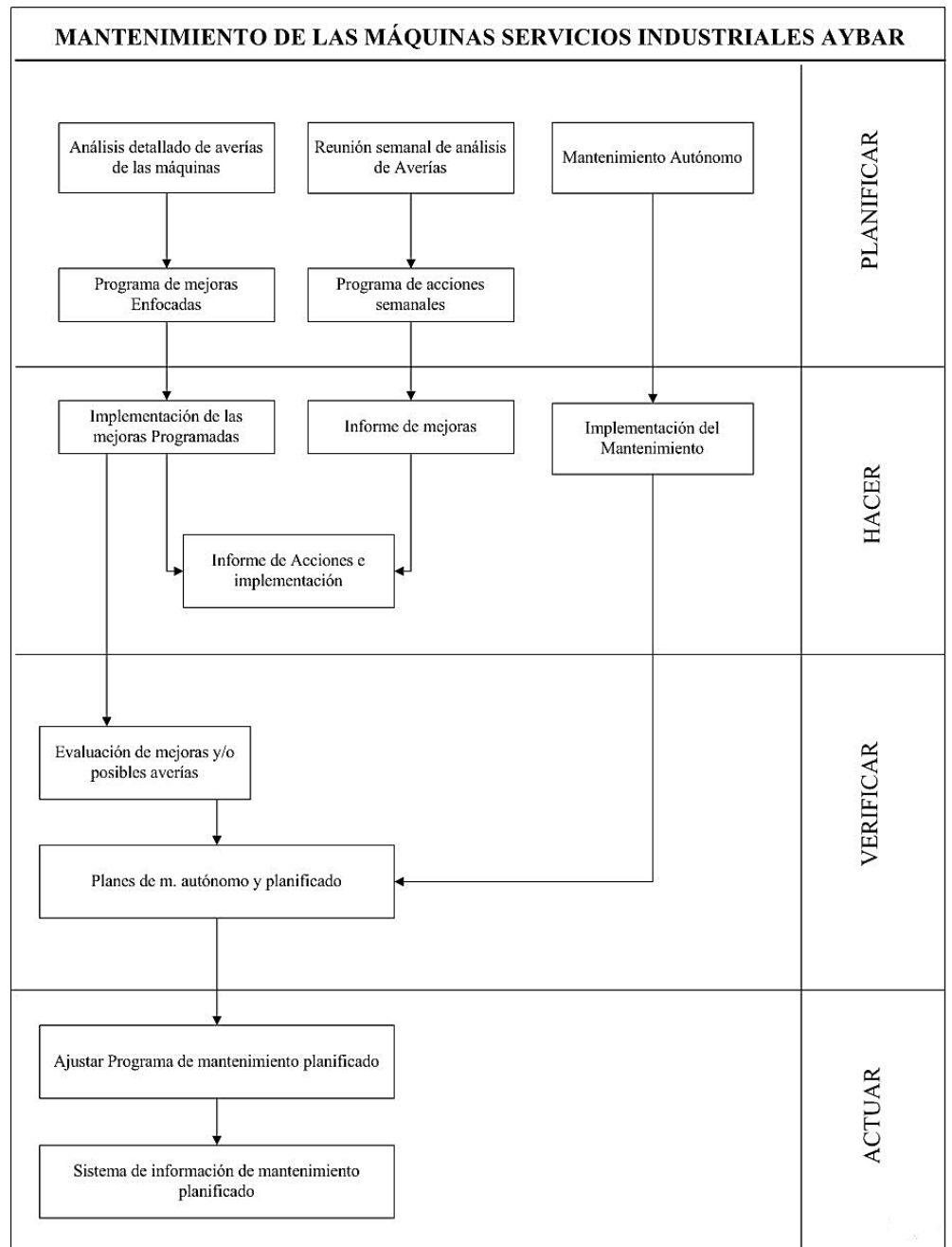


Figura n° 20: Mantenimiento de las máquinas de la Empresa Servicios Industriales AYBAR

Elaboración Propia.

Dentro del cual se planifica el análisis de las averías, el mantenimiento autónomo que se mostrará de manera detallada en la Fase 3. Hacer la implementación de las mejoras, así como la

del mantenimiento lo cual se desarrolla durante la propuesta en la presente tesis. Verificar a través de la evaluación de las mejoras y planes de mantenimiento autónomo y planificado como se muestra en la fase 3. Actuar a través del ajuste del mantenimiento planificado a las necesidades de la empresa y mantener un sistema de información del mismo.

Así mismo dentro del plan maestro se considera el Plan de charlas semanales y las reuniones de cédula programadas.

#### **Plan de charlas semanales**

Dentro del plan de desarrollo se toma en consideración el posible ingreso de nuevo personal en los próximos meses, así mismo como el olvido y poco interés acerca de las estrategias, compromiso y política de la empresa con respecto al mantenimiento, se realizará charlas grupales programadas con todos los colaboradores del área de manera bisemanal según el cronograma establecido en el ANEXO n°19, en esta se difundirá los temas de compromiso, estrategias y las políticas.



## Reuniones de cédula

Como parte del plan de desarrollo se realizó las reuniones de la célula de trabajo para el pilotaje del mantenimiento productivo total en la empresa, a su vez se realizó la planificación del mismo proyecto hasta finales del año 2018 como se muestra en la Tabla n° 16. Estas reuniones serán tanto del comité de pilotaje y aplicación y jefe de departamento con jefe de proyecto.

Tabla n° 16: Planificación de Pilotaje

Reuniones/Fechas	Planificación del pilotaje del TPM															
	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Cómite de pilotaje y aplicación	3° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)	1° semana (miércoles)
		3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)	3° semana (miércoles)
Jefes dptos. Con jefes de proyecto	3° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)	2° semana (martes)

Elaboración Propia.

Durante la realización de la tesis se hicieron las reuniones de los meses de setiembre, octubre y noviembre.

## **Fase 2: Introducción.**

### **Lanzamiento del TPM**

El lanzamiento del TPM incluye tanto a los clientes internos como externos por lo cual se sugiere al gerente general dar de conocimiento a todos estos a través de un comunicado para dar a conocer que su empresa ha optado por implementar el TPM dentro de su gestión de mantenimiento. En este comunicado debe darse a conocer la estructura de promoción, plan maestro, políticas, objetivos y la máquina piloto en la que se desarrollará en este caso serán las máquinas clasificadas como vitales.

## **Fase 3: Implantación.**

### **Mejora de la efectividad del equipo**

Para la mejora de la efectividad del equipo, se trabaja a través de las máquinas anteriormente seleccionadas para determinar sus fallas, sus causas y efectos y actuar sobre estos a través del uso del AMFE. También se busca desarrollar las habilidades de los trabajadores para el desarrollo del TPM a través del entrenamiento. Luego se procede a desarrollar el mantenimiento autónomo guiado de las acciones preventivas, el mantenimiento planificado tomando en cuenta el periodo de la realización de estos mantenimientos. Esto nos llevará a disminuir el tiempo de ciclo para lo cual se tomará en cuenta la propuesta de mejora del mismo.

### **Análisis de modo y efecto de Fallas**

Con las fallas más frecuentes en cada uno de los grupos de máquinas se trabajó un análisis de modo y efectos de fallas (AMFE). Que permitirá lograr la disminución de las causas y el IPR modo y efectos de fallas (AMFE).

Se buscó disminuir el IPR de las fallas que tienen un valor igual o mayor a 12 en cada una de las máquinas.

En la Figura a continuación se desarrolla el AMFE de los Tornos, en el cual podemos observar que el valor del IPR más grande es de 32, así mismo cada uno de los IPR son iguales o mayores a 12 por lo cual se determinan las acciones preventivas de cada uno de ellos logrando disminuir el IPR de todos.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS														
Producto/Componente/Proceso/Sistema: Sistema de producción piezas de metal Fecha: 30/10/ 17 N° Revisión: 1														
Equipo AMFE: Torno Responsable/Revisión: Tesistas														
FUNCION O PROCESO	FALLO			Controles actuales	F	G	D	IPR	Acciones preventivas	Frecuencia	NUEVOS VALORES			
	Modo	Efecto	Causa								F	G	D	IPR
Atascamiento del carro principal	Obstrucción en la guía por presencia de viruta o elemento externo	Desplazamiento frenado del carro principal, generado problemas para el mecanizado y dimensiones incorrectas.	Mala limpieza de la bancada.	Lubricación	4	4	2	32	Limpiar la viruta después del proceso de mecanizado. - Revisar la existencia de objetos externos encima de la bancada.	Diaria	1	4	2	8
Deslizamiento del carro principal	Desgaste de guías	Desplazamiento frenado del carro principal dando mal mecanizado en las piezas y dimensiones incorrectas.	Poca lubricación	No existe	4	3	2	24	Limpiar la viruta	Diaria	2	3	2	12
No gira el Plato	Correas de transmisión estiradas	No hay transmisión de movimiento.	Sobreesfuerzo de la máquina	No existe	3	3	3	27	Cambios de correa	Al año	2	2	2	8
Descarrilamiento	Mal montaje del elemento	Imposibilitarían de la operación de torneado	Desconocimiento del proceso.	No existe	3	2	2	12	Hacer pruebas antes de mecanizar con la calibración.	Diaria	1	2	2	4

Figura n° 21: AMFE de torno.

Elaboración Propia

En la siguiente figura se muestra el AMFE de la fresadora en el cual se pueden observar 3 fallas con un IPR mayor a 12 por lo cual se han formulado tres acciones preventivas que logran la disminución de los mismos, aun así, no se logra en todos llegar a un IPR mejor de 12.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS														
Producto/Componente/Proceso/Sistema: Sistema de producción piezas de metal Fecha: 30/10/ 17 N° Revisión: 1														
Equipo AMFE: Fresadora Responsable/Revisión: Tesistas														
FUNCION O PROCESO	FALLO			Controles actuales	F	G	D	IPR	Acciones preventivas	Frecuencia	NUEVOS VALORES			
	Modo	Efecto	Causa								F	G	D	IPR
Suministrar energía rotacional	Se quema el bobinado	No se proporciona la energía rotacional	Exceso de corriente nominal que pueden suceder los bobinados	Regulación mediante los fusibles o breaker	4	3	3	36	Rebobinado	Mensual	3	3	2	18
	Desgaste de las escobillas	Intermitencia en la energía rotacional	Motor sobre usado	No existen	4	3	2	24	Revisar semanalmente	Semanal	2	3	1	6
Transmitir energía rotacional	Deshilachado de su sección	Transmisión de rotación deficiente a los componentes	Exceso de trabajo	No existen	4	2	2	16	Revisar el estado de las banas	Mensual	2	2	1	4

Figura n° 22: AMFE fresadora.  
Elaboración Propia.

En la siguiente figura se desarrolló el AMFE de la rectificadora de tambores en el cual se trabaja sobre dos fallas que su valor de IPR es mayor a 12 tomando acciones preventivas con una frecuencia semanal para disminuir el valor de este.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS														
Producto/Componente/Proceso/Sistema: Sistema de producción piezas de metal Fecha: 30/10/ 17 N° Revisión: 1														
Equipo AMFE: Rectificador de tambores Responsable/Revisión: Tesistas														
FUNCION O PROCESO	FALLO			Controles actuales	F	G	D	IPR	Acciones preventivas	Frecuencia	NUEVOS VALORES			
	Modo	Efecto	Causa								F	G	D	IPR
Mecanizado por abrasión	El interruptor del sistema de arranque no funciona	No puede encender	Mala instalación	No existen	3	3	1	9						9
	Endurecimiento de los discos y tambores	Ruidos, rechinidos	Altas temperaturas.	No existen	4	3	2	24	Verificar el paralelismo del disco o conformidad del tambor por medio de micrómetro	Semanal	2	3	2	12
	Ondulación de los tambores.	Deformación de los tambores	El tiempo de uso.	No existen	3	3	2	18	Verificar el paralelismo del disco o conformidad del tambor por medio de micrómetro	Semanal	2	3	2	12

Figura n° 23: AMFE Rectificadores de tambores.

Elaboración Propia.

En el AMF del plasma se muestra tres fallas sobre las cuales se determinaron acciones preventivas que se dan tanto de manera diaria e interdiaria para disminuir el valor del IPR como se muestra en la figura a continuación.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS														
Producto/Componente/Proceso/Sistema: Sistema de producción piezas de metal Fecha: 30/10/ 17 N° Revisión: 1														
Equipo AMFE: Plasma Responsable/Revisión: Tesistas														
FUNCION O PROCESO	FALLO			Controles actuales	F	G	D	IPR	Acciones preventivas	Frecuencia	NUEVOS VALORES			
	Modo	Efecto	Causa								F	G	D	IPR
Generador	Desgaste de generador	Cortes mal hechos, problemas de calidad de corte.	Acumulación de polvo metálico	No existen	4	2	2	16	Limpieza con aire comprimido	Interdiaria	2	2	2	8
	El arco de corte se apaga	No se realiza el corte	Tobera, electrodo o difusor consumados	No existen	4	2	3	24			Interdiaria	2	2	2
	Desgaste de las partes de consumo	Reducción de la velocidad y la calidad de corte.	Aceite sucio en la alimentación del aire	No existen	4	3	2	24	Usar un filtro secador	Diario	2	3	2	12

Figura n° 24: AMFE de plasma

Elaboración Propia

En la figura n° 25 a continuación se muestra el AMFE de la soldadora en la cual se aprecia la implementación de una sola acción preventiva debido a que solo un IPR es igual o mayor que 12, en este se especifica la inspección de rodillos impulsores y la limpieza del cable.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS															
Producto/Componente/Proceso/Sistema: Sistema de producción piezas de metal Fecha: 30/10/ 17 N° Revisión: 1															
Equipo AMFE: Soldadora Responsable/Revisión: Tesistas															
FUNCION O PROCESO	FALLO			Controles actuales	F	G	D	IPR	Acciones preventivas	Frecuencia	NUEVOS VALORES				
	Modo	Efecto	Causa								F	G	D	IPR	
Soldado de partes grandes.	Desgaste de los rodillos impulsores	Difícil arranque de inicio	Suciedad en los rollos de transmisión	No existen	4	3	2	24	Inspección de rodillos impulsores Limpieza de cable	Diaria	2	2	3	12	
	Cable quemado	Problemas de alimentación	Poca limpieza. Obstrucción de revestimiento	No existen	4	2	1	8						8	
	Inadecuados niveles de refrigerante.	Sobrecalentamiento de soldadora	Acumulación de loso y formación d espuma.	No existen	3	1	2	6						6	
	Porosidad en el cordón de soldadura		Cobertura insuficiente de gas	No existen	3	2	1	6							6
			Deslizamiento excesivo	No existen	2	3	1	6							6
			Manómetros defectuosos	No existen	2	2	1	4							4

Figura n° 25: AMFE de máquina de soldar.  
Elaboración Propia



En la figura n° 26 se muestra el AMFE de la tronadora en la cual se determinó acciones preventivas sobre la causa de las fallas debido al valor de sus respectivos IPR, estas se darán tanto de manera diaria y semanal. Se ha trabajado sobre las tres fallas ya que sus IPR son mayores a 12.

Producto/Componente/Proceso/Sistema: Sistema de producción piezas de metal Fecha: 30/10/ 17 N° Revisión: 1														
Equipo AMFE: Tronzadora Responsable/Revisión:...Tesisistas.														
FUNCION O PROCESO	FALLO			Controles actuales	F	G	D	IPR	Acciones preventivas	Frecuencia	NUEVOS VALORES			
	Modo	Efecto	Causa								F	G	D	IPR
Cortado y maquinado de piezas	Desgaste de las escobillas	Daño al motor	Limpieza inadecuada. Uso de piezas que no son originales	No existen	3	3	2	18	Limpieza de las escobillas y uso de piezas de marca	Diaria	2	3	1	6
	Desgaste del disco de corte	Deficiente maquinado de las piezas	Uso excesivo del disco de corte	No existen	3	4	3	36	Inspección de disco de corte	Semanal	2	2	2	8
	Tornillos desajustados	Accidentes de perdida de miembro al operador	No colocar los tornillos en los intervalos regulares.	No existen	4	2	2	16	Inspección de la colocación de los tornillos	Diaria	1	2	2	4

Figura n° 26: AMFE tronadora.

Elaboración Propia

En la Figura n° 27 se puede observar el AMFE de la prensa Hidráulica en la cual se trabajó sobre dos causas que tiene un valor mayor o igual a 12 tomando como acciones preventivas para eliminar los restos de impureza de los purgadores y el cambio de hidrolina e inspección de las características del material a trabajar.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS														
Producto/Componente/Proceso/Sistema: Sistema de producción piezas de metal Fecha: 30/10/ 17 N° Revisión: 1														
Equipo AMFE: Prensa Hidráulica Responsable/Revisión: Tesistas														
FUNCION O PROCESO	FALLO			Controles actuales	F	G	D	IPR	Acciones preventivas	Frecuencia	NUEVOS VALORES			
	Modo	Efecto	Causa								F	G	D	IPR
Moldeado de piezas	Pernos sueltos	Roturas	Obstrucción de filtros y purgadores	No existen	3	3	2	18	Eliminar los restos de impurezas de los purgadores	Diario	2	2	2	8
	Rotunas de oring		Suciedad y acumulación de polvo metálico en oring	No existe	2	2	2	8					8	
	Falta de viscosidad	Trabajo mal diseñado	Trabajo forzado de la hidrolina	No existen	3	2	3	18	Cambio de Hidrolina inspección de características de material a prensar	Semanal-Diario	2	2	2	8

Figura n° 27: AMFE Prensa Hidráulica.

Elaboración Propia

En la Figura n° 28 se muestra el AMFE de taladro radial en el cual se aprecia el IPR más alto de 36 en el cual se determina las acciones preventivas de limpiar la broca y aumentar la presión hidráulica la cual se realizará dos veces por semana.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS														
Producto/Componente/Proceso/Sistema: Sistema de producción piezas de metal Fecha: 30/10/ 17 N° Revisión: 1														
Equipo AMFE: Taladro Radial Responsable/Revisión: Tesistas														
FUNCION O PROCESO	FALLO			Controles actuales	F	G	D	IPR	Acciones preventivas	Frecuencia	NUEVOS VALORES			
	Modo	Efecto	Causa								F	G	D	IPR
Alimentar el sistema	El motor eléctrico no funciona	Mal funcionamiento del taladro	Fuente de alimentación no conectada.	No existen	3	3	3	27	Verificar la fuente de alimentación	Diario	2	2	3	12
			Protector de sobre corriente dañado	No existen	4	4	2	32	Revisar protector de sobre corriente	Diario	3	3	2	18
	Velocidad de perforación lenta	Mala calidad de producto	Superficie de la hoja de la broca es adherida por los polvos finos	No existen	3	3	4	36	Limpia la broca Aumentar la presión hidráulica	Diario	2	2	3	12
	La pared de la broca tiene desgaste		No se puede descargar la barra de acero o los polvos finos fuera del agujero	4	2	3	24	Mejorar el flujo del agua. Limpiar el interior del agujero	Dos Veces por Semana	3	2	2	12	

Figura n° 28: AMFE Taladro Radial.

Elaboración Propia

### Mantenimiento Autónomo

Luego de realizar los AMFES por cada tipo máquinas que operan dentro de la empresa, a través de los cuales se logró disminuir el IPR (Índice de prioridad de riesgo) con las acciones preventivas se procede a hacer la gama operativa de automantenimiento en los cuales el IPR antes de las mejoras es el más alto.

La cual empieza con la ficha de automantenimiento para la realización de sus actividades. La cual se muestra en la Figura n° 29.

AUTOMANTENIMIENTO							
SEMANTAL							
<b>MÁQUINA</b>							
Marcar con X si no existen anomalías							
Marcar con una R si necesita corregir o reparar							
AUTOCONTROL: En el reverso de la hoja. Los resultados de cada control se marcarán con una X.							
<b>GAMAS</b>	<b>LUNES</b>	<b>MARTES</b>	<b>MIÉRCOLES</b>	<b>JUEVES</b>	<b>VIERNES</b>	<b>SÁBADO</b>	
LIMPIEZA							
ENGRASE							
ELÉCTRICO							
NEUMÁTICO							
MÉCANICO							
HIDRÁULICO							
EQUIPO DE CONTROL							
HERRAMIENTAS DE CORTE							
AUTOCOTROL Y FRECUENCIAS DE CONTROL							

CORRECCIÓN DE ANOMÁLIAS			
A documentar por el operario e la máquina		A documentar por J. U. / C.A.T	
HORA	Descripción de la anomalía	Responsable de Ejecución	Tiempo estimado

Figura n° 29: Ficha de automantenimiento.

Elaboración Propia.

A través de los AMFES se realiza la gama de automantenimiento en la cual se especifican las tareas a realizar por cada uno de estos tomando en cuenta las acciones preventivas del IPR. Especificando el tiempo, si la maquina se debe encontrar en marcha o parada. La cual se muestra en la Figura n° 30.

Equipos Eléctricos -Neumáticos						
TALLER: servicios Industriales AYBAR						
Equipos	Función o Proceso	N°	CONTROL: TAREA A EFECTUAR	TIEMPO TEÓRICO	MARCHA/PARADA	OBSERVACIONES
Tornos	Atascamiento del carro principal	1	Limpiar la viruta después del proceso mecanizado	5'	P	Frecuencia diaria.
		2	Revisar los objetos externos encima de la bancada	2'	M	Frecuencia diaria.
	Carro principal	3	Limpiar la viruta	5'	M	Frecuencia diaria.
	Correas de transmisión	4	Cambios de correa	15'	P	Frecuencia al año. Último día laborable del año
	Descarrilamiento	5	Hacer pruebas de calibración	3'	P	Frecuencia diaria.
Fresadora	Suministrar energía rotacional	6	Rebobinar	35'	P	Frecuencia anual
		7	Supervisar el funcionamiento de las escobillas	3'	M	Frecuencia diaria.
	Transmitir energía Rotacional	8	Revisar el estado de las banas	5'	P	Frecuencia semanal. Sábado el último día de la semana
Rectificadora de tambores	Ondulaciones de tambores	12	Verificar el paralelismo del disco o conformidad del tambor por medio del micrómetro	10'	P	Frecuencia semanal. Sábado el último día de la semana
Plasma	Generador	14	Limpieza con aire comprimido	3'	P	Frecuencia Interdiaria. Lunes, miércoles y viernes.
		15	Usar un filtro secador	2'	M	Frecuencia diaria.
Máquina de soldar	Rodillos impulsadores	13	Inspección de rodillos impulsadores Limpieza de cable	5'	P	Frecuencia diaria.

Tronzadora	Disco de corte	16	Inspección del disco de corte	5´	P	Frecuencia semanal. Sábado el último día de la semana
	Escobillas		Limpieza de las escobillas y uso de piezas de marca	7´	P	Frecuencia diaria.
	Tornillos desajustados		Inspección de la colocación de los tornillos	4´	p	Frecuencia diaria.
Prensa Hidráulica	Pernos sueltos	17	Eliminar los restos de impureza de los purgadores	3´	P	Frecuencia diaria.
	Falta de viscosidad		Cambio de Hidrolina	10´	P	Frecuencia Semanal
			inspección de características de material a prensar	3´	M	Frecuencia Daria
Taladro Radial	Motor eléctrico	9	Verificar la fuente de alimentación	1´	P	Frecuencia diaria.
		10	Revisar protector de sobre corriente	2´	M	Frecuencia diaria.
	Velocidad de perforación lenta	11	Limpiar el interior del agujero	5´	P	Frecuencia diaria.
	La pared de la broca tiene desgaste		Mejorar el flujo del agua. Limpiar el interior del agujero	4´	P	Frecuencia dos veces por semana

Figura n° 30: Gama de automantenimiento empresa Servicios Industriales AYBAR

Elaboración Propia.

### Asignación de personal y Recursos

- Asignación de personal

Para realizar el mantenimiento de cada grupo de máquinas y trabajar sobre las causas de las fallas se formarán cuadrillas conformadas por los mismos operarios de la empresa según la máquina en la que desempeñan, así como los conocimientos de la estructura de funcionamiento de los mismos.

Se formaron las cuadrillas para los siguientes tipos de máquinas.

Las cuadrillas estarán conformadas por un jefe de cuadrilla y uno o dos operarios.

#### **Cuadrilla de mantenimiento para Tornos**

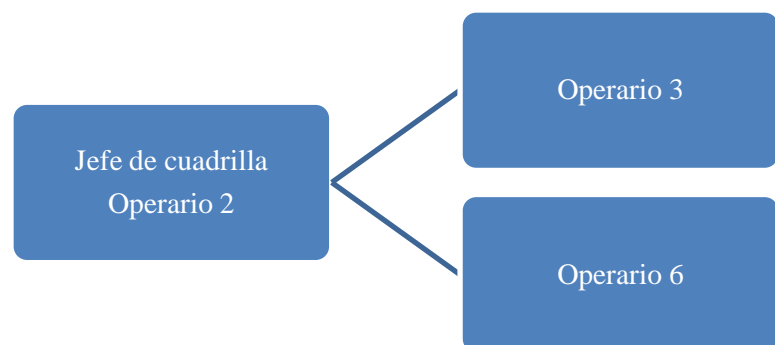


Figura n° 31: Cuadrilla de mantenimiento para tornos  
Elaboración Propia

**Cuadrilla de mantenimiento para grupo n° 1  
(Soldadoras, plasmás, tronzadora, prensa  
hidráulica)**

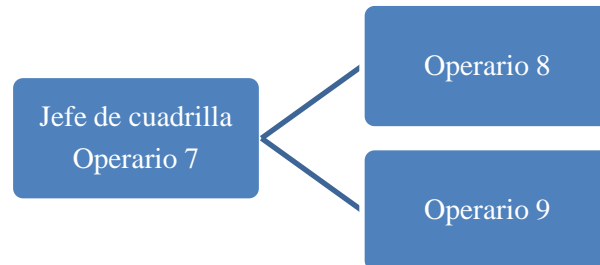


Figura n° 32: Cuadrilla de mantenimiento para tornos manuales

Elaboración Propia

**Cuadrilla de mantenimiento para grupo n°2  
(fresadora, taladros y rectificadoras)**

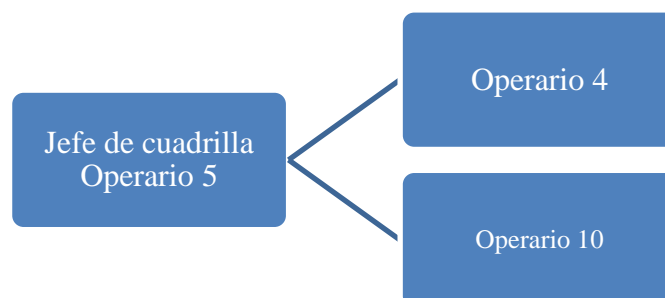


Figura n° 33: Cuadrilla de mantenimiento para grupo n° 1

Elaboración propia

Esta formación de cuadrilla busca organizar al personal para trabajar de manera ordenada y eficiente para obtener mayor disponibilidad de los equipos durante el proceso productivos.



Esta propuesta fue presentada a la empresa en día 23 de octubre del año 2017.

- Recursos Materiales

Espacio físico: Se cuenta con el espacio de trabajo de la empresa.

Tabla n° 17: Insumos y Materiales

N°	Descripción	Cantidad
1	Aceite sin detergente	26 litros
2	Grasa	26 kilos
3	Escobillón	26 unidades
4	Escoba	10 unidades

Elaboración Propia

### **Plan de Mantenimiento Planificado**

Se realiza a través de la asignación de niveles de mantenimiento dentro de la empresa después de generar gama de auto mantenimiento especificando las tareas que tienen que realizar los trabajadores.

#### Cronograma de mantenimiento planificado

Dentro del cronograma de mantenimiento se tiene en cuenta la generación de una OT (orden de trabajo), este documento se entrega a las personas encargadas de realizar determinado trabajo de mantenimiento; esta debe contener una descripción detallada del trabajo. En la cual se debe incluir los siguientes datos:

- Número de OT
- Fecha y hora de emisión de la OT
- Línea o sector que solicita el servicio
- Máquina con problema (según codificación)
- Descripción del problema
- Asignación de prioridad
- Horario y plazo de disponibilidad del equipo
- Firma del emisor.

Se puede observar el formato de orden de trabajo en el ANEXO n° 20 que se implantó en la gestión de mantenimiento de la empresa. Este se debe usar cada vez que se tenga que realizar un mantenimiento de las máquinas en las fechas establecidas.

Para el adecuado funcionamiento de las maquinas se realizó el siguiente calendario de mantenimiento preventivos durante el mes de octubre, noviembre y diciembre. Tomando en cuenta la duración de las tareas como una semana para el tipo de máquinas. Guiados de la clasificación de RIME (código de trabajo) en el índice de prioridad de las máquinas. Las cuales se muestran a continuación:

Octubre 2017						
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16 Revisión de tornos semi-	17 Generar OT	18 Ejecución de mantenimiento	19 Ejecución de mantenimiento	20 Inspección y control	21
22	23 Revisión de tornos manuales	24 Generar OT	25 Ejecución de mantenimiento	26 Ejecución de mantenimiento	27 Inspección y control	28
29	30 Revisión de taladros radiales	31 Generar OT	Notes:			

Figura n° 34: Calendario de mantenimiento octubre 2017

Elaboración Propia

Noviembre 2017						
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
			1 Ejecución de mantenimiento	2 Ejecución de mantenimiento	3 Inspección y control	4
5	6 Revisión de rectificadoras de tambores	7 Generar OT	8 Ejecución de mantenimiento	9 Ejecución de mantenimiento	10 Inspección y control	11
12	13 Revisión de soldadoras	14 Generar OT	15 Ejecución de mantenimiento	16 Ejecución de mantenimiento	17 Inspección y control	18
19	20 Revisión de tronadora	21 Generar OT	22 Ejecución de mantenimiento	23 Ejecución de mantenimiento	24 Inspección y control	25
26	27 Revisión de plasma	28 Generar OT	29 Ejecución de mantenimiento	30 Ejecución de mantenimiento	Notes:	

Figura n° 35: Calendario mantenimiento noviembre 2017

Elaboración Propia

Diciembre 2017						
Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
					1	2
3	4 Revisión de Prensa Hidraulica	5 Generar OT	6 Ejecución de mantenimiento	7 Ejecución de mantenimiento	8 Inspección y control	9
10	11 Revisión de Prensa Fresadora	12 Generar OT	13 Ejecución de mantenimiento	14 Ejecución de mantenimiento	15 Inspección y control	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	Notes:					

Figura n° 36: Calendario mantenimiento diciembre 2017

Elaboración Propia

### **Entrenamiento (Mejora continua de las habilidades de los operarios)**

El operario debe ser capaz de detectar los fallos o anomalías, para que estos puedan ser eliminados con rapidez, debido a que ellos conocen la función del componente que ha fallado.

Por eso es necesario formar a los operarios para que descubran las causas que pueden producir una avería, fallo o producto defectuoso, esto se puede lograr a través del auto mantenimiento.

Es por ello que se necesita operarios motivados y capaces de:

- Diagnosticar fallos.
- Intervenir sobre los fallos.
- Mantener las funciones y estados de referencia de las máquinas de producción.
- Prevenir fallos y proponer mejoras.

Por lo que se propone un implantar un taller de habilidades técnicas, para que se incida directamente sobre el conocimiento, habilidades o competencias de los operarios, para lograr incrementar el rendimiento operacional, productividad, la disponibilidad de las máquinas y la reducción de costes.

Es por ello que se presenta sugiere el uso de la Ficha de competencias que se puede observar en el ANEXO n° 21 el cual toma en consideración un total de 14 competencias.

Luego de ello se procedería a realizar una entrevista a cada personal, lo que permitirá evaluar las necesidades de formación personal, para mejorar las competencias y habilidades dentro del proceso y brindar un apoyo lo que implica un compromiso mutuo Empresa – operador. En la entrevista se utilizará la ficha que se encuentra en el ANEXO n°22.

Una vez realizada la ficha de valuación de cada uno de sus operarios de acuerdo a los resultados el gerente general debe

de realizar ya sea las charlas, capacitaciones, entrenamiento de acuerdo a las necesidades de sus operarios.

### Propuesta de mejora de Diagrama de Proceso de Operaciones

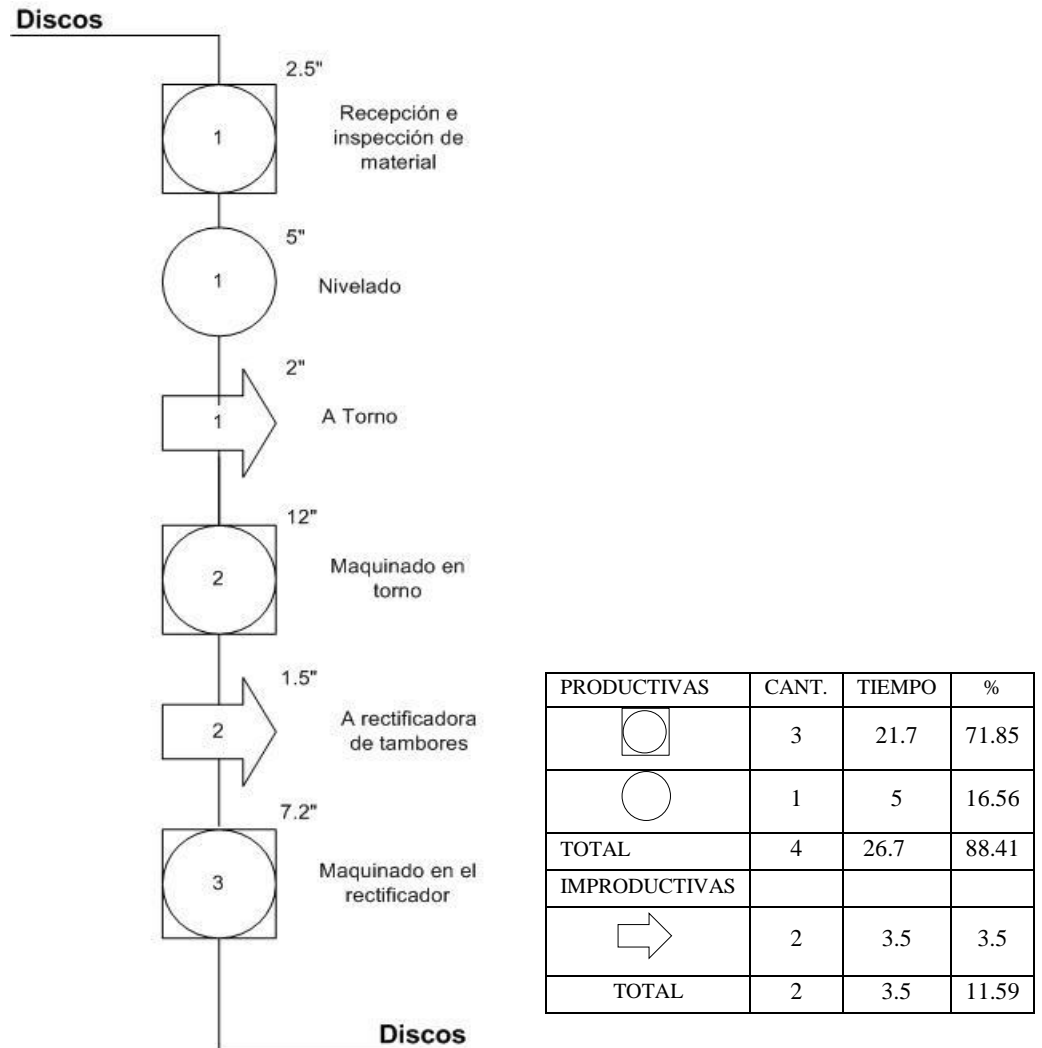


Figura n° 37: Propuesta de Mejora del Diagrama de Proceso de Operaciones

Elaboración Propia

En la Figura n°37 se muestra la propuesta de mejora del tiempo de ciclo (30.2 minutos) a través de las mejoras sugeridas en el auto mantenimiento basadas en las acciones preventivas en el IPR, se eliminó las demoras que se presentaban en el diagrama de proceso de operaciones actual en la empresa, así mismo

disminuyo el tiempo de maquinado en un 20 % ya que las máquinas se encontraran en optimo estado aumentado la velocidad. Por lo que las actividades productivas son de un 88.41 % y las actividades improductivas es de un 11. 59 %.

### **Establecimiento de un sistema de un programa de gestión inicial del equipo**

En este punto se le recomienda al gerente general de la empresa de un manejo de un cuaderno de anotaciones en el cual se recopile y documente las experiencias tanto pasadas como base del mismo, así como las experiencias luego de la implementación del TPM, este cuaderno debe estar disponible para todo el personal.

### **Sistema de mantenimiento de la calidad**

#### **Formato para mejorar la calidad de los productos**

Para mejorar la calidad de los productos elaborados y/o reconstruidos por la empresa Servicios Industriales AYBAR, se recomienda al gerente general, considerar un formato para realizar el pedido del cliente, en el que se considerara el nombre del cliente y un teléfono referencial por si surja algún inconveniente y/o duda sobre su pedido. También se considera la cantidad de producto, sus características como el material a emplear, color, dimensiones, entre otros. Como se observa en el Anexo n° 23. Una vez realizado esto el cliente debe revisar el formato y proceder a firmarlo. Finalmente se entrega el formato al operario que realizará y/o reconstruirá el producto.

### **Sistema de mejora de la capacidad de los departamentos**

Se propone desarrollar las etapas de las 5S, que también pueden ser complementarias a las prácticas de detención de anomalías, esto es muy importante en el contexto del TPM.

#### **SEIRI (Clasificación y Descarte)**

El personal debe separar las cosas necesarias de las que no.

Clasificarlos en los tachos donde corresponden de manera adecuada para contribuir con el medio ambiente.



Figura n° 38: Tachos de basura para clasificar la basura

Fuente: Bigstock web

Para desarrollar este principio deben preguntarse:

- ¿Qué debemos tirar?
- ¿Qué debe ser guardado?
- ¿Qué puede ser útil para otra persona u otro departamento?
- ¿Qué deberíamos reparar?
- ¿Qué debemos vender?



### **SEITON (Organización)**

El operario al momento de realizar sus actividades requiere de diversos materiales o instrumentos. Luego de terminar la actividad debe regresarlo al lugar correspondiente.

Todos los operarios deben conocer la codificación de la maquinaria.

Además de que todo el material o cosas deben tener un nombre en específico y espacio definido y conocido por todo el personal.

### **SEISO (Limpieza)**

1° Etapa: Limpieza y orden del puesto de trabajo

- Para ello el personal, debe habituarse realizar la limpieza del lugar de trabajo todos los días al momento de inicio y finalización de la jornada laboral, separando lo útil de lo que es inútil.
- Todos deben limpiar utensilios y herramientas al terminar de usarlas y antes de guardarlos
- Las mesas, armarios y muebles deben estar limpios y en condiciones de uso.
- No debe tirarse nada al suelo

Para realizarlo de manera efectiva se debe llenar la siguiente figura que muestra el formato de check list de limpieza del puesto de trabajo por parte de cada operario.

### LISTA DE PUNTOS A CHEQUEAR EN LIMPIEZA

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Área: \_\_\_\_\_

N°	Puntos a chequear	Estado
1	¿Ha quitado la arena, polvo, suciedad y desechos de los suelos y pasillos?	
2	¿Ha eliminado los charcos de agua de suelos y pasillo?	
3	¿Ha quitado polvo y suciedad de paredes y ventanas?	
4	¿Ha eliminado polvo de bombillas y fluorescentes?	
5	¿Ha eliminado el polvo y la suciedad de estantes y mesas de trabajo?	
6	¿Ha eliminado polvo y la suciedad de pasamanos, escaleras?	

Figura n° 39: Formato de check list de limpieza de puesto de trabajo

Elaboración Propia

2° Etapa: Limpieza inicial, engrase y revisión general del equipo o instalación.

En esta etapa básicamente se enfoca en el equipo por ello es personal debe realizar las siguientes actividades:

Limpieza general de las maquinas asignado a cada operario logrando familiarizarse y evitando desgaste y envejecimientos prematuros debido a suciedad, oxido, virutas, polvo, entre otros.

Si se detecta alguna anomalía informar al jefe de cuadrilla y luego buscar una solución y realizar un diagnóstico de las causas y lograr minimizar su impacto.

Para lo cual el operario debe seguir la lista de puntos de chequeo de limpieza de las máquinas que se muestra en la siguiente figura.

### LISTA DE PUNTOS DE CHEQUEO DE LIMPIEZA DE MÁQUINAS

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Área: \_\_\_\_\_

N°	Puntos a chequear	SI/NO	Observaciones
1	¿Se encuentra la máquina limpia?		
2	¿Los tableros eléctricos se encuentran cerrados?		
3	¿Las conexiones eléctricas, como cables se encuentran adecuadamente ordenado?		
4	¿Se observan pérdida o fugas de aceite?		
5	¿La lubricación de la máquina está limpia (sin residuos )?		

Figura n° 40: Formato check list de limpieza de maquinaria.

Elaboración Propia.

### SEIKETSU (Higiene y visualización)

Se sugiere al gerente de la empresa el uso e implementación de lo siguiente en sus instalaciones:

- Avisos de peligro, advertencias, limitaciones de velocidad, requisitos de limpieza, etc.

- Información e Instrucciones sobre equipamiento y máquina y el procedimiento de trabajo.
- Avisos de mantenimiento preventivo.

Todos ellos deben ser visibles, claros, objetivos, fácil de entender y colocarlos en un adecuado lugar.

### **SHITSUKE (Compromiso y Disciplina)**

Se enfoca en la voluntad que tiene el cliente interno de realizar sus actividades y generar un ambiente de trabajo adecuado. Es decir, el compromiso por parte de todos los trabajadores en que se apliquen las 4 S anteriores, para poder contribuir a la mejora continua y beneficiarse todos.

Por lo cual se sugiere al gerente informar acerca de la importancia de la aplicación de las 5S.

### **Sistema para el control de Seguridad y Salud**

#### **Uso de EPP**

Debido a que el trabajo realizado en la empresa servicios Industriales AYBAR, mantiene al trabajador expuesto a diversos peligros y accidentes se recomienda el uso del siguiente EPP como se muestran la tabla.




Tabla n° 18: EPP necesario en el desempeño de los trabajos.

<b>EPP</b>	<b>Cantidad</b>
Casco	18
Lentes	18
Protector Auditivo	18
Guantes de cuero	18
Guantes para soldar	18
Zapatos de Seguridad	18

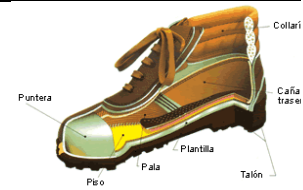
Elaboración Propia

En la siguiente tabla se puede observar las características del EPP con respecto a la protección que brindan, los cuales deben ser usados por parte de los operarios.

Tabla n° 19: Descripción del EPP

<b>Nombre</b>	<b>Uso</b>	<b>Imagen</b>
<b>Casco</b>	Utilizar en toda la jornada laboral para la protección de la cabeza de golpes y caídas de objetos	
<b>Guantes de soldadura</b>	Utilizar en el momento de soldar para la protección de gotas de metal fundido y las agresiones mecánicas.	
<b>Guantes de cuero</b>	Los guantes de cuero cubren “muy bien” la práctica totalidad de los riesgos mecánicos. Combinados con materiales térmicos tienen “buena” respuesta al calor o frío. No responden frente a la humedad o líquidos.	
<b>Protector auditivo</b>	Los protectores auditivos evitan el daño en el oído.	

**Zapatos de seguridad** Protege los dedos de los pies de las lesiones por impacto de caídas de objetos.



**Lentes** Se usan para evitar la entrada de objetos, agua o productos químicos en los ojos.



**Overol** Se utiliza para proteger al personal de fibra, polvo, salpicaduras y permite que una persona sea visible en lugares con poca luz.



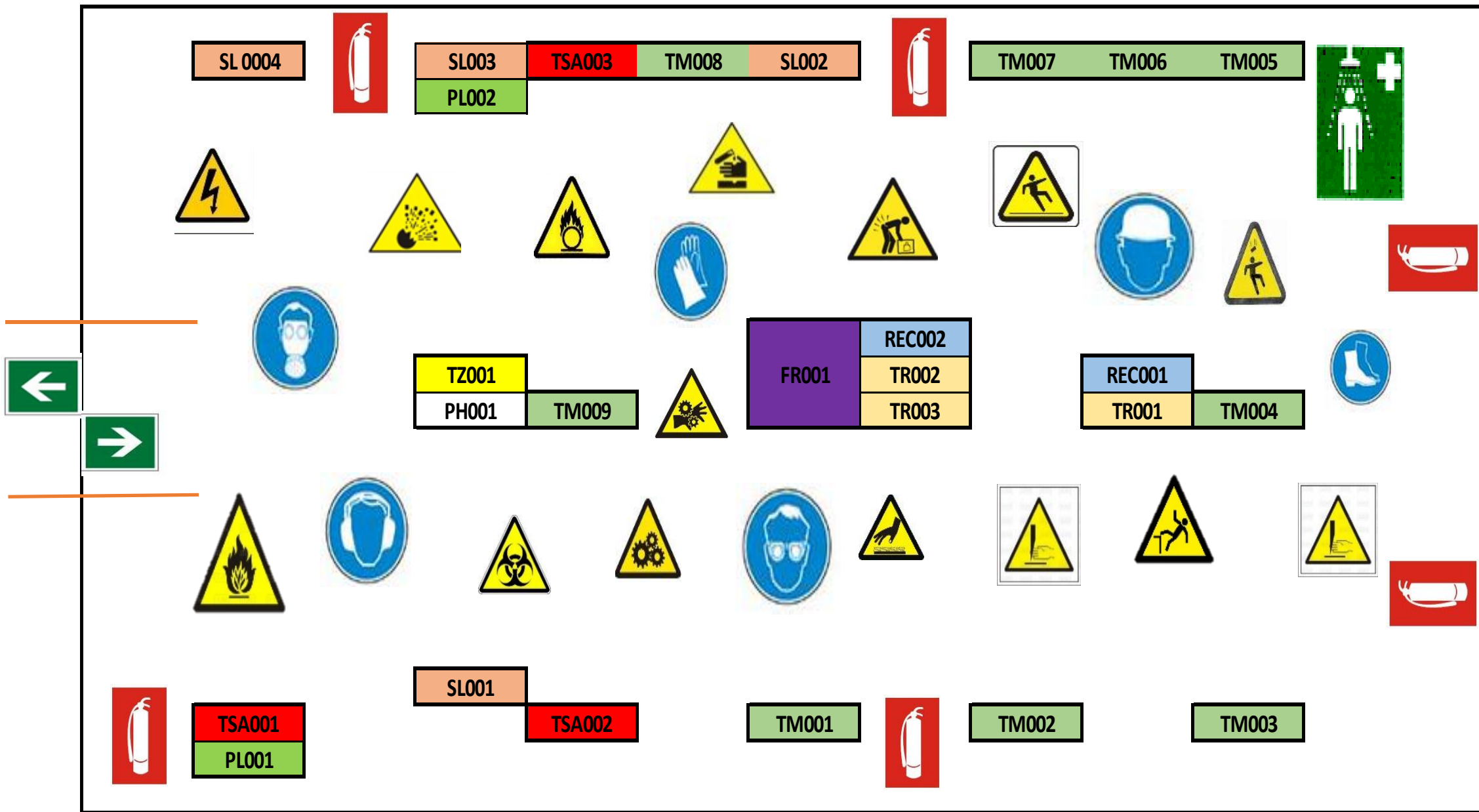
Elaboración Propia.

### Mapa de Riesgos

Se desarrolló un mapa de riesgos para el uso en la empresa y para el conocimiento de todos los trabajadores de la empresa, con este se busca mantener a los trabajadores informados acerca de los riesgos que se pueden presentar en el área de trabajo.

Se recomienda al gerente publicar este en una zona de fácil visibilidad tanto para los trabajadores como los clientes.

EL mapa de riesgos se muestra en la Figura n° 41.



RIESGO	SIMBOLO	RIESGO	SIMBOLO
RIESGO MAQUINAS EN MOVIMIENTO		RIESGO ELECTRICO	
RIESGO SUPERFICIE CALIENTE		RIESGO ERGONOMICO	
RIESGO ATRAPAMIENTO O DE MANOS Y DEDOS		RIESGO CAUSTICO	
RIESGO BIOLÓGICO		RIESGO DE EXPLOSIÓN	
RIESGO DE CORTES		RIESGO A CAIDAS DE DISTINTO NIVEL	
SALIDA		RIESGO DE CAÍDAS DE OBJETOS	
LAVADO DE OJOS		RIESGO DE MATERIALES CORROSIVOS	
DUCHA DE EMERGENCIA		RIESGO DE INCENDIO	
RIESGO DE RUIDO		RIESGO PISO RESBALOSO	
RIESGO A ALTA PRESIÓN			

SEÑALES DE OBLIGACIÓN						
SIGIFICADO DE LA SEÑAL	Protección obligatoria de la cabeza	Protección obligatoria de oído	Protección obligatoria de la vista	Protección obligatoria de las manos	Protección obligatoria de los pies	Protección obligatoria de las vías respiratoria
SIMBOLO						

Figura n° 41: Mapa de Riesgos de la empresa Servicios Industriales AYBAR

Elaboración Propia.

#### **Fase 4: Estabilización.**

##### **Consolidación y elevación de metas**

Se recomienda al gerente:

- Auditar el progreso de la gestión de mantenimiento luego de la implementación del TPM
- Redefinir los objetivos periódicamente de manera anual.
- Hacer un seguimiento de los indicadores de manera semestral.
- Mejorar los resultados basándose en la mejora continua con la aplicación del ciclo PDCA (planificar, hacer, verificar y actuar) que se muestra en la Fase 1 en el punto Plan maestro para el desarrollo del TPM.

##### **Resultados del diseño y Propuesta.**

Para determinar el valor del indicador Efectividad Global luego de implementar la Propuesta se realizó nuevamente el cálculo de la disponibilidad de los equipos, la eficacia de los mismos y la calidad de los productos.

1° Se calculó la disponibilidad a través de la siguiente fórmula:

##### **Disponibilidad (D)**

El tiempo de funcionamiento propuesto aumenta en un 18.93 % con respecto al actual. Puesto que disminuye la frecuencia de fallas en las máquinas.

$$D = \frac{\text{Tiempo de Funcionamiento}}{\text{Tiempo de Apertura}}$$



$$D = \frac{547.84 \text{ horas}}{600 \text{ horas}} \times 100$$

$$D = 91.31\%$$

2° Se calcula la eficacia

### **Eficacia (E)**

Para el cálculo de la eficacia se considera el tiempo de ciclo teórico, el cual disminuyo en un 29.7%.

$$E = \frac{\text{Tiempo Ciclo teórico} \times \text{Unidades Fabricadas}}{\text{Tiempo de Funcionamiento}} \times 100$$

$$E = \frac{0.503 \frac{\text{horas}}{\text{unidad}} \times 980 \text{ unidades}}{547.84 \text{ horas}} \times 100$$

$$\text{Eficacia} = 0.89.98 = 89.98 \%$$

El 89.98 %, refleja la capacidad de las máquinas para producir piezas durante su tiempo de funcionamiento.

### 3° Cálculo de la calidad

#### **Calidad (C)**

Para el cálculo de la Calidad, para las unidades defectuosas se considera que disminuyen en un 15 % debido a la propuesta de implementación.

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades fabricadas} - \text{unidades defectuosas}}{\text{Unidades Fabricadas}}$$

$$\text{Calidad} = \frac{980 \text{ unidades} - 180 \text{ unidades}}{980 \text{ unidades}}$$

$$\text{Calidad} = 81.63 \%$$

El 67.07 % de los de productos cumplen con las especificaciones del cliente y no necesitan ser reprocesados.

Teniendo luego de los cálculos con la siguiente formula:

**Efectividad Global** = Disponibilidad (D) x Eficacia (E) x

Calidad (C)

$$\text{EG} = 0.9131 \times 0.8998 \times 0.8163 = 67.07 \%$$

Luego de la implementación del Mantenimiento Productivo Total, la Efectividad Global de la empresa Servicios Industriales AYBAR aumento en un 31.91 %.

### **Tiempo promedio entre fallas**

$$MTBF = \frac{T1+T2+T3+\dots Tn}{n}$$

$$MTBF = 82.16 \text{ horas}$$

El tiempo promedio entre fallas está dada por el tiempo de funcionamiento y el número de correctivos realizados en las 9 máquinas clasificadas como vitales.

### **Tiempo Promedio de reparación**

$$MTTR = \frac{t1+t2+t3+\dots tn}{n}$$

$$MTTR = 5.90 \text{ horas}$$

El tiempo Promedio de reparación está dado por el tiempo de reparación y el número de fallas.

Tabla n° 20: Estimación de Resultados de la Variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	VARIACIÓN	SUBDIMENSIONES	RESULTADO ACTUALES	VARIACIÓN	RESULTADO PROPUESTOS	INTERPRETACIÓN
	Efectividad Global	31.91 %	Disponibilidad	$D = \frac{460.63 \text{ horas}}{600 \text{ horas}}$ $D = 76.77 \%$	14.54 %	$D = \frac{547.84 \text{ horas}}{600 \text{ horas}}$ $D = 91.31 \%$	Las máquinas estarán disponibles en un 91.31 % para la producción.
			Eficacia	$E = \frac{0.72 \frac{h}{und} \times 494und}{460.63 h}$ $\text{Eficacia} = 77.22 \%$	17.76%	$E = \frac{0.503 \frac{h}{und} \times 980 und}{547.84 \text{ horas}}$ $\text{Eficacia} = 89.98 \%$	Las máquinas tienen un 89.98 % de eficacia.
<b>Mantenimiento Productivo Total</b>			Calidad	Calidad= 59.31 %	22.3 2%	Calidad= 79.71 %	El porcentaje de productos bien elaborados es 79.71% del total de la producción.
	Tiempo medio entre fallas (MTBF)			MTBF = 46.13 horas	36.03 horas 78.10 %	MTBF = 82.16 horas	Después de 82.16 horas sucederá una falla.
	MTTR			MTTR= 9.84 horas	3.94 horas 40.04 %	MTTR= 5.90 horas	El tiempo promedio en el que se reparará las maquinas es de 5.90 horas.

Elaboración Propia

### Variable dependiente

#### Productividad de Máquina

Para el cálculo de la productividad de máquina se toma en cuenta la Producción Promedio Real entre el número de máquinas.

$$P_0 = \frac{980 \text{ unidades}}{9 \text{ máquinas}}$$

$$P_0 = 108 \frac{\text{unidades}}{\text{máquinas}}$$

#### Productividad del Proceso:

Para calcular la productividad del Proceso se considera la producción promedio real sobre el tiempo total de producción. Basado en el tiempo de ciclo.

$$P_o = \frac{980}{0.503 * 980} = \frac{980}{492.94} = 1.99$$

#### Producción:

Para determinar la producción después de la implementación del TPM se considera el tiempo de funcionamiento menos el tiempo de reproceso.

$$P = \frac{493.44 \text{ h}}{0.503 \text{ h/und}}$$

$$P = 980 \text{ und.}$$

## Productividad

Tabla n° 21: Estimación de Resultados de la Variable dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	RESULTADO ACTUALES	VARIACIÓN	RESULTADO PROPUESTOS	INTERPRETACIÓN
<b>PRODUCTIVIDAD</b>	Productividad de Máquina	$P_0 = \frac{494 \text{ unidades}}{9 \text{ máquinas}}$ $P_0 = 55 \frac{\text{unidades}}{\text{máquinas}}$	<p>53</p> <p>96.36 %</p>	$P_0 = \frac{980 \text{ unidades}}{9 \text{ máquinas}}$ $P_0 = 108 \frac{\text{unidades}}{\text{máquinas}}$	<p>Por cada máquina utilizada se producen 108 unidades.</p>
	Productividad del Proceso	$P_0 = \frac{494}{0.72 * 494}$ $= \frac{494}{355.68} = 1.39$	<p>0.6</p> <p>43.17 %</p>	$P_0 = \frac{980 \text{ und}}{0.503 \text{ h/und} * 980 \text{ und}}$ $= \frac{980}{492.94} = 1.99$	<p>Por cada hora se producen 1.99 unidades</p>
	Producción	<p>494 unidades</p>	<p>396</p> <p>80.16 %</p>	$P = \frac{493.44 \text{ h}}{0.503 \text{ h/und}}$ <p>P = 980 und</p>	<p>La producción durante los dos meses de investigación es de 980 unidades</p>

Elaboración Propia

### 3.4. Económico, Financiero, Beneficio Costo

#### 3.4.1. Inversión de Activos Tangibles.

En la Tabla n° 22 se describe los materiales, cantidad y costos unitarios de cada uno de ellos, los cuales son necesarios para implementar el sistema de mantenimiento productivo total.

Tabla n° 22: Inversión de los activos tangibles.

ITEM	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL, INVERSIÓN
<b>UTILES DE ESCRITORIO</b>				
Papel A4 (millar)	3	Millar	S/. 22.00	S/. 66.00
Lapiceros	2	Caja	S/. 15.00	S/. 30.00
Plumones	12	Unidad	S/. 1.50	S/. 18.00
Archivadores	3	Unidad	S/. 6.00	S/. 18.00
Perforador	1	Unidad	S/. 10.00	S/. 10.00
Post it	2	Paquete	S/. 3.00	S/. 6.00
Folders	4	Paquete	S/. 4.00	S/. 16.00
USB	2	Unidad	S/. 20.00	S/. 40.00
Grapas	2	Caja	S/. 6.00	S/. 12.00
Engrapador	1	Unidad	S/. 20.00	S/. 20.00
<b>EQUIPOS DE OFICINA</b>				
Laptop	1	Unidad	S/. 1,500.00	S/. 1,500.00
Impresora	1	Unidad	S/. 380.00	S/. 380.00
Escritorio	1	Unidad	S/. 250.00	S/. 250.00
Sillas de oficina	2	Unidad	S/. 125.00	S/. 250.00
Cámara fotográfica	1	Unidad	S/. 300.00	S/. 300.00

---

**MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN**

Etiquetas de señalización	30	Unidad	S/.	10.00	S/.	300.00
Aceite sin detergente	20	Litros	S/.	200.00	S/.	4,000.00
Grasa	20	Kilos	S/.	28.00	S/.	560.00
Escobillón	26	Unidad	S/.	5.00	S/.	130.00
Escoba	10	Unidad	S/.	15.00	S/.	150.00
Trapo	5	Metro	S/.	12.00	S/.	60.00
Desinfectante	3	Unidad	S/.	40.00	S/.	120.00
Recogedor	2	Unidad	S/.	15.00	S/.	30.00
Cascos	18	unidad	S/.	54.90	S/.	988.20
Guantes de cuero	18	Unidad	S/.	17.90	S/.	322.20
Mascarillas	18	Unidad	S/.	89.90	S/.	1,618.20
Mascarillas de soldar	5	Unidad	S/.	219.90	S/.	1,099.50
Protectores de Oído (Orejeras)	18	Unidad	S/.	39.90	S/.	718.20
Zapatos de Seguridad	18	Unidad	S/.	180.00	S/.	3,240.00
Lentes	18	Unidad	S/.	12.90	S/.	232.20
Tachos de basura Señalizados	5	Unidad	S/.	200.00	S/.	1,000.00

**EQUIPOS DE IMPLEMENTACIÓN**

Estantes Madera	1	Unidad	S/.	500.00	S/.	500.00
Máquina sopladora de aire	1	Unidad	S/.	720.00	S/.	720.00
Equipo móvil de engrase	1	Unidad	S/.	600.00	S/.	600.00
Estantes de fierro	2	Unidad	S/.	800.00	S/.	1,600.00

**TOTAL, INVERSION**

**20,904.50**

---

Elaboración Propia



Tabla n° 23: Costos de Personal

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	NUM. PERSONAS	TOTAL, INVERSIÓN
Operario Calificado	12	meses	S/. 1,800.00	3	S/. 64,800.00
Técnicos	12	meses	S/. 1,200.00	15	S/. 216,000.00
Responsable de limpieza	12	meses	S/. 930.00	1	S/. 11,160.00
Personal de entrenamiento	2	meses	S/. 800.00	1	S/. 1,600.00
Personal para aplicación 5S	3	meses	S/. 800.00	2	S/. 4,800.00
Personal para Codificación	1	quincena	S/ 450.00	1	S/. 450.00
<b>TOTAL, GASTOS DE PERSONAL</b>					<b>298,810.00</b>

Elaboración Propia

Tabla n° 24: Costo de Charlas

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL, INVERSIÓN
Charlas al personal	2	veces	S/. 500.00	S/. 1,000.00
<b>TOTAL, GASTOS DE PERSONAL</b>				<b>1,000.00</b>

Elaboración Propia

Tabla n° 25: Otros Costos

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL, INVERSION
Luz	12	meses	S/. 580.00	S/. 6,960.00
Agua	12	meses	S/. 100.00	S/. 1,200.00
Telefonía	12	meses	S/. 150.00	S/. 1,800.00
Impresión de formatos	500	unidad	S/. 0.30	S/. 150.00
Mantenimiento de Equipos	2	veces/equipo	S/. 2,700.00	S/. 5,400.00
<b>TOTAL, OTROS GASTOS</b>				<b>15,510.00</b>

Elaboración Propia.

### 3.4.2. Costos Proyectados.

En la Tabla n° 26 se determina los costos proyectados a 5 años, de los cuales hemos considerados todos los materiales de implementación que se requieren para la implementación del sistema de mantenimiento productivo total en la empresa Servicios Industriales AYBAR. De los cuales hemos considerado algunos por 5 años por ser gastos fijos.

Tabla n° 26: Costos Proyectados – Implementación de una mejora de Procesos

ITEMS	AÑO: 0		AÑO: 1		AÑO: 2		AÑO: 3		AÑO: 4		AÑO: 5	
<b>INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES</b>	S/.	<b>19,584.50</b>	S/.	<b>5,214.00</b>	S/.	<b>5,214.00</b>	S/.	<b>5,214.00</b>	S/.	<b>5,214.00</b>	S/.	<b>5,214.00</b>
<b>UTILES DE ESCRITORIO</b>												
Papel A4 (millar)	S/.	66.00	S/.	66.00	S/.	66.00	S/.	66.00	S/.	66.00	S/.	66.00
Lapiceros	S/.	30.00	S/.	30.00	S/.	30.00	S/.	30.00	S/.	30.00	S/.	30.00
Plumones	S/.	18.00	S/.	18.00	S/.	18.00	S/.	18.00	S/.	18.00	S/.	18.00
Archivadores	S/.	18.00	S/.	18.00	S/.	18.00	S/.	18.00	S/.	18.00	S/.	18.00
Perforador	S/.	10.00	S/.	10.00	S/.	10.00	S/.	10.00	S/.	10.00	S/.	10.00
Post it	S/.	6.00	S/.	6.00	S/.	6.00	S/.	6.00	S/.	6.00	S/.	6.00
Folders	S/.	16.00	S/.	16.00	S/.	16.00	S/.	16.00	S/.	16.00	S/.	16.00
USB	S/.	40.00										
Grapas	S/.	12.00										
Engrapador	S/.	20.00										
<b>EQUIPOS DE OFICINA</b>												
Laptop	S/.	1,500.00										
Impresora	S/.	380.00										
Escritorio	S/.	250.00										

Sillas de oficina	S/.	250.00								
Cámara fotográfica	S/.	300.00								
<b>MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN</b>										
Etiquetas de señalización	S/.	300.00								
Aceite sin detergente	S/.	4,000.00	S/.	4,000.00	S/.	4,000.00	S/.	4,000.00	S/.	4,000.00
Grasa	S/.	560.00	S/.	560.00	S/.	560.00	S/.	560.00	S/.	560.00
Escobillón	S/.	130.00	S/.	130.00	S/.	130.00	S/.	130.00	S/.	130.00
Escoba	S/.	150.00	S/.	150.00	S/.	150.00	S/.	150.00	S/.	150.00
Trapo	S/.	60.00	S/.	60.00	S/.	60.00	S/.	60.00	S/.	60.00
Desinfectante	S/.	120.00	S/.	120.00	S/.	120.00	S/.	120.00	S/.	120.00
Recogedor	S/.	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00	
Cascos	S/.	988.20								
Guantes de cuero	S/.	322.20								
Mascarillas	S/.	1,618.20								
Mascarillas de soldar	S/.	1,099.50								
Protectores de Oído (Orejeras)	S/.	718.20								
Zapatos de Seguridad	S/.	3,240.00								
Lentes	S/.	232.20								
Tachos de basura Señalizados	S/.	1,000.00								
<b>EQUIPOS DE IMPLEMENTACIÓN</b>										
Estantes Madera	S/.	500.00								
Estantes de fierro	S/.	1,600.00								
<b>OTROS GASTOS</b>	<b>S/.</b>	<b>15,510.00</b>	<b>S/.</b>	<b>11,622.00</b>	<b>S/.</b>	<b>11,622.00</b>	<b>S/.</b>	<b>11,622.00</b>	<b>S/.</b>	<b>11,622.00</b>
Luz	S/.	6,960.00	S/.	4,872.00	S/.	4,872.00	S/.	4,872.00	S/.	4,872.00
Agua	S/.	1,200.00	S/.	1,200.00	S/.	1,200.00	S/.	1,200.00	S/.	1,200.00
Telefonía	S/.	1,800.00								
Impresión de formatos	S/.	150.00	S/.	150.00	S/.	150.00	S/.	150.00	S/.	150.00

Mantenimiento de Equipos	S/.	5,400.00	S/.	5,400.00	S/.	5,400.00	S/.	5,400.00	S/.	5,400.00	S/.	5,400.00
<b>GASTOS DE PERSONAL</b>	<b>S/.</b>	<b>298,810.00</b>	<b>S/.</b>	<b>119,160.00</b>	<b>S/.</b>	<b>119,160.00</b>	<b>S/.</b>	<b>119,160.00</b>	<b>S/.</b>	<b>119,160.00</b>	<b>S/.</b>	<b>119,160.00</b>
Operario Calificado	S/.	64,800.00										
Técnicos	S/.	216,000.00	S/.	108,000.00	S/.	108,000.00	S/.	108,000.00	S/.	108,000.00	S/.	108,000.00
Responsable de limpieza	S/.	11,160.00	S/.	11,160.00	S/.	11,160.00	S/.	11,160.00	S/.	11,160.00	S/.	11,160.00
Personal de entrenamiento	S/.	1,600.00										
Personal para aplicación 5S	S/.	4,800.00										
Personal para Codificación	S/.	450.00										
<b>GASTOS DE CAPACITACION</b>	<b>S/.</b>	<b>1,000.00</b>	<b>S/.</b>	<b>1,000.00</b>	<b>S/.</b>	<b>1,000.00</b>	<b>S/.</b>	<b>1,000.00</b>	<b>S/.</b>	<b>1,000.00</b>	<b>S/.</b>	<b>1,000.00</b>
Charlas al personal	S/.	1,000.00	S/.	1,000.00	S/.	1,000.00	S/.	1,000.00	S/.	1,000.00	S/.	1,000.00
<b>TOTAL, DE GASTOS</b>	<b>S/.</b>	<b>334,904.50</b>	<b>S/.</b>	<b>136,996.00</b>	<b>S/.</b>	<b>136,996.00</b>	<b>S/.</b>	<b>136,996.00</b>	<b>S/.</b>	<b>136,996.00</b>	<b>S/.</b>	<b>136,996.00</b>

Elaboración Propia.

### 3.4.3. Escenario Óptimo.

Tabla n° 27: Análisis De Los Indicadores

INDICADORES	ANTES	DESPUES	INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
INGRESO POR VENTA	S/. 326,040.00	S/. 646,800.00	INGRESO POR VENTA	S/. 326,040.00	S/. 320,760.00	S/. 646,800.00

Elaboración Propia.

Tabla n° 28: Ingresos Proyectados

INGRESOS PROYECTADOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	S/. 320,760.00	S/. 320,760.00	S/. 320,760.00	S/. 320,760.00	S/. 320,760.00

Elaboración Propia.

Tabla n° 29: Flujo De Caja Neto Proyectado

AÑO 0	AÑO1	AÑO2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
-334,904.50	183,764.00	183,764.00	183,764.00	183,764.00	183,764.00

Elaboración Propia.

Procedimiento para el cálculo de COK:

$$CPPC = WACC = \frac{D}{D+C} \times Kd \times (1 - T) + \frac{C}{D+C} \times Ke$$

DEUDA	170,000	23%
CAPITAL	560,000	77%
TOTAL	730,000	100%

LEYENDA

D= Deuda

K= Capital

Kd= Costo Deuda 16.00%

T= Impuesto a la Renta 30%

Ke= Rentabilidad Accionista ROE Balance General

CPPC = Costo Prom Ponderado de Capital

RENTA NETA IMPONIBLE	72,000
IMP. A LA RENTA	21,600
	50,400

$$Ke = Roe = \frac{UTILIDAD NETA}{TOTAL PATRIMONIO} = \frac{50,400.00}{560,000.00} = 9\%$$

CPPC=	9.51%
-------	-------

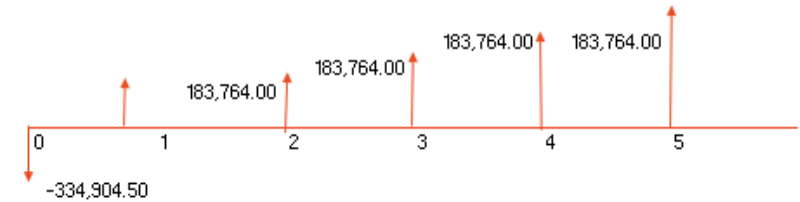
Figura n° 42: Procedimiento para el cálculo del COK

Elaboración Propia

Tabla n° 30: Indicadores De Evaluación

Indicadores de evaluación	
<b>COK</b>	<b>9.51%</b>
<b>VA</b>	S/. 705,376.34
<b>VAN</b>	370,471.84
<b>TIR</b>	47%
<b>IR</b>	2.11

Elaboración Propia



En la Tabla n° 30 se muestra que la propuesta es viable ya que el VAN es mayor que 0, el TIR tiene un valor de 47 % que es mayor que el valor que el COK, asimismo el índice de rentabilidad es mayor que 1, lo que refleja que por cada sol invertido se obtendrá una utilidad de 1.11 soles.

#### 3.4.4. Escenario Pesimista.

En este escenario se evaluará la variable del ingreso por ventas de la empresa Servicios Industriales AYBAR, en la cual los ingresos han disminuido en un 12 %, en el cual el beneficio será de S/. 243.144.00 como se muestra en la Tabla n° 31.

Tabla n° 31: Análisis de los Indicadores

INDICADORES	ANTES	DESPUES	INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
<b>INGRESO POR VENTA</b>	S/. 326,040.00	S/. 569,184.00	<b>INGRESO POR VENTA</b>	S/. 326,040.00	S/. 243,144.00	S/. 569,184.00

Elaboración Propia.

Tabla n° 32: Ingresos Proyectados

INGRESOS PROYECTADOS	AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5	
	S/.	243,144.00	S/.	243,144.00	S/.	243,144.00	S/.	243,144.00	S/.	243,144.00

Elaboración Propia.

Tabla n° 33: Flujo de Caja Proyectado

AÑO 0	AÑO1	AÑO2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>-334,904.50</b>	<b>106,148.00</b>	<b>106,148.00</b>	<b>106,148.00</b>	<b>106,148.00</b>	<b>106,148.00</b>

Elaboración Propia.

Tabla n° 34: Indicadores De Evaluación

Indicadores de evaluación	
<b>COK</b>	<b>9.51%</b>
<b>VA</b>	S/. 407,448.07
<b>VAN</b>	S/. 72,543.57
<b>TIR</b>	18%
<b>IR</b>	1.22

Elaboración Propia.

### 3.4.5. Escenario Optimista

En este escenario se evaluará la variable del ingreso por ventas de la empresa Servicios Industriales AYBAR, en la cual los ingresos han aumentado en un 12 %, en el cual el beneficio será de S/. 398,376.00 como se muestra en la Tabla n° 35.

Tabla n° 35: Análisis de los Indicadores

INDICADORES	ANTES	DESPUES	INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
<b>INGRESO POR VENTA</b>	S/. 326,040.00	S/. 724,416.00	<b>INGRESO POR VENTA</b>	S/. 326,040.00	S/. 398,376.00	S/. 724,416.00

Elaboración Propia.

Tabla n° 36: Ingresos Proyectados

INGRESOS PROYECTADOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	S/. 398,376.00	S/. 398,376.00	S/. 398,376.00	S/. 398,376.00	S/. 398,376.00

Elaboración Propia.

Tabla n° 37: Flujo de Caja Proyectado

AÑO 0	AÑO1	AÑO2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>-334,904.50</b>	<b>261,380.00</b>	<b>261,380.00</b>	<b>261,380.00</b>	<b>261,380.00</b>	<b>261,380.00</b>

Elaboración Propia.

Tabla n° 38: Indicadores De Evaluación

Indicadores de evaluación	
<b>COK</b>	<b>9.51%</b>
<b>VA</b>	S/. 1,003,304.60
<b>VAN</b>	S/. 668,400.10
<b>TIR</b>	73%
<b>IR</b>	3.00

Elaboración Propia.



## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

En la presente tesis se investigó en qué medida la implementación del Mantenimiento Productivo Total incrementa la productividad de la empresa Servicios Industriales AYBAR, para lo cual se realizó el diagnóstico de la baja productividad de la empresa y las 4 fases que comprende el TPM.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se puede afirmar que la implementación del mantenimiento Productivo Total incrementa la productividad de máquinas en un 96.36% y en el proceso 43.17%, lo que muestra que la gestión de mantenimiento de las máquinas es necesaria para obtener resultados positivos con respecto a la productividad de la empresa. Lo que nos lleva a estar de acuerdo con lo que afirma López (2009) un caso exitoso de la aplicación del TPM de la empresa brasilera Centrais Electricas do Norte Brasil S.A en la regional Mato Grosso obtuvo buenos resultados como el aumento de la productividad de un 40.16 %, debido a que se lograron disminuir las fallas y defectos de alta gravedad en un 78.95 % también la reducción del tiempo de recomposición del sistema eléctrico, costo de producción y proporción entre ingresos y gastos, en un 38.6%, 29.1 % y 56.29% respectivamente.

Durante la investigación se presentaron las siguientes limitaciones, dificultades para realizar las entrevistas debido a la disponibilidad de tiempo de los operarios esta se superó al coordinar las visitas con el gerente. No existir un registro histórico acerca del tipo y frecuencia de falla por parte de la empresa la cual se superó mediante los registros empíricos y recolección de datos.

La productividad de la empresa depende de la implementación del TPM basadas principalmente en la gestión de las máquinas, al mantenerse disponibles durante todo el tiempo de apertura esto repercutirá en la efectividad global, el MTBF y MTTR. Por lo cual se tomaron medidas con respecto a la gestión de mantenimiento, que implican la implementación de las 4 fases y 12 pasos de TPM tomando en cuenta el mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, calidad y seguridad y salud.

Conuerdo con Silva (2005) que realizó la implantación del TPM en la zona de enderezadoras Aceros Arequipa en la cual se logró aumentar la efectividad global de los equipos ESPASMA, DELISI y KOCH haciendo un seguimiento desde el 8 al 31 de noviembre del año 2005 logrando una efectividad global de 49.49%, 61.23% y 56 % respectivamente en un tiempo de operación de 144 horas, a través de la aplicación de las 5 S´ y el mantenimiento autónomo esto significó un ahorro mensual de S/. 1,422.16 por la disminución de horas de paradas imprevistas. Lo que nos lleva a concluir que es de vital importancia la aplicación de las 5´S y el mantenimiento autónomo en la implementación del TPM, como se realizó en la presente investigación.

Suárez (2016) realizó una propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento según el enfoque de mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos operativos de la empresa SERFRIMAN EIRL, en la cual llegó a la conclusión de que la aplicación de la propuesta es viable puesto que genera un beneficio/costo de 1.12 y se reduciría al mes S/. 5614.34 de costos. Para lo cual tomo en cuenta el mantenimiento preventivo, planificado y correctivo; mediante la aplicación de un manual de procedimiento de mantenimiento, formatos de control, análisis de criticidad. Lo cual concuerda con la presente tesis con respecto al mantenimiento planificado, sin embargo, no se tomó en

cuenta el mantenimiento preventivo ni correctivo, A su vez en la presente investigación se diseñó formatos y fichas.

En la tesis “Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa Multiservicios Punre SRL Cajamarca 2016”, llegó a la conclusión que la implementación del TPM incrementa la disponibilidad operativa de los equipos de movimientos de tierras, manteniendo en un porcentaje igual o mayor al 85% (Portal & Salazar, 2016). Esta investigación guarda relación la presente debido a que la implementación del TPM, logra el aumento de la disponibilidad de las máquinas.

Los resultados obtenidos nos llevan a afirmar que lo definido acerca del TPM que es una metodología sostenida por varias técnicas de gestión que establece estrategias adecuadas para mejorar la productividad empresarial (García, O. 2012).

La presente investigación tomo en cuenta el mantenimiento autónomo y entrenamiento de los operadores para incrementar la productividad, debido al contacto directo que tienen estos conocen el comportamiento y problemas que presentan las máquinas y procesos. Por lo cual es necesario dedicar el tiempo al auto mantenimiento y entrenamiento de los operadores (Rey, 2011)

Para futuras investigaciones se recomienda que realice un análisis basado específicamente en uno de los pilares del TPM que son: Mejoras Enfocadas (Kobetsu Kaizen), Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen), Mantenimiento planificado, Mantenimiento de Calidad (Hinshitsu Hozen), Prevención del

mantenimiento, Actividades de departamentos administrativos y de apoyo, Formación y Adiestramiento, Gestión de Seguridad y Entorno. Así el estudio será más específico y contribuirá a determinar la relación de este con la productividad ya sea del proceso o máquinas.

Los antecedentes consultados para realizar la presente tesis sirvieron para poder contrastar los resultados obtenidos de la implementación del TPM

## 4.2 Conclusiones

En la presente tesis se incrementó la productividad de la empresa Servicios Industriales AYBAR a través de la implementación del Mantenimiento Productivo Total, logrando el incremento de las dimensiones productividad de máquina en un 96.36 %, productividad de proceso en un 43.17 % y en producción un 80.16%.

Asimismo, se identificó una baja productividad respecto a la gestión de mantenimiento de la empresa, a través del uso de un diagrama de Ishikawa que refleja las causas a través de las 5 M (método, mano de obra, máquinas, materiales, medio ambiente). Donde se determinó el valor de los indicadores del diagnóstico de la empresa Servicios Industriales AYBAR, obteniendo como resultado en la variable independiente una efectividad global de 35.16 %, disponibilidad de 76.77 %, una eficacia de 72.22%, calidad de 59.31%, MTBF 46.13 horas y un MTTR 9.84 horas y en la variable dependiente una productividad de máquina de 54.89 und/máquina, productividad de proceso 1.39 und/hora y una producción 494 und.

Para la presente investigación se diseñó la propuesta de implementación del mantenimiento productivo Total de la empresa Servicios Industriales AYBAR basada en las cuatro fases y 12 pasos del TPM. En la Fase 1 de preparación se desarrolló

campana de información, se creó una estructura de promoción, políticas, objetivos y un plan para el desarrollo del TPM. En la Fase 2 de introducción se realizó el lanzamiento del TPM. En la Fase 3 de implantación se realizó la mejora de la efectividad global a través de AMFE, mantenimiento autónomo, mantenimiento planificado, entrenamiento y mejora del diagrama de proceso de operaciones. A través de la estandarización del uso de un formato con especificaciones se mejoró la calidad del producto, también se desarrolló un sistema de mejora de la capacidad de departamentos a través del uso de las 5S y en cuanto al control de seguridad y salud se realizó un mapa de riesgos. En la Fase 4 de estabilización se consolida y eleva las metas.

Igualmente se determinó los valores del diseño de propuesta, con respecto a la variable independiente se obtuvo una Efectividad Global de 67.07%, disponibilidad 91.31%, una eficacia 84.54 %, calidad 79.71%, MTBF de 82.16 horas y MTTR de 5.90 horas. En la variable dependiente la productividad de máquinas es de 108 und/ máquina, en productividad de proceso 1.99 und/ hora y en producción 980 unidades.

Finalmente se evaluó la propuesta de implementación con la metodología costo beneficio obteniendo el Costo de Capital (COK) igual a 9.51 %, Valor actual neto S/.370 471.84, Tasa interna de retorno (TIR) de 47 % y un índice de Recupero (IR) de que por cada sol invertido se gana 1.11 Soles, lo que demuestra que el proyecto es viable, factible y rentable de llevar a cabo.

## REFERENCIAS

- Alcalde, P. (2009). *Calidad*. Madrid : Thomson Paraninfo .
- Boero, C. (2006). *Mantenimiento Industrial*. Cordova: Jorge Sarmiento.
- Cabrera, J., & Araque, H. (2010). *Redalyc*. Obtenido de Redalyc:  
[http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225117651004&fbclid=IwAR16dCLWu4yd9kP7ugGC9pxbwap8Dcto7E5M2zpK2AOANnga2J\\_5pitAdrU](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225117651004&fbclid=IwAR16dCLWu4yd9kP7ugGC9pxbwap8Dcto7E5M2zpK2AOANnga2J_5pitAdrU)
- Cuatrecasas, L. (2011). *Organización de la producción y dirección de operaciones*. Madrid: Diaz de Santos .
- Dounce, E. (2013). *La productividad en el mantenimiento Industrial* . Mexico .
- Gallara, I., & Pontelli, I. (2014). *Mantenimiento Industrial*. Argentina: Jorge Sarmiento.
- García, M. (1994). *Los Mapas de riesgo, concepto y metodología para su elaboración* . Madrid.
- García, O. (2012). *Gestión moderna del mantenimiento industrial*. Bogotá: ediciones de la U.
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo*. Mexico: McGrawHill.
- García, S. (2010). *Organización y gestión integral de Mantenimiento*. Madrid: Diaz de Santos.
- Góndres, I., Lajes, S., Rodríguez, N., & Del Castillo, A. (2007). *Redalyc*. Obtenido de Redalyc:  
[http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84934005&fbclid=IwAR1zBGldsQ5assQmpOvfccm6k0kNIEgEoz\\_8K7Zg7WWiZN4v\\_eELyD3hTwo](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84934005&fbclid=IwAR1zBGldsQ5assQmpOvfccm6k0kNIEgEoz_8K7Zg7WWiZN4v_eELyD3hTwo)
- Heyzer, J., & Barry, R. (2004). *Principios de administración de Operaciones*. Mexico: PEARSON.
- Horna, G. (2017). *Propuesta de mejora en el proceso de envases PET para incrementar la productividad en la empresa ANVIP PRU S.R.L* (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- López, E. (2009). *El Mantenimiento Productivo total TPM y La Importancia del recurso humano para su exitosa implementación* (Tesis de grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.
- Marín, J., & Mateo, R. (2013). *DIALNET*. Obtenido de DIALNET:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4630086>
- Matos, R. (2012 ). *REDALYC*. Obtenido de REDALYC :  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70732639008>
- Mendoza, E. (2012). *Metodología de las 5S*.
- Moulding, E. (2010). *5S:A Visual control System for the workplace* . ISBN.
- Pirela, A., & Pirela, J. (2012). *Mantenimiento Preventivo para tornos convencionales en el Departamento de mecánica del IUCT*. Obtenido de DIALNET:  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3934669>
- Portal, E. & Salazar, P. (2016). *Propuesta de implementación de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la gestión de mantenimiento para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa Multiservicios Punre SRL* (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.

- Rey, S. (2011). *Mantenimiento Total de la producción*. España: FC editorial
- Silva, J. (2005). *Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa* (Tesis de grado). Universidad de Piura, Piura.
- Suárez, M. (2016) *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento según el enfoque de mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos operativos de la empresa SERFRIMAN E.I.R.L* (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.
- Zapana, M. (2018). *Propuesta de un sistema de mantenimiento preventivo industrial para mejorar la eficiencia productiva de maquinaria en la empresa PIRCASA CAJAMARCA* (Tesis de grado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca.

## ANEXOS

### ANEXO n° 1 Fotos de la empresa







Elaboración Propia.

ANEXO n° 2: Formato de Check List de gestión de mantenimiento.

CHECK LIST DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL				
<b>Empresa:</b>				
<b>Fecha:</b>				
<b>Inspeccionada por:</b>				
SITUACION A OBSERVAR	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
El ambiente es adecuado para el Desempeño laboral.				
La Distribución de los equipos es la adecuada.				
Existe presencia de sustancias peligrosas o inflamables.				
Los materiales tienen un lugar específico.				
Los materiales utilizados en el proceso son adecuados.				
Cuenta con un Stock de seguridad de materiales y repuestos.				
Cuenta con planes de contingencia del mantenimiento para sus máquinas.				
Se cuenta con un control de los índices de trabajo de las máquinas.				
Cuenta con un mantenimiento planificado.				
Las tareas de trabajo están asignadas de manera específica.				
Los trabajadores utilizan EPP.				
El trabajo esta estandarizado.				
Existen procesos de control.				
Se observa una supervisión proactiva sobre los materiales y equipo.				
Los manuales de las máquinas están al alcance de los trabajadores.				
Las máquinas se encuentran en un estado óptimo.				

Elaboración Propia.

ANEXO n° 3 Check List gestión de mantenimiento en la empresa Servicios Industriales  
AYBAR

CHECK LIST DEL DIAGNOSTICO SITUACIONAL				
Empresa:	Servicios Industriales AYBAR			
Fecha:	11 - 06 - 17			
Inspeccionada por:	Tesisistas			
SITUACION A OBSERVAR	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
El ambiente es adecuado para el Desempeño laboral.		X		Instalaciones eléctricas expuestas y algo desordenada.
La Distribución de los equipos es la adecuada.		X		
Existe presencia de sustancias peligrosas o inflamables.	X			
Los materiales tienen un lugar específico.		X		Se encuentran a la intemperie.
Los materiales utilizados en el proceso son adecuados.		X		Baja calidad.
Cuenta con un Stock de seguridad de materiales y repuestos.		X		
Cuenta con planes de contingencia del mantenimiento para sus máquinas.		X		
Se cuenta con un control de los índices de trabajo de las máquinas.		X		
Cuenta con un mantenimiento planificado.		X		Se da de manera espontánea.
Las tareas de trabajo están asignadas de manera específica.		X		
Los trabajadores utilizan EPP.		X		Baja cultura de seguridad y salud.
El trabajo esta estandarizado.		X		
Existen procesos de control.		X		No tienen codificación.
Se observa una supervisión proactiva sobre los materiales y equipo.		X		
Los manuales de las máquinas están al alcance de los trabajadores.		X		No cuentan con manuales de fabricante.
Las máquinas se encuentran en un estado óptimo.		X		Algunos desajustes y lo operativos.

Elaboración Propia.

ANEXO n° 4: Formato de Check List Seguridad y Salud

**CHECK LIST DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL LA EMPRESA SERVICIOS INDUSTRIALES "AYBAR"**

Empresa:	
Fecha:	
Inspeccionada por:	

FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICO				
Situación a observar	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
La subestaciones y cuartos eléctricos permanecen cerrados e ingresa solo personal autorizado				
Todos los factores de riesgo eléctrico están debidamente señalizados				
Almacenes y cables de máquinas están entubados y se ha fijado a la pared				
Cajas eléctricas de fusibles y los tableros de distribución permanecen cerrados y están claramente señalizados				
Existe un programa de mantenimiento periódico de todos los equipos e instalaciones eléctricas				
Existen estándares de seguridad por equipos que impliquen electricidad, oxígeno y gas				
Los trabajadores reciben entrenamiento sobre qué hacer en caso de accidentes con electricidad y como brindar primeros auxilios				
Se verifica el buen estado eléctrico del equipo que se utilizará				
Los trabajadores que hacen mantenimiento a la maquinaria lo hacen mientras esta se encuentra desconectada.				
CONDICIONES DE ORDEN DE ASEO				
Productos, insumos, materia prima están bien ordenados, apoyados en forma adecuada				
Se tiene un programa de reciclaje y protección al medio ambiente				
Realiza reuniones de seguridad				
Los resguardos de seguridad están adecuadamente empotrados.				
Los operarios de las maquinas utilizan EPP				
Los recipientes donde se recolecta la basura son adecuados en tamaño y número				
El área donde trabajan se encuentra en orden				
Se cuenta con un área de trabajo adecuada				
Las áreas de recorrido por parte del personal se encuentran despejadas de objetos				
El operario limpia su área de trabajo antes de iniciar su actividad				

Elaboración Propia.

ANEXO n° 5: Check List Seguridad y Salud en la empresa Servicios Industriales AYBAR

**CHECK LIST DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL LA EMPRESA SERVICIOS INDUSTRIALES "AYBAR"**

Empresa:	Servicios Industriales «AYBAR»		
Fecha :	31 / 08 / 2017		
Inspeccionada por:	Tesis		

Situación a observar	SI	NO	N/A	OBSERVACIONES
<b>FACTORES DE RIESGO ELÉCTRICO</b>				
La subestaciones y cuartos eléctricos permanecen cerrados e ingresa solo personal autorizado		X		
Todos los factores de riesgo eléctrico están debidamente señalizados		X		
Almacenes y cables de máquinas están entubados y se a fijado a la pared			X	Algunos si, otros se encuentran en el suelo
Cajas eléctricas de fusibles y los tableros de distribución permanecen cerrados y están claramente señalizados		X		
Existe un programa de mantenimiento periódico de todos los equipos e instalaciones eléctricas		X		Se realiza mantenimiento, esto sin contar con un programa.
Existen estándares de seguridad por equipos que impliquen electricidad, oxígeno y gas		X		
Los trabajadores reciben entrenamiento sobre que hacer en caso de accidentes con electricidad y como brindar primeros		X		
Se verifica el buen estado eléctrico del equipo que se utilizará		X		
Los trabajadores que hacen mantenimiento a la maquinaria lo hacen mientras esta se encuentra desconectada.	X			Los mantenimientos se hacen a fin de año
<b>CONDICIONES DE ORDEN DE ASEO</b>				
Productos, insumos, materia prima están bien ordenados, apoyados en forma adecuada			X	Algunos en las paredes y en un sistema atmosférico
Se tiene un programa de reciclaje y protección al medio ambiente		X		
Realizó reuniones de seguridad		X		
Los resguardos de seguridad están adecuadamente empotrados.			X	Algunos si con los elementos
Los operarios de las máquinas utilizan EPP			X	Algunos si, otros no
Los recipientes donde se recolecta la basura son adecuados en tamaño y número		X		Se cuenta solo con 1
El área donde trabajan se encuentran en orden		X		
Se cuenta con un área de trabajo adecuada		X		El área no está clara
Los áreas de recorrido por parte del personal se encuentran despejadas de objetos		X		Muchas están con fierros, tubos de metal, etc.
El operario limpia su área de trabajo antes de iniciar su actividad		X		Se trabaja sobre las piernas

Elaboración Propia.

ANEXO n° 6: Cuestionario no estructurado

Buen día, nos encontramos realizando un estudio de la Gestión del Mantenimiento de la Empresa Servicios Industriales AYBAR. Por favor sería usted tan amable de contestar algunas preguntas al respecto.

Cuestionario N°: .....

P1.- ¿Qué tan importante se considera a los equipos dentro del proceso de la empresa?

P2.- ¿Se cuenta con algún tipo de mantenimiento dentro de la empresa?

P3.- ¿Considera usted que las maquinas están disponibles durante toda la jornada laboral?

P4.- ¿Qué factores cree usted que pueden dañar a las máquinas?

P5.- ¿Se toman algunas medidas para el mantenimiento de las máquinas?

P6.- ¿A qué factores cree usted que se deben los reprocesos de los productos?

Elaboración Propia.

ANEXO n° 7: Fichas diagnóstico de las máquinas vitales.

RAZON SOCIAL : Servicios Industri- ales <<AYBAR>>		ESTADO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO OPINIONES DE OPERARIOS/PROFESIONALES/TECNICOS		Fecha: 30/10/17
PUESTO DE TRABAJO	LINEA: Maquinado con Tornos		OPERARIO	<input type="checkbox"/>
			PROFESIONAL	<input type="checkbox"/>
			TÉCNICO	<input checked="" type="checkbox"/>
Indique los principales problemas que observa en la máquina que labora. Indique las ideas que tenga para mejorar el funcionamiento de la máquina en los siguientes aspectos: - Calidad -Averías -Disponibilidad -Falta de medios	<p>AVERÍAS MÁS FRECUENTES E IMPORTANTES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Atascamiento del carro principal</li> <li>→ Desplazamiento del carro principal</li> <li>→ Correas de transmisión estiradas</li> <li>→ Desgaste en las guías.</li> </ul> <p>ASPECTOS DE MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Limpieza</li> <li>→ Lubricación</li> </ul>			
	<p>PROBLEMAS DE CALIDAD MÁS FRECUENTES :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Mal mecanizado de los piezas .</li> </ul> <p>ASPECTOS DE MEJORA</p> <p>↓</p>			
	<p>PROBLEMAS OBSERVADOS EN CAMBIOS DE HTAS Y CONTROLES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Mal montaje del elemento .</li> </ul> <p>ASPECTOS DE MEJORA</p>			

Elaboración Propia.

RAZON SOCIAL : Servicios Industriales AYBAR		ESTADO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO OPINIONES DE OPERARIOS/PROFESIONALES/TECNICOS		Fecha: 27/10/14
PUESTO DE TRABAJO	LINEA: Rectificadora de tambores	OPERARIO <input type="checkbox"/>		
		PROFESIONAL <input type="checkbox"/>		
		TÉCNICO <input checked="" type="checkbox"/>		
Indique los principales problemas que observa en la máquina que labora. Indique las ideas que tenga para mejorar el funcionamiento de la máquina en los siguientes aspectos: - Calidad -Averías -Disponibilidad -Falta de medios	AVERÍAS MÁS FRECUENTES E IMPORTANTES - Mal funcionamiento del sistema de oronque - Endurecimiento de los discos - Dadolección de los tambores ASPECTOS DE MEJORA			
	PROBLEMAS DE CALIDAD MÁS FRECUENTES :  ASPECTOS DE MEJORA			
	PROBLEMAS OBSERVADS EN CAMBIOS DE HTAS Y CONTROLES  ASPECTOS DE MEJORA			

Elaboración Propia.



RAZON SOCIAL : <i>Servicios Industria «AYBAR»</i>	ESTADO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO OPINIONES DE OPERARIOS/PROFESIONALES/TECNICOS		Fecha: <i>26/10/17</i>					
PUESTO DE TRABAJO	LINEA:  <i>Tronzadora</i>	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="791 405 1139 443">OPERARIO</td> <td data-bbox="1139 405 1243 443"><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td data-bbox="791 472 1139 510">PROFESIONAL</td> <td data-bbox="1139 472 1243 510"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td data-bbox="791 539 1139 577">TÉCNICO</td> <td data-bbox="1139 539 1243 577"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	OPERARIO	<input checked="" type="checkbox"/>	PROFESIONAL	<input type="checkbox"/>	TÉCNICO	<input type="checkbox"/>
OPERARIO	<input checked="" type="checkbox"/>							
PROFESIONAL	<input type="checkbox"/>							
TÉCNICO	<input type="checkbox"/>							
Indique los principales problemas que observa en la máquina que labora. Indique las ideas que tenga para mejorar el funcionamiento de la máquina en los siguientes aspectos: - Calidad -Averías -Disponibilidad -Falta de medios	AVERÍAS MÁS FRECUENTES E IMPORTANTES <i>- Desgaste de los escobillos</i> <i>- Tornillos desgastados</i> <i>- Desgaste del disco de corte</i> ASPECTOS DE MEJORA <i>- Inspección periódica</i>							
	PROBLEMAS DE CALIDAD MÁS FRECUENTES : <i>- Mala calidad de cortes</i> <i>- Baja disponibilidad</i> ASPECTOS DE MEJORA <i>- Mantenimiento</i>							
	PROBLEMAS OBSERVADOS EN CAMBIOS DE HTAS Y CONTROLES  ASPECTOS DE MEJORA							

Elaboración Propia.

RAZON SOCIAL : Servicios Industriales «AYBAR»	ESTADO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO OPINIONES DE OPERARIOS/PROFESIONALES/TECNICOS		Fecha: 28/10/17
PUESTO DE TRABAJO	LINEA:  Prensa Hidraulica	OPERARIO <input type="checkbox"/>	
		PROFESIONAL <input type="checkbox"/>	
		TÉCNICO <input checked="" type="checkbox"/>	
Indique los principales problemas que observa en la máquina que labora. Indique las ideas que tenga para mejorar el funcionamiento de la máquina en los siguientes aspectos: - Calidad -Averías -Disponibilidad -Falta de medios	<p>ASPECTOS DE MEJORA</p> <p>→ Pernos sueltos</p> <p>→ Roturas de Oring</p> <p>→ Desgaste hidraulica</p> <p>ASPECTOS DE MEJORA</p> <p>→ Lubricación</p> <p>→ Limpieza</p> <p>→ Ubicación de pernos</p>		
	<p>PROBLEMAS DE CALIDAD MÁS FRECUENTES :</p> <p>ASPECTOS DE MEJORA</p> <p>→ Falta de medios de lubricación</p>		
	<p>PROBLEMAS OBSERVADS EN CAMBIOS DE HTAS Y CONTROLES</p> <p>ASPECTOS DE MEJORA</p>		

Elaboración Propia.

RAZON SOCIAL : Servicios Indus- triales AYBAR	ESTADO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO OPINIONES DE OPERARIOS/PROFESIONALES/TECNICOS		Fecha: 28/10/17
PUESTO DE TRABAJO	LINEA:  Taladro Radial	OPERARIO <input type="checkbox"/>	PROFESIONAL <input type="checkbox"/>
		TÉCNICO <input checked="" type="checkbox"/>	
Indique los principales problemas que observa en la máquina que labora. Indique las ideas que tenga para mejorar el funcionamiento de la máquina en los siguientes aspectos: - Calidad -Averías -Disponibilidad -Falta de medios	<p>AVERÍAS MÁS FRECUENTES E IMPORTANTES</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor eléctrico</li> <li>- Velocidad de perforación lento</li> <li>- Desgaste en la pared de la broca</li> </ul> <p>ASPECTOS DE MEJORA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisar protector de corriente</li> <li>- Limpieza de la broca</li> </ul>		
	<p>PROBLEMAS DE CALIDAD MÁS FRECUENTES :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mal dimensionamiento de los agujeros</li> <li>- Acabado con imperfecciones</li> </ul> <p>ASPECTOS DE MEJORA</p>		
	<p>PROBLEMAS OBSERVADOS EN CAMBIOS DE HTAS Y CONTROLES</p> <p>ASPECTOS DE MEJORA</p>		

Elaboración Propia.

RAZON SOCIAL : Servicios Industriales «AYBAR»	ESTADO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO OPINIONES DE OPERARIOS/PROFESIONALES/TECNICOS		Fecha: 28/10/14
PUESTO DE TRABAJO	LINEA:  Fresadora	OPERARIO <input checked="" type="checkbox"/>	PROFESIONAL <input type="checkbox"/>
Indique los principales problemas que observa en la máquina que labora. Indique las ideas que tenga para mejorar el funcionamiento de la máquina en los siguientes aspectos: - Calidad -Averías -Disponibilidad -Falta de medios	AVERÍAS MÁS FRECUENTES E IMPORTANTES - Quemado de bobinado - Desgaste de los escobillos - Deshilachado de Sección		
	ASPECTOS DE MEJORA - Regulación de fusibles - Deficiencia de los componentes		
	PROBLEMAS DE CALIDAD MÁS FRECUENTES :  ASPECTOS DE MEJORA		
	PROBLEMAS OBSERVADS EN CAMBIOS DE HTAS Y CONTROLES  ASPECTOS DE MEJORA		

Elaboración Propia.

RAZON SOCIAL : <i>Servicios Industriales "AYBAR"</i>	ESTADO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO OPINIONES DE OPERARIOS/PROFESIONALES/TECNICOS		Fecha: <i>8/10/14</i>
PUESTO DE TRABAJO	LINEA:  <i>Soldadora</i>	OPERARIO <input checked="" type="checkbox"/>	PROFESIONAL <input type="checkbox"/>
Indique los principales problemas que observa en la máquina que labora. Indique las ideas que tenga para mejorar el funcionamiento de la máquina en los siguientes aspectos: - Calidad -Averías -Disponibilidad -Falta de medios	AVERÍAS MÁS FRECUENTES E IMPORTANTES <i>- Desgaste de los rodillos impulsores</i> <i>- Cable quemado</i> <i>- Nivel de refrigerante</i> <i>- Rociado en el cordón de soldadura</i> ASPECTOS DE MEJORA <i>- Inspección</i> <i>- Orden</i> <i>- Limpieza</i>		
	PROBLEMAS DE CALIDAD MÁS FRECUENTES : <i>+ Sobrecalentamiento</i> <i>- Mala soldadura</i> ASPECTOS DE MEJORA		
	PROBLEMAS OBSERVADOS EN CAMBIOS DE HTAS Y CONTROLES <i>- Demora en la soldadura.</i> <i>- Quemado de</i> ASPECTOS DE MEJORA		

Elaboración Propia.

RAZON SOCIAL : Servicios Indus. triales «AYBAR»	ESTADO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO OPINIONES DE OPERARIOS/PROFESIONALES/TECNICOS		Fecha: 30/10/17
PUESTO DE TRABAJO	LINEA: Cortado Plasma	OPERARIO <input type="checkbox"/>	PROFESIONAL <input type="checkbox"/>
Indique los principales problemas que observa en la máquina que labora. Indique las ideas que tenga para mejorar el funcionamiento de la máquina en los siguientes aspectos: - Calidad -Averías -Disponibilidad -Falta de medios	AVERÍAS MÁS FRECUENTES E IMPORTANTES - Desgaste de generador - Apagado del arco de corte - Desgaste de las partes de consumo		
	ASPECTOS DE MEJORA - Limpieza de aire comprimido - Secado del filtro		
	PROBLEMAS DE CALIDAD MÁS FRECUENTES : - Mal maquinado - Cortes mal hechos		
	ASPECTOS DE MEJORA		
	PROBLEMAS OBSERVADS EN CAMBIOS DE HTAS Y CONTROLES ASPECTOS DE MEJORA		

Elaboración Propia.

ANEXO n° 8: Datos para el cálculo de las variables.

Data sobre tipo y frecuencia de falla

Equipo	Falla	Causa	Frecuencia	Frecuencia Total	Horas de mantenimiento	Preparaciones y reglajes	Total de Horas por causa	Total de horas de mantenimiento por equipo	Tiempo de apertura
Torno	Obstrucción en la guía por presencia de viruta o elemento externo	Mala limpieza de bancada	6	18	10	2	62	174	600
	Desgaste de guías	Poca lubricación	5		9	3	48		
	Correas de transmisión estiradas	Sobreesfuerzo de la máquina	4		10	2	42		
	Mal montaje del elemento	Desconocimiento del proceso	3		6	4	22		
Fresadora	Se quema del bobinado	Exceso de corriente nominal que puede suceder en los bobinados.	7	18	10	2	72	232	600
	Desgaste de escobillas	Motor sobre usado	6		18	4	112		
	Deshilachado de su sección	Exceso de trabajo	5		9	3	48		
Rectificador de tambores	El interruptor del sistema de arranque no funciona	Mala instalación	4	13	10	2	42	154	600
	Endurecimiento de los discos y tambores	Altas temperaturas	5		12	2	62		
	Ondulación de tambores	El tiempo de uso	4		12	2	50		
Plasma	Desgaste de generador	Acumulación de polvo metálico	7	20	12	3	87	175	600
	El arco de corte se apaga	Tobera, electroodifusor consumados	6		7	2	44		
	Desgaste de las partes de consumo	Aceite sucio en la alimentación del aire	7		6	2	44		
Maquina de soldar	Desgaste de rodillos impulsadores	Suciedad en los rollos de transmisión	5	14	5	3	28	100	600
	Cable quemado	Poca limpieza obstrucción de revestimiento	4		10	3	43		
	Inadecuado niveles de refrigerante	Acumulación de lodo y formación de espuma	3		5	3	18		
		Cobertura insuficiente gas	2		4	3	11		
Tronzadora	Desgaste de las escobillas	Limpieza inadecuada	3	12	4	2	14	98	600
		Uso de piezas que no son originales							
	Desgaste del disco de corte	Uso excesivo del disco de corte	4		10	2	42		
	Tornillos desajustados	No colocar los tornillos en los intervalos regulares	5		8	2	42		
Prensa Hidráulica	Pernos sueltos	Obstrucción de filtro y purgadores	3	9	9.5	2	30.5	94.5	600
	Roturas de oring	Suciedad y acumulación de polvo metálico	3		12	3.5	39.5		
	Falta de viscosidad	Trabajo forzado	3		7.5	2	24.5		
Taladro Radial	El motor eléctrico no funciona	Fuente de alimentación no conectada	2	9	11.5	3	26	87.5	600
		Protector de sobrecorriente dañado							
	Velocidad de perforación lenta	Superficie de la hoja de broca es adherida de los polvos finos	3		9	2	29		
	La pared de la broca tiene desgaste	Superficie de la hoja de broca es adherida de los polvos finos	4	7.5	2.5	32.5			

Elaboración Propia.

Disponibilidad:

Máquina	Frecuencia Total	Tiempo de Apertura	Tiempo de Mantenimiento	Tiempo de Funcionamiento	Disponibilidad	MTBF	MTR
Torno	18	600	174	426	0.7100	23.67	9.67
Fresadora	18	600	232	368	0.6133	20.44	12.89
Rectificador de tambores	13	600	154	446	0.7433	34.31	11.85
Plasma	20	600	175	425	0.7083	21.25	8.75
Máquina de soldar	14	600	100	500	0.8333	35.71	7.14
Tronzadora	12	600	98	502	0.8367	41.83	8.17
Prensa Hidráulica	9	600	94.5	505.5	0.8425	56.17	10.50
Taladro Radial	9	600	87.5	512.5	0.8542	56.94	9.72
<b>PROMEDIO</b>					<b>0.7677</b>	<b>36.29</b>	<b>9.84</b>

Elaboración: Propia

Eficacia:

Máquinas	Tiempo de funcionamiento	Piezas fabricadas	Tiempo de ciclo
Torno	426	345	1.2
Fresadora	368	353	0.9
Rectificadora de tambores	446	475	0.7
Plasma	425	680	0.4
Máquina de soldar	500	660	0.3
Tronzadora	502	700	0.3
Prensa Hidráulica	505.5	400	0.85
Taladro Radial	512.5	340	1.1
<b>PROMEDIO</b>	460.63	494.00	0.72
<b>EFICACIA</b>	<b>0.7722</b>		

Elaboración Propia.

Calidad

Máquinas	Piezas fabricadas	Unidades defectuosas
Torno	345	118
Fresadora	353	124
Rectificadora de tambores	475	123
Plasma	680	245
Máquina de soldar	660	368
Tronzadora	700	327
Prensa Hidráulica	400	156
Taladro Radial	340	148
<b>PROMEDIO</b>	494	201
<b>CALIDAD</b>	<b>0.5931</b>	

Elaboración Propia.



## ANEXO n° 8: Compromiso de la Dirección con el sistema TPM



### COMPROMISO DE LA DIRECCIÓN PARA LA IMPLANTACIÓN DE UN SISTEMA TPM

La alta dirección de la empresa Servicios Industriales AYBAR E.I.R.L., expresa su compromiso con la implantación del Sistema de Mantenimiento Productivo Total, en el cumplimiento con cada fase y etapas para su adecuado desarrollo. Lo que permitirá establecer un modelo de gestión sistemático que permitirá la identificación y atención de las necesidades y expectativas de la organización, orientando el desempeño de los procesos estratégicos, control y evaluación hacia la mejora continua, eficacia, disponibilidad de los equipos, calidad de los productos y la efectividad global.

Para la empresa Servicios Industriales AYBAR E.I.R.L. es muy importante trabajar con el mejoramiento continuo de los procesos y la gestión del talento humano y la cultura de auto mantenimiento como manifestación de un modelo de mantenimiento productivo total.

Desde la Alta dirección, se extiende la invitación a los clientes internos y proveedores para que participen con liderazgo en los diferentes procesos que implica la implantación del TPM, convirtiéndose esta herramienta en una estrategia de efectividad y trabajo colaborativo para el cumplimiento de la misión.

Llevando a la excelencia del trabajo para el cumplimiento de servicios de calidad a los clientes.

SERVICIOS INDUSTRIALES AYBAR  
  
Aybar Tomás Cruzado Ruiz  
GERENTE

Aybar Tomás Cruzado Ruiz

Gerente General

Cajamarca, Octubre 2017

Elaboración Propia

## ANEXO n° 9: Material de Charla I

### **CHARLA I: Diagnóstico situacional en la gestión de mantenimiento**

Tiene como objetivo: informar al personal y propietario sobre el estado situacional de la empresa con respecto a la gestión de mantenimiento enfocada en las 6M + C y Seguridad e higiene Industrial, en lo cual se determinó en los siguientes puntos.

#### **Medio Ambiente:**

Dentro principales problemas se observaron que:

- El área de trabajo está Expuesto
- Área inadecuada en el desempeño laboral
- Exposición a descargas eléctricas
- Equipos Presurizados
- Presencia de sustancias inflamables.

#### **Materiales**

- Varios Proveedores
- Materiales de baja calidad y usados como repuestos.
- Stock no evaluado.

#### **Máquina**

- Máquinas sin codificación
- No cuentan con manuales
- Falta de mantenimiento Preventivo
- Mantenimiento una vez al año.

#### **Método**

- Ausencia de procesos
- No existe el programa de mantenimiento
- No existe las actividades de control
- No existe un inventario de repuestos disponible

#### **Mano de Obra**

- Técnicos sin culminar los estudios
- No existe una distribución de tareas, ni de maquinaria debidamente asignadas, debido a la falta de estandarización de actividades.
- Falta de supervisión proactiva sobre el personal.

#### **Medida**

- Inexistencia de índice de rendimiento de la máquina
- Planificación espontanea de manera anual
- Contingencia.

#### **Costos:**

- Deficiencia administrativa
- Costos ocultos a través de re trabajos.

#### **Seguridad e Higiene Industrial**

- No se utiliza EPP por parte de los trabajadores.
- Instalaciones eléctricas inadecuadas.

Elaboración Propia.

## ANEXO n° 10: Material de Charla II

### **Charla II: Importancia, Objetivos, beneficios del TPM**

**Objetivo:** Informar a todo el personal, así como propietario de la importancia, objetivos, beneficios del TPM en la empresa, así como en que consiste básicamente.

#### **Importancia:**

La gestión de mantenimiento busca mantener a las máquinas operativas en el proceso productivo, así como ofrecer productos de calidad e importantes para su cliente, cumpliendo todas las especificaciones y requerimientos de los clientes.

El TPM es un sistema que busca principalmente aumentar la efectividad o rendimiento global de las máquinas teniendo resultados en la empresa.

El mantenimiento debe ser tomado como una tarea más del operario y no como una tarea marginal.

No significa un aumento de las tareas sino una mayor variedad en las mismas y una ampliación de las habilidades de operario.

#### **Objetivos**

1. Busca la máxima eficiencia.
2. Busca la implicación de todo el personal en el cuidado, limpieza y mantenimiento preventivo.
3. Busca reducir las averías, accidentes o defectos.
4. Disminuir los tiempos de mantenimiento e intervención en la reparación de averías.
5. Reducir costes y aumentar la rentabilidad.

#### **Beneficios:**

- Enriquecimiento profesional.
- Resultados muy satisfactorios y mejora importante de la eficiencia.
- Mayor satisfacción a los clientes.
- Servicio de calidad.
- Aumento de clientes.
- Reducción de costos.



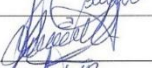

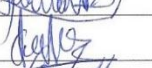
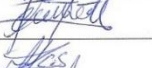
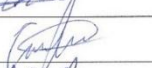

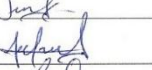

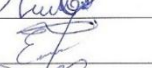

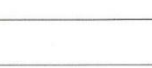

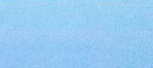
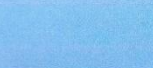

Elaboración Propia.

ANEXO n° 11: Ficha de asistencia a primera Charla



FICHA DE ASISTENCIA A CHARLA SITUACIÓN ACTUAL DE LA  
EMPRESA EN GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

Fecha: ...05/09/17.....

N°	NOMBRE	FIRMA
1	Aybar Tomas Cruzado Ruiz	
2	Clober Vargas Abanto	
3	Robinson Rojas Sanchez	
4	José Moisés Ruiz	
5	José Reyes Rias	
6	Deycar Vázquez Belorra	
7	David Vera Aliaga	
8	Camilo Roncal Cortés	
9	Franco Cabrera Saucedo	
10	Elmer Cuenca Cordova	
11	Mariela Cruzado Ruiz.	
12	Jaime Garcia Chavez	
13	Mario Sanchez Cortez	
14	Jorge Pastor Huaman	
15	Mario Tanta Cerquin	
16	Emilio Pulca Ramirez	
17	S. Antonio Pereyra Rodriguez	
18		
19		
20		




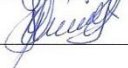
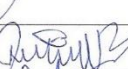

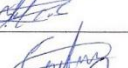


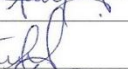


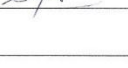


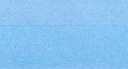

Elaboración Propia.

ANEXO n° 12: Ficha de asistencia a la segunda charla



FICHA DE ASISTENCIA A CHARLA DE OBJETIVOS,  
IMPORTANCIA Y BENEFICIOS DEL TPM

Fecha: 11/09/17 .....

N°	NOMBRE	FIRMA
1	Aybar Tomas Cruzado Ruiz	
2	Cluber Vargas Manto	
3	Robinson Rojas Sánchez	
4	Gasmora Borreal Carlos I	
5	Jobito Muñoz Ruiz	
6	José Reyes Ríos	
7	Deycer Vázquez Becerra	
8	David Vera Aliaga	
9	Franco Cabrera Saucedo	
10	Elmer Cuenca Cordova	
11	Mariela Cruzado Ruiz	
12	Jaime Barcoá Chávez	
13	Mario Sanchez Cortez	
14	Jorge Pastor Humarán	
15	Mario Tantan Cerguin	
16	Emilio Julca Ramirez	
17	S. Antonio Pereyra Rodriguez	
18		
19		
20		

Elaboración Propia.

ANEXO n° 13: Ficha de asistencia a la tercera charla



FICHA DE ASISTENCIA A CHARLA DE COMPROMISO,  
DIAGNÓSTICO Y PLANES DE TRABAJO TPM

Fecha: 10/10/17

N°	NOMBRE	FIRMA
1	Aybar Tomás Cruzado Ruiz	[Handwritten Signature]
2	Cluber Vargas Abanto	[Handwritten Signature]
3	Robinson Rojas Sánchez	[Handwritten Signature]
4	Jobito Muñoz Ruiz	[Handwritten Signature]
5	Jose Reyes Ríos	[Handwritten Signature]
6	Deycer Vásquez Becerra	[Handwritten Signature]
7	David Vera Altaga	[Handwritten Signature]
8	Gamba Roncal Carlos	[Handwritten Signature]
9	Franco Cabrera Saucedo	[Handwritten Signature]
10	Elmer Cuenca Cordova	[Handwritten Signature]
11	Harpelo Cruzado Ruiz.	[Handwritten Signature]
12	Jaime García Chávez	[Handwritten Signature]
13	Mario Sanchez Cortez	[Handwritten Signature]
14	Jorge Pastor Huamán	[Handwritten Signature]
15	Mario Tante Cerguin	[Handwritten Signature]
16	Emilio Julio Ramirez	[Handwritten Signature]
17	S. Antonio Pereyra Rodriguez	[Handwritten Signature]
18		
19		
20		

Elaboración Propia.

ANEXO n° 14: Comité de Pilotaje



**COMITÉ DE PILOTAJE**

El comité de dirección debe cumplir con las siguientes funciones:

Capacidad de trabajar en grupo e integrarse

Animar reuniones de trabajo.

Mantener las máquinas disponibles y con funcionamiento durante el proceso productivo.

Hacer un seguimiento de los indicadores.

Identificar los problemas de mantenimiento en un periodo de dos meses.

Corregir los factores que no permiten el aumento de la productividad.

Resolución de problemas.

Este se encuentra integrado por las siguientes personas:

Nombre	Firma
José Reyes Ríos	<i>[Firma]</i>
David Vera Aliaga	<i>[Firma]</i>
Deyser Vasquez Becerra	<i>[Firma]</i>
Jobito Muñoz Ruiz	<i>[Firma]</i>

Cajamarca, Octubre 2017

Elaboración Propia.

## ANEXO n° 15: Funciones del Jefe de Mantenimiento Productivo Total



### JEFE DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL

Funciones:

1. Planifica y asigna actividades de personal a su cargo.
2. Coordina, supervisa los trabajos de la implantación del TPM.
3. Rutinas diarias de revisión de equipos e instalaciones.
4. Se encarga de mantener un vínculo entre los usuarios y la coordinación de conservación mantenimiento de equipos e infraestructura.
5. Cumplir con las políticas y las estrategias establecidas por la empresa.

  
Nombre: *Cluber Vargas Abanto*

Cajamarca, Octubre 2017

Elaboración Propia.



## ANEXO n° 16: Estrategia del área de mantenimiento de la Empresa Servicios Industriales AYBAR



**SERVICIOS INDUSTRIALES AYBAR E.I.R.L.**

**ESTRATEGIA DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA  
SERVICIOS INDUSTRIALES AYBAR E.I.R.L**

La estrategia de mantenimiento se trabajará con la dirección del gerente general a través del seguimiento del progreso del mismo., trabajando a través de los indicadores de efectividad global y la productividad.

**MISIÓN DEL MANTENIMIENTO:**

Realizar un servicio integral de conservación y mantenimiento oportuno de los equipos manteniéndolos disponibles y eficientes para producir piezas con altos niveles de calidad a un coste optimo y en el momento adecuado para el cliente.

**VISIÓN DEL MANTENIMIENTO:**

Establecer un sistema de Mantenimiento Productivo Total que permita el uso de los equipos durante el ciclo productivo mejorando la productividad de la empresa, minimizando al máximo los costes de mantenimiento.

**OBJETIVOS DEL MANTENIMIENTO:**

- Implicar a toda la estructura de la empresa en el TPM.
- Aplicar el TPM sobre las funciones de la compañía.
- Disminuir el número de paradas más del 50 %.
- Mejorar el rendimiento operacional de los procesos un 30 %.
- Disminuir los costes de mantenimiento en un mínimo de 15 %.
- Mejorar las competencias para asegurar el mantenimiento de la calidad y los estándares. (auto mantenimiento y mantenimiento programado.)

**VALORES:**

**Compromiso:** cumplimiento de las labores asignadas desarrollando productos que cumplan con especificaciones y expectativas de los clientes. Generar menos residuos, para mitigar los impactos en el medio ambiente.

**Responsabilidad:** cumplir con el adecuado uso de los equipos, inspección y auto mantenimiento.

**Respeto:** Trabajar bajo los procedimientos de mantenimiento establecidos.

SERVICIOS INDUSTRIALES AYBAR  
*Aybar Tomás Cruzado Ruiz*  
GERENTE  
Aybar Tomás Cruzado Ruiz  
Gerente General

Cajamarca, Octubre 2017

Elaboración Propia.

ANEXO n° 17: Políticas de mantenimiento



Elaboración Propia.

ANEXO n° 18: Cronograma de socialización de compromisos TPM

ACTIVIDADES	2017												2018																			
	Octubre				Noviembre				Diciembre				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Difusión de compromiso		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Difusión de estrategias		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X
Difusión de Políticas		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X

Elaboración Propia.

ANEXO n° 19: Orden de Trabajo



**ORDEN DE TRABAJO MANTENIMIENTO**

Orden de trabajo N° \_\_\_\_\_

Fecha y hora de emisión: \_\_\_\_\_ Fecha de entrega: \_\_\_\_\_

Personal que solicita el servicio: \_\_\_\_\_

Máquina a realizar mantenimiento: \_\_\_\_\_ Código: \_\_\_\_\_

Descripción del problema:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Prioridad:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Donde 5 es de mayor prioridad

Responsable(s) de mantenimiento:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Responsable de inspección y control:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Firma del emisor

Elaboración Propia.

ANEXO n° 20: Ficha de competencias

SERVICIOS INDUSTRIALES AYBAR		
Número de Competencia	Denominación de las competencias necesarias para el desarrollo del puesto	Observaciones
1	Conducir máquinas	
2	Puesta en marcha tras incidentes.	
3	Cambiar las herramientas y utillajes.	
4	Reglajes de parámetros.	
5	Cambiar condiciones de máquinas.	
6	Controlar piezas en frecuencia (aplicar autocontrol)	
7	Participar en análisis de problemas	
8	Conocimiento y aplicación de un Mantenimiento preventivo.	
9	Transmitir informaciones	
10	Asegurar la correcta ejecución de las operaciones manuales	
11	Analizar una parada de máquina	
12	Tener conocimiento del TPM	
13	Mantener la maquinas adecuadas aplicando el TPM	
14	Formar a personal en nuevo puesto	
CN: con necesidad		valoración: Responsable de Unidad
SN: sin necesidad		


Elaboración Propia.

ANEXO n° 21: Ficha de Evaluación de competencias

EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS			
NOMBRES Y APELLIDOS			FECHA:
N°	COMPETENCIAS REQUERIDAS EN EL ÁREA DE TRABAJO	ANOTACIONES	ACCIONES A EMPRENDER
1	Conducir máquinas		
2	Puesta en marcha tras incidentes.		
3	Cambiar las herramientas y utillajes.		
4	Reglajes de parámetros.		
5	Cambiar condiciones de máquinas.		
6	Controlar piezas en frecuencia (aplicar autocontrol)		
7	Participar en análisis de problemas		
8	Conocimiento y aplicación de un Mantenimiento preventivo.		
9	Transmitir informaciones		
10	Asegurar la correcta ejecución de las operaciones manuales		
11	Analizar una parada de máquina		
12	Tener conocimiento del TPM		
13	Mantener la maquinas adecuadas aplicando el TPM		
14	Formar a personal en nuevo puesto		
ANOTACIONES: CA= COMPETENCIA AQUIRIDA CF= COMPETENCIA EN FORMACIÓN NA= COMPTENCIA NO ADQUIRIDA SN= SIN NECESIDAD		OBSERVACIONES	
VALIDACIÓN:  Responsable de Unidad			

Elaboración Propia.

ANEXO n° 22: Formato de nota de pedido

 <p style="text-align: center;"><b>EMPRESA SERVICIOS INDUSTRIALES AYBAR</b></p>		<b>NOTA DE PEDIDO</b>		
		<b>FECHA</b>		
<b>NOMBRE DEL CLIENTE</b>				
<b>N° CELULAR REFERENCIAL</b>				
<b>PRODUCTO</b>				
<b>CANTIDAD</b>				
<b>CARACTERISTICAS</b>				
<b>MATERIAL</b>				
<b>DIMENSIONES</b>				
<b>COLOR</b>				
<b>OTROS</b>				
<b>OBSSERVACIONES</b>				
<b>FIRMA DEL CLIENTE:</b>				
<b>NOMBRE DEL OPERARIO:</b>				

Elaboración Propia

ANEXO n° 23: Análisis Sistemático artículos científicos

Código generado	Fuente	Título	Autores	Fecha	Ciudad	Editorial	Problema	Metodología	Resultados
INV01	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3934669">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3934669</a>	Mantenimiento preventivo para los tornos convencionales en el Departamento de mecánica del IUCT	Alonso Elías Pirela Añez y Alonso José Pirela González	2012			Mejorar la disponibilidad de tornos convencionales	Codificación de partes y componentes del torno convencional	Sirvió para identificar mediante siglas cada equipo que forman parte del sistema o planta
INV02	<a href="https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4630086">https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4630086</a>	Barreras y facilitadores de la implantación del TPM	Juan Marín García Y Rafael Mateo Martínez	2013	España	Intangible Capital	Dificultad de implementar el TPM	Revisión de literatura a través el análisis de 44 publicaciones sobre TPM Las 4 fases y 12 etapas del TPM	Impacto positivo que su desarrollo tiene en las organizaciones y su amplia utilización en grandes corporaciones.
INV03	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70732639008">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70732639008</a>	Desarrollo de un programa de Mantenimiento Productivo Total (MPT) en el área de mezclas especiales de una empresa molinera	Ruben Matos	2012	Venezuela	Ingeniería UC	La implantación del Mantenimiento Productivo Total (MPT) toma importancia, al fundamentarse en una interrelación operador-maquina que fomenta el aumento en la productividad de las organizaciones	AMFE	Cálculo de la efectividad global y mejoras en las actividades para disminuir las averías
INV04	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225117651004&amp;fbclid=IwAR16dCLWu4yd9kP7ugGC9pxbwap8Dcto7E5M2zpK2AOANga2J_5pitAdrU">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225117651004&amp;fbclid=IwAR16dCLWu4yd9kP7ugGC9pxbwap8Dcto7E5M2zpK2AOANga2J_5pitAdrU</a>	Mejoras al programa de mantenimiento de máquinas desladoras para la extracción de aceite de Palma	Jesús Cabrera Gómez y Henry Araque Rivas	2010	La Habana Cuba	Revista de Ingeniería Mecánica	Uso de programa de mantenimiento preventivo en las máquinas desladoras que muestra limitaciones, ya que muestran un carácter eminentemente reactivo	Realización de un análisis, que establece las funciones, los fallos, los modos de fallo y sus efectos	Identificación de los requerimientos de mantenimiento de las máquinas y las tareas necesarias para la continuidad de las funciones tomando en cuenta las actividades proactivas por parte de los operadores.
INV05	<a href="http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84934005&amp;fbclid=IwAR1zBGldQ5assQmpOvfccm6k0kNIEgEoz_8K7Zg7WWiZN4v_eELyD3hTw">http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84934005&amp;fbclid=IwAR1zBGldQ5assQmpOvfccm6k0kNIEgEoz_8K7Zg7WWiZN4v_eELyD3hTw</a>	Utilización de la lógica difusa en la gestión de mantenimiento: Caso de Estudio	Israel Gondres Torné , Santiago Lajes Choy, Nervalio Rodríguez León Y Alfredo del Castillo Serpa	2007	Pereira, Colombia	Scientia Tecnica	Gestión de mantenimiento de interruptores desde otra perspectiva	Implementar un sistema de gestión de mantenimiento por medio del diagnóstico.	Decidir un mantenimiento o el tiempo probable para ejecutarlo.

Elaboración Propia.



ANEXO n° 24: Análisis sistemático de medios físicos.

Código generado	Fuente	Título	Autores	Fecha	Ciudad	Editorial	Problema	Métología	Resultados
LIB01	Libro	La productividad en el mantenimiento Industrial	Enrique Douce Villanueva	2013	Mexico	Grupo Editorial PATRIA	No aplica	Indice RIME(ICGM)= código máquinas código de trabajo	Identifica los recursos por atender (equipos, instalaciones y construcciones), y el cada tipo de trabajo por realizar en dichos recursos.
								Diagrama Causa y efecto	Investigar la causa de la gran cantidad de fallas que se presentó en un año dentro de su estadística de fallas.
LIB02	Libro	Calidad	Pablo Alcalde San Miguel	2009	Madrid	Thomson Paraninfo	No aplica	Diagrama Causa y efecto (basado en las 6M)	Permite el estudio de todas las posibles causas que pueden producir problemas en un área específico o en unos procesos.
LIB03	Libro	Mantenimiento Industrial	Carlos Boero	2006	Cordova	Jorge Sarmiento	No aplica	FMECA(AMFE) Análisis Crítico de los Modos y Efectos de falla. Primera etapa descomponer la máquina en partes funcionales, segunda etapa análisis de las formas, efectos y causas de falla	Implantar un plan de mantenimiento con toda la información sobre el equipo, sus antecedentes, manuales, etc.
								Ordenamiento de defectos por orden de importancia (Diagrama Pareto)	Demuestra que la mayor concentración de fallas se encuentra en un tipo específico.
LIB04	Libro	Mantenimiento total de la producción (TPM)	Francisco Rey Sacristan	2011	Madrid	FC Editorial	No aplica	Desarrollo de las cuatro Fases del TPM, ficha diagnóstico, Objetivo, misión y visión.	Cambiar los comportamientos por la práctica de la prevención y el rigor en las tareas para alargar el ciclo debida útil de los equipos de producción
LIB05	Libro	5S: A visual Control System for the Workplace	Edward Moulding	2010		ISBN	No aplica	5S	Permite la mejora en los niveles de calidad, eliminación de tiempos muertos y reducción de costos.

LIB06	Libro	Organización de la producción y dirección de operaciones	Luís Cuarecasas Árbos	2011	Bogota	Diaz de Santos	No aplica	Implantación de un programa TPM	Corregir debilidades del diseño, restaurar el deterioro no chequeado o abandonado, prever problemas y vida útil del equipo utilizando técnicas de diagnóstico, restauración periódica de deterioro.
								Ishikawa	Identificar y ordenar sistemáticamente las causas directas, las causas de estas causas y así sucesivamente.
LIB07	Libro	Mantenimiento Industrial	Ivan Gallará & Ivan Pontelli	2005	España	Universitas	No aplica	Mantenimiento Autónomo	Mediante secuencias preestablecidas de barrido se hacen pequeños ajustes y reparaciones, limpieza, inspección y detección de señales con los sentidos. Cuando surge una señal fuera de lo común, esta es detectada e informada a mantenimiento.
LIB08	Libro	Gestión moderna del mantenimiento Industrial	Oliverio García Palencia	2012	Colombia	Ediciones de la U	No aplica	Metología del TPM	Tener equipos de producción siempre listos, mejorar la productividad empresarial.
								Capacitation y entrenamiento	
								Mantenimiento Autónomo	
								Mantenimiento planeado	
								Principios de la Administración Japonesa:5S	
LIB09	Libro	Estudio del Trabajo	Roberto García Criollo	2005	Mexico	McGraw-Hill Interamericana	No aplica	Criterios para analizar la productividad	Se encuentra dentro de estos un parámetro de las máquinas siendo medida desde un punto de vista respecto a los resultados logrados y recursos utilizados de los mismos.

LIB10	Libro	Principios de administración de Operaciones	Jay Heize & Barry Render	2004	Mexico	PEARSON	No aplica	La productividad	Es la razón entre salidas (bienes y servicios) y una o más entradas o insumos (recurso como mano de obra), mejorar la productividad significa mejorarla eficiencia
TES01	Tesis	Propuesta de mejora en el proceso de envases PET para incrementar la productividad en la empresa ANVIP PRU S.R.L	Guadalupe Horna Lopez	2017	Cajamarca	Tesis de Titulo	En qué medida la propuesta de mejora en los procesos de fabricación de envases PET incrementará la productividad en la empresa Anvip Perú S.R.L	Calculo de indicadores de la disponibilidad, calidad y eficacia de los equipos.	Incremento de la productividad con respecto a las máquinas disponibilidad de 10.6%, velocidad 6% y calidad 10.8%
								Diagrama de causa y efecto	
								TPM	
TES02	Tesis	Propuesta de un sistema de mantenimiento preventivo industrial para mejorar la eficiencia productiva de maquinaria en la empresa PIRCASA CAJAMARCA	María Zapana	2018	Cajamarca	Tesis de Titulo	De qué manera la eficiencia productiva de la maquinaria de la empresa PIRASA es influenciada por la propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento Preventivo Industrial	Mantenimiento preventivo	El diseño de la Gestión del Sistema de Mantenimiento Preventivo permite establecer un conjunto de procesos que dirijan y controlen el proceso de mantenimiento. Tiene una contribución significativa
TES03	Tesis	Implantación del TPM en la zona de enderezadoras de Aceros Arequipa	Jose Enrique Silva Burga	2005	Piura	Tesis de Titulo	Implantación del TPM	Se realizó tomando en cuenta en las siguientes etapas: Etapa inicial, Etapa de implantación, consolidación /Medición de la efectividad global de los equipos	El control de la efectividad Global de los equipos (EGE) permite identificar el tipo de pérdida que afecta la efectividad de las máquinas permitiendo atacar las causas y resolver los problemas aumentado la productividad. Con respecto a la efectividad global durante las 11 semanas se obtuvo un 58.57%, 61.94% y 57.62% en Spama, Delisi y Koch respectivamente

									La implantación del TPM requiere tiempo y apoyo de la gerencia, así como la participación de todos los trabajadores de todo nivel. Aplicando correctamente se tienen equipos limpios y conservados, esto permite una menor probabilidad de sufrir una falla o desperfecto.
LIB11	Libro	Organización y gestión integral del mantenimiento	Santiago García	2012	Madrid	Diaz de Santos	No Aplica	Codificación de equipos (Se asigna un número o un código correlativo)	Identificar al equipo con un código único, que facilita su localización, su referencia en órdenes de trabajo, en planos, permite el cálculo de indicadores a áreas, equipos, sistemas, elementos, etc.
								Mantenimiento de equipos	Como vamos a mantener cada uno de esos equipos, dentro de los cuales se encuentran los siguientes tipos de mantenimiento: correctivo, preventivo, predictivo, hard time o cero averías y en uso.
TES04	Tesis	El Mantenimiento Productivo total TPM y La Importancia del recurso humano para su exitosa implementación	Ernesto López	2009	Bogota	Tesis de Titulo	Relación de la implementación del TPM y empoderamiento del personal	Mantenimiento productivo Total	El Mantenimiento productivo Total (TPM) es una cultura organizacional que puede aplicarse en cualquier tipo de industria ya sea manufacturera o de servicios; en donde el principal objetivo es eliminar los desperdicios que se presenten dentro de la organización contando siempre con la participación de todo el personal, desde la alta dirección hasta los operarios de planta.
TES05	Tesis	Propuesta de implementación de Mantenimiento Productivo Total (TPM) en la gestión de mantenimiento	Edwin Portal & Salazar Pablo	2016	Cajamarca	Tesis de Titulo	Incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimientos de tierra mediante la implementación de un sistema de	Implementación del TPM	La implementación del TPM incrementa la disponibilidad operativa de los equipos de movimientos de tierras, manteniendo en un porcentaje igual o mayor a 85%

		para incrementar la disponibilidad operativa de los equipos de movimiento de tierras en la empresa Multiservicios Punre SRL.					gestión de mantenimiento		
TES06	Tesis	Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento según el enfoque de mantenimiento productivo total (TPM) para reducir los costos operativos de la empresa SERFRIMAN E.I.R. L	Moisés Suarez	2016	Cajamarca	Tesis de Titulo	Reducir los costos operativos a través de una propuesta de implementación de Mantenimiento Productivo Total	Aplicación de un manual de procedimiento de mantenimiento, formatos de control, análisis de criticidad	La aplicación de la propuesta es viable puesto que genera un beneficio/costo de 1.12 y se reducirá al mes S/.5614.34 de costos de mes.

Elaboración Propia

ANEXO n° 25: Datos de la propuesta.

Data de tipo y frecuencia de falla

Equipo	Falla	Causa	Frecuencia	Frecuencia Total	Horas de mantenimiento	Total de Horas por causa	Total de horas de mantenimiento por equipo	Horas de auto mantenimiento	TOTAL DE HORAS DE MANTENIMIENTO
Torno	Obstrucción en la guía por presencia de viruta o elemento externo	Mala limpieza de bancada	1	6	8	8	37	7	19.25
	Desgaste de guías	Poca lubricación	2		7	14		9	
	Correas de transmisión estiradas	Sobreesfuerzo de la máquina	2		6	12		0.25	
	Mal montaje del elemento	Desconocimiento del proceso	1		3	3		3	
Fresadora	Se quema del bobinado	Exceso de corriente nominal que puede suceder en los bobinados.	3	7	7	21	61	0.58	4.33
	Desgaste de escobillas	Motor sobreesado	2		15	30		3	
	Deshilachado de su sección	Exceso de trabajo	2		5	10		0.75	
Rectificador de tambores	El interruptor del sistema de arranque no funciona	Mala instalación	3	7	10	30	58	0	3
	Endurecimiento de los discos y tambores	Altas temperaturas	2		6	12		1.5	
	Ondulación de tambores	El tiempo de uso	2		8	16		1.5	
Plasma	Desgaste de generador	Acumulación de polvo metálico	2	6	6	12	26	1.5	5
	El arco de corte se apaga	Tobera, electrodo difusor consumados	2		4	8		1.5	
	Desgaste de las partes de consumo	Acelte sucio en la alimentación del aire	2		3	6		2	
Máquina de soldar	Desgaste de rodillos impulsores	Suciedad en los rollos de transmisión	2	11	5	10	62	5	14
	Cable quemado	Poca limpieza obstrucción de revestimiento	4		10	40		0	
	Inadecuado niveles de refrigerante	Acumulación de lodo y formación de espuma	3		2	6		5	
		Cobertura insuficiente gas			4				
Porosidad en el cordón de soldadura	Deslizamiento excesivo	2	3	6	4				
	Manómetro defectuosos		4						
Tronzadora	Desgaste de las escobillas	Limpieza inadecuada	2	5	2	4	29	4	12
		Uso de piezas que no son originales						0	
	Desgaste del disco de corte	Uso excesivo del disco de corte	2		10	20		0	
Tornillos desajustados	No colocar los tornillos en los intervalos regulares	1	5	5	8				
Prensa Hidráulica	Pernos sueltos	Obstrucción de filtro y purgadores	2	7	6	12	31	3	19.5
	Roturas de oring	Suciedad y acumulación de polvo metálico	3		3	9		12	
	Falta de viscosidad	Trabajo forzado	2		5	10		4.5	
Taladro Radial	El motor eléctrico no funciona	Fuente de alimentación no conectada	2	7	6	12	27	3	9.2
		Protector de sobrecorriente dañado						5	
	Velocidad de perforación lenta	Superficie de la hoja de broca es adherida de los polvos finos	2		3	6		5	
	La pared de la broca tiene desgaste	Superficie de la hoja de broca es adherida de los polvos finos	3		3	9		1.2	

Elaboración Propia.

### Disponibilidad

Maquina	Frecuencia Total	Tiempo de Apertura	Tiempo de Mantenimiento	Total de horas de automantenimiento	Tiempo de Funcionamiento	Disponibilidad	MTBF	MTTR
Torno	6	600	37	19.25	543.75	0.9063	90.63	6.17
Fresadora	7	600	61	4.33	534.7	0.8911	76.38	8.71
Rectificador de tambores	7	600	58	3	539	0.8983	77.00	8.29
Plasma	6	600	26	5	569	0.9483	94.83	4.33
Máquina de soldar	11	600	62	14	524	0.8733	47.64	5.64
Tronzadora	5	600	29	12	559	0.9317	111.80	5.80
Prensa Hidráulica	7	600	31	19.5	549.5	0.9158	78.50	4.43
Taladro Radial	7	600	27	9.2	563.8	0.9397	80.54	3.86
<b>PROMEDIO</b>						<b>0.9131</b>	<b>82.16</b>	<b>5.90</b>

### Elaboración Propia

### Eficacia

Máquina	Tiempo de funcionamiento	Piezas fabricadas	Piezas Reprocesadas	Tiempo de Reproceso	Tiempo de ciclo
Torno	543.75	1021	100	30.18	0.503
Fresadora	534.67	995	112	33.8016	0.503
Rectificadora de tambores	539	1004	111	33.4998	0.503
Plasma	569	998	221	66.6978	0.503
Máquina de soldar	524	843	331	99.8958	0.503
Tronzadora	559	934	294	88.7292	0.503
Prensa Hidráulica	549.5	1008	140	42.252	0.503
Taladro Radial	563.8	1041	133	40.1394	0.503
<b>PROMEDIO</b>	547.84	980.00	180.00	54.40	0.503
<b>EFICACIA</b>	<b>0.8997</b>				

### Elaboración Propia

### Calidad

Máquina	Piezas fabricadas	Unidades defectuosas
Torno	1021	100
Fresadora	995	112
Rectificadora de tambores	1004	111
Plasma	998	221
Máquina de soldar	843	331
Tronzadora	934	294
Prensa Hidráulica	1008	140
Taladro Radial	1041	133
<b>PROMEDIO</b>	980	180
<b>CALIDAD</b>	<b>0.8163</b>	

### Elaboración Propia