

# TESIS

*por* Joseph Cordova Mollo

---

**Fecha de entrega:** 04-ago-2020 03:02p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1365949227

**Nombre del archivo:** TESIS\_CORDOVA\_MOLLO\_JOSEPH.docx (1,018.07K)

**Total de palabras:** 17633

**Total de caracteres:** 94320

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMA E INFORMÁTICA  
ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.**

**TESIS**

**Aplicación del Mantenimiento de Prevención para mejorar la Gestión <sup>14</sup> del Servicio  
de Mantenimiento, en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA – 2019**

**PRESENTADO POR:**

**Córdova Mollo, Joseph**

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

**ASESOR:**

**Ing. Aldo Laos Bernal**

**HUACHO – 2019**

## **DEDICATORIA**

A mi madre Que me apoyo siempre en todas las etapas de mi vida, y a pesar de hacer el rol de padre y madre gracias a su esfuerzo y dedicación he podido culminar mis estudios, a ella le dedico todo mi esfuerzo en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que pueda estudiar.

Dedicado con mucho amor y cariño a la señora Juliana Mollo Carbajal, mi madre, mi padre, mi ángel.

**Joseph Córdova M.**

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento muy especial a mi madre, que jamás dejo de creer en mi y nunca dejo de ayudarme y siempre se preocupo para que pueda terminar mis estudios con éxito.

A mis hermanos Jan Carlo, Arthur, y Karen que fueron un gran apoyo y que gracias a su ayuda incondicional son partícipes de que yo este en este punto de mi vida a puertas de obtener el título profesional tan anhelado.

Finalmente, pero no menos importante a mi asesor el ING. Aldo Laos Bernal, quien fue mi maestro y quien marco con sus enseñanzas positivamente en el desarrollo de nuestro aprendizaje. Y que gracias a su apoyo he podido culminar el desarrollo de mi tesis

A todos con mucho cariño.

**Joseph Córdova M.**

---

**Ing. JORGE ANTONIO SANCHEZ GUZMAN**  
**PRESIDENTE**

---

**ING. RONALD ALCANTARA PAREDES**  
**SECRETARIO**

---

**ING. RAUL CHAEZ ZAVALA**  
**VOCAL**

---

**ING. ALDO LAOS BERNAL**  
**ASESOR**

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción sobre todo las de transformación de materia prima, se sustentan en una posible producción sin interrupciones. Uno de los principales sustentos, para lograr ello, es la eficiente gestión de la función del mantenimiento industrial.

Según el último Congreso Mundial del 2018, realizado en Estocolmo – Suecia; se conviene aceptar, que solo existen dos clases de mantenimiento, tales son: el mantenimiento correctivo y el mantenimiento de prevención y sus derivados.

En este sentido, muchas plantas industriales, están optando por la práctica del mantenimiento de prevención, ya que su uso ha implicado un aumento de la eficiencia. Hasta el 30% más de lo existente.

El caso del estado, realizado en la Planta Azucarera de la Empresa AIPSA, versión año 2019 y parte del 2020, se enfoca en la aplicación del mantenimiento de prevención, de tal forma de minimizar , la ocurrencia de horas por paralizaciones imprevistas, con los adicionales de mejorar la gestión en los aspectos de administración, aspecto técnico y aspecto económico.

## RESUMEN

El estudio “aplicación del Mantenimiento de Prevención para mejorar la Gestión <sup>14</sup> del Servicio de Mantenimiento en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA – 2019, desarrollado por el suscrito, se puede resumir de la manera siguiente.

- En los tres primeros capítulos, entre otros, se expone el planteamiento del problema, destacándose la descomposición de la realidad problemática; donde se resalta fue en el año 2019, ocurrieron 1147 horas por paralizaciones imprevistas, con implicancias de periodo de producción y no cumplimiento con los plazos de entrega. Seguidamente, se plantean los objetivos, también, se describen los antecedentes del problema, y además se destaca la formulación de hipótesis.
- En el diseño método lógico es importante indicar que se trata de un estudio correlacional, y luego se presenta la operacionalización, de las variables, consideradas en el estudio.
- En el cuarto capítulo, se presentan los resultados obtenidos, previo análisis de la situación actual. En ello es importante señalar que según los indicadores de gestión; el Área de Trapiche, es la más crítica.
- Entre lo que más se evidencia es fue el estudio eleva la eficiencia global de planta al 86.95% de un 71.06% actual y que irá mejorando, conforme se reajuste el programa de M.P. propuesto.
- En los capítulos quinto y sexto se discuten los resultados, justificado que, con los resultados obtenidos, es conveniente la aplicación del mantenimiento de prevención.

## ABSTRACT

The study "application of Prevention Maintenance to improve the Management of the Maintenance Service in the Sugar Plant of the AIPSA Company - 2019, developed by the undersigned, can be summarized as follows.

- In the first three chapters, among others, the problem statement is exposed, highlighting the decomposition of the problematic reality; Where it stands out was in the year 2019, 1147 hours occurred due to unforeseen shutdowns, with implications for the production period and non-compliance with delivery times. Next, the objectives are proposed, also, the background of the problem is described, and the formulation of hypotheses is also highlighted.
- In the logical method design, <sup>45</sup> it is important to indicate that it is a correlational study, and then the operationalization of the variables considered in the study is presented.
- <sup>26</sup> In the fourth chapter, the results obtained are presented, after analyzing the current situation. <sup>45</sup> In this it is important to note that according to management indicators; the Trapiche Area is the most critical.
- Among what is most evident is the study increases the overall efficiency of the plant to 86.95% from a current 71.06% and that it will improve, as the M.P. proposed.
- In the fifth and sixth chapters the results are discussed, justified that with the results obtained, the application of preventive maintenance is convenient.

## INDICE

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT .....	7
CAPITULO I.....	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	11
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1. Problema General.....	14
1.2.2. Problemas Específicos.....	14
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.3.1. Objetivo General.....	14
1.3.2. Objetivos Específicos.....	15
CAPÍTULO II.....	16
MARCO TEÓRICO .....	16
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	16
1.1.1. Internacionales.....	16
1.1.3. Regionales.....	22
1.2. BASES TEÓRICAS.....	25
1.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	39
1.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	42
1.4.1. Hipótesis General.....	42
1.4.2. Hipótesis Específicas.....	42
CAPÍTULO III.....	43
METODOLOGÍA .....	43
3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.....	43
3.1.1. Tipo:.....	43
3.1.2. Enfoque:.....	43
3.1.3. Nivel:.....	43
3.1.4. Métodos:.....	43
3.1.5. Tipo de estudio.....	43
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	43
3.2.1. Población.....	43
3.2.2. Muestra.....	43

3.3.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.....	44
3.4.	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.</b> .....	45
3.4.1.	Técnicas a emplear. ....	45
3.4.2.	Descripción de los instrumentos.....	45
3.5.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	45
CAPÍTULO IV .....		46
RESULTADOS.....		46
4.1.	VISIÓN Y MISIÓN DE LA EMPRESA .....	46
4.2.	PROCESO DE PRODUCCION DEL AZÚCAR .....	46
4.3.	DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO. ....	54
4.4.	VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.....	56
4.5.	EQUIPO Y/O MÁQUINAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO .....	56
4.6.	RECORD DE PAROS Y TIEMPOS DE PAROS .....	67
4.7.	INDICADORES DE GESTIÓN.....	67
4.8.	PERDIDAS ECONÓMICAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL.....	71
4.9.	ANALISIS DE CAUSALIDAD.....	72
4.10.	CONTINGENTE LABORAL.....	73
4.11.	FIABILIDAD DEL SISTEMA.....	73
4.12.	NECESIDAD DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	74
4.13.	PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	75
4.13.1.	Ubicación de la función Mtto. En la organización de la planta.....	75
4.14.	ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO .....	76
4.15.	PROGRAMA PROPUESTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	77
4.16.	EVALUACIÓN.....	80
4.17.	DOCUMENTOS TÉCNICOS.....	80
4.18.	EL LILA.....	85
4.20.	ABASTECIMIENTO.....	86
4.21.	EL ÁREA DE MAESTRANZA. ....	86
CAPÍTULO V .....		97
ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. ....		97
CAPÍTULO VI .....		99
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		99
FUENTES DE INFORMACIÓN .....		100
ANEXOS .....		103
ANEXO N° 1 .....		104
MATRIZ DE CONSISTENCIA .....		104

<b>Objetivo General</b> .....	104
<b>ANEXO 2</b> .....	105
<b>ANEXO N° 3</b> .....	106
<b>ANEXO 4: FORMATO HOJA RMC</b> .....	109

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.****1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Las empresas industriales, actualmente, se ven en la necesidad de ser más competitivas, en el sector productivo. En que se encuentren tal es así, que se busca, que los inputs de producción, conduzcan a la obtención de productos con cero defectos.

Tratándose de lograr una alta competitividad; las empresas en sus procesos de producción, tienen que poseer máquinas confiables, mano de obra fiable, materiales adecuadamente seleccionados, métodos convenientes adoptados, y que al interactuar con los elementos internos del proceso de producción; se permita obtener productos dentro de los más altos estándares de calidad, y precios competitivos.

A nivel mundial, la mejora continua, en la preservación de la maquinaria de uso industrial; es una filosofía, cuya práctica fue iniciada en Toyota, en los Estados Unidos, y más enriquecida por la industria japonesa. Por ello surgen pilares del mantenimiento productivo total; cada uno con aplicación específica, de acuerdo al problema real, que se enfrente.

En el contexto latinoamericano, países como Brasil, México, Chile, vienen aplicando la nueva filosofía del mantenimiento industrial, visualizando, el mantenimiento autónomo, el mantenimiento enfocado, el mantenimiento

planificado, el mantenimiento de calidad, y el mantenimiento preventivo; que utilizando las herramientas modernas de calidad; permiten obtener un servicio de calidad, en el mantenimiento industrial.

De lo anteriormente anotado; se extrae como un pilar muy importante del mantenimiento industrial, como lo es el mantenimiento de prevención, que integra la práctica de los pilares anteriores, en lo referente al mantenimiento industrial.

En el Perú, algunas empresas industriales, como aceros Arequipa, Grupo Gloria, Grupo Backus , entre otros, llevan un periodo de regular tiempo, implementando el mantenimiento de prevención con TPM.

En nuestra región Lima – Provincias, no se cuenta con empresas a nivel industrial, que estén implementando el mantenimiento de prevención como una forma de mejorar la eficiencia de gestión de sus sistemas de mantenimiento.

El caso se pretende desarrollar y solucionar, tiene como realidad problemática , las instalaciones fabriles de la fábrica de azúcar de la Empresa Agroindustrial Paramonga S.A.

La empresa en mención, está ubicada en el distrito de Paramonga, Provincia de Barranca, Región Lima – Provincias. Su actividad principal es la producción de azúcar de uso industrial y de uso doméstico.

Agroindustrial Paramonga S.A. (AIPSAÚ, tiene una producción estimada de 10,500 bolsas diarias de azúcar, se trabaja a tres turnos, los treinta días del mes, con año fiscal.

El caso problema, se origina, cuando se reporta que el año 2019, se presentaron 1547 horas de paros imprevistos, y en lo que va del año ya tenemos 385 horas de paros imprevistos, a pesar de contar con un departamento de mantenimiento; al aparecer, la eficiencia de la gestión del mantenimiento no levanta, explicándose en parte ello, porque no se cuenta con una política de prevención de averías, ni fiabilización de los grupos de trabajo, así como de un servicio de calidad.

Todo ello conlleva a retrasos <sup>41</sup> en el cumplimiento de los programas de producción y pérdida de fidelidad de clientes.

El autor de la presente investigación, con el permiso de la alta dirección de la planta, toma el caso y planea la alternativa de solución, basada en la aplicación del mantenimiento de prevención para mejorar la eficiencia de gestión de la función del mantenimiento.

Este estudio tendrá enfoque cuantitativo y de nivel de diseño de investigación correlacional, entre las variables aplicación <sup>11</sup> del mantenimiento preventivo y la variable mejora de la eficiencia del sistema de gestión del mantenimiento.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

Realizada en forma interrogativa, es la siguiente:

### **1.2.1. Problema General.**

¿La aplicación del mantenimiento de prevención, tiene relación con la mejora la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA.?

### **1.2.2. Problemas Específicos.**

- ¿Existe relación en la fiabilización de los grupos de trabajo, y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera de AIPSA?
- Hay relación entre el cálculo de fiabilidades de máquinas y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera de AIPSA?
- ¿Existe relación, entre el uso óptimo de los inputs de producción y la mejora de gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera de AIPSA?

11

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.**

Los objetivos a alcanzar, en el presente estudio, son los siguientes:

### **1.3.1. Objetivo General**

Establecer la relación existente, entre la aplicación del mantenimiento de prevención con la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera de AIPSA.

### 1.3.2. Objetivos Específicos.

- Determinar la relación entre la fiabilización de los grupos de trabajo y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera AIPSA.
- Establecer la relación, entre el cálculo de fiabilidades de máquinas, y la mejora en la gestión del servicio de mantenimiento, en la planta azucarera de AIPSA.
- Determinar la relación existente, entre el uso óptimo de los inputs de producción y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera de AIPSA.

## CAPÍTULO II

### <sup>30</sup> MARCO TEÓRICO

#### 1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

##### 1.1.1. Internacionales.

(Uscátegui Cristancho, 2014) <sup>14</sup> en su trabajo titulado: *Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el Departamento de confiabilidad y proyectos en la Empresa Petrosantander Colombia (INC).*

<sup>3</sup> El objetivo principal del proyecto es diseñar una propuesta para el mejoramiento de la Gestión de Mantenimiento para el departamento de Contabilidad y Proyectos en la Empresa Petrosantander Colombia (Inc.), que permita a la empresa el mejoramiento de las actividades diarias del departamento y una controlada y efectiva ejecución de las actividades que sean programadas para dar cumplimiento al plan diseñado, garantizando la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.

La norma ISO 14224 se tomó como guía para la identificación de equipos críticos y no críticos para la operación, el levantamiento de la información y la concentración de la misma en un solo lugar haciéndola más accesible y de fácil consulta.

La implementación del software de mantenimiento MP9 fue una herramienta práctica y clave para el establecimiento de los planes de mantenimiento de los equipos y el departamento. Esta herramienta contribuyó para la documentación de equipos y localizaciones, planes y

rutinas de mantenimiento rutinario, organizar y programar los trabajos de mantenimiento y seguimiento a los indicadores de gestión del departamento.

Finalmente, se exponen las ventajas de tener procedimiento de mantenimiento para cada equipo y de enfocar los esfuerzos en actividades que requieren más tiempo como análisis de falla, su corrección y las medidas para evitar su ocurrencia.

(Benavides Chirinos, 2015) en su trabajo titulado: *Diseño e implementación de propuesta de mejoras de mantenimiento en el Área del Taller Mecánico de la Empresa Servi Dinamo C.A.* trabajo cuyo objetivo fue: Diseñar e implementar propuestas de mejora de mantenimiento en el Área del Taller Mecánico de la Empresa Servi Dinamo C.A. El tipo de investigación utilizado en este proyecto es el de “tipo factible” y está sustentado en investigaciones anteriores que directa o indirectamente aportan información al proyecto, así como también es necesario el desarrollo de indagaciones de campo, para la obtención de información de la realidad estudiada. La muestra seleccionada es los asistentes, técnicos, coordinadores e ingenieros de campo. La mayor parte de la información fue obtenida directamente del personal en el área de trabajo por medio de entrevistas no estructuradas, así como algunos documentos manuales y formatos que permitieron nutrir el contenido de las Fases 1 y 2 en la que se evidencian la situación de la empresa y los problemas y desperdicios que existían en el taller mecánico.

La observación y análisis del proceso de recepción, reparación y mantenimiento de plantas eléctricas permitieron conocer y determinar las fallas y desperdicios que ocurrían en el proceso, para así desarrollar las propuestas de mejoras de mantenimiento en el taller mecánico de la empresa. Una de las fallas más críticas de la desorganización de las áreas que logró mejorarse ampliamente.

Con el rediseño del Formato de recepción de equipos, se garantiza una mejor organización de las plantas en el taller, para lograr mayor velocidad en la respuesta que tiene la empresa con los clientes. El Departamento de Operaciones estudió el rediseño del formato y decidió estandarizar la propuesta, lo que demuestra que fue una mejora de calidad.

Las mejoras de mantenimiento permitieron una evolución positiva de las actividades dentro del taller mecánico ya que, con la reorganización, estandarización del proceso de ejecución de reparaciones, entre otras mejoras, restablecieron los espacios de trabajo quedando mejor estado, así como también culminó determinado paso a paso, la ejecución de todos los procesos dentro del taller. Lo cual se vio reflejado en el mejor desenvolvimiento de los trabajadores dentro del taller.

#### **1.1.2. Nacionales.**

(Villegas Arenas, 2016) en su Tesis titulada: *Propuesta de Mejora en la Gestión del Área de Mantenimiento, para la optimización del desempeño de la Empresa "Manfer S.R.L. Contratistas Generales", Arequipa 2016*. El

presente trabajo de investigación tuvo como objetivo generar una propuesta de mejora en la gestión del área del mantenimiento que permita optimizar el desempeño de la empresa MANFER S.R.L Contratistas Generales.

Se analizó la gestión actual en el área de mantenimiento de MANFER S.R.L. determinando principalmente la falta de competencia y capacitación del personal de operación en equipo, y en general y la baja disponibilidad (68.27%) de los equipos en general lo cual afecta directamente en la producción y en los altos costos de alquiler que ascienden a S/. 319,975.80 soles aproximadamente.

Se determinó que actualmente no se cumplen los planes de mantenimiento, es decir no tienen implementando un sistema de mantenimiento preventivo y además hay una mala gestión de los mantenimientos correctivos. No se cuenta con historiales de mantenimiento, documentos y/o formatos de registro, ni con un encargado de mantenimiento.

Se presenta una propuesta de gestión que permitirá optimizar el desempeño de la constructora mediante la elevación de la disponibilidad de los equipos desde un 68.27% a un 78.47%, lo cual disminuirá sustancialmente los costos de alquiler en S/. 198,577.80 en el periodo de 02 años. Además, se implementarán procesos de gestión de mantenimiento y procesos de gestión logística que incrementarán la efectividad de la empresa.

Se realizó un análisis de costo de la propuesta en la que se determinó inicialmente que el costo total es de S/. 73.700 soles, además un ahorro de S/. 198,577.80 en alquiler en los 02 años, teniendo en cuenta el aumento de disponibilidad de los equipos, lo cual nos entrega un Ahorro Total de la propuesta de S/. 124,877.80 en el transcurso de los 02 años.

(Rodríguez del Águila, 2012) en su investigación titulada: *Propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento Basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca*. Trabajo que tuvo como objetivo general la mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca permitiendo lograr incrementar la disponibilidad mecánica en dichos equipos.

Se inició con el diagnóstico de la situación actual de la empresa y de la gestión de mantenimiento para llegar a conocer los puntos débiles dentro del proceso y poder formular propuestas para mejorar y reducir costos relacionados al mantenimiento. Así mismo, la propuesta de mejora será aplicada en el área involucrada con la gestión de mantenimiento.

Al comprar la factibilidad de la propuesta de mejora con un VAN de \$ 15'402.02 siendo mayor que cero, permite afirmar que el proyecto rinde una tasa mayor que la exigida y por ende el proyecto es aceptable luego de haber comparado el ahorro que tendríamos aplicando los indicadores con la situación actual y lo óptimo que tendría que medir la empresa.

Los resultados que se lograron son:

- Que el área de mantenimiento tenga un diagnóstico para identificar sus debilidades y poder retroalimentar el proceso.
- Se establecieron <sup>40</sup> los indicadores para asegurar una adecuada gestión de mantenimiento y asegurar la disponibilidad de equipos de acarreo.
- Acciones de mejora valorizadas.
- Análisis FODA del área de mantenimiento para establecer las estrategias de mantenimiento.

(Altamirano Requejo, 2016) en su investigación titulada: *Plan de Gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la Empresa Naylamp – Chiclayo 2016*. En el trabajo se refiere que mantenimiento preventivo en la actualidad no viene a representar un mantenimiento competitivo en nuestro país, sino es una necesidad para que las organizaciones puedan sobrevivir en un mercado cada vez más competitivo, por lo cual en la presente investigación se demuestra que un plan de gestión de mantenimiento preventivo contribuye sustancialmente a la mejora de la productividad en la Empresa Destilería Naylamp. Una de las actividades importantes en una empresa, es el mantenimiento que contribuye en la reducción de los costos, y así genere mayor utilidad; nuestro objetivo fue elaborar <sup>26</sup> un plan de gestión de mantenimiento preventivo para la empresa Destilería Naylamp, a través de una investigación de tipo aplicada descriptiva, con un diseño no experimental

La población fue 39 máquinas y equipos de la empresa, la muestra es de tipo no probabilística por conveniencia y estuvo conformada por las máquinas y equipos del área de producción. Se utilizaron las técnicas de análisis documental, observación y entrevista; también se utilizaron instrumentos como la ficha técnica guía de observación, ficha de registro con sus respectivos formatos se empezó haciendo un diagnóstico para conocer de qué manera el mantenimiento preventivo permita tener un mayor grado de confiabilidad de las máquinas e incrementar la productividad, luego como resultado tenemos que la empresa pierde 7449 litros de alcohol en un mes, llegamos a la conclusión que teniendo los equipos en correcto funcionamiento ayuda a mejorar la productividad de la línea de producción y recomendamos que la empresa debe realizar capacitaciones para el personal, del área de mantenimiento, y a través de un mejor conocimiento, puedan colaborar con la minimización de fallas en los equipos.

### 1.1.3. Regionales.

(Esponda Veliz, 2017), en su Tesis titulada: <sup>1</sup> *Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para un establecimiento de venta al público de GNV*, en cuya investigación propuso <sup>1</sup> un modelo de gestión de mantenimiento para un Establecimiento de venta al Público de GNV, con la finalidad definir una metodología, evaluar y proponer herramientas de confiabilidad para las operaciones y lograr la mejora de los procesos de una organización. Esta investigación es un estudio de caso de una empresa con presencia en el mercado que tiene 13 puntos de ventas de combustibles, de las cuales 4 puntos cuenta con GNV y se van a seguir expandiendo en la actualidad.

En el año 2015 se obtuvo una cantidad de 88,673 clientes, de los cuales se dejaron de abastecer unos 150 clientes aproximadamente debido a que no se acreditó el mantenimiento en su debido momento, por una parada de planta que duró como 6 horas en el mes de Julio.

Asimismo, se observó que durante el año 2015 que se produjeron 7 fallas en los equipos críticos.

Debido a esto se implementó el modelo de gestión de mantenimiento aplicando herramientas de confiabilidad operacional para el año 2016 y se comprobó que las fallas en los equipos se redujeron significativamente a 3 falla, representando una reducción del 43% comprobándose el aumento de la disponibilidad de los equipos al 99.997% y resultando que el tiempo medio de reparaciones se redujera significativamente a 59%.

De la muestra obtenida para el año 2016, de 68 clientes se comprobó que no hubo desabastecimiento después de la implementación del modelo de diseño de la gestión de mantenimiento.

De esta manera, se concluye que esta investigación aporta herramientas importantes en la gestión de mantenimiento de un Establecimiento de venta al público de GNV y a partir de la investigación realizada se concluye que las herramientas de confiabilidad aplicadas a la gestión de mantenimiento contribuyen a la mejora continua de sus operaciones.

(Barco Sandoval, 2007) en su tesis titulada: *Aplicación del mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa Global S.A.C. del Distrito de Ate Vitarte, Lima 2017*. El objetivo principal de la investigación es mejorar la productividad de los tejidos crudos de punto a través del incremento de tiempos normales de trabajo de las máquinas circulares, donde se tiene como estrategia el mantenimiento preventivo para incrementar los indicadores de disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y reducción de paradas no programadas.

En el desarrollo de la investigación se tomó como base las 17 máquinas circulares textiles y su producción diaria de tejido para analizar su eficiencia y eficacia durante los datos del pre y post test. Se tomó la totalidad de la población la que es igual a la muestra de conforma la producción total de tela obtenida en un periodo de 30 días. Esto datos se introdujeron en el programa estadístico SPSS, el cual permitió demostrar la mejora de la productividad en un 22.23%, así como su incremento de tiempo de jornada diaria y siendo más competitivo en términos de mantenimiento preventivo.

Como conclusión se obtuvo que se acepta la hipótesis general, por tanto, la aplicación del mantenimiento preventivo mejora la productividad en la empresa Tejidos Global S.A.c. del Distrito de Ate Vitarte, Lima, 2017.

(Vega Acuña, 2017 en su tesis: *Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria de la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita, 2017*. La empresa actualmente solo

realiza mantenimientos correctivos, es decir, esperan que se produzcan las fallas para poder corregirlas lo que es perjudicial para las máquinas y los servicios que brindan.

El objetivo es diseñare e implementar un plan de mantenimiento preventivo para la empresa, con el fin de mejorar la disponibilidad de la maquinaria. Se utilizaron los fundamentos de Nyman, Palmer, Mora, Duffua, Rodríguez y Crane Interest Group. La muestra estuvo compuesta por el trabajo de cinco grúas telescópicas durante 60 días. Los datos fueron procesados utilizando el programa SPSS 20.

La implementación comenzó con la búsqueda de información técnica y datos proporcionados por los trabajadores del área de mantenimiento. En base a esta información y con ayuda de los análisis de criticidad se logró un cronograma de mantenimiento general por horas de operación el cual se presentó a través de cartillas de mantenimiento. Se realizaron revisiones, mantenimiento y lubricaciones iniciales para cada una de las grúas. A través de la prueba estadística de Wilcoxon se probó, que el mantenimiento preventivo redujo las fallas de las maquinarias por lo que se pudo incrementar la disponibilidad en un 7.6%

## **1.2. BASES TEÓRICAS.**

Los fundamentos teóricos, que fundamentarán el presente estudio, son los siguientes:

- **El mantenimiento industrial.**

(Sanzol Iribarren, 2010) señala que son las técnicas destinadas a <sup>8</sup> conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y con el máximo rendimiento.

El mantenimiento industrial engloba las técnicas y sistemas que permiten prever las averías, efectuar revisiones, engrases reparaciones eficaces, dando a la vez nomas de buen funcionamiento a los operadores de las máquinas, a sus usuarios, y contribuyendo a los beneficios de la empresa. Es un órgano de estudio que busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable para el usuario.

#### **Objetivos.**

Según (Navarrete Pérez, 1998) son los siguientes:

- <sup>12</sup> Reducir las paradas imprevistas del equipo.,
- Conservare la capacidad de trabajo de las máquinas
- Contribuir al aumento de la productividad del trabajo.
- Lograr que las máquinas funcionen ininterrumpidamente, a la máxima eficiencia con desgaste mínimo prolongando al máximo su vida útil.
- Conservar en perfecto estado de funcionamiento los medios de producción on un costo mínimo.
- Elevar el nivel de utilización de las capacidades de producción.
- Aumentada disponibilidad técnica a un costo razonable.
- Conservar o restituir a los equipos, máquinas e instalaciones del estado técnico que le permita su función productiva de servicios.

- Organización y ejecución de las funciones del mantenimiento.
- Los trabajos de mantenimiento están diseñados de tal forma que aseguren la organización y que los sistemas y métodos utilizados sean eficientes (pág. 1)

### **Etapas.**

(Navarrete Pérez, 1998) refiere que la actividad mantenimiento industrial es un caso particular del círculo administrativo general y lo comprenden las siguientes etapas:

#### **• Planificación**

Conformar el objetivo – tarea que se quiere alcanzar siendo sus etapas principales.

- ☒ Precisar los objetivos que se quiere alcanzar.
- ☒ Determinar las premisas existentes
- ☒ Trazar alternativas para lograr los objetivos fundamentales.
- ☒ Selección de la mejor alternativa.
- ☒ Formular un acuerdo de dirección que expresa la decisión tomada.

#### **• Organización.**

Es la definición y formación del sujeto y el objeto de dirección. Se puede lograr al formular las siguientes preguntas:

- ☒ ¿quiénes realizan el proceso?
- ☒ ¿Con qué se realizan?
- ☒ ¿Cómo se realiza el proceso?
- ☒ ¿Quiénes ejecutan y quiénes orientan?

☞ ¿Cómo fluye la información? (Pág. 4)

### **Factores del proceso organización del mantenimiento.**

(Navarrete Pérez, 1998) señala que la organización del sistema de mantenimiento depende una serie de factores que desempeña un papel decisivo dentro de la actividad fabril. El no tener en cuenta estos factores y querer copiar en vez de favorecer la actividad puede entorpecerla y hacerla ineficiente. Los factores a tener en cuenta son:

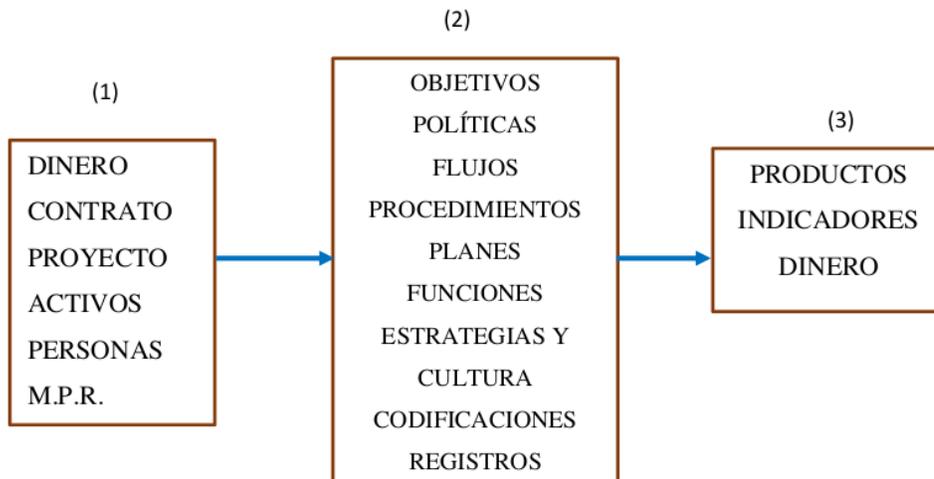
- Volumen y valor de la producción.
- Características tecnológica de la producción.
- Tamaño de la empresa.
- La distribución en plantas del equipamiento que recibirá la acción del mantenimiento.
- Fuerza capacitada y recursos materiales verdes dispone la entidad para acometer el trabajo.

### **• El sistema de mantenimiento en la empresa.**

Para hablar de un Sistema de Mantenimiento Industrial necesariamente debemos entender el principio general de cualquier sistema. Podemos definir éste como: “Una entidad con límites y con partes interrelacionadas e interdependientes cuya suma es mayor a la suma de sus partes El cambio de una parte del sistema afecta a las demás y con esto, al sistema completo, generando, patrones predecibles de comportamiento. El crecimiento positivo y la adaptación de un sistema dependen de cuán bien se ajuste éste a su entorno” (Gonzales, 2014).

## ¿Cómo construir un sistema de mantenimiento?

16 Para el caso que nos ocupa, cuando hablamos de un Sistema Gestión de Mantenimiento Industrial necesariamente tenemos que involucrar los principales elementos, factores y consideraciones por llamarlos así, Estos los describimos a continuación:



16 Para la implantación de un sistema de mantenimiento (Gonzales, 20147)

16 refiere que se debe tener presente:

- ☒ Inversión
- ☒ Contratos (cláusulas contractuales de adquisición de activos)
- ☒ Proyectos (i.p.c.)
- ☒ Activos
- ☒ Personas
- ☒ M.P.R. (materiales, partes y repuestos)

- **Los sistemas de producción.**

Un sistema de producción es cualquiera de los métodos utilizados en la industria para crear bienes y servicios a partir de la utilización de diferentes recursos.

<sup>17</sup> Bosenberg y Metzen (1992) dan cuenta de la complejidad natural de un sistema de producción, relacionando al término con el desarrollo de métodos de fabricación en donde se establecen las directrices y los principios de trabajo, se delimitan las estructuras dentro de la organización, se describen las tareas básicas, los métodos científicos y los principios de ingeniería que deben ser cumplidos por el capitán humano que forma parte del sistema.

<sup>22</sup> Boyer y Freyssenet (1995) describen un sistema de producción como la adecuación interna y externa que permite controlar las actividades económicas y de fabricación en una organización, con el objetivo de reducir la incertidumbre relacionada con las fuerzas de trabajo y las condiciones del mercado.

<sup>29</sup> Los sistemas de producción también pueden ser definidos como procesos de transformación en donde materiales e insumos son incorporados en las distintas etapas del ciclo de fabricación hasta obtener el producto terminado.

<sup>9</sup> El enfoque de los sistemas de producción no solo garantiza la manufactura de productos homogéneos y de alta calidad, también permite la aplicación de controles en cada una de las etapas del ciclo de fabricación, las cuales,

maximizan el nivel de seguridad de la mano de obra y disminuyen los desperdicios generados a lo largo del proceso.

Al diseñar un sistema de producción se establecen un conjunto de políticas de fabricación que garantizan que los elementos estructurales básicos del sistema operen de manera consistente y armónica.

El diseño de estos sistemas suele ser realizado en dos etapas:

- La primera etapa considera aspectos como la localización de la planta industrial, la tecnología y maquinaria a utilizar, la capacidad de fabricación deseada, entre otros, es decir lo concerniente a los activos fijos.
- La segunda etapa contempla la correcta definición e integración de las áreas de producción, el flujo de materiales, la disposición de los almacenes, las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo, por mencionar solo algunas variables.

- **El mantenimiento preventivo.**

La finalidad del mantenimiento preventivo es: Encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas. El mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por: usuarios, operadores y mantenimiento. Para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios. Máquinas, equipos, vehículos, etc.

Antes de empezar a mencionar los pasos requeridos para establecer un programa de mantenimiento preventivo, es importante analizar sus componentes para que comencemos con un base de referencia común (Mantenimiento. com. 2016)

Como su nombre lo indica el mantenimiento preventivo se diseñó con la idea de prever y anticiparse a los fallos de las máquinas y equipos, utilizando para ello una serie de datos sobre los distintos sistemas y sub - sistemas e inclusive partes. Bajo esa premisa se diseña el programa con frecuencias calendario uso del equipo, para realizar cambios en sub – ensambles, cambio de partes, reparaciones, ajustes, cambio de aceite y lubricantes, etc. a maquinaria, equipos e instalaciones y que se considera importante realizar para evitar fallos.

#### **Beneficios del mantenimiento preventivo.**

Necesitará proyectar los beneficios del mantenimiento preventivo, los más relevantes según (Mantenimiento. Com 2016) son los siguientes:

1. Reduce las fallas y tiempos muertos (incrementa la disponibilidad de equipos e instalaciones).

Obviamente, si tiene muchas fallas que atender menos tiempo puede dedicarle al mantenimiento programado y estará utilizando un mantenimiento reactivo mucho más caro por ser un mantenimiento de “apaga fuegos”.

2. Incrementa la vida de los equipos e instalaciones.

Si tiene buen cuidado con los equipos puede ayudar a incrementar su vida.

Sin embargo, requiere de involucrar a todos en la idea de la prioridad ineludible de realizar y cumplir fielmente con el programa.

3. Mejora la utilización de los recursos.

Cuando los trabajos se realizan con calidad y el programa se cumple fielmente, el mantenimiento preventivo incrementa la utilización de maquinaria, equipo e instalaciones, esto tiene una relación directa con:

El programa de mantenimiento preventivo que se hace. Lo que se puede hacer, y como debe hacerse.

4. Reduce los niveles del inventario.

Al tener un mantenimiento planeado puede reducir los niveles de existencias del almacén.

5. Ahorro

Un dinero ahorrado en mantenimiento es mucho billete de utilidad para la compañía. Cuando los equipos trabajan más eficientemente el valor del ahorro es muy significativo.

• **El mantenimiento productivo total (TPM)**

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas.

Cuando se hace referencia a la participación total, esto quiere decir que las actividades de mantenimiento preventivo tradicional, pueden efectuarse no solo por parte del personal de mantenimiento, sino también por el personal de producción, un personal capacitado y polivalente.

### **Ventajas de implementar TPM**

En (Industrial, 2012) se lee que el TPM enfoca sus objetivos hacia la mejora de la eficiencia de los equipos y las operaciones mediante la reducción de fallas, no conformidades, tiempos de cambio, y se relaciona, de igual forma, con actividades de orden y limpieza. Actividades en las que se involucra al personal de producción, con el propósito de aumentar las probabilidades de mantenimiento del entorno limpio y ordenado, como requisito previos de la eficiencia del sistema. Además el TPM presenta las siguientes ventajas:

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

Vale la pena considerar que los equipos son susceptibles a un desgaste natural, y a un desgaste forzoso. Las actividades del TPM se enfocan en eliminar los factores de desgaste forzoso, aumentando el cuidado sobre el equipo y las instalaciones.

- **2 La confiabilidad**

La confiabilidad (Menéndez, 2015) refiere es la consistencia de los resultados. El análisis de la confiabilidad se busca que los resultados de un cuestionario concuerden con los resultados del mismo cuestionario en otra ocasión. Si esto ocurre se puede decir que hay un alto grado de confiabilidad.

También se habla de confiabilidad cuando dos o más evaluadores evalúan al mismo estudiante sobre el mismo material y se obtienen puntuaciones semejantes.

En términos de confiabilidad lo que preocupa es la consistencia de los resultados. Se necesita la confiabilidad para poder hablar de resultados válidos, puesto que no es posible evaluar algo que cambia continuamente. Sin embargo, es posible que un cuestionario sea confiable, puesto que sus resultados son consistentes. Pero que no mida lo que se espera que mida. En ese caso tenemos un ejemplo claro de un cuestionario con confiabilidad pero carente de validez. Se dice que la confiabilidad es una condición necesaria, pero no suficiente para la validez. Las evidencias de validez siempre han de ir de la mano con las evidencias de confiabilidad. La confiabilidad indica el

grado de consistencia, pero no dice si las inferencias que se hacen y las decisiones que se toman partiendo del cuestionario son defendibles.

El mejor estimado de confiabilidad de un cuestionario vendría de tomar dos grupos de medidas en idénticas condiciones y entonces comparar los resultados. Pero esto tampoco es posible porque las condiciones jamás pueden ser las mismas. Por lo tanto la función principal de los estudios de confiabilidad y lo que les otorga calidad es el esfuerzo por minimizar el efecto de todas las condiciones que harían la toma de medidas diferentes en las dos ocasiones que esto se haga (pág. 5).

- **Herramientas para la administración del mantenimiento.**

- **El análisis ABC**

18

El análisis ABC es un método de clasificación frecuentemente utilizado en gestión de inventario. Resulta del principio de Pareto.

El análisis ABC permite identificar los artículos que tienen un impacto importante en un valor global (de inventario, de venta de costes...).

Permite también crear categorías de productos que necesitaran niveles y modos de control distintos.

13

- **Cómo hacer un análisis ABC**

Para realizar un análisis ABC primeramente hay que determinar cuáles son los artículos más importantes que tenemos en el almacén. Posteriormente los diferenciamos en 3 grupos.

- ✓ Artículos de tipo A: Se refieren a los más importantes (los más usados, más vendidos o más urgentes). Suelen ser los que más ingresos dan.

- ✓ Artículos de tipo B: Son aquellos de menor importancia o de una importancia secundaria.

- ✓ Artículos de tipo C. Estos son aquellos que carecen de importancia. Muchas veces tenerlos en el almacén cuesta más dinero que el beneficio que aportan.

- **Modo de fallas y sus efectos.**

(Minitab, s/f) señala: Un modo de falla es una causa de falla o una posible manera en la que un sistema puede fallar.

Cuando un sistema tiene muchas maneras posibles de fallar, tiene múltiples modos de falla o riesgos que compiten. Mientras más complejo es un sistema, más modos de falla tendrá. Por ejemplo, una alarma de incendio residencial puede fallar debido a una batería descargada o a la falta de ella, cableado defectuoso, detector defectuoso o alarma defectuosa. Un avión puede tener muchos modos de falla.

Entender los modos de falla es muy importante para mejorar la fiabilidad del producto. En los sistemas de alarma de incendio para residencias, las baterías descargadas o faltantes es el modo de falla más común. Las alarmas de fuego cableadas han reducido el problema de baterías descargadas o faltantes.

<sup>14</sup> El análisis de modos de falla y efectos (FMEA) es la metodología utilizada para analizar las causas de las fallas y para entender su frecuencia e impacto. Cuando usted identifica modos de falla potencial y su impacto, puede poner en marcha las acciones y planes correctivos apropiados.

- **<sup>5</sup> El análisis causa raíz.**

Análisis de Causa Raíz (ACR o RCA e sus siglas en inglés) es un método para la resolución de problemas que intenta evitar la recurrencia de un problema o defecto a través e identificar sus causas.

Existen varias medidas efectivas (métodos) que abordan las causas raíz de un problema. Por lo tanto, ACR es un proceso reiterativo y una herramienta para la mejora continua.

Esta metodología es usada normalmente en forma reactiva para identificar la causa de un evento, para revelar problemas y resolverlos. El análisis se realiza después de ocurrido el evento. Con un buen entendimiento de los ACR permite que la metodología sea preventiva y pronosticar eventos probables antes de que sucedan.

El análisis de causa raíz no es una metodología simple y definida; hay muchas herramientas, procesos y filosofías a la hora de realizar un ACR. Sin embargo, existen varios abordajes de amplia definición o corrientes que pueden identificarse por su tratamiento sencillo o su campo de origen; basados en la seguridad, basados en la producción, basados en los procesos, basados en las fallas, y basados en los sistemas (Okes. 2009).

### 1.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.

Consideramos los más significativos.

- <sup>23</sup> **Mantenimiento preventivo.**

Es aquel que tiene un único objetivo, encontrar y corregir los errores y problemas que provoquen fallos. Nace con el objetivo de solventar fallos antes de que estos se produzcan. Para ello, se utilizan datos de los sistemas y subsistemas.

- **Gestión.**

Acción y <sup>34</sup> el efecto de gestionar y administrar. Es también un conjunto de acciones u operaciones relacionadas con la administración y dirección de una organización.

- **Eficiencia.**

<sup>8</sup> Habilidad de contar con algo o alguien para obtener un resultado. Está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para llegar a una meta. Se trata de la capacidad de alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos, lo que supone una optimización.

- **Eficacia.**

Capacidad de alcanzar el efecto que espera o se desea tras la realización de una acción. <sup>32</sup> Uso racional de los medios para alcanzar un objetivo predeterminado (es decir, cumplir un objetivo con el mínimo de recursos disponibles y tiempos)

- **Confiabilidad:**

Fiabilidad, probabilidad de buen funcionamiento de una cosa.

- **Disponibilidad:**

La disponibilidad de un sistema generalmente se mide como un factor de su confiabilidad, a medida que aumenta la confiabilidad, también lo hace la disponibilidad.

- **Optimización.**

42

Buscar mejores resultados, más eficacia o mayor eficiencia en el desempeño de alguna tarea.

- **Inputs de producción**

25

Recursos que se usan en el productivo para confeccionar los bienes y servicios terminados. Las cantidades de los diversos inputs que es necesario utilizar para producir los bienes y servicios, viene definida por la función de producción.

- **Mejora continua.**

20

Método eficaz para lograr la calidad total, también denominada excelencia, que es la evolución que ha ido experimentando el concepto de calidad. La calidad es, por lo tanto, el estadio más evolucionado dentro de las sucesivas transformaciones que ha sufrido el término de calidad a lo largo del tiempo.

- **Sistemas:**

21

Objetivo complejo cuyas partes o componentes se relacionan con al menos alguno de los demás componentes; puede ser material o conceptual. Todos los

sistemas tienen composición, estructura y entorno, pero solo los sistemas materiales tienen mecanismos (o procesos), y solo algunos sistemas materiales tienen figura (forma).

- **Averías.**

Daño, deterioro que impide el funcionamiento de algo.

- **Productividad.**

Relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

- **Tasa de fallas.**

Puede ser expresada tanto como un porcentaje de fallas sobre el total de productos examinados o en servicio (en términos relativos), o también como un número de fallas observadas en un tiempo de operación (en este caso en términos nominales)

- **Rendimiento.**

Proporción que surge entre los medios empleados para obtener algo y el resultado que se consigue. El beneficio o el provecho que brinda algo o alguien también se conocen como rendimiento.

## 1.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.

### 1.4.1. Hipótesis General.

Existe la relación entre la aplicación del mantenimiento de prevención y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera de AIPSA.

### 1.4.2. Hipótesis Específicas.

- Existe relación entre la fiabilización de los grupos de trabajo y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA.
- Hay relación entre el cálculo de fiabilidades de máquinas y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera AIPSA.
- Existe relación entre el uso óptimo de los inputs de producción y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. DISEÑO METODOLÓGICO.**

#### **3.1.1. Tipo:**

No Experimental – Transversal.

#### **3.1.2. Enfoque:**

Cuantitativo.

#### **3.1.3. Nivel:**

Correlacional.

#### **3.1.4. Métodos:**

Deductivo.

#### **3.1.5. Tipo de estudio.**

Aplicativo.

31

### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

#### **3.2.1. Población.**

Se considera el 100% de máquinas, y utilizadas en el flujo del proceso de producción.

#### **3.2.2. Muestra.**

Es de tipo censal (al 100%).

### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES E INDICADORES.

HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Existe relación entre el mantenimiento de prevención y la mejora de la eficiencia de gestión del sistema de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA.	VI <sub>1</sub> : Aplicación del mantenimiento de prevención	Valoración del mantenimiento de prevención	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de fallos</li> <li>• Efecto de fallos</li> <li>• Tasa de disponibilidad.</li> <li>• Tasa de confiabilidad.</li> <li>• Tasa de rendimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reportes de:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción.</li> <li>- Mantenimiento</li> <li>- Calidad.</li> </ul> </li> </ul>
	VD <sub>1</sub> : Mejora de la eficiencia de gestión del mantenimiento en la Planta Azucarera AIPSA	Servicio eficiente del mantenimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tasa de O.T.M. cumplidas</li> <li>• Índices de fallos</li> <li>• Tiempo promedio de fallos.</li> <li>• Tiempo promedio de reparación</li> <li>• Índice de costos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ficha de máquinas</li> <li>• Hojas de Excel</li> <li>• Cronómetro</li> <li>• Órdenes de trabajo.</li> </ul>

### 3.4. <sup>27</sup> TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

#### 3.4.1. Técnicas a emplear.

Las técnicas para la recolección de datos, que se utilizarán son las siguientes: Observación in situ, análisis documental, la entrevista, encuestas, la estadística descriptiva.

#### 3.4.2. Descripción de los instrumentos.

- **Bitácora:** Para registrar lo observado en el campo de la realidad problemática.
- **Fichas:** Sobre todo las fichas de interpretación, para anotar las deducciones del material bibliográfico a consultar.
- **Hoja de Excel:** Para registro de datos de funcionamiento de máquinas.
- **Hoja de muestreo:** Para registrar cada cierto periodo de tiempo, el estado de funcionamiento de las maquinarias.
- **Ordenes de trabajo:** Nos permitirá el análisis y evaluación del cumplimiento de los trabajos.

### 3.5. <sup>26</sup> TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para procesar los datos recogidos con los instrumentos indicados anteriormente, se utilizará la estadística descriptiva; así como el uso del programa SPSS.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

#### **4.1. VISIÓN Y MISIÓN DE LA EMPRESA**

**VISIÓN:** Ser la empresa líder en el sector agroindustrial del país a través de la excelencia de sus colaboradores y la optimización de sus procesos de producción y dirección, compitiendo exitosamente en el mercado global.

**MISIÓN:** Somos una empresa agroindustrial socialmente responsable con un creciente posicionamiento en el mercado, satisfacemos a nuestros clientes con productos que cumplen estándares de calidad, preservamos el medio ambiente mediante la modernización de equipos, innovación, procesos productivos eficientes y eficaces; contribuyendo en la mejora de la calidad de vida de nuestros colaboradores y agregando valor a los accionistas.

#### **4.2. PROCESO DE PRODUCCION DEL AZÚCAR**

El procesamiento del azúcar, comprende dos fases:

- 1) La Etapa de extraer el jugo de la caña de azúcar (trapiche)
- 2) La etapa de concentrar y cristalizar el jugo (elaboración)

##### **PRIMERA ETAPA: TRAPICHE.**

##### **1) Manipuleo y Carga de la Caña.**

Cortada la caña, es cargada mecánicamente en los camiones de las capacidades máximas aprovechables son de 25 y 40 TM, respectivamente, estos transportan la materia prima a la planta de azúcar.

Los vehículos al ingresar a la planta son pesados en una balanza de 60 TM, luego pasan al patio del ingenio para empezar el descargue.

**2) Descara de Caña.**

La caña es descargada mediante una grúa de hilo con capacidad nominal de 25 TM. Los camiones de 40 TM son descargados, con dos partes depositándose la caña en la mesa alimentadora.

**3) Mesa Alimentadora.**

Consiste en un conductor receptor de 6 x 12 mts. con 6 hileras de cadenas transportadoras que se mueven a muy baja velocidad de desplazamiento (9.8 pie/minuto) y cuya función es almacenar la caña y alimentar uniformemente al fondear de molinos, evitando discontinuidad en la molienda, este equipo posee instalado dos rompebulto o cardingrum para esparcir la caña en el conductor N° 01 rompiendo los paquetes y nivelando el colchón.

**4) Limpieza de Caña.**

La limpieza se realiza en la mesa alimentadora y primer conductor de caña, mediante chorros de agua en diferentes posiciones que lavan la misma, eliminando la tierra.

**5) Conductor de Caña N° 1**

Consiste en un conductor de arrastre de 6 pies de ancho x 57 de largo con baja velocidad de desplazamiento (14.8 pie/minuto), el cual recibe la caña proveniente de

la mesa conduciéndola al machetero para su preparación y posterior descargue en el conductor N° 2

**6) Cuchillas Preparadoras de Caña (Machetero 1)**

Consta de un solo juego de cuchillas de 48 hojas con ajuste de 3 del fondo del conductor movida de forma directa por un motor eléctrico de 200 Hp y 590 RPM, el índice de preparación promedio es de 50 a 60%.

**7) Conductor de Caña N° 2**

La caña parcialmente preparada es descargada al segundo conductor de caña, cuyo modelo es con slats tipo apron.

**8) Cuchillas Preparadoras de Caña (Macheteros 2).**

Igual que el anterior, consta de un solo juego de cuchillas de 46 hojas, fileteados los costados. Cuyas longitudes son 49 cm., de largo por 15 cm. de ancho. Es movida de forma directa por un motor de 150 kw.

**9) Desfibrador de Caña**

El desfibrador es del tipo GRUENDER y está constituido por un juego de 45 martillos que giran a 1 RPM sobre un eje horizontal golpeando con gran fuerza a la caña en forma longitudinal lográndose un índice de preparación hasta de 80% promedio. El equipo es accionado mediante una turbina worthington de 300 HP con su reductor.

### **10) Conductor de Caña N° 3**

Una vez concluida la preparación, la caña pasa al 3er. conductor que es el tipo de arrastre con 3.9 íes de ancho x 29 de largo que es accionado por un motor reductor lográndose una velocidad de 115 pies /minuto. La materia prima es entregada así al tandem de molinos previo paso por un chute inclinado con electroimán, cuya finalidad es retener algún pedazo de metal, logrando así que llegue solo caña triturada los molinos.

### **11) Molienda.**

El tándem de molinos está constituido por 4 unidades de tres masas de los cuales dos son MC NIEL y el resto SALZGGITTER, el accionamiento se logra mediante dos turbinas de vapor worthington de 500 HP con su correspondiente reducción de alta, media y tren de engranes moviendo cada una dos unidades.

Cada molino consta de 3 masas, superior, entrada y salida, las dos últimas reciben moviendo a través de la superior mediante un juego de piñones de 17 dientes.

Mediante un proceso de sucesivas comprensiones (dos por molinos) e inhibición compuesta con la aplicación de agua caliente al último molino (70°C) y jugo diluido al tercero y segundo se logra extracción de sacarosa. El jugo más puro, constituido por la unión de las extracciones del primer y segundo molino (jugo mezclado) es enviado a fábrica previamente colado para comenzar el proceso de elaboración.

Como subproducto de la molienda se obtiene bagazo con una humedad aproximada de 48% el cual es utilizado una parte como combustible en el caldero almacenándose el resto para su uso posterior o venta.

## **SEGUNDA ETAPA: ELABORACIÓN**

### **1) Proceso de Sulfatación.**

El jugo que llega del trapiche directamente a los sulfitadores es reducido, mediante una reacción química de blanqueo que baja el PH de 6.5 a 3.5; el sulfitador es una torre que tiene placas que se oponen a que drene los gases residuales muy rápidamente y aumentan la superficie de contacto a través de un ventilado en la parte superior que absorbe el gas para que entre en contra corriente al jugo, inicialmente al honor se añade azufre industrial químicamente puro el cual por combustión interno se quema por el oxígeno que ingresa con el aire por la reacción ( $S + S_2 = SO_2$ )

El nitrógeno o el oxígeno que acompañan al anhídrido con el gas el horno en su ascenso por la torre de sulfatación, se separan formando burbujas en la parte baja de la columna expulsándose a la atmósfera por medio de una chimenea sobre el ventilador.

### **2) Pesado de Jugo y Encalamiento.**

El jugo sulfatado es bombeado hacia la balanza de jugo, que al llenarse automáticamente levanta la tapa de envase en el momento que la balanza cae, descargando su pesaje por gravedad al tanque de encalamiento a su vez que se abre el conducto del pequeño tanque de la lechada del cal, que inyecta este álcali para la neutralización de este jugo reducido que luego bombeado a los calentadores para levantar la temperatura. Se cuenta con un sistema de control automático PH para la lechada de cal.

### **3) Calentamiento.**

El jugo es bombeado a estos calentadores verticales de 100m<sup>2</sup> de superficie calorífica, donde el jugo es sometido a temperaturas hasta 105°C, cada calentador

está formado por una calandria tubular circulando el jugo por el interior de los tubos y el vapor por el lado exterior produciendo el intercambio calórico vapor – jugo en dos etapas, el primario a 85°C y el secundario hasta 105°C, temperatura ideal para una óptima clarificación en jugos crudos.

#### **4) Decantación.**

Luego del calentamiento el jugo es bombeado a grandes recipientes llamados clarificadores que están constituidos por varios compartimientos cada uno, es aquí donde se efectuó la sedimentación de la cachaza la que se extrae por el fondo de los clarificadores, decantando luego el jugo limpio a ser concentrado en los evaporadores.

#### **5) Filtración.**

La cachaza obtenida de los clarificadores que aun contiene sacarosa es tratada en dos filtros rotatorios (Oliver) en los cuales la torta adherida a los tambores se lava con agua caliente para su agotamiento. A través de esta filtración se logra un retorno del jugo filtrado hacia el tanque de enclavamiento y el componente tratado y lavado constituye la torta que como desecho es enviada al desagüe.

#### **6) Evaporación.**

El jugo clarificado de PH 6.50 a 7.00 es enviado a los evaporadores (6), el flujo del jugo es constante pasando desde el VI hasta el V6, están constituidos por calandrias titulares que tiene la función de intercambiar calor, el vapor de calentamiento baña externamente los tubos de calandria y luego de un tiempo previsto el jugo se convierte en jarabe. El jugo que se alimenta a los evaporadores es sometido a una

temperatura de 110°C y superficies caloríficas y tensiones de vapor diferentes en cada uno de los efectos de la estación de evaporadores. El jarabe se deposita en recipientes adecuados de los cuales se proveerá a los tachos.

#### 7) **Cristalización**

El jarabe obtenido se alimenta a los tachos o VACUN PANS en los cuales la cristalización es de tipo tradicional, empleando el sistema de 3 templeas para el cocimiento de 3 tipos de masa "A", "B" y "C".

Las cualidades deseables en el azúcar, están sujetas a la influencia del diseño de los tachos y de forma en que se opera. Las altas densidades disminuyen el consumo de vapor y la duración del ciclo, pero hacen que el control satisfactorio de las operaciones sea cuestión de velocidad, implica el peligro de la producción de conglomerados y falsos granos.

Existen diferentes técnicas para la formación de granos siendo la más recomendable la de semillamiento ya que con ello se consigue mayor agotamiento de licor madre pudiéndose elaborar con buena eficacia azúcar rubia y blanca.

En Agraria Azucarera Andahuasi para constituir la semilla de tercera se concentra en los tachos semilleros A1 y A2 jarabe, miel y jalea, elaborada una semilla ésta servirá para la creación de nuevo grano.

La miel final se conoce con el nombre de melaza, que tiene diferentes usos industriales, como alcohol, ácido acético, ajinomoto, etc., esta miel se obtiene del tacho (e) la obtención del azúcar comercial se obtiene de los tachos A1 y A2.

Finalmente se cuenta con los cristalizadores para la masa A-B y para la masa C, y una donde las masas A-B terminan su agotamiento a la vez que se enfría antes de su centrifugación.

#### **8) Centrifugación.**

Esta etapa comprende la separación del azúcar de la miel de las diferentes masas que se elaboran, la miel retorna para un nuevo cocimiento si es de 1ra o 2da para masas B y C respectivamente y el azúcar comercial se envía al almacén para su almacenamiento y su posterior despacho.

Para la centrifugación de las masas se cuenta con diferentes tipos: 2 Roberts automáticas, 2 Roberts continuas y 2 Silver continua, siendo dos de ellas automáticas y cuatro continuas, las automáticas son para las masas A y B cuando se trata de azúcar rubia y para masa A cuando es para azúcar blanca, las continuas son para masa C cuando se trata de azúcar rubia y para masa B y C cuando se trata de azúcar blanca.

#### **9) Secado y Embolsado**

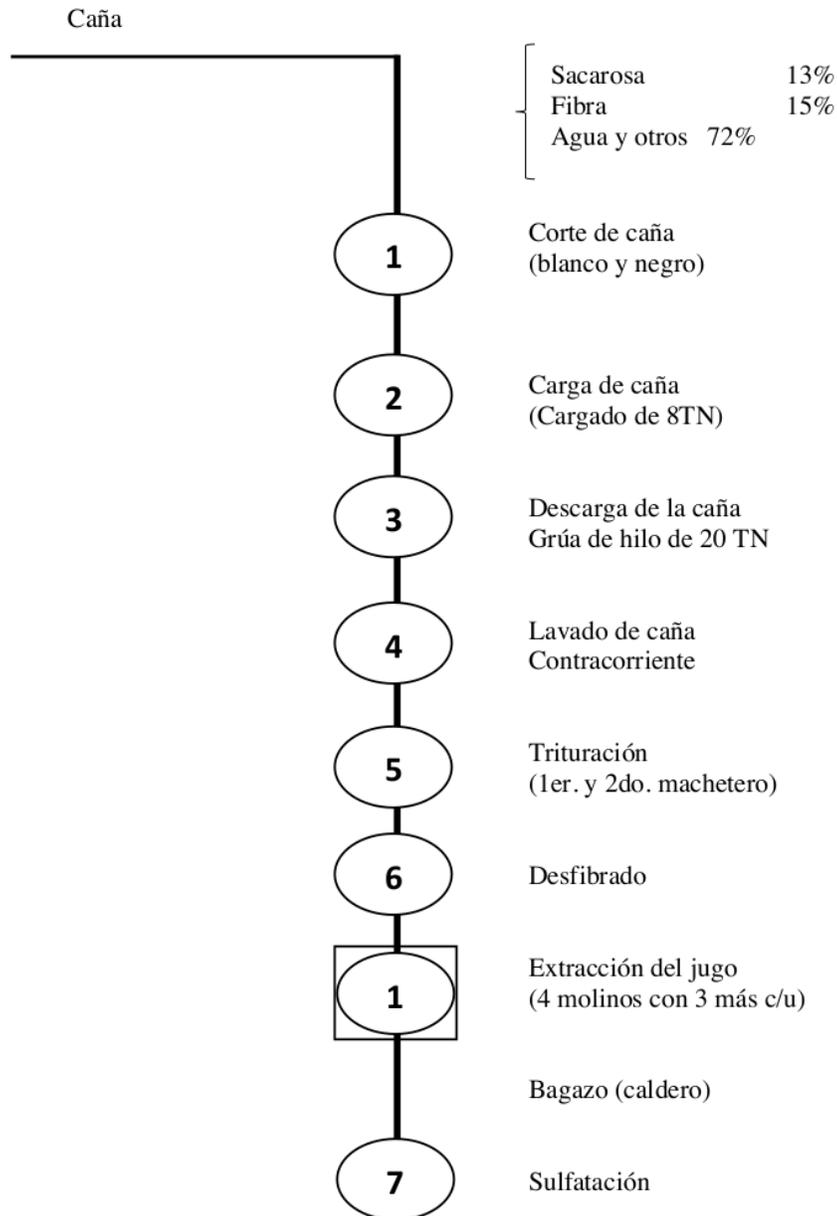
El azúcar obtenido es transportado al secador mediante un elevador, una vez seca el azúcar es elevada sobre una zaranda donde solo pasará tamizando granos pequeños y uniformes, mas no los trozos que se forman en el proceso, el azúcar seco y tamizado es recepcionado en una tolva desde donde pasa el embolsado respectivo que cuenta para ello con una balanza de caída libre semiautomático RCA regulada para un envase de 50 Kg. x bolsa.

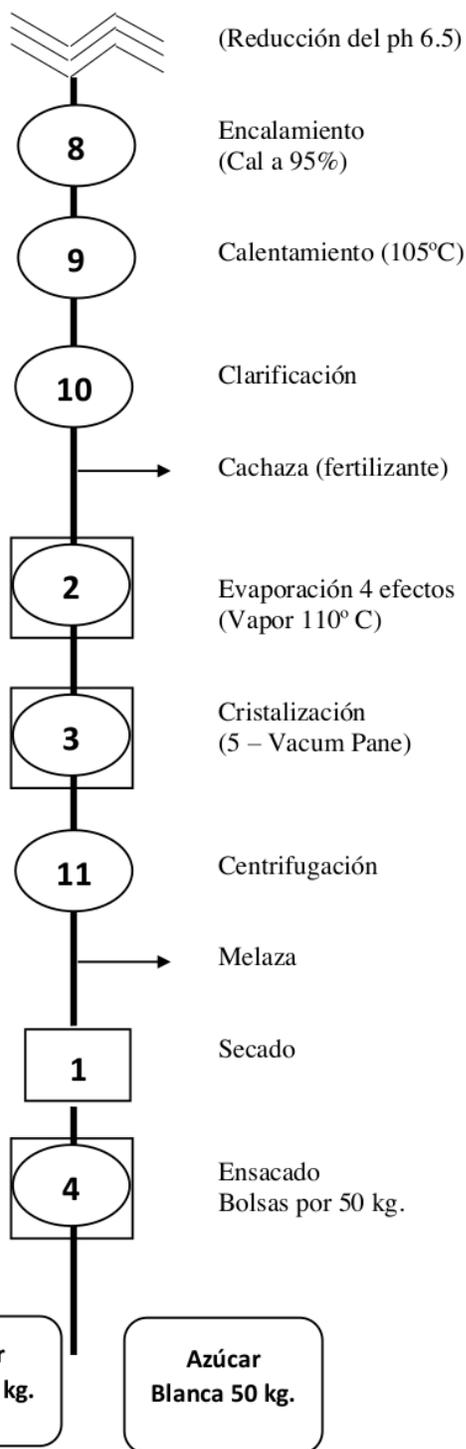
Las bolsas son transportadas desde la zona de envasado hacia el almacén a través de un montacargas donde es depositado, para su inmediato y posterior despacho.

<sup>44</sup>  
**4.3. DIAGRAMA DEL PROCESO PRODUCTIVO.**

En la elaboración N° 03 se expone el diagrama del proceso productivo de la fabricación del azúcar.

**FIGURA N° 01**  
**DIAGRAMA DE OPERACIÓN DE PROCESO DE ELABORACIÓN DEL**  
**AZÚCAR (6,550 TN día caña)**





LEYENDA	
Actividad	Total
Operación	11
Inspección	1
Operación Inspección	4

Fuente: El Autor

#### **4.4. VOLUMEN DE PRODUCCIÓN.**

La empresa trabaja las 24 horas del día, en 3 turnos de 8 horas cada uno, con una producción en promedio de 4000 toneladas de caña por día.

#### **4.5. EQUIPO Y/O MÁQUINAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO**

En los cuadros que se adjuntan en las páginas siguientes; se exponen las máquinas y equipos. Usados en el proceso.



**CONTINÚA CUADRO**

**MESA ALIMENTADORA**

Transporte de caña al primer conductor	<b>Capacidad</b>		<b>Motor</b>	
		25 TON.	Potencia	Velocidad
		20 HP	1770 RPM	3 mts / min.
		<b>Diseño</b>		
		Largo	Ancho	Inclinación
		12 mts.	6 mts.	27.5"

Sistema de conducción	Nº de Arrastrad.	Tipo de cadena
	60	G

Sistema de riego (Pre lavado)	<b>Bomba</b>		
	Compartidor Ø	Velocidad Descarg.	Potencia
4 pulg.	35 its/seg.	24 HP	6 pulg.

**CONTINÚA CUADRO**

Plateador pequeño	<b>Diseño</b>			
	Largo	Ancho	Diámetro	Material
	19 pies	5.5 pulg.	15.5 pulg.	Acero VCL-140
<b>Motor</b>				
Potencia	Velocidad			
18 HP	56 RPM			
N° disco 10				

Plateador grande o Cardin Drum	<b>Diseño</b>			
	Largo	Diámetro	Material	N° Disco
	22 pies	6 pies	Acero VCL-40	10
N° Aletas 8 x c/d				

<b>Motor</b>	
Potencia	Velocidad
18 HP	56 RPM
<b>Reductor</b>	
Potencia	Velocidad
18 HP	47 RPM

<b>PRIMER CONDUCTOR</b> Transporte de caña al primer machetero	<b>Diseño</b>		
	Largo	Ancho	Inclinación
	6 pies	57 pies	18°
Modelo Cadena			689

<b>Motor</b>	
Potencia	Velocidad
20 HP	14.8 pies/min.

**CONTINÚA CUADRO**

	<b>Diseño</b>		
	Nº hojas	Largo	Material
Desmenuza la caña	48	99 pulg.	Boeler VCL-140

<b>Diseño de Hoja</b>			<b>Motor</b>	
Largo	Ancho	Grosor	Potencia	Velocidad
45 cms.	15 cms.	¼ pulg.	200 HP	690 RPM

**SEGUNDO CONDUCTOR**

Transp. la caña desmen. al segundo machet.

<b>Diseño</b>				
Largo	Ancho	Inclinación	Modelo cadena	Nº Arrastra.
16.8 mts.	1.20 mts.	15°	698	41
<b>Motor</b>				
Potencia	Velocidad			
7 HP	17 mts/ min.			

**CONTINUA CUADRO**

	<b>SEGUNDO MACHETERO</b>		
	Nº Hojas	Largo	Material
Desmenuza la caña	46	99 pulg.	Boeler VCL – 140
	<b>Diseño de Hoja</b>		<b>Motor</b>
Largo	Ancho	Grosor	Potencia
45 cms.	15 cms.	¾ pulg.	200 HP
			Velocidad
			690 RPM

	<b>DESFIBRADOR</b>			
	Nº Discos	Largo	Material	Nº Martillo
Desfibrador de caña – Modelo GRUENDER	14	2.40 mts.	Boeler VCN – 150	15
				45
	<b>Diseño de Disco</b>			
Diámetro	Material			
24	Acero fundido			

**CONTINUA CUADRO**

<b>TERCER CONDUCTOR</b>		<b>Diseño</b>		
Transp. la caña desfibr. al Tanden de Molin.	Largo	Ancho	Inclinación	Modelo Cadena
	29 pies	3.9 pies	25°	698
				N° Arrastra.
				41

<b>Motor</b>
Velocidad
115 pies / min

<b>Tanden de molinos</b>		
<b>Molinos</b>	<b>Mazas</b>	<b>Capacidad</b>
4	3	55 TCH

<b>Diseño de masas</b>		
<b>Diámetro</b>	<b>Longitud</b>	<b>Material</b>
27 pulg.	42 pulg.	Hierro fundido Ac.
<b>Piñones</b>	<b>Velocidad</b>	
17 dientes	85 RPM	

<b>Motor</b>		
<b>Velocidad</b>	<b>Potencia</b>	<b>Rotación</b>
3600 RPM	500 HP	Antihorario

**CONTINÚA CUADRO**

Tanq. de rec. de jugo extraído de los molinos	Diámetro	Velocidad de bombeo
	42 pulg.	20 lts/seg.

Colocador DNS	<b>Diseño</b>	
	Longitud	Ancho
	77 ½	99 pulg.
		Tela metálica ½ pulg.

<b><u>Calentadores verticales en serie</u></b>	<b>Diseño</b>		
Intercambiador de calor a 105°C	Nº de calentad.	Diámetro de ingre.	Diámetro de Sali.
	4	4 pulg.	6 pulg.
	Superficie		
	100.74 mts. 2		
			Calandrias 72

<b><u>FILTRO DE CACHAZA DORR OLIVER HORIZ.</u></b>	<b>Diseño</b>	
Potencia	Velocidad	
3.6 HP	17 vueltas/horas	

**CONTINÚA CUADRO**

<b>EVAPORADORA DE QUINTUPLE EFECTO</b>	<b>Evaporador 1</b>		
Elimina el agua que se encuentra mezclada con el jugo.	Superficie	Vapor de calandria	Tamp del cuerpo
	846 m2	120°C	112°C
	<b>Evaporador 2</b>		
	Superficie	Vapor de calandria	Tamp. del cuerpo
	667 m2	111°C	100°C
	<b>Evaporador 3</b>		
	Superficie	Vapor de calandria	Tamp del cuerpo
	368 m2	98°C	86°C
	<b>Evaporador Efecto A</b>		
	Superficie	Vapor de calandria	Tamp del cuerpo
	192 m2	84°C	56.20°C
	<b>Evaporador Efecto B</b>		
	Superficie	Vapor de calandria	Tamp del cuerpo
	207 m2	84°C	56.20 °C

**CONTINÚA CUADRO**

<b><u>VACUM – PANS O TACHOS</u></b>	<b>Diseño</b>	
	Granulado de jarabe	Tiempo de cocción 1.5 – 2 horas
	Vacío	25 lbs.

<b>Vacum – Pans Masa A</b>		<b>Vacum – Pans Masa B</b>	
Capacidad	Volumen	Capacidad	Volumen
40 TM	27 m3	20 TM	15 m3

<b>Vacum – Pans Masa C</b>		<b>Bombas de vacío</b>	
Capacidad	Volumen	Motor Power	Velocidad
40 TM	27 m3	12.7 kw.	1760 RPM
			Diámetro 268 mm.

<b>Centrifuga Continua 1</b>		
Para cargar	Capacidad	Motor
Masa y miel de segunda	7 TCH	50 HP
		1770 RPM

<b>Centrifuga Continua 2 y 3</b>		
Para cargar	Capacidad	Motor
Masa y miel de tercera	45 TCH	50 HP
		1770 RPM

**CONTINUA CUADRO**

<u>CONDUCTOR DEL AZÚCAR</u>	<b>Conductor de azúcar 1 y 2</b>	
Transporte del azúcar a la etapa de secado	Bomba	Velocidad
	3.6 HP	1730 RPM

	<b>Diseño</b>		
<u>SECADO DE AZÚCAR HORIZONTAL</u>	Temp. Máxima	Velocidad máxima aire	Longitud
Eliminar el agua potable presente de 0.2 a 0.5% de humedad.	43°C	1 mts /seg.	9 mts.
			Inclinación
			1 a 15° - 1-20°

<u>TOLVA DE RECEPCIÓN DE PRODUCTO TERMINADO</u>	<b>Diseño</b>	
Pre almacenamiento, para el embolsado del azúcar.	Altura	Diámetro
	15 pies	16 pies
		Orificio de salida
		6 3/4"

<u>BALANZA ELECTRÓNICA</u>	Marca	Peso
Muestra el peso del embolsado 50 kgr.	Rodapesa Parking Machina	200r.

#### 4.6. RECORD DE PAROS Y TIEMPOS DE PAROS

- a. En el cuadro N° IV.1, se muestra cuantitativamente, la cantidad de número de paros y tiempos de paros; todos ellos de manera imprevista.
- b. Se nota que, en el año 2019, han ocurrido 686 paros, con una implicancia de 1147 horas improductivas.
- c. En dicho cuadro, se aprecia también, que la mayor cantidad de ocurrencias y tiempos de paros; ocurren en el área de trapiche y unos pocos en el área de elaboración.
- d. Igualmente, se puede apreciar, que las actividades de mantenimiento; por lo general son correctivas; por lo que se confirma, que hay una excesiva predilección de la producción sobre el mantenimiento.
- e. Teniendo en cuenta que se estiman 7920 horas para producción y se ha incurrido en el 14.5% de tiempos improductivos; solo se ha alcanzado el 85.5% de horas disponibles para producción.

#### 4.7. INDICADORES DE GESTIÓN.

- En el cuadro N° IV.2, se exponen los resultados de los indicadores considerados, tales como: tiempo promedio entre fallas tiempo promedio de averías.
- Además del recurrente de órdenes de trabajo de mantenimiento, en el año 2019, nos indica que ha habido un 20% de órdenes de trabajo, por concluir. Esto, por que no ha existido la supervisión de su cumplimiento, ni el monitoreo del caso.
- Como ejes de indicadores centrales, se va a considerar la disponibilidad, la <sup>33</sup> tasa de producción y la tasa de calidad.
- Para determinar la eficiencia global de planta, considero, el algoritmo:  
E.G.P. (Disponibilidad x tasa producción x tasa calidad) x 100

- Luego calculamos:

- Disponibilidad =  $\frac{Hrs. \text{ teóricas} - Hrs. \text{ de paro}}{Hrs. \text{ teóricas}} \times 100$  D = 85.51%

- Tasa de producción = 88.41%

- Tasa de calidad = 95%

E.G.P. = 71,06%

- La actual, eficiencia global de planta es de 71,06%.

<b>MÁQUINAS / COMPONENTES</b>	<b>N° DE PAROS</b>	<b>TIEMPOS DE PAROS (hrs)</b>	<b>MOTIVOS</b>	<b>ACCIÓN DE MANTTO.</b>	<b>OBS.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grúa de hilo.</li> <li>• Motor</li> <li>• Reductor</li> </ul>	60	81	Sistema eléctrico incrustaciones	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesa alimentadora</li> <li>• Motor</li> <li>• Cadena de arrastre</li> <li>• Bomba</li> </ul>	55	75	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voladura de pernos de ccadena.</li> <li>• Fisura, planchas de fardo.</li> <li>• Rotos de bomba</li> </ul>	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primer conductor</li> <li>• Motor</li> <li>• Cadenas</li> </ul>	87	91	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voladura de pernos de cadena</li> <li>• Atascamiento</li> </ul>	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Primer machetero.</li> <li>• Motor</li> <li>• Machetes</li> </ul>	45	96	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voladura de machetes</li> <li>• Cojinetes</li> </ul>	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segundo conductor</li> <li>• Motor</li> <li>• Cadenas</li> </ul>	56	95	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voladura de pernos</li> <li>• Polvos y cenizas</li> </ul>	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segundo Machetero</li> <li>• Motor</li> <li>• Machetes</li> </ul>	61	73	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voladura de machetes</li> <li>• Fallo asist. Eléctrico.</li> </ul>	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desfibrador (03)</li> <li>• Martillos</li> <li>• Motor</li> </ul>	71	107	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voladura de martillos</li> <li>• Falla sistema eléctrico</li> <li>• Sobrecargas</li> </ul>	Correctivo	

MÁQUINAS / COMPONENTES	Nº DE PAROS	TIEMPOS DE PAROS (hrs)	MOTIVOS	ACCIÓN DE MANTTO.	OBS.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tercer Conductor.</li> <li>• Cadena</li> <li>• Motor</li> </ul>	48	86	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voladura de pernos</li> <li>• Descarrilamiento de cadena</li> <li>• Eje de motor.</li> </ul>	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molinos (4)</li> <li>• Bomba</li> <li>• Masas</li> <li>• Motor</li> <li>• Catalinas</li> </ul>	66	152	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsor de bomba</li> <li>• Fisura de masas</li> <li>• Sistema de presión</li> <li>• Sistema eléctrico</li> </ul>	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaporadores (04)</li> <li>• Tuberías</li> <li>• Moto reductor</li> </ul>	35	88	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eje moto reductor</li> <li>• Tuberías sin purgar</li> </ul>	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Centrifugas</li> <li>• Motor</li> <li>• Interno</li> </ul>	57	108	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema eléctrico</li> <li>• Canastillas deterioradas</li> <li>• Cojinetes</li> </ul>	Correctivo	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secador</li> <li>• Moto reductor</li> <li>• Cangilones</li> </ul>	45	75	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexión de eje de motor</li> <li>• Atascamiento de cangilones</li> </ul>	Correctivo	
Σ	686	1147	•		

**Cuadro N° IV. 1**

**Record de paros y tiempos de paros - año 2019.**

## CUADRO N° IV. 2

### INDICADORES DE GESTIÓN, AÑO 2019

N°	Máquinas	MTBF (hrs)	MTTR (hrs.)	U	D
1	Grúa de hielo	132	1.52	0.9886	
2	Mesa alimentadora	144	1.36	0.9906	
3	Primer conductor	91.03	1.04	0.9887	
4	Primer machetero	176	2.13	0.9880	
5	Segundo conductor	141.43	1.70	0.9890	
6	Segundo machetero	129.83	1.36	0.9978	
7	Desfibrador	111.54	1.51	0.9870	
8	Tercer conductor	165	1.79	0.9880	
9	Molinos	120	2.30	0.9880	
10	Evaporadores	226.28	2.51	0.9898	
11	Centrífugas	138.94	1.9	0.9924	
12	Secador	176	1.66	0.9887	

Fuente: El autor.

#### 4.8.PERDIDAS ECONÓMICAS CON LA SITUACIÓN ACTUAL

- Tomando como referencia, el precio de venta del producto final (bolsa de azúcar), donde se estiman considerar todos los costos unitarios; la <sup>41</sup> situación actual del sistema de mantenimiento, le cuesta a la empresa S/. 18'351.960; concepto dejado de percibir, o estimado como pérdida.
- Al respecto el grupo Wong, está preocupado, dado a que ellos apuntan a no tener (interferencias por mantenimiento y según ellos el año 2018; tuvieron una reparación general, de calidad, y qué a luces 2019, no lo refleja.

#### 4.9. ANALISIS DE CAUSALIDAD.

Hablando técnicamente, el tema. Debo decir que el proceso de producción, tiene sus máquinas, instaladas en serie, por eso cuando una falla, afecta el trabajo de maquinaria que le sigue, en la línea del proceso.

En un promedio, las máquinas, tienen 20 años de edad; promedio. Esto quiere decir que arrastran, desgastes y deterioro; a pesar de las paradas de planta: cuyos efectos técnicos no se traducen en alta confianza.

Si nos referimos a las raíces de las causas, es preciso indicar, que a mi criterio son raíces técnicas y raíces humanas; con más tendencia a la segunda. Digo ello porque el tema de las capacitaciones y adiestramiento; han estado ausentes en los últimos cinco años, hasta la fecha.

Acentuando la raíz humana; es necesario, decir, que el responsable del Dpto. de Mto. No tiene el perfil adecuado para el puesto. Desempeña una función netamente reactiva.

- No podemos aceptar, que en la mayoría de las máquinas consideradas, para el estudio, el tiempo de aparición de las averías, sean cortos; siendo el más corto, el del primer conductor con 91.00 horas, es decir que cada 91.03 Hrs. Ocurrió una falla.
- Las máquinas anotadas en el cuadro N° IV.1, están constituidas por elementos fijos, como de elementos móviles. Es el caso de que los elementos móviles, ubicados externamente, como volantes, cadenas, fajas, ejes de motores, de conexión, muchas veces no están técnicamente bien instalados; lo que implica que se descarrilen “vuelven” **por estar flajos** en aaxxxx, entre otros, y provoquen frecuente accidentes.

#### 4.10. CONTINGENTE LABORAL.

El área de mantenimiento, actualmente, cuenta con el contingente de personal, siguiente:

- 16 mecánicos : con experiencia en planta
- 14 eléctricos : con experiencia en planta
- 12 soldadores : Con experiencia en planta
- 01, Ingeniero Mecánico :Jefe de área
- 08 caldereros : con experiencia en planta
- En cuanto a conocimiento técnicos, la mayoría de ellos, lo ha ganado por sus más de 20 años en la planta procesadora de azúcar.
- La dirección del área, se encuentra dependiendo del área de producción. Por lo que la función de producción está en prioridad, por encima de la función del mantenimiento.
- La planta, no se involucra, en un plan de mejora continua, que en el caso del mantenimiento; el autor del estudio, pretende impulsar esta filosofía del mantenimiento; propugnando por la práctica de la cultura Preventiva.

#### 4.11. FIABILIDAD DEL SISTEMA.

- Como ya se dijo, anteriormente, que se asume que <sup>31</sup> las instalaciones de la maquinaria, en el proceso de producción; se encuentran dispuestas en un sistema en serie; entonces, podremos determinar la fiabilidad actual de las máquinas consideradas en el cuadro N° IV. 1.
- Fiabilidad en serie:  $F_{SS}$
- $F_{SS} = 0.9886 \times 0.9906 \times 0.9887 \times 0.9880 \times 0.9890 \times 0.9978 \times 0.9870 \times 0.9880 \times 0.9880 \times 0.9898 \times 0.9924 \times 0.9887 = 0.883$

#### **4.12. NECESIDAD DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**

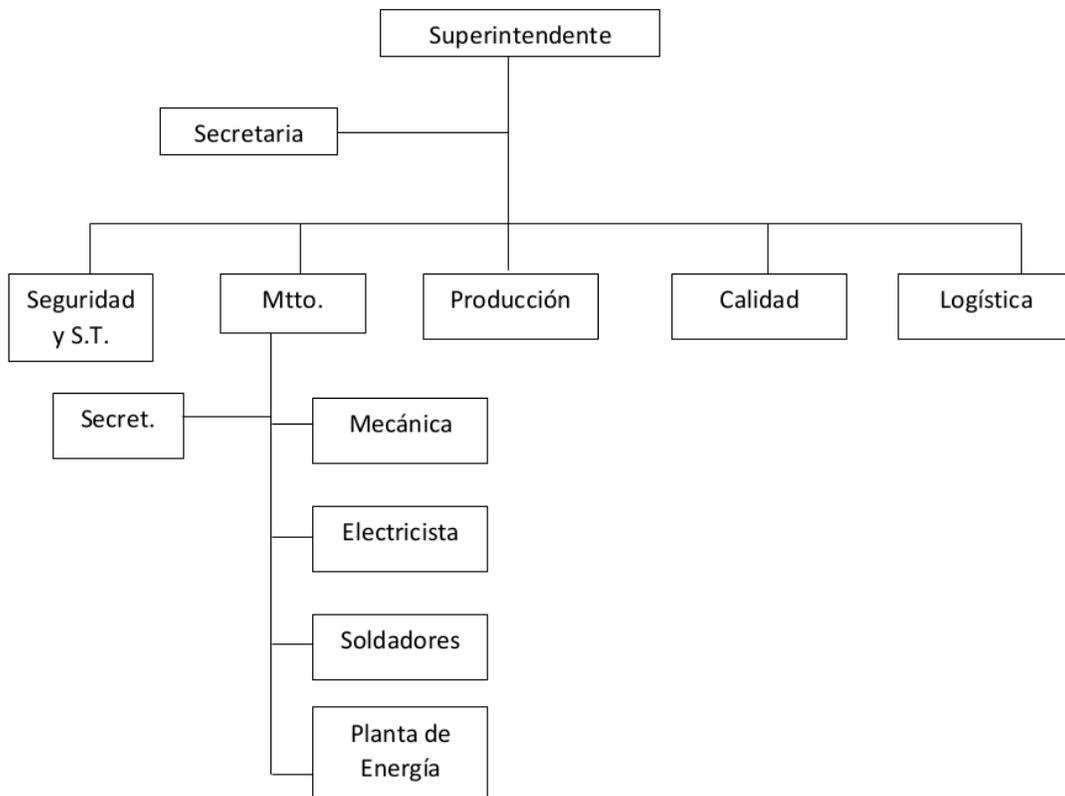
Tal como se ha visto en los párrafos anteriores, se deduce que hay una necesidad de implantar el mantenimiento preventivo; en la planta procesadora de azúcar de la empresa Agroindustrial Paramonga S.A. (AIPSA); por las razones principales siguientes:

- Técnicamente el conjunto de máquinas, con un promedio de vida de 20 años, padece de un acelerado deterioro y desgastes; que de no remediarse, podría adelantar, decisiones de reemplazo de varias máquinas; inconveniente por ahora, dada las restricciones económicas que ha impuesto el grupo Wong.
- De no mediar, la aplicación del mantenimiento preventivo, los parámetros como el MTBF; y la eficiencia global de planta, se verán acortados; es decir, que el tiempo promedio entre fallas, se hará más corto y la eficiencia global de la planta, tendría tendencia de reducción.
- Económicamente, la situación actual, afecta con una pérdida de S/. 18'351.960; lo que conllevaría a incrementarse; sino se redujeran las fallas
- Tenemos un contingente laboral, que vale la pena, tecnificarlo, para involucrarlo seguidamente, en la filosofía de mejora continua, en la función del mantenimiento.
- El sistema de producción, cuenta con maquinarias, instaladas en un sistema en serie, por lo que de no reducirse los paros, estaremos fomentando, retrasos en el cumplimiento del programa de producción y adicionalmente, incurriendo en incumplimiento con las fechas de venta, del producto.

#### 4.13. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

##### 4.13.1. Ubicación de la función Mtto. En la organización de la planta

- Es necesario, dar el lugar jerárquico que debe corresponder a la función del mantenimiento. Es decir el área de mantenimiento, tiene que tener similar nivel orgánico, que el área de producción.
- Esto permitirá, que Mtto. Tome sus propias decisiones, y que ayude a sus decisiones; las coordinaciones interfuncionales con las otras áreas, a fines al mantenimiento.
- La propuesta de la nueva organización, se da en la figura IV.1.



**Figura. N° IV.I.**

- Reorganización del Dpto. de Mantenimiento
- Se propone la existencia de subáreas, como mecánica, electricidad, soldadores, planta de energía. Dichas sub áreas deben estar a cargo de las técnicas con mayor antigüedad y experiencia en la planta azucarera.
- Cabe resaltar, que los almacenes, dependen del área de logístico.
- También, se hace hincapié, que a lo personal de mantenimiento y producción; se les brindará capacitación pertinente, para acompañar bien el programa de mantenimiento preventivo.

#### **4.14. ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

- Como se dijo anteriormente; los 12 máquinas, registrados en el Cuadro IV.1. son críticas, por promedio de edad y por su tiempo medio entre fallos.
- Por ello, es necesario, indicar que actividades de mantenimiento preventivo, se va a desarrollar para el periodo 2020.
- En primer lugar, para las máquinas, correspondientes a la sección trapiche, realizaremos lo siguiente:
- Limpieza, lubricación, inspección, ajustes y aprietes; es decir daremos preferencia a la implantación del lila.
- Sin embargo, para todos las máquinas consideradas criticas; consideraremos; las actividades; que se indican en el cuadro N° IV.3 (Programa Propuesto)
- Como parte de apoyo para el mantenimiento preventivo; es conveniente, determinar capacitaciones, <sup>12</sup> al personal de producción como al personal del Dpto. de mantenimiento.

- La cantidad de capacitaciones y horas respectivas; se resolverá en la medida que vaya implementando el Programa de Mantenimiento Preventivo.
- Sin embargo, me permito sugerir , que sean dos a tres capacitaciones al año, con dos horas por cada capacitación. Estas capacitaciones, se referirán a: como detectar anomalías, instalación correcta de cojinetes instalación de ejes de bombas, mantenimiento de cadenas de transmisión de movimientos, lubricación y engrase adecuado; y reglas de seguridad en el trabajo.
- Los capacitadores serán: jefe de seguridad, jefe del Dpto. de Mantenimiento y proveedores.
- Las capacitaciones, serán coordinadas con el Área de Recursos Humanos y se llevarán a cabo en el Auditorium de la Empresa, fuera del horario de trabajo.

#### **4.15. PROGRAMA PROPUESTO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

Esta vez, vamos a incluir, a todas las máquinas consideradas críticas, y se irá evaluando el Programa, durante el año 2020. En los momentos de mejora de funcionamiento; se irán descartando, máquinas, que seguramente ya no serán críticas.

- En el Programa en mostrar en el cuadro Np IV. 4, se consideran; las tareas de mantenimiento preventivo, como:
  - Limpieza externa (L.E.)
  - Inspección continua (I.C.)
  - Inspección Periódica (I.P.)
  - Limpieza Interna (L.I.)
  - Lubricación y/o engrase (LU/EN)
  - Reparación Parcial (R.P.)
  - Reparación General (R.G.)

- Se ha constituido un equipo de mejora continua integrado por representantes de producción (4) de mantenimiento (4) de calidad (02) y de seguridad (02).
- El equipo de mejora continua, está presidido por el jefe del Departamento de Mantenimiento.
- En el cuadro del Programa propuesto de mantenimiento preventivo, también se anotan, las frecuencias de atención, los tiempos estimados; y el personal asignando; para las tareas de mantenimiento. Todos estos estimados, se hicieron en coordinación con el grupo de mejora continua.
- Se ha tenido cuidado, no caer en la hiper conversación ni en la hipo conservación.
- Del cuadro N° IV.4, tenemos un mantenimiento planeado por prevención, con 421.33 Hrs. Programadas de paro, lo que significa, rebajarlo al 36.70%, con respecto al actual.
- Nuestro contingente de personal, estará asignado en un 60% al trabajo de manutención preventiva. El 40% lo destinamos al trabajo de manutención de las otras máquinas, no incluidas en el Programa de Mantenimiento Preventivo Propuesto



#### **4.16. EVALUACIÓN.**

Podemos determinar una nueva eficiencia global de planta (E.G.P.) como efecto del Programa de Mantenimiento Preventivo Propuesto.

Disponibilidad : 94.68%

Tasa de producción : 94.68%

Tasa de calidad : 97.00%

Entonces E.F.P.  $(0.9468 \times 0.9468 \times 0.97) \times 100 = 0.8695 = 86.95\%$

#### **4.17. DOCUMENTOS TÉCNICOS.**

Si bien es cierto, el Área Mantenimiento, cuenta con formatos de trabajo; éstas son muy extensas, fue a la par, causan desorientación a los integrantes de Mantenimiento.

Otro aporte en ese sentido, será la de utilizar formatos básicos y simples; que sean de fácil entendimiento del personal y que contribuyan en la eficiencia en el trabajo.

En tal sentido, se propone, el uso de los documentos técnicos siguientes:

##### **i. Ficha de máquina.**

Cuyo formato se presenta adjunto; nos servirá para llevar un registro de las características de la máquina, así como las acciones de mantenimiento, que se hayan practicado en ella. También nos servirá de base de datos, para record de funcionamiento y determinación de indicadores, como el tiempo promedio de reparación y el tiempo medio entre fallas.

Mensualmente los datos de ocurrencias, se registraran en el sistema informático.

**ii. Orden de trabajo.**

Documento, cuyo formato se adjunta y nos servirá para organizar el trabajo, y deducir con ello, las tareas concluidas y pendientes a realizar.

Para esto, debemos ser precavidos y sinceros, en los tiempos a considerar, para realizar los trabajos.

En este aumento, tiene mucho que ver el comité mejora continua, que se propone constituir.

**iii. Vale de material.**

Otro documento importante, cuyo formato se adjunta; nos permitirá registrar los consumos y a posterior, analizarlos, para poder determinar indicadores e consumo, así como establecer los lotes económicos de pedidos.

**FORMATOS.**

**A) Ficha de máquina**

<b><u>FICHA DE MÁQUINA</u></b>			
<b>AIPSA</b>			
<b>DPTO. DE MTTO.</b> _____			
<b>MÁQUINA:</b> _____		<b>UBICACIÓN:</b> _____	
<b>FECHA INSTALACIÓN:</b> _____		<b>MARCA:</b> _____	
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
<b>MECÁNICAS</b>	<b>ELÉCTRICAS</b>	<b>OTROS</b>	<b>OBS.</b>

<b>DÍA Y MES</b>	<b>OCURRENCIA</b>	<b>MOTIVO</b>	<b>ACCIOON DE MTTO.</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>OBS.</b>

**b) Orden de Trabajo**

ORDEN DE TRABAJO				
AIPSA. DPTO. MATTO. _____ N° <input type="checkbox"/>				
DE : _____				
A : _____				
ASUNTO : _____				
FECHA : _____				
DESCRIPCIÓN	MATERIAL	CANTIDAD	TIEMPO	OBS.
Firma Responsable:				

**c) Vale de material.**

VALE DE MATERIAL				
AIPSA DPTO. MTTO. _____ N° <input type="checkbox"/>				
DE : _____ A: _____				
ASUNTO : _____ FECHA: _____				
ITEMS.	CANT.	INV. INIC.	INV. FINAL	OBS.
Firma Responsable:				

**d) Listado de inspección.**

Este documento será de complemento a una orden de trabajo y será adjuntado a este.

Su utilización, se dará sobre todo, cuando se trata de realizar inspecciones para efectos de acciones preventivas de mantenimiento.

Se registrarán las pautas críticas de la maquinaria, a inspeccionar y las condiciones en su estado.

<b>Listado de Inspección</b>				
<b>AIPSA.</b>				
<b>DPTO. MTTO.</b>				
MAQUINA: _____ UBICACIÓN: _____				
RESPONSABLE (s) _____				
FECHA: _____				
ITEMS DE INSPECCIÓN	CONDICIÓN			SUGERENCIA
	BUENO	REGULAR	MALO	

- Estarán a cargo del Jefe de Mantenimiento, o de su Staff; y durante una periodicidad de tiempo, desarrollada durante el año.

- Cada entrenamiento con una duración de 45 minutos y cada charla, con una duración de 90 minutos.

#### **4.18. EL LILA.**

Estas siglas significan:

L : Lubricación

I : Inspección

L : Limpieza

A : Apriete.

Esta técnica del Mantenimiento, tendremos que desarrollar una vez, evaluada la capacitación, y el entrenamiento, toda vez, que estas actividades, serán consideradas básicas, para prevenir fallas en la maquinaria.

En el programa propuesto de mantenimiento preventivo, se consideran estas actividades, pero es necesario que los operadores de máquinas, se vuelvan diestros y/o competentes en el manejo de esta técnica.

#### **4.19. EL EQUIPO KAIZEN.**

Nuestro estudio está encaminado, dentro de la filosofía de la Mejora Continua, y por lo tanto era necesario constituir el Equipo Kaizen o de Mejora Continua.

Tendrá como finalidad, esencial, el diseño y puesta en práctica de todo lo que signifique <sup>26</sup> mejorar la calidad del servicio, de mantenimiento, que permita asegurar la calidad del producto y minimizar al más bajo costo, las paralizaciones por averías de máquinas.

A este equipo lo denominaremos Equipo Piloto Kaizen, y estarán constituida por:

- ✓ Jefe del Dpto. de Mantenimiento (Quien lo preside)

- ✓ Jefe del Dpto. de Producción
- ✓ 3 Maestros mecánicos eléctricos de Mantenimiento
- ✓ 3 supervisores de calidad.
- ✓ 1 jefe de seguridad y salud ocupacional.
- Con este equipo hemos podido, determinar actividades del M.P. tiempos y frecuencias; que se han registrado en el Programa de Mantenimiento Preventivo Propuesto.
- Se han convocado a los más experimentados en la planta, considerando sus conocimientos y antigüedad en la Empresa.

#### **4.20. ABASTECIMIENTO.**

Considero que los almacenes de la planta, existen los materiales necesarios y repuestos necesarios, para realizar los trabajos de mantenimiento.

En el Anexo N° 1 se exponen las mismas.

#### **4.21. EL ÁREA DE MAESTRANZA.**

Es un soporte técnico, para la parte operativa del mantenimiento, que merece nuestra atención, y en las páginas adjuntas, se ilustra un ejemplo de cómo desarrollar un proceso de mejora continua en dicho taller.

El taller un solo turno de 8 horas de lunes a viernes, desde las 7H30 a 13H00, en la tarde de 14 H00 a 16 H30 p.m. y sábado de 7H30 am a 12H00.

De acuerdo al historial estadístico, obtenido del año 2019, el producto que más se vendió fue el Eje – piñón con \$76.933 con 42/100, seguido de las Ruedas

Dentadas, Ejes y Otros productos de diferentes formas de mecanizados que no son repetitivos. Ver figura 2.

Los productos que más se fabrican según su orden son los siguientes:

- Eje piñón
- Rueda Dentada
- Ejes
- Otros

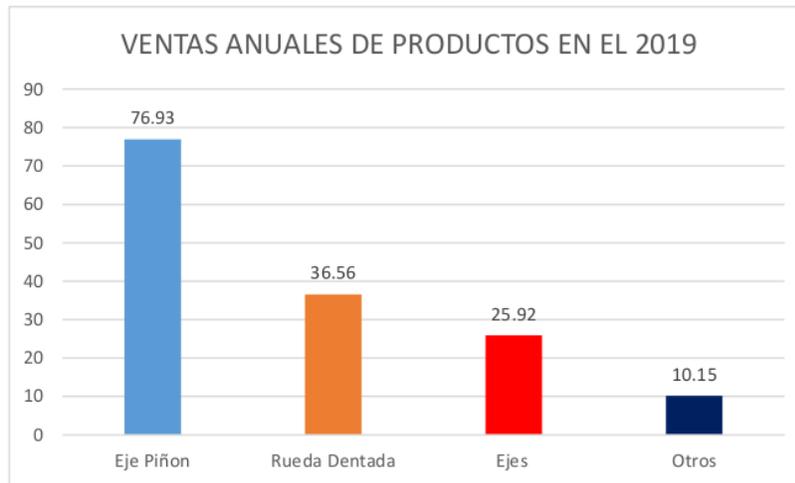
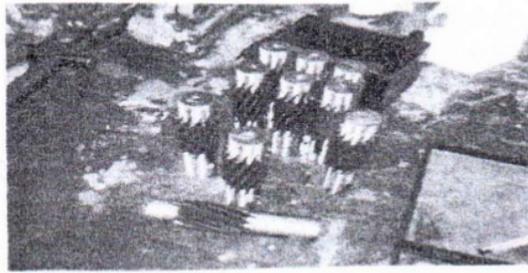


Figura 2: Diagrama de Pareto Ventas 2019

### Descripción del Producto.

Los Eje – Piñones son construidos en acero SAE 7210, este es un acero utilizado para cementación, debido a que su núcleo es de alta resistencia y se requiere <sup>46</sup> alta dureza y resistencia al desgaste superficial, combinado con buena tenacidad.



**Figura 3. Ejes cementados**

En la siguiente Tabla 2 se observan las tendencias del taller y las condiciones actuales en las etapas del proceso, en donde se detalla la productividad y el tiempo total.

**Tabla 2**

<b>Medidas</b>	<b>Actual</b>	<b>Expectativa</b>	<b>Futuro</b>
Productividad	1.4 Ejes – piñones / día	Incrementar 100%	2.8 Ejes – piñones / día.
Tiempo total	11.376.84 min/Eje - piñon	Disminuir 10%	10,239,16 min/eje piñon.

#### **Mapa de la Cadena de Valor Actual (VSM)**

En taller se tiene una producción de 33 Ejes – Piñones en un mes. Si en el mes se trabajan 24 días, se obtiene un ritmo de producción de 349.01 min/und.

Es de considerar que el taller no se dedica a fabricar solamente los Ejes – Piñones, sino que el trabajo es compartido con otras actividades dando prioridad a la fabricación del Eje – Piñon.

El cálculo del ciclo de producción de la demanda que es el ritmo que debe producir el taller, se lo obtiene de la siguiente manera:

$$\frac{24 \text{ días}}{60 \text{ und.}} \times \frac{8 \text{ h}}{1 \text{ día}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = 192 \frac{\text{min}}{\text{und}}$$

**Identificación de las condiciones actuales del equipo.**

Como primer paso para la implementación, se crea un equipo tpm, el mismo que analizo las condiciones actuales, tanto del área de Bodega de Repuestos y Herramientas, como las máquinas en estudio, utilizando el formato de la figura 3.

<b>ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL EQUIPO.</b>	
Grado _____	Desactivación del equipo _____
Fecha _____	Evaluado por _____
Condición general 1	_____
	_____
	_____
	_____
Adaptador Limpieza	_____
	_____
XXXXXXXXXXXXXXXXXX	_____
	_____

**Figura 4: Formato para el análisis de la condición actual del equipo**

Del análisis de las Tablas de Clasificación del TPM, 3, 4 y 5 se escogen los ítems de baja calificación bajo el siguiente criterio: se suman todos los puntos y se divide para la cantidad de ítem que hay en la tabla, el coeficiente de ésta división en el Tomo es 3.23 y todos aquellos ítems que estén por debajo de 3.23 se los consideró de baja calificación, y así con la fresadora y la Rectificadora (3)

**Tabla 3: Hoja de calificación de la rectificadora.**

Máquina: : Rectificadora  
Sumatoria del total de Items : 110  
Promedio : 3.93

<b>Item #</b>	<b>Razón de Bajas Calificación</b>
10	Falta de limpieza
11	Falta de mantenimiento
14	Falta de orden por parte del operario
15	Falta de limpieza
18	Falta de orden por parte del operario
27	Descuido del jefe del taller
28	Descuido del supervisor.

**Tabla 4. Hoja de calificación de la fresadora.**

Máquina: : Fresadora

Sumatoria del total de Items : 94

Promedio : 3.24

<b>Item #</b>	<b>Razón de Bajas Calificación</b>
1	Falta de limpieza
5	Falta de mantenimiento
7	Falta de mantenimiento
8	Falta de limpieza
9	Descuido del operario
10	Falta de mantenimiento
11	Falta de mantenimiento
14	Falta de limpieza y orden en lubricantes
15	Descuido del operario
16	Operario desconoce forma de lubricar
20	Falta de mantenimiento
21	No se realiza limpieza
23	Operario no ordena al herramental
28	Descuido del jefe del taller
29	Descuido del supervisor

**Tabla 5. Hoja de calificación del torno**

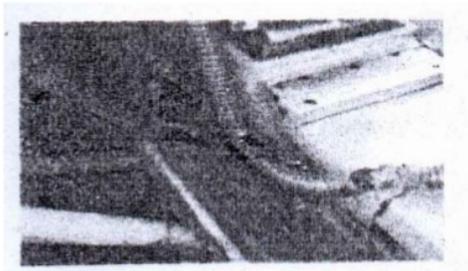
Máquina: : Torno

Sumatoria del total de Items : 100

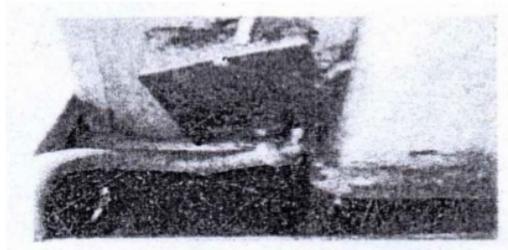
Promedio : 3.23

<b>Item #</b>	<b>Razón de Bajas Calificación</b>
1	Falta de limpieza
3	Descuido del operador
6	Falta de mantenimiento
8	Falta de mantenimiento
10	Falta de mantenimiento
11	No se planifica limpieza de paneles eléctricos
13	Descuido de los sistemas de seguridad
15	Falta de limpieza y orden en lubricantes
16	Descuido del operador
17	Descuido del operador
19	Operarios desconocen la forma de lubricar
20	Descuido del operador
23	Falta de limpieza
25	Descuido del operador
27	Operario desordenado
30	Jefe del taller descuidado
31	Descuido del supervisor

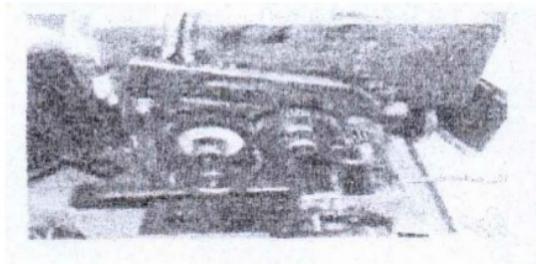
Luego de realizar el análisis de todos aquellos ítems que resultaron de baja calificación en las tres máquinas se presentan fotografías del antes y después de la mejora ver figura 4 y 5.



**Protector de cable flojo y roto**

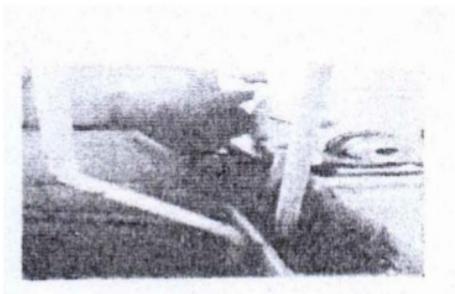


**Panel distribuidor flojo**

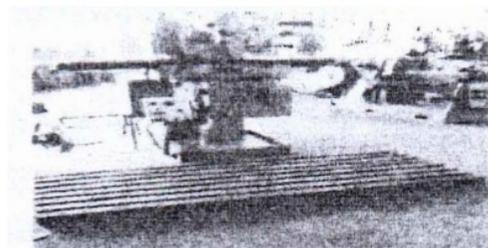


**Engranajes flojos**

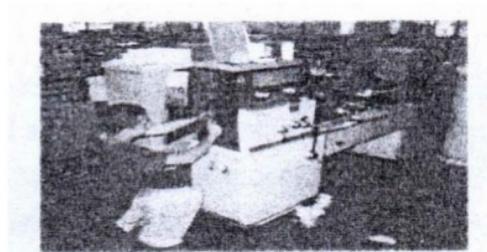
**Figura 4. Fotografías antes de la mejora**



**Protectores reparados**



**Piso limpio y sin aceite .**



**Ajuste de engranajes**

**Figura 5. Fotografías después de la mejora**

Con el equipo TPM se elaboró un plan de mantenimiento autónomo para las máquinas torno y fresadora, de esta manera los operarios se encargan del mantenimiento de rutina colaborando con el departamento de mantenimiento para que pueda planificar la prevención de Fallas, mejorar los equipos y se dedique a cosas más especializadas de mantenimiento.

En la tabla 6, se realiza un cuadro comparativo del OEE antes y después de la mejora, notándose un incremento en las dos máquinas. Según la tabla de calificaciones del OEE, el Torno tiene una calificación de 41% que según la tabla de calificaciones es inaceptable y la fresadora 72%, siendo su ponderación de acuerdo a la tabla regular.

**Tabla 6: comparación del OEE antes y después.**

OEE		
MAQUINAS	ANTES	DESPUES
Torno	28%	41%
Fresadora	49%	72%

**Mapa de la Cadena de Valor Final (VSM)**

Para realizar el cálculo de mejora del VCM Final, se utilizó el indicador OEE antes y después de la mejora, para las máquinas Torno y Fresadora. Calculando la diferencia de estos indicadores se tiene (4).

$$Torno = 41\% - 28\% = 13\%$$

$$Fresadora = 72\% - 49\% = 23\%$$

Luego se tomaron los tiempos efectivos en el VSM actual de ambas máquinas y se les aplicó dicha diferencia.

$$\text{Torno} = 91.37 \times 0.13 = 11.88 \text{ min}$$

$$\text{T tiempo de opera. Final Torno} = 91.37 - 11.88 = 79.49 \text{ min.}$$

$$\text{Fresadora} = 147.95 \times 0.23 = 34.03 \text{ min.}$$

$$\text{T tiempo de operac. Final Fresa} = 147.95 - 34.03 = 113.92 \text{ min.}$$

Como el cuello de botella es la fresadora se alcanzan a fabricar 37 unidades al mes.

$$\text{Nuevo ciclo de prod.} = 113.92 + 201.01$$

$$= 314.93 \frac{\text{min}}{\text{und}}$$

$$\frac{314.93 \text{ min}}{\text{und.}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ mes}}{24 \text{ días}} = 0.0273 \frac{\text{mes}}{\text{und.}}$$

El inverso es:

$$\frac{1}{0.0273} = 36.6 \approx 37 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$$

Con este ritmo de producción final se fabrican 60 unidades y se logra satisfacer la demanda de 60 unidades al mes.

$$\text{Ritmo de Prod. Final} = 80.41 + 113.92 = 194.33 \frac{\text{min}}{\text{und}}$$

$$\frac{194.33 \text{ min}}{\text{und.}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ mes}}{24 \text{ días}} = 0.0168 \frac{\text{mes}}{\text{und}}$$

El inverso es:

$$\frac{1}{0.0168} = 59.5 \approx 60 \frac{und}{mes}$$

### **Resultados esperados.**

Medir la mejora lograda con el TPM evaluado como un proceso global, es difícil.

En tal caso, al proceso global se lo dividió en dos subprocesos o máquinas, y se midió y evaluó el rendimiento de cada una.

Para ponderar el rendimiento de la aplicación del TPM se selecciona el indicador de eficacia global el más bajo de cada subproceso o máquina. Antes de la implantación de la metodología el OEE global fue de 28% y después de la implantación 41% realizando la diferencia entre estos dos porcentajes se tiene un incremento del 13% en la eficacia global del Taller ver tabla 7.

Subprocesos	OEE			Incremento
	Maquinas	Antes	Después	
Sub proceso 1	Torno	28%	41%	13%

Tabla 7. Comparación del OEE antes y después.

### **Índice de Prevención de Fallas (IPF)**

Este indicador demuestra como al disminuir los paros no planeados disminuye el índice de prevención de fallas (5).

Para determinar la variación de este indicador se compara el antes y después de la mejora en una relación de paros no planificados a paros planificados en las dos máquinas y como resultado se tiene que el IPF para el Torno de 4 disminuyó a 0.42 puntos y para la fresadora de 10.17 a 0.51 puntos.

Torno

$$IPF (Antes) = \frac{144.86}{360} = 4$$

$$IPF(después) = \frac{153.30}{360} = 0.42$$

Fresadora.

$$IPF(antes) = \frac{1709.4}{168} = 10.17$$

$$IPF(Despues) = \frac{86.1}{168} = 0.51$$

## CAPÍTULO V

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

En la presente investigación, procedemos luego a analizar y discutir los resultados siguientes.

**a) En la parte técnica.**

En la situación actual, al referirse la producción sobre el cuidado de la maquinaria, en el año 2019, se han incurrido en 1147 horas de paralizaciones imprevistas; generándose más deterioro en los equipos.

Nuestra situación propuesta, al encaminar la gestión del Mantenimiento a la filosofía de mejora continua, propone la incurrancia en 421-33 horas por paros programados. Para ello, discrimina la criticidad de los equipos, a ser considerados en el Programa de Mantenimiento Preventivo Propuesto.

**b) El Aspecto del Nivel en la Organización**

Nuestra Reorganización Jerárquica, “rompe” la subordinación de la función del Mantenimiento; de la dependencia de Producción.

- Haciéndose de esta manera mejores tomas de decisiones, orientadas a garantizar, una buena calidad de servicio de mantenimiento.
- Contribuye, esto, a una mejor coordinación interfuncional, con áreas o Dpto. afines al Mantenimiento; para en equipo, reducir las pérdidas por calidad por seguridad, por producción y productividad.

**c) En la Documentación Técnica.**

La falta de una adecuada documentación técnica, implicaba un desorden en el registro de internación, y a veces emitidas; sobre lo cual no se podía analizar, la data histórica

de funcionamiento, acciones de mantenimiento realizadas, control de los trabajos y control del consumo de materiales y otros.

Con nuestra propuesta, se hace más ágil el registro de datos, que ya se realiza; y permite reportes justo a tiempo para una mejor toma de decisiones en pro de la preservación de las máquinas de producción.

**d) En la Capacitación.**

Un aspecto descuidado, que se logró concretar y ahora se va desplegando en su desarrollo.

El personal de planta, es muy conocedor de las máquinas e instalaciones, pero había de analizar esos conocimientos, con entendimientos y charlas, que mejoren su autoestima, e incentiven su capacidad de iniciativa.

Así propender a lograr de ellos, una mayor productividad; en los quehaceres de la producción y del Mantenimiento.

**e) Del Indicador Principal,**

Nuestro indicador principal, es la eficiencia global de planta.

La situación actual, con todo su problemática nos determina una Eficiencia Global de Planta de 71,06%, mientras que nuestra propuesta lo eleve al 86.95%. Pero el suscrito considera, que a medida, del seguimiento que se haga al Programa del M.P. se irá mejorando los factores considerados; tales como: <sup>33</sup> la tasa de disponibilidad de máquinas, por tasa de producción y la tasa de calidad.

**f) De la producción.**

Es lógico, que con la reducción al 32.6% de para imprevistos, frente a la situación actual, se incrementará la producción y por ende los ingresos por ventas.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al concluir la presente investigación, se pueden deducir las conclusiones siguientes:

- Se eleva la Disponibilidad de máquinas al 94.68%
- Se eleva la tasa de producción al 94.68%
- Se eleva la tasa de calidad al 97%
- Se lograr mejorar el principal indicador de la Gestión del Mantenimiento, es decir la Eficiencia Global de la Planta al 86.95%.
- Se mejora el manejo administrativo, incidiéndose en una documentación técnica, sencilla, comprensible y adecuada.
- Se logra mejorar el aporte de los trabajadores, tanto de producción como mantenimiento, en lo referente a mayor producción y mejor calidad del servicio de mantenimiento.
- Se contribuye el incremento de la producción, e ingreso por ventas, al mejorar la disponibilidad de máquinas al 94.67%
- Se encamina la gestión a la práctica de la filosofía de la Mejora Continua.

En cuanto a las Recomendaciones tenemos las siguientes:

- Realizar seguimiento a las acciones de mantenimiento y preventivo, propuestas.
- Atender, el mantenimiento del taller de maestranza.
- Practica de incentivos al personal involucrado con el mantenimiento, producción, calidad y seguridad.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### Fuentes Bibliográficas.

Altamirano Requejo, Y & (2016). *Plan de Gestión de mantenimiento preventivo para mejora de la productividad en la Empresa Naylamp – Chiclayo 20116*. Pimentel – Perú: Universidad Señor de Sipán.

Barco Sandoval, D.T. (2017) . *Aplicación del Mantenimiento preventivo para mejorar la productividad en la empresa Global S.A.C. del Distrito de Ate Vitarte. Lima. 2017*. Lima – Perú: Universidad César Vallejo.

Benavides Chirinos A. J. (2015). *Diseño e Implementación de propuestas de mejoras der mantenimiento en el Área del Taller Mecánico de la Empresa Servir Dinamo C.A.* Venezuela: Universidad José Antonio Páez.

Esponda Veliz J. (2017). *Propuesta de un modelo de gestión mantenimiento para un establecimiento de venta al público de GNV. Lima - Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.*

Okes, D. (2009). *Root Cause Anaalysis: The Core Of Problem Solving and Corrective Action*. Quality Press, Milwaukee.

Rodríguez del Águila, M.A. (2012). *Propuesta de mejora de la Gestión de Mantenimiento Basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca – Perú: Universidad Privada del Norte.*

Sanmartin Quizhpi, J.J. (2014). *Propuesta de un sistema de gestión para el mantenimiento de la empresa cerámica andina C.A.* Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.

Sanzol Iribarren, L. (2010). <sup>14</sup> *Implantación del Plan de Mantenimiento TPM en planta de Cogeneración*. España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación.

<sup>14</sup> Uscátegui Cristancho, P.J. (2014). *Propuesta de mejoramiento de gestión de mantenimiento para el Departamento de confiabilidad y proyectos en la Empresa Petrosantander Colombia (INC)*. Bucaramanga – Colombia: Universidad Nacional de Santander.

Vega Acuña, A.M. (2017). *Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria en la empresa Grúas América S.A.C. Santa Anita. 2017*. Lima – Perú: Universidad César Vallejo.

Villegas Arenas J.C. (2016). *Propuesta de Mejora en la Gestión del Área de Mantenimiento para la optimización del desempeño de la empresa “Manfer S.E.L. Contratistas Generales”*, Arequipa 2016. Arequipa – Perú: Universidad Católica San Pablo.

### **Fuentes Electrónicas**

Gonzales, J. (2014). *Sistemas de Mantenimiento Industrial*. Obtenido de <https://sistemademantenimiento.com/>.

Industrial. I. (2012). <sup>37</sup> *Ingenieriaindustrialonline.com*. Obtenido de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>

Mantenimiento.com. (2016) *Mantenimiento preventivo*. Obtenido de <http://www.mantenimientoplanificado.com/>

Menendez, A. (2015). Confiabilidad <sup>36</sup> obtenido de <http://200.11.208.195/blogRedDocente/alexisdurand/wp-content/uploads/2015/11/15confiabilidaad.pdf>.

Minitab S.d. (s/f) Modod e falla.obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19help-and-how-to/modeling-statistics/reliability/supporting-topics/basics/what-is-a-failure-mode/> <sup>43</sup>

Navarrete Pérez E. (1998) *Mantenimiento Industrial*. Obtenido de [https://www.ecured.cu/Mantenimiento\\_industrial#Objetivos](https://www.ecured.cu/Mantenimiento_industrial#Objetivos).

# **ANEXOS**

**11**  
ANEXO N° I  
MATRIZ DE CONSISTENCIA

**14**  
Aplicación del Mantenimiento de Prevención para mejorar la Gestión del Servicio de Mantenimiento, en la Planta de Azúcar de la Empresa AIPSA – 2019

<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES Y DIMENSIONES</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>Problema General.</b> ¿La aplicación del mantenimiento de prevención, tiene relación con la mejora la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA.?</p> <p><b>Problemas Específicos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Existe relación en la fiabilización de los grupos de trabajo, y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera de AIPSA?</li> <li>• Hay relación entre el cálculo de fiabilidades de máquinas y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera de AIPSA?</li> <li>• ¿Existe relación, entre el uso óptimo de los inputs de producción y la mejora de gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera de AIPSA?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General</b> Establecer la relación existente, entre la aplicación del mantenimiento de prevención con la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera de AIPSA.</p> <p><b>Objetivos Específicos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la relación entre la fiabilización de los grupos de trabajo y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera AIPSA.</li> <li>• Establecer la relación, entre el cálculo de 38 habilidades de máquinas, y la mejora en la gestión del servicio de mantenimiento, en la planta azucarera de AIPSA.</li> <li>• Determinar la relación existente, entre el uso óptimo de los inputs de producción y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera de AIPSA.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General.</b> Existe la relación entre la aplicación del mantenimiento de prevención y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la planta azucarera de AIPSA.</p> <p><b>Hipótesis Específicas.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe relación entre la fiabilización de los grupos de trabajo y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA.</li> <li>• Hay relación entre el cálculo de fiabilidades de máquinas y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera AIPSA.</li> <li>• Existe relación entre el uso óptimo de los inputs de producción y la mejora de la gestión del servicio de mantenimiento en la Planta Azucarera de AIPSA.</li> </ul>	<p><b>VII:</b> <b>Aplicación del mantenimiento de prevención</b></p> <p>Valoración del mantenimiento de prevención</p> <p><b>VDI:</b> <b>Mejora de la eficiencia de gestión del mantenimiento en la Planta Azucarera AIPSA</b></p> <p>Servicio eficiente del mantenimiento.</p>	<p><b>Tipo:</b> No Experimental – Transversal.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo.</p> <p><b>Nivel:</b> Correlacional.</p> <p><b>Métodos:</b> Deductivo.</p> <p><b>Tipo de estudio.</b> Aplicativo.</p>

## ANEXO 2

**TABLA 3: Medidas de prevención de la contaminación ambiental propuestas para el ingenio caso de estudio.**

CLASIFICACIÓN	MEDIDAS RECOMENDAS
Problema	Falta de diversificación de la Industria
Cambios en los productos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etanol</li> <li>• Generación y cogeneración de energía.</li> <li>• Mieles intermedias</li> <li>• Alimentos para ganado.</li> </ul>
Problema	Presencia de fugas, derrames, pérdida de materia prima, subproductos y productos.
Cambios en los procesos Mejores prácticas de operación:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor control de inventarios de insumos.</li> <li>• Prevenir arrastre, fugas y derrames de jugo, mediante controladores de nivel con alarmas.</li> <li>• Implementar un programa de mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo</li> <li>• Diseñar e implementar procedimientos para normalizar las operaciones y sus etapas de arranques, fuera de operación, mantenimiento y limpieza</li> <li>• Capacitar y evaluar continuamente al personal encarado del equipo u operación unitaria.</li> <li>• Mantener un sistema de limpieza en toda la planta.</li> </ul>
Problema	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso desmedido de agua, identificación de posibles reusos del agua e identificación de oportunidad para la sustitución de insumo por uno menos contaminante.</li> </ul>
Cambios en los procesos Sustitución de insumos o materia prima.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustitución del lavado de la caña por la limpieza en seco.</li> <li>• Reúso constante del agua de lavado de gases de combustión en la misma operación.</li> <li>• Reemplazar el lavado de suelo, por procesos de lavado de seco.</li> <li>• Uso de lubricantes biodegradables y mejor calidad para los equipos.</li> </ul>
Problema	Pérdidas de calor y eficiencia en operación unitaria "Generación de vapor y electricidad".
Cambios en los procesos Modificaciones tecnológicas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conversión de molinos de cuatro mazas a seis mazas, lo cual permite incrementar la capacidad de molienda 30%.</li> <li>• Instalación de un silo para el almacenamiento de bagazo, dimensionado de acuerdo a la capacidad de producción.</li> <li>• Instalación de motores y equipo de alta eficiencia, energética con base en una evaluación previa de la eficiencia de los motores, principalmente en centrífugas</li> <li>• Instalación de calderas 100% bagaceras con sistemas de control de partículas multiciclónico vía seca.</li> <li>• Instalación de sistemas de automatización de equipos, procesos e instrumentos de medición y control principalmente en evaporadores y tachos para evitar la caramelización, arrastre de miel o espumero y cuidar la calidad de la meladura.</li> <li>• Implementar procedimientos y tecnologías eficientes de lavado de acuerdo a las condiciones económicas de la empresa (boquillas de presión en mangueras, lavadoras de presión)</li> <li>• Diseñar e implementar tecnologías para el uso del calor sobrante del proceso en el secado del azúcar procesada y secado de bagazo.</li> </ul>

### ANEXO N° 3

#### TABLA LISTA DE MATERIALES ÁREA MECÁNICA

<b>Lista de repuestos área mecánica</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Manguera hidráulica ¼ in, 28 Mpa (4000 psi)	20	m
Manguera hidráulica ½ in, 28 Mpa (4000 psi)	40	m
Manguera hidráulica 1 in, 28 Mpa (4000 psi)	20	m
Manguera hidráulica 1 ¼ in, 28 Mpa (4000 psi)	15	m
Acople hembra ¼ inc JIC	15	unid
Acople hembra ½ inc JIC	15	unid
Acople hembra 1 inc JIC	15	unid
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en 1 in	5	unid
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en ½ in	5	unid
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en ¾ in	5	unid
Adaptador codo 90 macho a hembra JIC en 1 ¼ in	5	unid
Adaptador macho de ½ in NPTR a ½ in. JIC	5	unid
Adaptador macho de ¾ in NPTR a ¾ in. JIC	5	unid
Adaptador macho de 1 in NPTR a 1 in. JIC	5	unid
Adaptador macho de 1 ¼ in NPTR a 1 ¼ in. JIC	5	unid
Válvula de alivio ¼ in de 500 a 3000 psi	3	unid
Válvula divisora ¼ in de flujo porcentual.	3	unid
Filtro hidráulico Baldwin BBT-287-10	8	unid
Esteras o tabillas de conductor # 2	50	unid
Esteras o tabillas de conductor # 1	50	unid
Juego de martillos extra para la desfibradora	93	unid*
Juego de cuchillas extra para precuchilla	24	unid*
Juego de cuchillas extra para cuchilla 1	66	unid*
Domite de repuesto para cuchilla y precuchilla	20	unid
Soldadura 6011 en 1/8 in	50	Kg
Soldadura 7018 en 1/8 in	50	Kg
Soldadura 6013 en 1/8 in	30	Kg
Soldadura para acero inoxidable 316L-16 1/8 in	30	Kg
Soldadura azúcar 80	20	Kg
Rollo soldadura teromatic OA 4923 de 7/61 (martillos) rollo 25 kgs.	1	rollo

Lista de repuestos área mecánica	Precio unitario (€)	Cantidad	Unidad	Total (€)
Soldadura eutectic teromatec 7/64 oA4601 (Cuchillas) rollo 25 kgs.	€ 372,400	1	rollo	€ 372,400
Cadena 2RC 140 doble con pasador	€ 162,000	5	m	€ 810,000
Cadena 2RC 160 doble con pasador	€ 125,000	5	m	€ 625,000
Cable de acero 5/8 in	€ 2,745	150	m	€ 411,750
Cable de acero 1 ¼ in	€ 4,000	30	m	€ 120,000
Rodamientos desfibadora 23252 CACK / W33	€ 3,454,611	2	unid	€ 6,909,222
Rodamientos precuchilla y cuchilla 22334CCK/W33C	€ 280,000	2	unid	€ 560,000
Rejilla para acople falk 1090T 10	€ 104,123	2	unid	€ 208,246
Rejilla para acople falk 1120T 10	€ 250,000	2	unid	€ 500,000
Rejilla para acople falk 1150T 10	€ 1,150,000	2	unid	€ 2,300,000
Acople completo falk 1160T 10	€ 3,689,000	1	unid	€ 3,689,000
Pintura anticorrosivo rojo oxido	€ 15,000	5	gal	€ 75,000
Pintura anticorrosivo	€ 16,500	5	gal	€ 82,500
Pintura amarillo John deere	€ 13,500	5	gal	€ 67,500
			<b>TOTAL</b>	<b>€ 43,725,516</b>

\* Costo aproximado de fabricarlas en el Ingeniero.

Fuente: Elaboración propia.

### **TABLA LISTA DE MATERIALES ÁREA ELÉCTRICA**

Lista de repuestos área eléctrica	Cantidad	Unidad
Cable THHN calibre # 6	300	m
Cable THHN calibre # 4	300	m
Cable THHN calibre # 2	300	m
Cable RVK 4 x 1.5 mm	100	m
Cable RVK 4 x 10 mm	100	m
Breaker trifásico 100A, 600V. Similar a FD 35 K de Eaton	2	unid
Arrancador contactor nema 3. Similar a AN16KN0 de Cuttler Hammer	2	unid
Protección térmica de sobrecarga H2020-3	2	unid
Tubo fluorescentes eléctrico de 48 inc. 2 pin.	10	unid
Tubo fluorescentes de 96 in, 1 pin	10	unid
Estaciones de control nema 4 doble (botonera)	6	unid
Plafón de porcelana para bombillo	10	unid
Tubo HG 1 in por 10 ft.	20	unid
Tubo HG 2 in	20	unid

Lista de repuestos área eléctrica	Precio unitario (€)	Cantidad	Unidad	Total (€)
Conduleta T 1 in EMT	€ 1,946	10	unid	€ 19,460
Conduleta T 2 in EMT	€ 5,519	10	unid	€ 55,191
Conduleta LL de 1 in EMT	€ 1,652	10	unid	€ 16,520
Conduleta LL de 2 in EMT	€ 5,850	10	unid	€ 58,500
Conduleta LB 1 in EMT	€ 1,600	10	unid	€ 16,000
Conduleta LB 2 in EMT	€ 5,841	10	unid	€ 54,410
Conduleta C 1 in EMT	€ 1,751	10	unid	€ 17,510
Conduleta C 2 in EMT	€ 6,000	10	unid	€ 60,000
Conduleta LR 1 in EMT	€ 1,373	10	unid	€ 13,730
Conduleta LR 2 in EMT	€ 5,601	10	unid	€ 56,010
Tape 3M # 33	€ 2,407	30	unid	€ 72,210
Tape 3M 130C	€ 7,707	10	unid	€ 77,070
Lampara cuadrada 250W/240V para exterior (JETA6)	€ 42,406	5	unid	€ 212,030
			<b>TOTAL</b>	<b>€ 4,196,850</b>

Fuente. Elaboración propia.

### LISTA DE LUBRICANTES

Lubricante	Cantidad	Unidad
Aceite Moil Spartan EP-220	800	L
Aceite móvil ATF D/M	800	L
Grasa SKF LGHB 2/18	60	Kg
Grasa Mobilux EP-2 Lithium Grease	181	Kg
Grasa Mobilnac MM	181	Kg
Grasa Chevron	181	Kg
Aceite Mobil Teresstic 68	800	L
Aceite Castro Alpha SP 320	30	Gal.

Fuente. Elaboración propia.

**ANEXO 4: FORMATO HOJA RMC.**  
**Tabla Ejemplo de plantilla de información hoja RCM**

Funciones	Fallas funcionales	Sub parte	Modos de falla		Causas	Efectos		Acciones proactivas	
			1	2		3	4	5	6
1	A		1	/		1	3	1	2
			2	E		2	6	2	1

*Fuente: Formato elaborado por Ing. Jorge Valverde Vega, Profesor del Instituto Tecnológico de Costa Rica.*

Significados de las abreviaturas en negrita.

<b>Tipo de modo de falla</b>	
I	Interno
E	Externo

<b>Tipos de efecto</b>	
1	La seguridad de las personas
2	El medio ambiente
3	La eficiencia de la producción
4	Las pérdidas del producto
5	La calidad del producto
6	La propia máquina

<b>Tipo de acción proactiva</b>	
1	Inspección de mantenimiento predictivo
2	Inspección de mantenimiento preventivo
3	Procedimiento de operación
4	Trabajo de rediseño
5	Dejar fallar. Trabajo de mto. Correcto.

# TESIS

## INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE  
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[cybertesis.unmsm.edu.pe](http://cybertesis.unmsm.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

2

[www.academia.edu](http://www.academia.edu)

Fuente de Internet

2%

3

[tangara.uis.edu.co](http://tangara.uis.edu.co)

Fuente de Internet

1%

4

[mantenimientoindustrial29.blogspot.com](http://mantenimientoindustrial29.blogspot.com)

Fuente de Internet

1%

5

[tesis.ucsm.edu.pe](http://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

6

[bibliovirtualujap.files.wordpress.com](http://bibliovirtualujap.files.wordpress.com)

Fuente de Internet

1%

7

[compuplaneta.jimdo.com](http://compuplaneta.jimdo.com)

Fuente de Internet

1%

8

[www.buenastareas.com](http://www.buenastareas.com)

Fuente de Internet

1%

9

Submitted to Instituto Europeo de Posgrado

Trabajo del estudiante

1%

---

10	<a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
11	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	1%
12	<a href="http://www.eumed.net">www.eumed.net</a> Fuente de Internet	1%
13	<a href="http://www.pdcahome.com">www.pdcahome.com</a> Fuente de Internet	1%
14	Submitted to Universidad Pontificia Bolivariana Trabajo del estudiante	<1%
15	<a href="http://www.ingenieriaindustrialonline.com">www.ingenieriaindustrialonline.com</a> Fuente de Internet	<1%
16	<a href="http://sistemademantenimiento.com">sistemademantenimiento.com</a> Fuente de Internet	<1%
17	<a href="http://budget-care.nl">budget-care.nl</a> Fuente de Internet	<1%
18	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1%
19	<a href="http://www.scoop.it">www.scoop.it</a> Fuente de Internet	<1%
20	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1%

---

21	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	<1%
22	torenuurwerken-sot.nl Fuente de Internet	<1%
23	qualitymant.com Fuente de Internet	<1%
24	www.repositorio.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1%
25	www.encyclopediafinanciera.com Fuente de Internet	<1%
26	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
27	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1%
28	cdigital.udem.edu.co Fuente de Internet	<1%
29	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
30	repositorio.une.edu.pe Fuente de Internet	<1%
31	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1%

32	<a href="http://wwwadministracionysuspadres.blogspot.com">wwwadministracionysuspadres.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1%
33	Submitted to Universidad Manuela Beltrán Virtual Trabajo del estudiante	<1%
34	Submitted to Universidad Catolica de Santo Domingo Trabajo del estudiante	<1%
35	<a href="http://repositorio.utn.edu.ec">repositorio.utn.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1%
36	Submitted to UNAPEC Trabajo del estudiante	<1%
37	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1%
38	<a href="http://araneus.um.es">araneus.um.es</a> Fuente de Internet	<1%
39	<a href="http://thwink.org">thwink.org</a> Fuente de Internet	<1%
40	<a href="http://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
41	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1%
42	Submitted to Universidad del Istmo de Panamá Trabajo del estudiante	<1%

---

**43** Submitted to Universidad Técnica Nacional de Costa Rica <1%  
Trabajo del estudiante

---

**44** Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC <1%  
Trabajo del estudiante

---

**45** "Lean Manufacturing in the Developing World", Springer Nature, 2014 <1%  
Publicación

---

**46** Submitted to UISEK <1%  
Trabajo del estudiante

---

**47** Submitted to Universidad de San Martín de Porres <1%  
Trabajo del estudiante

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

< 10 words

Excluir bibliografía

Apagado