



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y  
URBANISMO**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**

**TESIS**

**GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA  
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL  
ÁREA DE DESTILACIÓN DE LA EMPRESA  
D`COBRE - 2017**

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

**Autor:**

**Espejo Castro Ariana Marghori del Milagro**

**Asesor:**

**Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto**

**Línea de Investigación:**

**Gestión de operaciones y logística**

**Pimentel – Perú**

**2019**

**GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA  
PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE DESTILACIÓN DE LA EMPRESA  
D`COBRE - 2017**

**Aprobación del Jurado**

---

Dr. Vásquez Coronado Manuel Humberto

**Presidente del Jurado de Tesis**

---

Mg. Franciosi Willis Juan José

**Secretario del Jurado de Tesis**

---

Mg. Arrascue Becerra Manuel Alberto

**Vocal del Jurado de Tesis**

## **DEDICATORIA**

### **A mis padres**

William y Magaly, por su gran apoyo incondicional, por sus consejos y sobre todo por su infinito amor hacia mí, por educarme con valores basados en la ética y moral para ser una gran persona y profesional, por ser mi sostén para salir adelante pese a cada obstáculo que se interponga en mi camino, y por ayudarme a cumplir cada una de mis metas propuestas.

Cada logro que obtenga en la vida, será dedicado a ustedes.

*Ariana Marghori del Milagro Espejo Castro*

## **AGRADECIMIENTO**

### *A Dios*

Mi principal motivo para seguir cumpliendo cada uno de mis sueños, porque gracias a él estoy logrando mis objetivos y metas propuestas, el ser que me sabe guiar por el buen camino de la vida para ser una buena persona y profesional.

### *A mi familia*

Agradezco a cada pieza fundamental de mi familia, por su cariño, amor, y su empuje diario para seguir motivándome a cumplir mis objetivos propuestos.

### **A mis docentes**

Agradezco a cada uno de mis docentes que a lo largo de mi carrera me apoyaron en todo momento, en especial al Dr. Manuel Vásquez Coronado, quien supo guiarme para la realización de la presente investigación, asimismo agradecerle por sus sabios consejos que me ayudarán a crecer como persona y profesional.

*Ariana Marghori del Milagro Espejo Castro*

# GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE DESTILACIÓN DE LA EMPRESA D`COBRE - 2017

Ariana Marghori del Milagro Espejo Castro<sup>1</sup>

## **Resumen**

*La presente investigación tiene como objetivo principal incrementar la productividad en el área de destilación de la empresa D`Cobre y Servicios S.R.L., a través de una Gestión de Mantenimiento, para la cual se desarrolló un plan de mantenimiento preventivo que ayudó a reducir el número de fallas de las máquinas más críticas del área y la aplicación del mantenimiento autónomo utilizando la metodología 5S para cultivar una cultura de cuidado y conservación de la maquinaria por parte de los operarios, además de capacitarlos continuamente para que obtengan conocimientos en atención de fallas cuando estas se presenten en el proceso de destilación. En primer lugar se hizo un análisis de la problemática mediante el uso de herramientas como son, el Diagrama de Ishikawa y Pareto que gracias a ello se determinaron las causas que ocasionan una baja productividad en la empresa, así como también la identificación de máquinas más críticas según su tiempo de parada. Asimismo, con ayuda de los trabajadores del área y jefe de producción, se obtuvo información a través de los instrumentos de recolección de datos que se les aplicó, para luego procesarlos mediante el uso del programa Excel 2013 y en base a ello, se determinó la gestión de mantenimiento adecuada para el área. Es así que se obtuvo resultados favorables incrementándose la productividad de la maquinaria en un 66.67% y de la mano de obra en un 1.70%. Además a nivel económico, se logró obtener un beneficio costo de 1.74 lo que significa que por cada sol invertido, la empresa gana S/. 0.74 soles. Finalmente se concluye que al proponer una gestión de mantenimiento se logra incrementar la productividad.*

**Palabras clave:** Producción, Productividad. Gestión de mantenimiento, Mantenimiento preventivo, Disponibilidad, Confiabilidad.

---

<sup>1</sup> Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: [ecastroa@crece.uss.edu.pe](mailto:ecastroa@crece.uss.edu.pe), Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8410-0601>

**MANAGEMENT OF THE MAINTENANCE TO INCREASE THE  
PRODUCTIVITY IN THE AREA OF DISTILLATION OF THE COMPANY  
D`COBRE - 2017**

*Ariana Marghori del Milagro Espejo Castro<sup>2</sup>*

**Abstract**

*The main objective of this research is to increase the productivity in the distillation area of the company D`Cobre y Servicios SRL, through a Maintenance Management, for which a preventive maintenance plan was developed that helped reduce the number of failures of the most critical machines in the area and the application of autonomous maintenance using the 5'S methodology to cultivate a culture of care and conservation of machinery by operators, in addition to continually train them to obtain knowledge in attention to failures when these are presented in the distillation process. First, an analysis of the problem was made by using tools such as the Ishikawa and Pareto diagram, which were used to determine the causes that cause low productivity in the company, as well as the identification of more critical machines. according to your stop time. Also, with the help of the area workers and the head of production, information was obtained through the data collection instruments that were applied to them, and then processed through the use of the Excel 2013 program and based on this, the adequate maintenance management for the area. Thus, favorable results were obtained, increasing the productivity of the machinery by 66.67% and of the workforce by 1.70%. In addition, at the economic level, a cost benefit of 1.74 which means that for every sun invested, the company earns S /. 0.74 soles. Finally, it is concluded that by proposing maintenance management if productivity can be increased.*

**Keywords:** *Production, Productivity, Maintenance management, Preventive maintenance, availability, reliability.*

---

<sup>2</sup> Adscrita a la Escuela Académica de Ingeniería Industrial Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: [ecastroa@crece.uss.edu.pe](mailto:ecastroa@crece.uss.edu.pe), Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8410-0601>

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	12
1.1. Realidad problemática .....	13
1.2. Trabajos previos .....	15
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	21
1.4. Formulación del problema .....	35
1.5. Justificación e importancia del estudio .....	35
1.6. Hipótesis .....	35
1.7. Objetivos .....	36
1.7.1. Objetivo General .....	36
1.7.2. Objetivos Específicos .....	36
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	37
2.1. Tipo y diseño de Investigación.....	38
2.2. Población y muestra.....	38
2.3. Variables, Operacionalización .....	38
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	41
2.5. Métodos de análisis de datos .....	42
2.6. Aspectos éticos .....	42
<b>III. RESULTADOS</b> .....	44
3.1. Diagnóstico de la Empresa.....	45
3.1.1. Información General .....	45
3.1.2. Descripción del Proceso Productivo .....	47
3.1.3. Análisis de la problemática .....	59
3.1.4. Situación Actual de la Productividad.....	72
3.2. Propuesta de Investigación. ....	78
3.2.1. Fundamentación. ....	78
3.2.2. Objetivos de la Propuesta.....	78
3.2.3. Desarrollo de la Propuesta. ....	78
3.2.4. Situación de la productividad mejorada.....	115
3.2.5 Análisis beneficio costo de la propuesta .....	119
<b>IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	132
<b>REFERENCIAS</b> .....	135
<b>ANEXOS</b> .....	140

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de la variable dependiente.....	42
Tabla 2: Operacionalización de la variable independiente.....	43
Tabla 3: Datos generales de la empresa.....	48
Tabla 4: Datos generales del proceso productivo de la empresa.....	50
Tabla 5: Características técnicas de la bomba de mosto.....	57
Tabla 6: Características técnicas del Calentavino.....	57
Tabla 7: Características técnicas de la columna mostera.....	58
Tabla 8: Características técnicas de la columna rectificadora.....	58
Tabla 9: Características técnicas del condensador.....	59
Tabla 10: Características técnicas del enfriador del alcohol.....	59
Tabla 11: Características técnicas de la bomba de vinaza.....	60
Tabla 12: Características técnicas de fusel.....	60
Tabla 13: Características técnicas de la bomba de alcohol.....	61
Tabla 14: Características técnicas de la bomba de agua para condensadores.....	62
Tabla 15: Datos referenciales de producción.....	76
Tabla 16: Producción programada de alcohol etílico desde Enero a Junio del 2018.....	76
Tabla 17: Producción perdida por mes durante los meses de Enero a Junio del año 2018 por paradas de máquina.....	77
Tabla 18: Producción real de alcohol etílico entre los meses de Enero a Junio del año 2018.....	78
Tabla 19: Horas programadas para producir.....	79
Tabla 20: Actividades de la planificación del mantenimiento preventivo.....	82
Tabla 21: Plan de gestión del mantenimiento preventivo.....	83
Tabla 22: Cantidad anual de materiales y repuestos requeridos para el mantenimiento preventivo.....	86
Tabla 23: Resumen de la cantidad anual de materiales .....	89
Tabla 24: Personal para de mantenimiento.....	89



Tabla 25: Descripción del puesto del técnico mecánico.....	92
Tabla 26: Descripción del puesto del técnico electricista.....	93
Tabla 27: Actividades del Mantenimiento Autónomo utilizando 5'S.....	99
Tabla 28: Datos referenciales de producción.....	119
Tabla 29: Equipos y herramientas para el acondicionamiento del taller.....	123
Tabla 30: Personal propuesto para la gestión de mantenimiento.....	125
Tabla 31: Útiles de oficina para la gestión de mantenimiento.....	125
Tabla 32 Costo anual de los materiales y repuestos para la gestión del plan de mantenimiento preventivo.....	127
Tabla 33: Estimación de la pérdida de producción a causa de la falta de mantenimiento preventivo.....	129
Tabla 34: Costo de materia prima perdida por falta de mantenimiento preventivo.....	130
Tabla 35: Costos de repuestos para el mantenimiento correctivo.....	131
Tabla 36: Costos por pérdida de mano de obra por falta de mantenimiento preventivo.....	132

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Elementos de un sistema productivo.....	24
Figura 2: Las seis grandes pérdidas y sus agrupaciones.....	36
Figura 3: Aspectos éticos.....	45
Figura 4: Organigrama general.....	49
Figura 5: Melaza de la caña de azúcar.....	51
Figura 6: Urea.....	51
Figura 7: Ácido sulfúrico.....	52
Figura 8: Bactericida.....	52
Figura 9: Levadura Saccharomyces Cerevisiae.....	53
Figura 10: Cascarilla de arroz.....	53
Figura 11: Diagrama de operaciones del proceso de producción de alcohol etílico.....	56
Figura 12: Conocimiento para verificar diariamente el estado de las maquinas.....	63
Figura 13: Frecuencia de limpieza del área de trabajo.....	64
Figura 14: Apoyo y estímulo de la empresa en las mejoras del trabajo.....	64
Figura 15: Frecuencia de trabajos básicos a las máquinas.....	65
Figura 16: Frecuencia con la que se hace reporte de fallas en las máquinas.....	65
Figura 17: Tiempo en que la maquinaria presenta fallas.....	66
Figura 18: Condiciones del operario para atender fallas inesperadas en la maquinaria.....	66
Figura 19: Capacidad del operario para brindar soluciones con respecto a las fallas en las máquinas.....	67
Figura 20: Registro del tiempo de atención con respecto a la falla de una máquina.....	67
Figura 21: Tiempo promedio de antigüedad de las máquinas.....	68
Figura 22: Buena comunicación entre trabajadores del área.....	68
Figura 23: Período de mantenimiento a las máquinas.....	69
Figura 24: Diagrama de Ishikawa.....	72
Figura 25: Registro mensual de fallas y tiempo total de parada de las máquinas.....	73
Figura 26: Método ABC y diagrama de Pareto.....	74
Figura 27: Máquinas más críticas por orden de prioridad.....	75

Figura 28: Producción real.....	78
Figura 29: Organigrama actual de la empresa D`COBRE S.R.L.....	90
Figura 30: Organigrama propuesto para la empresa D`COBRE S.R.L.....	90
Figura 31: Cargos de la nueva área de mantenimiento propuesto.....	91
Figura 32: Cronograma de actividades del mantenimiento.....	95
Figura 33: Proceso del mantenimiento preventivo en el área de destilación.....	98
Figura 34: Carta de compromiso de la metodología de las 5S.....	101
Figura 35: Formato para la selección y clasificación de elementos innecesarios.....	102
Figura 36: Formato para la selección y clasificación de elementos necesarios.....	103
Figura 37: Tarjeta roja 5`S.....	104
Figura 38: Cronograma de capacitación para la gestión de mantenimiento.....	106
Figura 39: Ficha técnica de la bomba de mosto.....	107
Figura 40: Ficha técnica de la bomba de agua para condensadores.....	107
Figura 41: Ficha técnica de la columna mostera.....	108
Figura 42: Ficha técnica de la bomba de vinaza.....	108
Figura 43: Ficha técnica de los condensadores.....	109
Figura 44: Ficha técnica de la bomba fusel.....	109
Figura 45: Formato para orden de trabajos.....	111
Figura 46: Formato para orden de trabajos externos.....	112
Figura 47: Formato para orden de repuestos.....	113
Figura 48: Ficha de ingreso a almacén.....	114
Figura 49: Ficha de salida del almacén.....	115
Figura 50: Ficha de orden de compra.....	115
Figura 51: Ficha de registro de gastos de mantenimiento.....	116
Figura 52: Ficha de control de mantenimiento preventivo.....	117
Figura 53: Hoja de control de daños de la maquinaria.....	118
Figura 54: Costos de inversión estimados.....	124

# **I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. Realidad problemática

En el año 2012 la estudiante de Ingeniería Industrial Ana de la Cruz realizó su investigación en el área de envasado de la empresa Bosch, ubicada en Guayaquil, Ecuador donde encontró como problema principal las constantes averías en los equipos y sobre todo desperdicio de tiempos por las paradas no programadas de la producción, por lo que en efecto se produce costos de mantenimiento elevados y no presupuestados, además la planificación programada con la que trabajan no es muy compacta por la falta de control del cumplimiento eficiente.

Tirado (2010) opinó en su investigación realizada en la empresa Alimentos Polar Comercial, ubicada en la ciudad de Valencia, Venezuela que la entidad no posee un plan de acción de mantenimiento integral que incluya todos los equipos de la planta, ya que es muy importante la minimización de los tiempos de parada, originado por fallas imprevistas en la maquinaria las cuáles deben de ser reparadas ya que trae como consecuencia un tiempo improductivo lo que genera enormes pérdidas económicas para la empresa.

En la línea procesadora de avena de la empresa “La Molinera” en Ecuador, existen varios problemas como, productos no conformes, paradas no programadas, atrasos en las entregas, altos tiempos de reparación y SETUP times, etc. Esto genera, la necesidad de trabajar horas extras, reprocesamiento de productos y pérdida de materia prima, baja calidad de servicio, y una inversión considerable en actividades de mantenimiento correctivo. Es importante mencionar que la condición en la cual se encuentran varios equipos no es la más adecuada, dado que se puede notar el mal estado de los mismos. Así mismo, es evidente la existencia de polvo en el ambiente lo cual puede estar perjudicando a los equipos. (Herrera, 2014).

La empresa minera en el departamento de Cajamarca, Perú carece de actividades que integran una gestión adecuada de mantenimiento. Por ende se necesita enfocar la mayor atención en ese aspecto, ya que el mantenimiento en la minería corresponde a un gran porcentaje del presupuesto de la empresa y por lo tanto debe ser usado minuciosamente, con estrategias claras y sólidas, a través de un plan organizado que evite paradas, accidentes, problemas ecológicos y desviaciones en el presupuesto. (Rodríguez, 2012)

La empresa Transportes de Carga Interregional SRL, ubicada en la ciudad de Lima, Perú, se dedica a brindar el servicio de transporte de carga pesada en donde se halló problemas como, elevados costos de parada de producción, costos de reparación o cambio de piezas y costos por la producción que no cumple con los requerimientos del producto, debido a que no se hace un adecuado mantenimiento a sus equipos ya que los directivos de esta entidad consideran esta actividad como no importante. (Ricaldi, 2013)

Según Aguilar y Garcia (2014) manifestaron que:

En la empresa Agroindustrial San Jacinto S.A.A. en la ciudad de Trujillo, Perú existe un problema principal que es la gran cantidad de maquinaria antigua; de las cuales muchas de ellas ya sobrepasaron su vida útil. Otro problema importante es con respecto al personal, ya que son capacitados con información actualizada, y realiza labores de mantenimiento preventivo en base a catálogo, o en base a frecuencias establecidas sin enfoque de mejora de los parámetros de mantenimiento, estos puntos no favorecen a la empresa y por lo tanto se necesita realizar cambios en la disciplina del trabajo a realizar. El personal de mantenimiento no cuenta con los equipos que se requieren para hacer un trabajo óptimo, esta área trata de dar lo mejor que puede con los recursos que tiene y su experiencia.

Hilados Richard's es una empresa del rubro textil ubicada en la ciudad de Chiclayo, encontrando problemas como, desgaste de rodamientos, roturas y desperfectos mecánicos en la maquinaria lo cual provoca paros en la línea de producción que interrumpen la disponibilidad de la máquina y por ende existe pérdidas de producción. Asimismo el personal de mantenimiento de la empresa afronta problemas debido a la poca disponibilidad de materiales y repuestos en el almacén que se requieren para arreglar las maquinas en el preciso momento que aparece la avería. Otro problema existente es el sobre-almacenamiento que existe de algunos productos que no tienen una gran rotación y que ocupan un lugar en el almacén. (Fuentes, 2015)

En la ciudad de Chiclayo, Perú el estudiante de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Jorge Gonzáles (2016) expresó que en la empresa LATERCER S.A.C, presentó problemas como las paradas en línea de producción, ocasionando desorden, tiempos muertos e incumplimiento de la demanda. Es por ello que se propuso un programa de mantenimiento preventivo que garantizaría la confiabilidad de los

equipos, y también el aumento de la capacidad de los mismos para funcionar en un instante determinado y aumentar la capacidad de operar sin producir daños materiales como laborales.

Vásquez y Zapata(2016) realizaron una investigación en Chiclayo, Perú en donde manifestaron que la empresa Construcciones Reyes S.R.L. dedicada a la fabricación, reparación entre otros servicios que ofrece a la industria petrolera, pesquera y minera, no cuenta con una línea de producción definida, ya que en el proceso del desarrollo de sus actividades de producción se presentan continuamente fallas y averías por motivo de un inadecuado sistema de mantenimiento ocasionando pérdidas económicas, de tiempo, de producción y acorta el tiempo de vida de las máquinas, puesto que, frecuentemente la carga de trabajo no se puede llevar en paralelo con el estado de operatividad de las máquinas, se les exige trabajar aún con sus fallas y avería que presentan en su momento determinado.

En la ciudad de Chiclayo de la región Lambayeque, se encuentra la empresa D`COBRE S.R.L. dedicada a la producción de alcohol etílico e industrial, obtenido a partir de la melaza de caña de azúcar, en su área de destilación se hallaron diversos problemas como: paradas no programadas en la línea de producción, debido a la presencia de averías y fallos en la maquinaria a causa de la falta de un mantenimiento preventivo, además de la inexistencia de personal capacitado para atender dichas fallas, no hay una correcta gestión de mantenimiento que permita planificar, ejecutar y controlar las diversas actividades que se realizan para efectuar un buen mantenimiento a las máquinas, solo se utiliza el mantenimiento correctivo, lo que ocasiona que no se haga una prevención de posibles fallos que puedan ocurrir en la maquinaria. Además en el área donde se encuentran los materiales que se utilizan para el mantenimiento correctivo, existe una desorganización para una fácil búsqueda de estos, lo que dificulta establecer con claridad la cantidad de materiales que existen. En conclusión todos estos problemas originan pérdidas de tiempo, costos de mano de obra inutilizada, baja productividad.

## **1.2. Trabajos previos**

En el año 2010 el estudiante de Ingeniería Industrial Vicente Tirado, desarrolló una investigación en la ciudad de Sartenejas, Venezuela con el título “Implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento en equipos comunes de jabonería de planta limpieza

de alimentos polar” en donde se propuso a implementar la fase III, IV y V del Sistema de Gestión de Mantenimiento en el área de los equipos comunes de Jabonería con la finalidad de contribuir a la generación de planes de mantenimiento que se ajusten a las necesidades de cada equipo. También se pudo establecer la clasificación por criticidad de los equipos, así como la actualización de información de los equipos y sus fallas. Se obtuvo como resultado la reparación del 50% de equipos que presentaron fallas en donde al repararlas, mejoró la productividad de la empresa en un 20%.

Según Verdesoto y Arias (2010) en su investigación “Diseño de un Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en la Metodología de tableros de control de mando para una empresa constructora de vías lastradas y asfálticas” realizada en Ecuador, propusieron indicar la falta de control mediante los tableros equilibrados para así gestionar la creación del departamento de mantenimiento, lo que genera retrasos en la culminación de obras a causa de no dar el debido mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a sus maquinarias, así como también los altos costos por las reparaciones que se realizan externamente. Entre sus resultados obtuvieron que gracias a los tableros equilibrados se disminuyeron los costos en un 50% por las reparaciones de sus maquinarias.

En Santiago de Cali, Colombia el estudiante Yilmer Barona (2011) realizó una investigación titulada “Diseño e implementación del programa de mantenimiento para las máquinas sopladora e inyectora – sopladora de la empresa OTORGO LTDA teniendo como objetivo, reconocer las partes críticas y fallas más comunes de cada máquina a partir de los registros históricos y estadísticos de la empresa para así diseñar un programa de mantenimiento preventivo que permita corregir dichas fallas. Este programa fue de mucha ayuda, ya que permitió estructurar de una forma sistemática el mantenimiento preventivo de la empresa y a la vez se pudo prever al máximo cualquier daño inesperado en los equipos usados para el proceso. Entre sus resultados se determinó que este plan de mantenimiento preventivo es adecuado para la empresa ya que gracias a ello se pudo encontrar las fallas y averías de las máquinas pudiendo así incrementar la productividad de la empresa en donde también se redujeron los costos en un 30%.



En el año 2015, Cesar García expuso una investigación con el título “Modelo de Gestión de Mantenimiento para incrementar la calidad en el servicio en el departamento de alta tensión de STC metro de la Ciudad de México”, en donde se propuso a establecer los componentes de un prototipo de gestión de mantenimiento para el diseño de este, optimizando así el funcionamiento de la administración de los recursos y de las actividades para mejorar la calidad en el servicio de transporte que se le proporciona al público usuario. Entre sus resultados obtuvo que se incrementó la calidad en el servicio basado en la metodología de la gerencia de proyectos en un 85%, tomando en cuenta que las actividades de mantenimiento se llevan a cabo mediante la aplicación de esfuerzos y recursos que deben ser desarrolladas en un tiempo determinado.

En Ecuador se realizó una investigación elaborada por Ana de la Cruz en el año 2010 titulada “Diseño de un sistema de mantenimiento preventivo para el área de envasado de polvo detergente” en donde se propuso a revalidar las bases del TPM que tiene en práctica la empresa por medio del diseño de un Sistema de Mantenimiento Preventivo para los equipos críticos del área de envasado. Se siguió una metodología en donde se basó en administrar las fallas de los equipos para determinar las estrategias que se deberían de tener y así disminuir tiempos. Finalmente obtuvo como resultado que las averías se redujeron en un 20% con la contribución de los operarios en la identificación de anomalías técnicas en los equipos.

En el año 2012 el estudiante de Ingeniería Industrial Miguel Rodríguez expuso 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” con la finalidad de mejorar la gestión de mantenimiento en base a la conservación de equipos de una empresa minera de Cajamarca logrando incrementar la disponibilidad mecánica en dichos equipos. Para ello utilizó indicadores relacionados al mantenimiento a través del MTTR, disponibilidad y porcentaje de variación de costos de mantenimiento. Entre sus resultados se obtuvo que permitió mejorar los indicadores de la gestión de mantenimiento y a su vez resulta factible económicamente obteniendo así, por cada sol invertido una ganancia de \$127.25.

Según Alfaro (2016) en su investigación con el título “Propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para incrementar la productividad del sistema contra incendios de Westfire S.R.L. en minera Chinalco Perú “realizada en la ciudad de Cajamarca, expresó que al proponer un sistema de gestión de mantenimiento, se logró aumentar el tiempo medio entre fallas, reduciendo así el número de paradas de campo por fallas del sistema en donde se disminuye el tiempo medio de reparación al tener un estándar de mantenimiento, lo cual reduzca las descargas innecesarias del sistema contra incendios. A su vez, incrementó la disponibilidad del sistema contra incendios de Westfire Sudamérica en la flota de Minera Chinalco Perú, contribuyendo así a mejorar la productividad de su flota. Entre sus resultados obtuvo que, incrementó la productividad del sistema contra incendios del Westfire Sudamérica, reduciendo las órdenes de trabajo correctivas en 5.35%, obteniendo que el MTBF aumentó en 58.5 horas, el MTTR disminuyó en 0.76 horas y la disponibilidad aumentó en 0.39%

En la ciudad de Lima en el año 2010, se realizó una investigación elaborada por Carla Escudero y Cesar Saldarriaga con él con el título “Propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento para los inmuebles a cargo de una empresa de servicios” en donde indicó que es necesario conocer las necesidades del cliente y que el área encargada de brindar el mantenimiento esté integrada, ya que ayudaría a mantener una integración vertical con proveedores y clientes. En primer lugar en esta investigación se hizo uso de los indicadores de gestión de mantenimiento y de herramientas estadísticas en donde aumentó la vida útil de los equipos y se disminuyeron los costos del mantenimiento correctivo. Entre sus resultados obtuvo que llegó a cubrir las necesidades del cliente, aumentó el desempeño de la programación de las tareas de mantenimiento, y por último se redujeron los costos en unos 61% generados por la falta de control en el almacén de repuestos y materiales.

En el año 2014, José Muñoz desarrolló un proyecto de investigación en Lima con el título “Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado” en donde tuvo como objetivo general la realización de una propuesta de implementación, desarrollo y análisis de la gestión de mantenimiento que asegure la eficiente operación y óptima conservación de la maquinaria, conservando los valores de calidad del producto apoyándose en estrategias de procesos y calidad. Entre su resultados obtuvo que se aumentó la confiabilidad de la maquinaria gracias

a que se propuso un plan de mantenimiento basado en las experiencias y el análisis de la fallas.

Según Rojas (2014) en su investigación con el título “Gestión de Mantenimiento para mejorar la eficiencia global de equipos en el área 1 de molienda de San Fernando S.A.” realizada en la ciudad de Huancayo en donde se propuso a desarrollar el conocimiento científico para optimizar la gestión de mantenimiento mediante el TPM y así mejorar la eficiencia global de equipos en el área de molienda de la planta de alimentos Balanceados de San Fernando S.A., siendo en este caso una investigación tecnológica de nivel aplicativo además de un diseño pre experimental con pre y post prueba mediante la aplicación del TPM, obteniéndose como resultados una progreso de 65% a 70% en promedio, asimismo se mejoró el rendimiento de los equipos de un 67% a 71% en promedio y se disminuyeron los gastos de mantenimiento en S/. 435,649.33.

En el año 2011, Enrique Rivera desarrolló una investigación en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos de la ciudad de Lima, titulada “Sistema de Gestión del Mantenimiento Industrial” en donde tuvo como finalidad el implementar un Sistema de Mantenimiento Industrial, que agrupa ciclo de vida, personas, instalaciones, entre otros elementos, cuyo objetivo es alcanzar la competitividad y para alcanzarla existen factores clave como son; seguridad, productividad, respeto por el medio ambiente y confiabilidad. Entre sus resultados obtuvo que al haber implementado el SIG, se mejoró la competitividad mediante la disminución de los costos de mantenimiento.

Según Castro (2012) en su investigación con el título “Propuesta de mejora en la Gestión de Mantenimiento para aumentar la confiabilidad de los equipos críticos en la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A” realizada en la ciudad de Trujillo, propuso desarrollar un Programa de Mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones en los equipos críticos en donde se tomaron en cuenta ciertos criterios como el costo del equipo, importancia dentro del proceso y la complejidad de mantenimiento. Entre sus resultados obtuvo que mejorara la confiabilidad del mantenimiento, se disminuyeron los paros imprevistos y los costos de producción fueron competitivos, lo que significa que aumentó en 71% la productividad.

En el año 2016 Jorge Gonzales expuso en su tesis con el título “Propuesta de Mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C” realizada en la ciudad de Chiclayo que dicha investigación tiene como finalidad, formular un mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C usando como método la gestión de mantenimiento para desarrollar metodologías actualizadas en las tareas de mantenimiento y de esa forma garantizar que la maquinaria funcione adecuadamente durante los procesos productivos y que estén disponibles para producir durante periodos de tiempo más prolongados. Se concluye que el resultado de lo propuesto redujo en un 80% el número de paradas en toda la línea de producción.

Vásquez y Zapata (2016) realizaron en Chiclayo una investigación con el título “Propuesta de una Gestión del Mantenimiento Preventivo para una mejor disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria pesada de la municipalidad provincial de Chiclayo” en donde se planteó proponer un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo, para que así se pueda garantizar los servicios municipales a la ciudadanía. En primer lugar, se hizo una evaluación de la situación actual del mantenimiento que se viene aplicando para después elaborar un plan de mantenimiento preventivo, definiéndose los métodos a ser utilizados como el P.D.C.A y el método histórico. En conclusión, ésta investigación está orientada a presentar una alternativa de gestión de mantenimiento de la maquinaria pesada para la Municipalidad Provincial de Chiclayo con el fin de que dicha institución brinde un mejor servicio.

Castañeda y Gonzales (2016) elaboraron una tesis de título” Plan de mejora para reducir los costos en la Gestión de Mantenimiento de la empresa Transportes Chiclayo S.A.” en donde se propusieron minimizar tiempos de paradas de la flota de buses, para incrementar la disponibilidad y confiabilidad de la flota, y de ésta manera disminuir los costos asociados al mantenimiento regresivo y correctivo que llevaba la empresa. Para esta investigación utilizaron las siguientes metodologías como, 5S, Mantenimiento programado, Mantenimiento preventivo y Mantenimiento autónomo, entre otros. Entre sus resultados lograron reducir en un 50% los costos en el área de Mantenimiento de la empresa Transportes Chiclayo S.A.

En la ciudad de Chiclayo la estudiante de ingeniería industrial Nery Albán desarrolló una investigación en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, en el año 2017 con el título “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para aumentar la productividad en donde se propuso a optimizar la disponibilidad del equipo productivo ya que la mayoría de sus máquinas presentan muchas averías y fallas en sus componentes y por ende necesitan ser reparadas para que siga su funcionamiento con total normalidad. Finalmente al implementar este plan determinó que llegó a mejorar la productividad en un 50%, y mediante un análisis costo-beneficio del plan, en donde resultó que por cada sol invertido la empresa obtendría 0,76 céntimos de ganancia, eso significaría un incremento en la productividad.

Según Fuentes (2015) en su investigación con el título “Propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo basado en los indicadores de Overall Equipment Efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa HILADOS RICHARD’S S.A.C” en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo, se propuso a elaborar los lineamientos que deben adoptarse durante el diseño de un sistema para la gestión del proceso de mantenimiento para la empresa. Como resultado se obtuvo un aumento de 5 toneladas/mes en el proceso productivo y una reducción del 30% de las fallas mecánicas en las diferentes máquinas que pertenecen al proceso productivo, además con la implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo, la empresa lograría un ahorro de S/. 103 020, 53 semestrales puesto que al atender correctamente y a tiempo las averías menores, se evitaría problemas de mayor riesgo.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Productividad**

Ayuni y Matheus (2013) manifiestan que la productividad “es el vínculo entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos empleados para alcanzar dicha producción”. (p.25)

Según Vilcarromero (2013) la productividad se puede detallar como el perfecto uso de los recursos y de todos los elementos de producción con la menor pérdida, no solo

en la mano de obra que se emplea con frecuencia para así obtener un de calidad, sino que también en todos los aspectos que significa obtenerlo.

Según García (citado en Orozco, 2016) menciona que:

La Productividad es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron utilizados o los factores de la producción que intervinieron.

El índice de productividad expresa el buen aprovechamiento de todos y cada uno de los factores de la producción, los críticos e importantes, en un periodo definido. (p.08)

$$\frac{\textit{Producción}}{\textit{Recursos empleados}} = \textit{Productividad}$$

#### **1.3.1.1. Producción.**

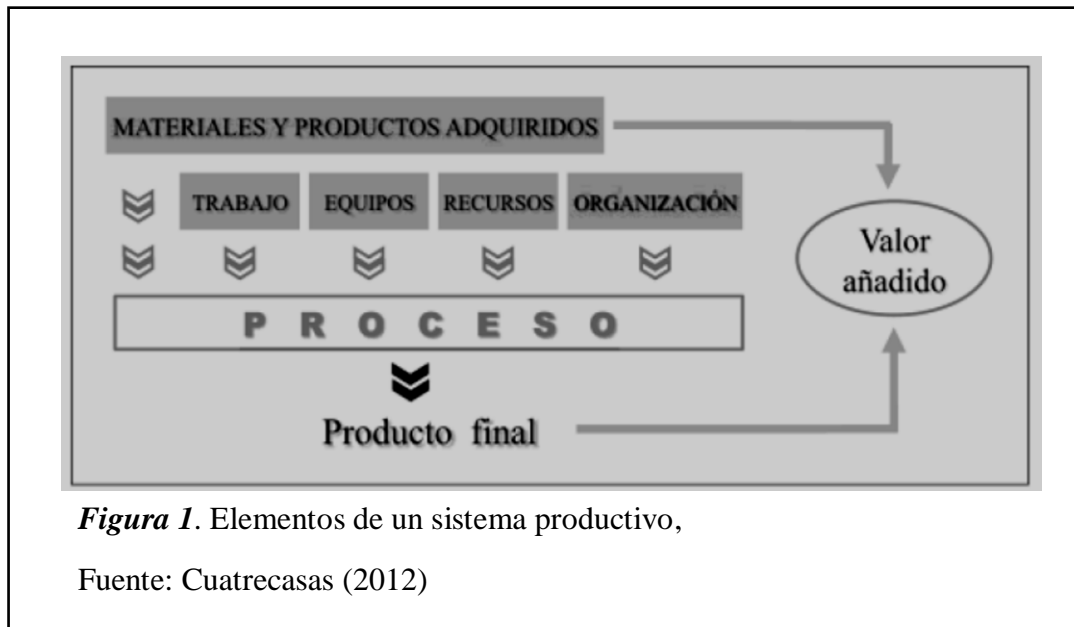
Jiménez (Citado en Orozco, 2016) manifiesta que es el proceso mediante el cual se originan los bienes y los servicios económicos. Es la actividad primordial de cualquier sistema económico que está estructurado para producir, distribuir y consumir los bienes y servicios necesarios para cubrir las necesidades humanas.

#### **1.3.1.2. Sistema Productivo.**

El autor Cuatrecasas (2012) afirma que:

Un sistema productivo es definido como una “actividad económica” de la empresa, cuyo propósito es la obtención de uno o más “productos o servicios” (según el tipo de empresa y su producción), para satisfacer las necesidades de los consumidores, es decir, a quienes pueda interesar la adquisición de dicho bien o servicio. La producción se lleva a cabo a través de la ejecución de un conjunto de operaciones integradas en proceso. Por este motivo a la dirección de la producción se la denomina en muchas ocasiones, dirección de operaciones; es corriente referirse a las operaciones como a la actividad propia de la producción. (p.13)

La producción se lleva a cabo en un sistema productivo. Los elementos que componen dicho sistema, según Cuatrecasas (2012), se pueden ver en la figura 1



*Figura 1.* Elementos de un sistema productivo,

Fuente: Cuatrecasas (2012)

### 1.3.1.3. La productividad y su importancia.

Según Lefcovich (2009) en su libro *Gestión de la Productividad* afirma que en la actualidad, productividad y calidad son temas importantes a nivel mundial. Las empresas que obtienen un nivel de productividad mayor al del promedio, tienden a contar con elevados márgenes de utilidad, por lo tanto si esta productividad aumenta aceleradamente más que la de la competencia, los márgenes de utilidad se también se incrementarán, sin embargo para aquellas empresas cuyos niveles y tasas de crecimiento de productividad sean relevantemente inferiores a sus promedios industriales, corren el riesgo en cuanto a su competitividad y permanencia en el mercado.

La calidad y la productividad guardan una estrecha relación, la cual a su vez se ve reflejada tanto en costos y en los niveles de servicios, por lo que termina reflejándose en la ventaja competitiva. Es así que la mejora de la calidad de los productos y procesos origina directamente un extraordinario incremento en los niveles de productividad.

#### 1.3.1.4. Tipos de productividad.

Según Cruelles (citado en Orozco, 2016) afirma que la Productividad se desarrolla de tres formas:

**Productividad parcial:** Según Cruelles (citado en Orozco, 2016) es el cociente entre la producción final y un solo factor (p.29)

$$Productividad\ parcial(P_{Mo}) = \frac{Producción}{Mano\ de\ Obra}$$

**Productividad total:** Según Cruelles (citado en Orozco, 2016) es el cociente entre la producción total y todos los factores empleados (p.29)

$$Productividad\ total\ (P_g) = \frac{Producción}{Mano\ de\ obra + Materiales + Tecnología + Otros}$$

#### 1.3.1.5. Indicadores de productividad.

Los indicadores de productividad según Oakley (citado en Albán, 2017, p.25) son los que se presentan a continuación:

$$\text{Índice de Productividad} = \frac{Producción}{Recurso\ Utilizado}$$

$$\text{Índice de Mano de Obra} = \frac{Producción}{Costo\ hora\ mano\ de\ obra + N^\circ\ de\ horas\ empleadas}$$

$$\text{Índice de Materia Prima} = \frac{Producción}{Costo\ Total\ de\ Materia\ Prima}$$



$$\text{Índice de Insumos} = \frac{\text{Producción}}{\text{Costo Total de Insumos Empleados}}$$

$$\text{Índice de Productividad Total (IPT)} = \frac{\text{Producción}}{\text{Costo de M.O} + \text{Costo Total de M.P.} + \text{Depreciación} + \text{Gastos}}$$

**%de Variación de la Productividad respecto al período anterior:**

$$= \frac{(\text{IPT del período } n) - (\text{IPT del período } n - 1)}{\text{IPT del período } n - 1}$$

### **1.3.2. Gestión de Mantenimiento**

#### **1.3.3. Gestión**

Según Vilcarromero (2013) es la acción de administrar una actividad profesional destinado a constituir los objetivos y medios para efectuarlos, a detallar la organización de sistemas, con el fin de producir la estrategia del desarrollo y a ejecutar la gestión del personal. Igualmente en la gestión es muy influyente la acción, porque es la expresión de interés capaz de influir en una situación dada.

Mora (Citado en Rojas, 2014) “la palabra gestión se asocia con la dirección de empresas, aplicada a un sistema especializado y social cuya fin es crear bienes o servicios que cooperan a emerger el nivel de vida de la humanidad” (p.25)

#### **1.3.4. Mantenimiento**

Matos y Torres (citados en Muñoz, 2014) “El mantenimiento es el conjunto de acciones con el fin a mantener o restaurar un sistema y/o equipo a su estado normal de operación, para satisfacer un servicio definido en condiciones monetarias favorables y de acuerdo a las órdenes de protección integral” (p.34)

El mantenimiento no es una función “miscelánea”, produce un bien real, que puede resumirse en: capacidad de producir con calidad, seguridad y rentabilidad.

Es un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones y otros (Clará, Domínguez y Pérez, 2013, p.8)

Según Oliva (citado en Ortiz, Rodríguez e Izquierdo, 2013) “el mantenimiento es un servicio que asocia una serie de tareas mediante las cuales un equipo, máquina, o instalación, se conservan o se restablece a un estado preparado para realizar sus funciones.” (p.19)

### **1.3.5. Gestión del mantenimiento**

Cruzado (2014) manifiesta que “la gestión de mantenimiento es un grupo sistemático de actividades orientadas al cuidado de los equipos e instalaciones en funcionamiento durante un determinado periodo de tiempo, donde se busca la más alta disponibilidad y el máximo rendimiento” (p.29)

Rodríguez (citado en Rojas, 2014) expresa que “la gestión de mantenimiento se define como la acción de actividades relacionadas al diseño, planificación y control. Éstas están orientadas a la reducción de todos los costos que se asocian al incorrecto funcionamiento de los equipos”. (p.55)

### **1.3.6. Por qué gestionar el mantenimiento**

Santibáñez( citado en Rojas,2014) argumenta que al querer optimizar la utilización de materiales y el recurso humano, se necesitará identificar el prototipo de corporación que sea el preferible y que se pueda adaptar a la planta, permitiendo de esa manera enfatizar la influencia de la maquinaria y equipos en los resultados de la compañía, consumo y stock de materiales usados en el mantenimiento, produciendo un crecimiento en la disponibilidad de estos equipos con la finalidad de que los periodos de indisponibilidad de estos no interfieran con el plan de producción.

Por otro lado, la implementación de este tipo de técnicas relacionadas al mantenimiento como por ejemplo (TPM, RCM, Sistema GMAO, etc.) tendrán que ser analizadas con la finalidad de indicar si es posible desarrollarlas e implementarlas dentro de la empresa, dándose el caso de ser factible.

Otro punto importante que menciona el autor es que los múltiples departamentos de una empresa necesitan adquirir estrategias para cumplir con los objetivos de esta mediante la contribución de los dirigentes de cada departamento quienes guiarán a cada uno de sus empleados para la ejecución del fin común.

Asimismo, aspectos como calidad, seguridad e interrelaciones, son de envergadura en la gestión industrial puesto que se requiere administrar estos aspectos en las formas de labor de los departamentos de mantenimiento.

### **1.3.7. Objetivos del mantenimiento industrial**

Según Coetzee (citado en García, 2014) “el objetivo primordial del mantenimiento, es darle apoyo al proceso de producción con la cota adecuada de disponibilidad, confiabilidad y operabilidad a un costo admisible” (p.41)

Albán (2017) manifiesta en su investigación que cuando se habla de mantenimiento, la entidad debe estar encaminada a la continua realización de objetivos como la optimización de la disponibilidad del equipo productivo, disminución de los costos de mantenimiento, optimización de los recursos humanos, y maximización de la vida útil de la máquina.

### **1.3.8. Costos del mantenimiento**

Según Navarro (1997) la importancia que tiene el mantenimiento es conseguir un costo mínimo, asimismo el costo de las reparaciones influye en el precio final del producto, independientemente de la buena o mala gestión del mantenimiento, siempre será un gasto que se debe asumir.

Si dividimos los costos de mantenimiento según diferentes aspectos, podemos agruparlos en cuatro grupos (Navarro, 1997).

#### **1.3.8.1. Costos fijos.**

Según Navarro (1997) son aquellos que no dependen del volumen de la producción ni de las ventas, dentro de ellos tenemos la mano de obra indirecta, las amortizaciones de las instalaciones productivas y edificios, los alquileres, seguros, etc., y los costes fijos de mantenimiento. Estos costos fijos de mantenimiento están compuestos por la mano de obra y materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo, predictivo y hard time así como todo el gasto generado por el engrase de las máquinas. Por esta razón el mantenimiento es un gasto que asegura el estado de la instalación a medio y largo plazo. La reducción del presupuesto y recursos destinados a este gasto fijo, limita la cantidad de revisiones programadas y origina un ahorro para la empresa.

#### **1.3.8.2. Costos variables.**

Según Navarro (1997) estos costos son proporcionales a la producción realizada, dentro de ellos podemos destacar la mano de obra directa, materias primas, energía, etc. y los costos variables de mantenimiento. En estos costos variables de mantenimiento se pueden encontrar la mano de obra y los materiales necesarios para el mantenimiento correctivo. Este mantenimiento correctivo ayudará a reparar las averías imprevistas en la maquinaria y equipos de la empresa, donde ésta deberá de gastar en este tipo de mantenimiento para evitar que se produzcan averías inesperadas.

#### **1.3.8.3. Costos de fallo.**

Según Navarro (1997) se refiere a la pérdida de beneficio que la empresa debe de afrontar por causas que se relacionan directamente con el mantenimiento. En las empresas productivas, los costes de fallo se deben principalmente a pérdidas de materia prima, disminución de la productividad de la mano de obra del personal de producción mientras se

realizan las reparaciones, rechazo de productos por falta de calidad, producción perdida durante la reparación, menores ventas, menores beneficios, averías medioambientales que pueden suponer desembolsos importantes para la empresa, fugas de productos, averías que puedan suponer riesgo para las personas o para la instalación, daños humanos, primas de seguro, imagen, etc. costes indirectos, amortizaciones, pérdidas de imagen, ventas, etc.

El costo de fallo en empresas productivas será mayor cuando mayor sea la automatización y la amortización de la instalación, debido a que cuando se produce una avería, los costes variables de la empresa disminuyen al no haber producción, pero los fijos se mantienen.

#### **1.3.8.4. Costos financieros.**

Según Navarro (1997) los costos financieros relacionados al mantenimiento se deben al valor de los repuestos de almacén y a las amortizaciones de las máquinas duplicadas para asegurar la producción.

#### **1.3.9. Indicadores de gestión de mantenimiento**

Según Hernández y Navarrete (citados en Fuentes, 2015) determinan que los indicadores son parámetros numéricos que brindan información acerca de un factor crítico reconocido en la organización, procesos o personas de acuerdo a sus necesidades que puedan requerir como clientes.

Según Oliveiro (citado en Fuentes, 2015) lo define como indicadores técnicos de control, vinculados con la calidad de gestión o con la productividad permitiendo observar el comportamiento y rendimiento de las operaciones que existen en las instalaciones, sistemas y equipos midiendo la calidad de los trabajos realizados.

##### **1.3.9.1. Overall Equipment Effectiveness.**

Según Cuatrecasas (2000) señala que Overall Equipment Effectiveness está asociado a un programa modelo de mejora de la producción denominado Mantenimiento Productivo Total (TPM), cuyo objetivo es reducir los costos. El OEE mide estandarizadamente la efectividad de máquinas y líneas, analizando los costos y pérdidas que se producen en una planta que se calcula combinando los tres elementos relacionados a cualquier proceso de producción:

Disponibilidad: tiempo real de la máquina en producción.

Rendimiento: producción real de la máquina en un determinado periodo de tiempo.

Calidad: producción sin defectos.

Cuatrecasas (2000) expone la siguiente fórmula para el cálculo del OEE

$$OEE = Disponibilidad * Tasa de ejecución * Calidad$$

### **1.3.9.2. Criticidad.**

Oliveiro (citado en Fuentes, 2015) manifiesta que es una técnica la cual permite clasificar sistemas, equipos e instalaciones, en base a su funcionalidad con el propósito de facilitar la toma de decisiones. El análisis de criticidad permitirá identificar las áreas sobre las cuales se tendrá una mayor atención del mantenimiento con respecto al proceso que se realiza.

Según García (Citado en Fuentes, 2015) distingue una serie de niveles de importancia o criticidad:

Equipos críticos: Son aquellos cuya parada o mal funcionamiento afecta de una manera importante a los resultados de la empresa.

Equipos importantes: Son aquellos cuya parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa pero sus consecuencias son manejables.

Equipos prescindibles: Son aquellos cuya incidencia es escasa en los resultados.

Se considera la influencia de una anomalía tiene en cuatro aspectos: producción, calidad, mantenimiento y seguridad.

### **1.3.10. Tipos de mantenimiento**

#### **Mantenimiento correctivo.**

Ferren (citado en Gonzáles, 2016) “este tipo de mantenimiento se refiere a la corrección de las averías o fallas cuando éstas se presentan” (p.26). Se clasifica en no planificado y planificado.

#### **Mantenimiento correctivo no planificado.**

Según Gonzáles (2016) “es el tipo de mantenimiento que debe de aplicarse de urgencia y que debe de llevarse a cabo con presteza para evitar que los costos se incrementen e impedir daños materiales y humanos” (p.26)

### **Mantenimiento correctivo planificado.**

Según Gonzáles (2016) es el tipo de mantenimiento que previene lo que se elaborará antes de que se produzca el fallo, de modo que cuando se inhabilita el equipo para establecer la reparación, los repuestos y el personal técnico asignado se determinaron con anticipación en un cronograma de actividades.

### **Mantenimiento preventivo.**

Ferren (citado en Gonzáles, 2016) expresa que este tipo de mantenimiento es planificado, ya que tiene lugar antes de que ocurra la falla. Este es aquel que se realiza periódicamente para mayor vida útil de cada equipo. Es un programa planificado destinado a confirmar el mínimo tiempo de paros no previstos y el máximo tiempo de funcionamiento provechoso y eficiente para equipos y maquinaria la cual se ejecuta para evitar la falla crítica

### **Mantenimiento predictivo.**

Ferren (citado en Gonzáles, 2016) expresa que el mantenimiento predictivo se define como la agrupación de actividades programadas para descubrir las fallas de los activos físicos, por evidencias antes de que sucedan, con los equipos en operación y sin deterioros de la producción, usando equipos de diagnóstico y pruebas no destructivas.

Mantenimiento basado elementalmente en localizar las fallas para dar tiempo a enmendarlas sin perjuicio al servicio, ni detención de la producción, basado en la medición seguimiento e instrucciones de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación, por lo cual este mantenimiento tiene un costo muy alto por los equipos a utilizar.

### **Mantenimiento productivo total (TPM).**

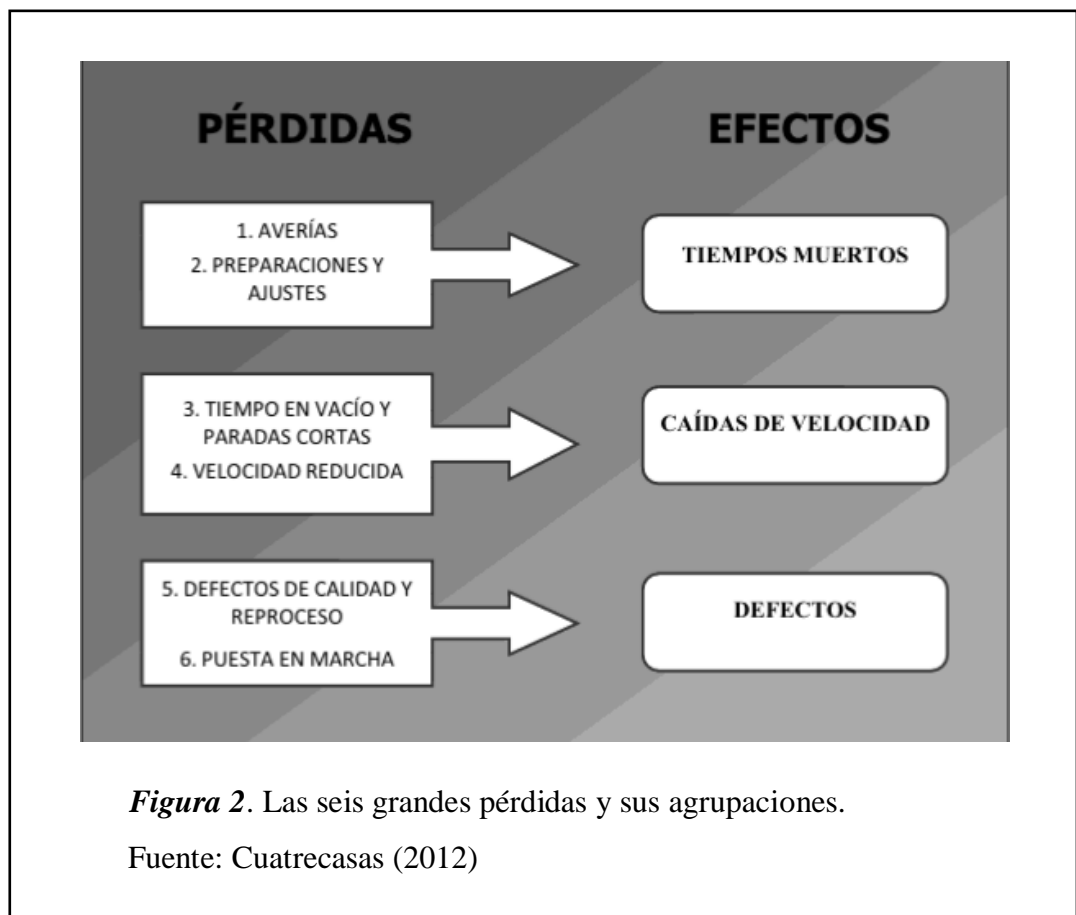
Según Ricaldi (2013) el Mantenimiento Productivo Total es una filosofía que tiene como finalidad principal: al hombre, las máquinas y la empresa.

Con relación al hombre porque la responsabilidad de conservar los equipos es de todos. Con relación a los equipos porque busca mayor eficacia y excelencia de los equipos. Por último, con relación a la empresa porque busca introducir mejoras tanto en las personas como en los equipos. Es decir, incrementar sustancialmente la producción mientras que al mismo tiempo aumenta la satisfacción y el trabajo del personal

Según Lefcovich (2009) define al TPM como un sistema orientado a eliminar las seis grandes pérdidas de los equipos, con el fin de poder ejecutar la producción “Just in Time”, la cual se propone a descartar cada uno de los desperdicios. Estas seis grandes pérdidas se relacionan con los equipos causando limitaciones en la eficiencia del sistema productivo causando tiempos muertos o paro del sistema productivo.

### 1.3.11. Diferencia entre fallas y averías

Según Boero (Citado en Fuentes, 2015) define a una avería como el deterioro o desperfecto en cualquier órgano o elemento de un equipo que impide el funcionamiento normal de éste. En la industria se entiende por avería la falla que impide que la instalación mantenga un nivel productivo. Ese concepto debe ampliarse incluyendo aquellas fallas que ocasionan falta de calidad en el producto, falta de seguridad, pérdidas energéticas y contaminación ambiental. Boero clasifica las averías según la capacidad del trabajo y la forma en la que se presenta: a) Según la capacidad del trabajo o fallo total, b) Según la forma que se presenta ya sea progresivo relacionado a los síntomas anteriores al desperfecto o repentino relacionado a roturas de pieza.



**Figura 2.** Las seis grandes pérdidas y sus agrupaciones.

Fuente: Cuatrecasas (2012)



### **1.3.12. Metodología de las 5S en Mantenimiento Autónomo**

Según Rajadell y Sánchez (2009) manifiestan que al establecer la metodología de las 5S en cualquier empresa, se tiene que desarrollar un proceso definido en cinco fases, cuyo desarrollo refiere la asignación de recursos, la adaptación a la cultura de la empresa y la consideración de aspectos humanos. Las llamadas 5s son: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke; que significan, respectivamente: eliminar, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y disciplina.

#### **1.3.12.1.Fases de las 5S**

##### **Seiri (Organizar)**

Ortiz, Izquierdo y Rodríguez (2013) manifiestan que en el puesto de trabajo no debe haber más que solo las herramientas necesarias para la operación o producción y su mantenimiento. Estas herramientas de producción deben estar perfectamente organizadas, codificadas y en el lugar preciso. De esta forma se eliminarán los stocks innecesarios, artículos indeseados y obsoletos, elementos que se utilizan de forma esporádica y que, por lo tanto, no deberían de estar en la zona de operación

##### **Seiton (Ordenar)**

Ortiz, Izquierdo y Rodríguez (2013) opinan que una vez que se han determinado los elementos, repuestos y las herramientas que realmente son útiles para el puesto de trabajo, se ordenan ya que es importante que en una área de producción, las herramientas necesarias se encuentren en un solo sitio. Esto ayuda también mucho a su fácil localización, la delimitación por colores de zonas de trabajo, pasillos, lugares de descanso, zonas de stocks, etc.

##### **Seiso (Limpieza e inspección)**

Según Ortiz, Izquierdo y Rodríguez (2013) manifiestan que esta fase se refiere a la ejecución de las tareas de limpieza que deben realizar los operarios de producción para llevar a cabo las inspecciones.

Según Rajadell y Sánchez (2009) manifiestan que la implementación del Seiso comporta:

- Integrar la limpieza como parte del trabajo diario.
- Asumir la limpieza como una tarea de inspección necesaria.
- Centrarse tanto o más en la eliminación de las causas de la suciedad que en las de sus consecuencias.

### **Seiketsu (Estandarizar)**

Según Ortiz, Izquierdo y Rodríguez (2013) manifiestan que esta fase se encarga de emplear estándares, etiquetas, colores, entre otros, que sirvan como herramientas facilitadoras para el mantenimiento autónomo.

Según Rajadell y Sánchez (2009) la aplicación del seiketsu comporta:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que estos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la enorme importancia de aplicar los estándares.

### **Shitsuke (Disciplina)**

Ortiz, Izquierdo y Rodríguez (2013) afirman que se refiere a las rutinas de limpieza e inspección que se detallan colectivamente con la producción, así como el mantenimiento del orden y limpieza, que son fundamentales para que el área de trabajo sea conforme con los estándares de auto mantenimiento estipulados en TPM.

Según Rajadell y Sánchez (2009) manifiestan que la aplicación del shitsuke comporta:

- Respetar las normas y estándares reguladores del funcionamiento de una organización.
- Reflexionar sobre el grado de aplicación y cumplimiento de las normas.
- Mantener la disciplina y la autodisciplina, mejorando el respeto del propio ser y de los demás.
- Realizar auditorías que deben ser conocidas por todos los miembros del equipo para facilitar la autoevaluación.

#### **1.4. Formulación del problema**

¿De qué manera la Gestión del Mantenimiento contribuirá a incrementar la productividad en la empresa D`Cobre S.R.L?

#### **1.5. Justificación e importancia del estudio**

La presente investigación busca establecer una gestión de mantenimiento en el área de destilación de la empresa D`Cobre, con la finalidad de reducir el número de paradas no programadas en la línea de producción y evitar pérdidas de tiempo y dinero lo que dará como resultado el aumento de la productividad.

Desde el punto de vista teórico la propuesta de una gestión de mantenimiento ayudará a disminuir y/o eliminar las posibles fallas en la maquinaria y las paradas no programadas en la producción, originadas por la falta de un mantenimiento preventivo, logrando así disipar tiempos muertos para atender una falla en la maquinaria, talento humano inutilizado; asimismo se preverá las diversas actividades que se requiere para prolongar la vida útil de las máquinas y así estas no fallen durante la producción, lo que significará un incremento en la productividad.

Asimismo, en el ámbito social, una gestión de mantenimiento permitirá mejorar la productividad en la empresa beneficiando a todos los que integran la organización desde sus trabajadores hasta el cliente final, puesto que dicha maquinaria realizará sus actividades de una manera eficiente como consecuencia de la reducción de paradas en la línea de producción causadas por falta de mantenimiento a las máquinas.

Valorativamente el presente proyecto puede ser utilizado como base para el desarrollo de actividades de otras empresas que necesiten mejorar la productividad mediante el diseño de una gestión de mantenimiento.

Por otra parte, en cuanto a su alcance, esta investigación servirá de base para estudios que presenten situaciones similares a las que aquí se plantea, sirviendo como marco referencial a estas.

#### **1.6. Hipótesis**

Con el diseño de la gestión del mantenimiento, se logra incrementar significativamente la productividad en el área de destilación de la empresa D`Cobre S.R.L.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Proponer la gestión del mantenimiento para incrementar la productividad en la empresa D`Cobre S.R.L.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- a. Realizar un diagnóstico de la situación actual de la Gestión del Mantenimiento en el área de destilación de la empresa D`Cobre S.R.L.
- b. Determinar las posibilidades de mejora para el área de destilación de la empresa D`Cobre S.R.L.
- c. Definir la criticidad de las máquinas que intervienen en el proceso de Destilación de la empresa D`Cobre S.R.L.
- d. Elaborar un plan de mantenimiento preventivo
- e. Evaluar la propuesta económicamente

## **II. MATERIALES Y MÉTODOS**

## **2.1. Tipo y diseño de Investigación**

La presente investigación será de tipo descriptiva porque se llegará a conocer la situación problemática a través de la descripción exacta de los procesos en donde se recolectarán datos en base a una hipótesis para luego procesar de manera cuidadosa la información obtenida analizando minuciosamente los resultados y de esta manera se extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento de ésta investigación.

Según su propósito será una investigación del tipo aplicada ya que se utilizará teorías existentes.

Según los medios para obtener datos, la investigación será mixta porque se recogerá información de fuentes bibliográficas, físicas y digitales de reconocido prestigio y también se realizará trabajo de campo para observar y recoger información de los trabajadores de la empresa.

La presente investigación tendrá un diseño no experimental porque ésta investigación se basará fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos y llegar a determinadas conclusiones

## **2.2. Población y muestra**

### **2.2.1. Población**

La población son las 10 máquinas que intervienen en el proceso de destilación de alcohol etílico.

### **2.2.2. Muestra**

El tipo de muestreo será no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia, solo se trabajará con 6 máquinas. Este dato se detalla más adelante

## **2.3. Variables, Operacionalización**

### 2.3.1. Variable Dependiente: Productividad

**Tabla 1**

*Operacionalización de la variable dependiente*

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>
Productividad	Productividad de la maquinaria	Producción/horas-máquina	Análisis documentario/ Guía de análisis documentario
	Productividad de la mano de obra	Producción/horas- hombre	

### 2.3.2. Variable independiente: Gestión de Mantenimiento

**Tabla 2**

*Operacionalización de la variable independiente*

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b>
<b>Gestión de mantenimiento</b>	<b>Planeación</b>	Problemas detectados	Encuesta/Cuestionario
		Objetivos	
		Actividades para resolver la problemática	
	<b>Organización</b>	Administración de personal	Entrevista/Guía de entrevista
	<b>Ejecución</b>	Cronograma de actividades del mantenimiento	Encuesta/Cuestionario
		Realizar las actividades del mantenimiento autónomo	
		Requerimiento de recursos	
<b>Control</b>	Control de las acciones programadas y supervisión del mantenimiento	Encuesta/Cuestionario	



## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

En esta investigación se emplearon las siguientes técnicas e instrumentos para la recolección de datos.

### **2.4.1. Entrevista**

Esta técnica se aplicó al encargado de mantenimiento del área de producción de alcohol etílico de la empresa D`Cobre S.R.L”. Para ello se utilizó la entrevista estructurada porque se elaboró una pauta con los temas a cubrir y una lista de preguntas predeterminadas. El instrumento fue la guía de entrevista.

### **2.4.2. Encuesta**

Se realizó una encuesta a los operarios del área de producción de la empresa D`Cobre SRL” para conocer detalles acerca de las fallas frecuentes que existen en la maquinaria y como es que influyen en la productividad de la empresa. Para ello se utilizó como instrumento un cuestionario.

### **2.4.3. Observación directa**

Se utilizó la técnica de análisis documental y observación no participativa ya que se evita la relación directa con el objeto en estudio, pretendiendo obtener la máxima objetividad y veracidad posible, con la finalidad de recoger información de primera mano e inmediata para obtener indicios sobre los aspectos relacionados de los operarios y sus actividades que realizan en función del mantenimiento. Como instrumento se usó la guía de observación y la guía de análisis documental.

## **Validación y confiabilidad de instrumentos**

### **2.4.4. Validez**

Los instrumentos para la recolección de datos del presente estudio, serán validados por el criterio de expertos.

### **2.4.5. Confiabilidad**

Para determinar la confiabilidad del cuestionario de la encuesta que se aplicará en la presente investigación se utilizó la metodología del alfa de Crombach.

## 2.5. Métodos de análisis de datos

Con los datos recogidos mediante la aplicación de los instrumentos como el cuestionario y la encuesta se elaborará una base de datos utilizando el programa de Microsoft Excel 2013, luego ésta información será procesada y por último se realizará una interpretación o análisis correspondiente para ser expuesto en el informe correspondiente.

## 2.6. Aspectos éticos

Se tomarán en cuenta los siguientes aspectos éticos

<b>Criterios</b>	<b>Características éticas del criterio</b>
<b>Confidencialidad</b>	Asegurar la protección de la identidad tanto de la empresa como de sus trabajadores que participaron como informantes de la investigación.
<b>Originalidad</b>	Citar la información de las fuentes bibliográficas con estilo APA con la finalidad de que no haya existencia de plagio intelectual.
<b>Veracidad</b>	Plasmear la información tal y como se nos brinde sin alteración de algún dato mostrando hechos reales.

*Figura 3.* Aspectos éticos

Fuente: Elaboración propia

## 2.7. Criterios de rigor científico

### 2.7.1. Validez

Se utilizó como instrumento la encuesta, la cual ha sido validada por un especialista en estadística, mostrando así su validez. La validez se fundamenta en la interpretación correcta de los resultados, convirtiéndose así en un soporte fundamental de las investigaciones cuantitativas.

La forma de recopilar los datos, de llegar a captar los sucesos y las experiencias desde distintos puntos de vista, el modo de analizar e interpretar la realidad a partir de un conocimiento teórico y experiencial y el ser cuidadoso en revisar permanentemente los hallazgos, ofrece al investigador una certeza en sus resultados.

### **2.7.2. Fiabilidad**

Los datos recogidos mediante los instrumentos establecidos, son merecedores de crédito y confianza.

La fiabilidad es la probabilidad de transcribir estudios, es decir, que un investigador utilice los mismos métodos o estrategias de recolección de datos que otro, y obtenga resultados similares. Este criterio garantiza que los resultados representan algo verdadero e inequívoco, y que las respuestas que dan los participantes son independientes de las circunstancias de la investigación.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Diagnóstico de la Empresa

#### 3.1.1. Información General

La empresa D`Cobre S.R.L, se dedica a la producción de alcohol etílico obtenido a partir de la fermentación de mostos de melaza de caña de azúcar, mediante la utilización de levaduras que disipan a los azúcares presentes en el mosto transformándolo así en alcohol y dióxido de carbono. Esta materia prima constituye un subproducto del procesamiento de la caña de azúcar de las fábricas productoras de azúcar. Está ubicada en la carretera a Ferreñafe Km. 3.2 upis Cesar Vallejo en el distrito de José Leonardo Ortiz, en la provincia de Chiclayo. Sus operaciones se iniciaron en Julio del 2008 y actualmente el gerente general es el Sr. Carlos Collazos Flores.

**Tabla 3**

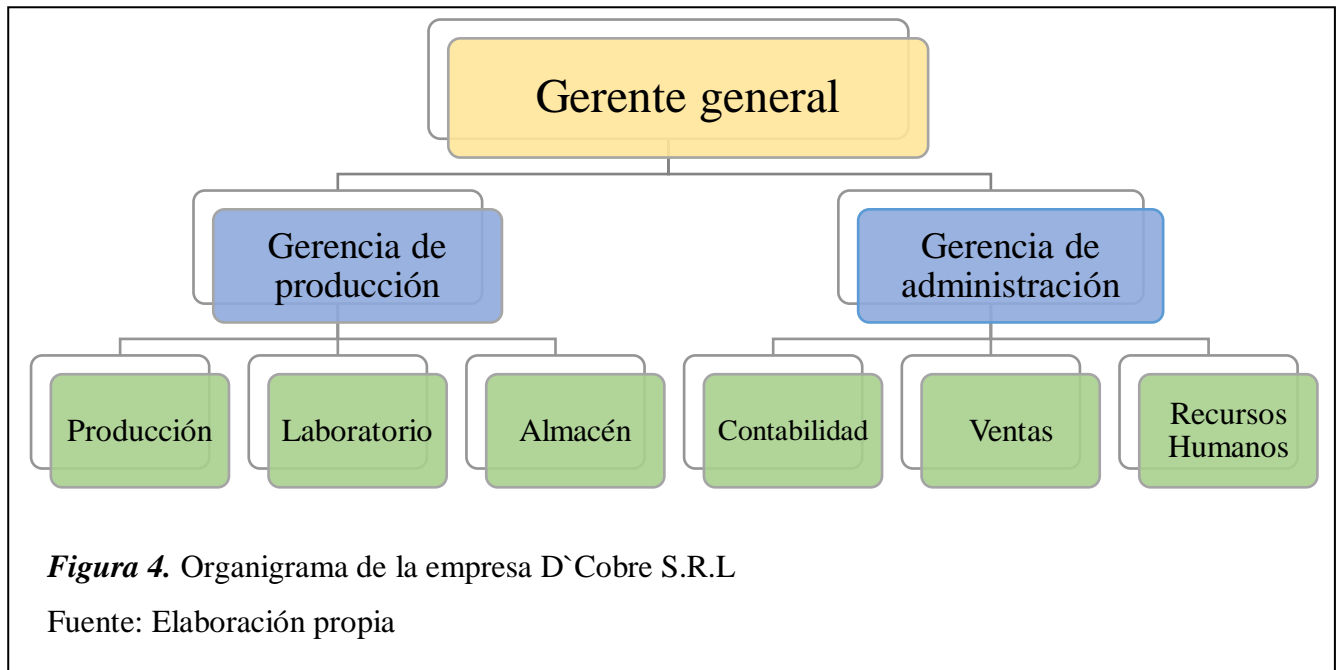
*Datos generales de la empresa*

<b>RUC</b>	20480431431
<b>Razón Social</b>	DESTILERIA D`COBRE Y SERVICIO S.R.L
<b>Tipo de Empresa</b>	Sociedad de responsabilidad limitada
<b>Condición</b>	Activo
<b>Fecha de inicio de actividades</b>	01/Julio/2008
<b>Actividad comercial</b>	Mezcla de bebidas alcohólicas
<b>CIU</b>	15518
<b>Dirección legal</b>	Carr.Ferreñafe km.3.2 upis Cesar Vallejo
<b>Distrito/Ciudad</b>	José Leonardo Ortiz
<b>Provincia</b>	Chiclayo
<b>Departamento</b>	Lambayeque

Fuente: Destilería D´Cobre S.R.L

## Organigrama general

A continuación se presenta el organigrama general de la empresa Destilería D`Cobre S.R.L



### 3.1.1.1. Análisis general del mantenimiento actual en la empresa.

En la actualidad, la empresa solo emplea el mantenimiento correctivo, en otras palabras, se repara las máquinas en el instante que estas fallan, ocasionando de esa manera, paradas no programadas en la línea de producción, de modo que se pierde tiempo en reparar dicha falla, y sobretodo genera pérdidas económicas, por gastos en mano de obra inoperativa y materia prima, compra de repuestos, entre otros. Asimismo, la empresa no cuenta con un área de taller en donde se puedan hacer reparaciones a las máquinas, a ello se le suma la falta de capacitación del personal en temas referidos a la realización de actividades de mantenimiento a sus máquinas, lo que significa que la empresa debe de subcontratar a otras entidades para ejecutar dicha actividad.

En el área de almacén se encuentran algunos materiales de consumo, repuestos y suministros básicos que necesita la empresa como también los repuestos usados que se guardan para una próxima revisión técnica. Estos materiales están ubicados en estanterías metálicas y en muchas ocasiones estos materiales suelen encontrarse en el piso, lo que proyecta una imagen de desorganización en el área, ocasionando así que no se realice

eficientemente los pedidos de abastecimiento a cada área que solicita de este servicio. Es un ambiente de 36 m2 aproximadamente en donde encontramos lo siguiente:

Repuestos de mantenimiento: tuercas, pernos, anillos, niples, empaquetaduras, tubos de PVC y de acero; cada uno de diferentes diámetros y tipos de materiales, pinturas, herramientas, alambre, etc.

Elementos de ensamble: soldadura de diferentes diámetros

Materiales de consumo: grasa, lubricantes.

### 3.1.2. Descripción del Proceso Productivo

**Tabla 4**

*Datos generales del proceso productivo de la empresa*

<b>Datos</b>	<b>Descripción</b>
Producto Principal	Alcohol Etílico Rectificado, °GL=96
Subproducto	Alcohol Industrial, °GL=95
Producción de alcohol rectificado	12500 litros de alcohol por día
Producción de alcohol industrial	250 litros de alcohol por día
Consumo de melaza(MP)	50 toneladas por día
Consumo de melaza por litro producido	0.004 toneladas por litro
Azúcares reductores en la melaza (%)	53%
Unidad de venta del producto terminado	Cilindros
Capacidad de un cilindro	200 litros ó 162.5 kg
Costo de un cilindro de alcohol	370 nuevos soles
Costo de la tonelada de melaza(MP)	340 nuevos soles
Desechos del proceso	Vinaza, lodos de fermentación, flexmaza, agua residual.

Fuente: Destilería D`Cobre S.R.L

El producto en el cual se enfocará para la presente investigación es el alcohol etílico rectificado. Su nombre químico es Etanol, compuesto del 52.2% de carbono, 34.8% de oxígeno y 13% de hidrógeno. En la destilería D`Cobre, se obtiene con un grado de 96° GL. (°GL= grados alcohólicos).

Para la elaboración de etanol, se sigue un proceso productivo que se lleva a cabo en dos fases: fermentación y destilación. Asimismo en esta segunda fase, se acopla el proceso de producción de vapor.

### **Materia prima e insumos**

**3.1.2.1. Melaza (Materia prima).** Es una sustancia espesa, dulce y de color oscuro que queda como residuo de la cristalización del azúcar de caña; es utilizada en el proceso de producción de alcohol principalmente por su alto contenido de azúcar.



*Figura 5.* Melaza de la caña de azúcar

Fuente: Elaboración propia

**3.1.2.2. Úrea.** Es un compuesto químico cristalino e incoloro de fórmula molecular  $\text{CON}_2\text{H}_4$ . Es empleado en la etapa de pre- fermentación y fermentación como alimento de la levadura por su alto contenido de nitrógeno.



*Figura 6.* Úrea

Fuente: Elaboración propia

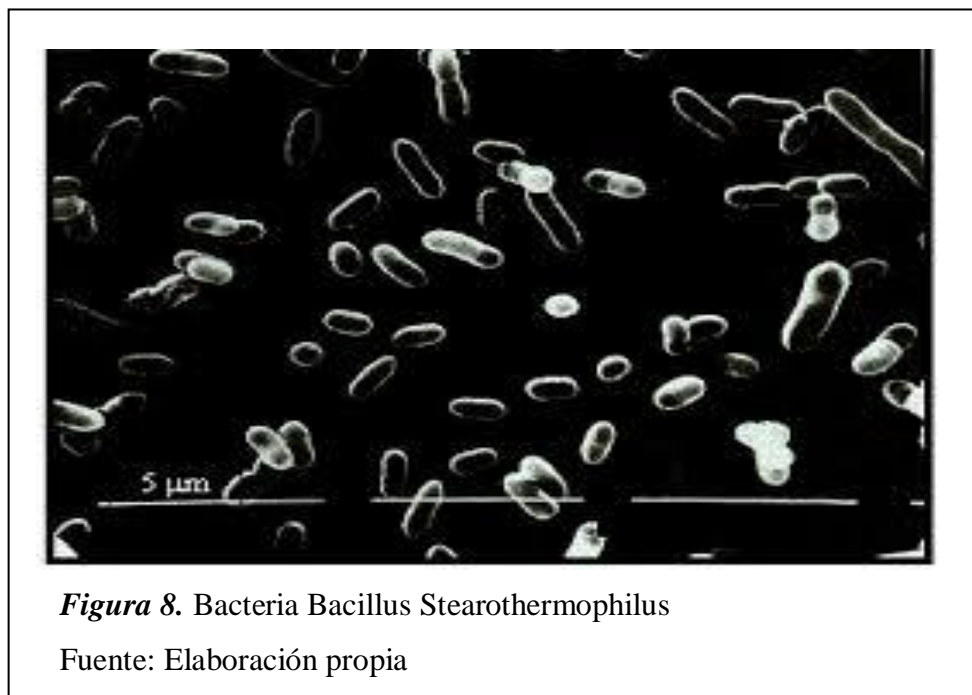


**3.1.2.3. Ácido sulfúrico.** El ácido sulfúrico es un compuesto químico extremadamente corrosivo cuya fórmula es  $H_2SO_4$ . Es empleado en la etapa de pre- fermentación y fermentación para reducir el pH durante el proceso.



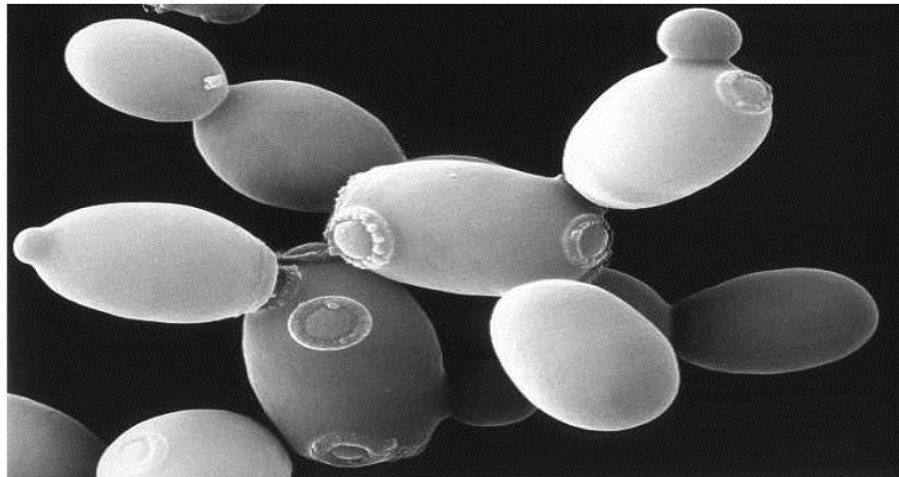
*Figura 7.* Ácido sulfúrico  
Fuente: Elaboración propia

**3.1.2.4. Bactericida.** Controla especialmente las bacterias *Leuconostoc mesenteroides* y *Bacillus Stearotherophilus* y ayuda a mantener los tanques de fermentación libre de lama microbiológica.



*Figura 8.* Bacteria *Bacillus Stearotherophilus*  
Fuente: Elaboración propia

**3.1.2.5. Levadura.** El 96% de la producción de etanol la llevan a cabo hongos microscópicos de diferentes especies de levaduras, entre las que se encuentran principalmente *Saccharomyces cerevisiae*, lo cual consume los azúcares presentes en el mosto transformándolos en alcohol y dióxido de carbono.



**Figura 9.** Levadura *Saccharomyces cerevisiae*

Fuente: Elaboración propia

**3.1.2.6. Cascarilla de arroz.** La cascarilla de arroz es un tejido vegetal constituido por celulosa y sílice, es utilizado como combustible para la generación de vapor, ya que por su alto poder calorífico alcanza rápidamente altas temperatura. El uso de la cascarilla como combustible representa un aporte significativo a la preservación de los recursos naturales y un avance en el desarrollo de tecnologías limpias.



**Figura 10.** Cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración propia

A continuación se expone el proceso productivo de cada una de las fases, tanto para el área de fermentación como el de destilación

## **Proceso Productivo**

### **Fermentación.**

**3.1.2.7. Almacenamiento de melaza.** Este insumo principal es almacenado por la empresa en dos pozos cerrados, con una capacidad de almacenar hasta 1125 toneladas de melaza por cada uno. La melaza de caña es abastecida por las empresas de la región como Pomalca, Tumán, Anorsac, San Jacinto y Laredo.

**3.1.2.8. Dilución.** La melaza de la poza de almacenamiento es bombeada a un tanque de alimentación, donde se le adiciona agua para que se diluya, debido a la naturaleza viscosa, reduciendo la densidad.

**3.1.2.9. Pre- fermentación.** La melaza diluida es bombeada hacia los tanques pre fermentadores, en donde se le adicionara la levadura *Saccharomyces cerevisiae* procedente de los tanques semilleros. Para que se dé con mayor eficiencia la fermentación propiamente dicha, se ajuste el pH a un valor de 4,5 adicionando ácido sulfúrico, se adiciona bactericidas para la inhibición de las bacterias y úrea para el aporte de nitrógeno como nutriente para las levaduras. (Reposar por 10 horas)

**3.1.2.10. Fermentación.** De los pre fermentadores se bombea el producto de la operación anterior a las columnas mosteras o tanques de fermentación donde se desarrollará principalmente el proceso de fermentación. Durante la fermentación las columnas mosteras, son refrigeradas externamente usando una tubería perforada que distribuye agua sobre toda la superficie lateral de los tanques y que luego es descargada a las canaletas de desagüe de la planta. Finalizada la fermentación, el mosto fermentado contiene alrededor de 7 a 8,5° GL alcohol etílico o etanol. (3 a 4 días)

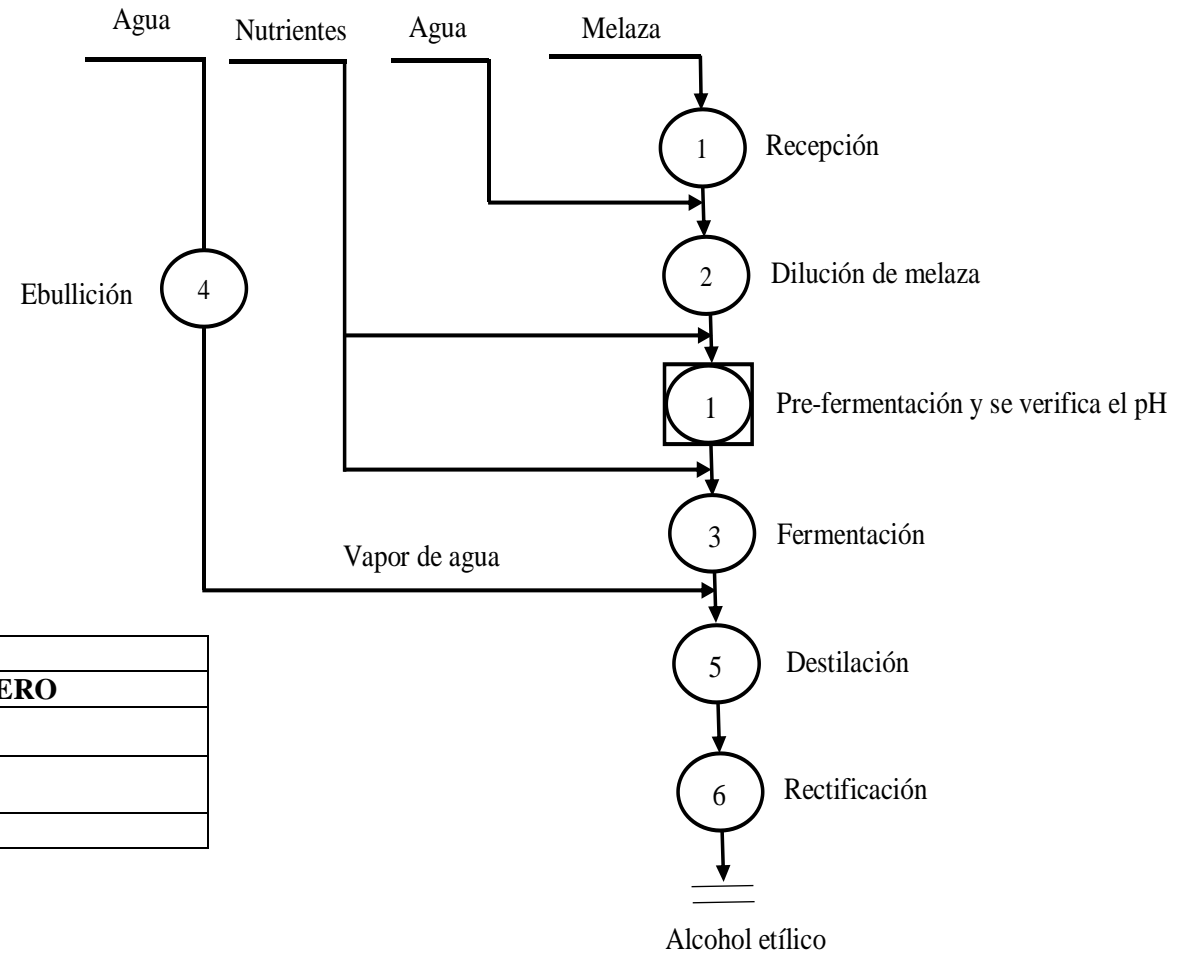
## **Destilación.**

**3.1.2.11. Columna mostera.** El mosto ya fermentado se precalienta y este es llevado a una columna de destilación, denominada columna mostera, en la cual se utiliza vapor de agua a 7-8 Bar como medio calefactor que ingresa directamente a la columna, la generación de vapor de agua se da a través de un caldero en el que se utiliza cascarilla de arroz como combustible. Se utiliza agua de enfriamiento para la condensación de los vapores generados dentro de la columna. En la parte superior de la columna se genera un condensado rico en alcohol que será circulado a una segunda columna llamada rectificadora, de la parte inferior sale un efluente llamado vinaza que será llevado por medio de una canaleta hacia una poza de almacenamiento. (2 horas)

**3.1.2.12. Columna rectificadora.** En esta operación se usa una columna rectificadora que recibe los condensados ricos en alcohol de la columna mostera. La generación de vapor de agua para separar alcoholes de calidades diferentes, se da como en la operación anterior.

Por la parte superior se generan dos tipos de alcohol, el alcohol etílico que es el producto principal, que sale con un grado de alcohol de 96 ° GL en forma directa de la columna, y posteriormente pasa a un proceso de enfriamiento, asimismo una fracción de ese mismo alcohol es condensado a una presión de 0,5 PSI para obtener una pequeña cantidad de alcohol de segunda. (5 horas)

### Diagrama de operaciones del proceso



RESUMEN		NÚMERO
OPERACIÓN	○	6
INSPECCIÓN	□	1
TOTAL DE OPERACIONES		7

**Figura 11.** Diagrama de operaciones del proceso de producción de alcohol etílico

Fuente: Destilería D`Cobre S.R.L

## Características de la maquinaria en el área de destilación

**3.1.2.13. Bomba de mosto.** La función de esta máquina es bombear el mosto ya fermentado hacia la columna mostera.

**Tabla 5**

*Características técnicas de la bomba de mosto*

<b>Bomba de mosto</b>	
Tipo	Centrifuga
Cantidad	1 unidad
Salida de la bomba	2"
<b>Motor</b>	
Marca	DELCROSA
Potencia	15HP
Voltaje	220/380 voltios
Amperaje	39/22 amperios
Frecuencia	60Hz
Transmisión	Acoplamiento de caucho
Año de adquisición	2008

Fuente: Destilería D`Cobre S.R.L

**3.1.2.14. Calentavino.** Su función es calentar el vino a una temperatura de 60°C

**Tabla 6**

*Características técnicas del Calentavino*

<b>Calentavino</b>	
Cantidad	1 unidad
Cantidad de tubos	140 tubos
Diámetro del tubo	1 ½"
Altura del tubo	2,1 metros

Fuente: Destilería D`Cobre S.R.L

**3.1.2.15. Columna mostera.** Su función es realizar la separación de las impurezas no volátiles presentes en el vino y elevar los grados alcohólicos.

**Tabla 7**

*Características técnicas de la columna mostera*

<b>Columna mostera</b>	
Material	Bronce
Número de platos	14 unidades
Número de cuerpos	7 unidades
<b>Temperatura</b>	
Parte interior	106°C
Parte exterior	95°C
<b>Presión</b>	
Presión inferior	7-8 Bar

Fuente: Destilería D`Cobre S.R.L

**3.1.2.16. Columna rectificadora.** Su función es concentrar los gases alcohólicos que sale de la columna mostera a 96°GL

**Tabla 8**

*Características técnicas de la columna rectificadora*

<b>Columna rectificadora</b>	
Material	Bronce
Numero de platos	64 unidades
Numero de cuerpos	11 unidades
<b>Temperatura</b>	
Parte inferior	107°C
Parte exterior	85°C
<b>Presión</b>	
Presión inferior	3-4 Bar

Fuente: Destilería D`Cobre S.R.L

**3.1.2.17. Condensador.** Su función es condensar los gases alcohólicos que sale de la columna rectificadora, pasando de estado gaseosos a líquido.

**Tabla 9**

*Características técnicas del condensador*

<b>Condensador</b>	
Cantidad	2 unidades
Alcohol de 1°	
Material	Bronce
Cantidad de tubos	64 tubos
Diámetro del tubo	11"
Altura del tubo	2,6 metros
Alcohol de 2°	
Cantidad de tubos	92 tubos
Diámetro del tubo	1"
Altura del tubo	1,8 metros

Fuente: Destilería D`Cobre S.R.L

**3.1.2.18. Enfriador de alcohol.** Su función es enfriar el alcohol proveniente de la columna rectificadora a una temperatura de 26°C.

**Tabla 10**

*Características técnicas del enfriador de alcohol*

<b>Enfriador de alcohol</b>	
Cantidad	1 unidad
Cantidad de tubos	122 tubos
Diámetro del tubo	1 ½"
Altura del tubo	2,5 metros

Fuente: Destilería D`Cobre S.R.L



**3.1.2.19. Bomba de vinaza.** Su función es bombear la vinaza de la poza hacia un camión.

**Tabla 11**

*Características técnicas de la bomba de vinaza*

<b>Bomba de vinaza</b>	
Tipo	Centrifuga
Cantidad	1 unidad
Salida de la bomba	2"
<b>Motor</b>	
Marca	SIEMENS
Potencia	8HP
Voltaje	220/380
Amperaje	20/11.5
Frecuencia	60Hz
Año de adquisición	2009

Fuente: Destilería D`Cobre S.R.L

**3.1.2.20. Bomba de fusel.** Su función es bombear el fusel que sale de la columna rectificadora hacia un tanque de almacenamiento.

**Tabla 12**

*Características técnicas de la bomba de fusel*

<b>Bomba de fusel</b>	
Tipo	Centrifuga
Cantidad	1 unidad
Salida de la bomba	2"
<b>Motor</b>	
Marca	SIEMENS
Potencia	1HP
Voltaje	220/380
Amperaje	3.5/2 amperios
Frecuencia	60Hz
Transmisión	Por fajas ½"
Año de adquisición	2009

**3.1.2.21. Bomba de alcohol.** Su función es bombear el alcohol hacia los tanques de almacenamiento.

**Tabla 13**

*Características técnicas de la bomba de alcohol*

<b>Bomba de alcohol</b>	
Tipo	Centrifuga
Cantidad	1 unidad
Caudal	100-500 L/min
Salida de la bomba	1"
<b>Motor</b>	
Marca	DELGROSA
Potencia	3HP
Voltaje	220/380
Amperaje	7.6/4.4
Frecuencia	60Hz
Transmisión	Por fajas ½"
Año de adquisición	2008

Fuente: Destilería D`Cobre S.R.L

**3.1.2.22. Bomba de agua para condensadores.** Su función es bombear el agua fría de la poza de almacenamiento hacia los condensadores.

**Tabla 14***Características técnicas de la bomba de agua para condensadores*

<b>Bomba de agua para condensadores</b>	
Tipo	Centrifuga
Cantidad	1 unidad
Salida de la bomba	2"
<b>Motor</b>	
Marca	DELCROSA
Tipo	B132M4/ED
Potencia	15HP
Voltaje	220/380 voltios
Amperaje	37/21 amperios
Frecuencia	60Hz
Transmisión	Por acoplamiento de caucho
Año de adquisición	2007

Fuente: Destilería D`Cobre S.R.L

**3.1.3. Análisis de la problemática**

En la ciudad de Chiclayo de la región Lambayeque, se encuentra la empresa D`COBRE S.R.L, en ella se produce alcohol etílico a partir de la melaza de caña de azúcar, cuenta con siete operarios por turno, cada turno de doce horas. A su vez consta de tres áreas: fermentación, destilación y generación de vapor.

En el área de destilación de la empresa D`Cobre S.R.L, se utilizan 10 máquinas para ejecutar el proceso de destilado de alcohol, asimismo, mediante el método ABC utilizando el diagrama de Pareto, se determinó que 6 de ellas son las más críticas, es decir, pasan mayor cantidad de tiempo inactivas cuando se paran debido a la falta de mantenimiento preventivo.

Además existen problemas como paradas no programadas en la línea de producción, causadas por averías o fallos en la maquinaria, debido a la falta de mantenimiento a estas, lo que ocasiona pérdidas de tiempo, materia prima y sobrecostos de mano de obra inoperativa. A su vez los operarios carecen de conocimientos básicos para reparar una máquina si esta fallara, y la empresa sólo emplea el mantenimiento correctivo, lo que causa no prever una falla antes de utilizar la maquinaria.

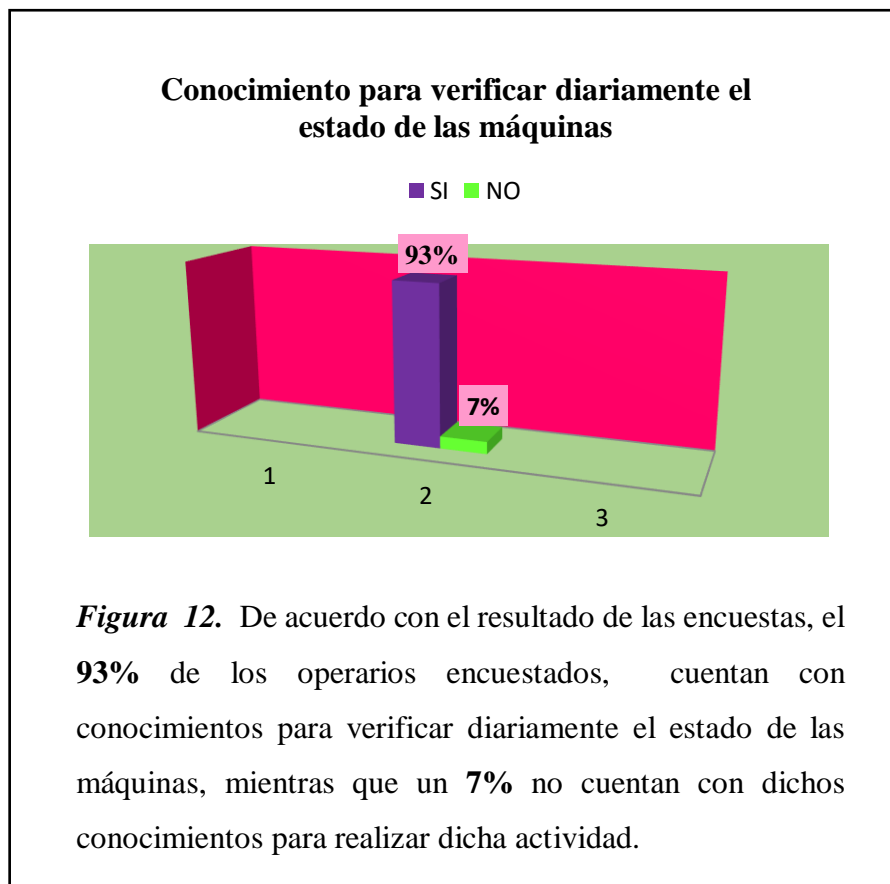
Por otro lado no cuentan con una gestión de mantenimiento que permita administrar las actividades de mantenimiento para una correcta organización, si bien se conocen las actividades y procesos que se deben desarrollar, pero estos no están correctamente definidos. Tampoco cuentan con un área de taller en donde se hagan reparaciones de las máquinas cuando estas fallen para así ahorrar tiempo y dinero.

Además no cuentan con formatos de trabajo que ayuden a realizar la gestión de mantenimiento a la empresa.

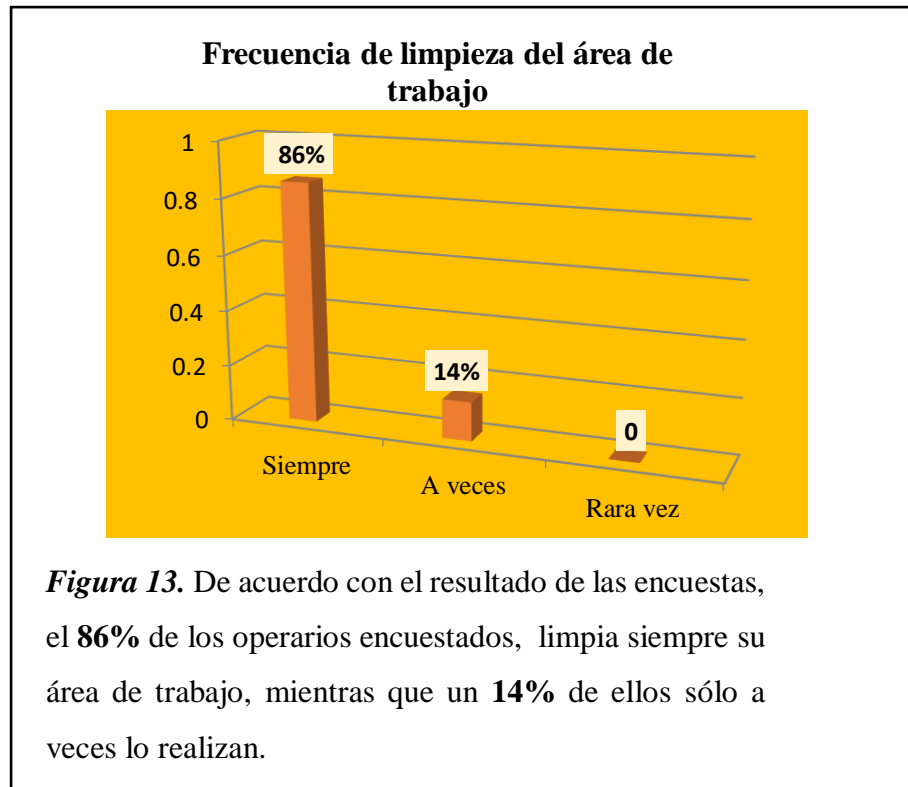
### 3.1.3.1. Resultados de la Aplicación de los Instrumentos

**Encuesta.** Se encuestó a 14 personas, entre ellas los operarios que laboran en el área de producción quienes tienen contacto directo con la maquinaria y los resultados obtenidos son los siguientes:

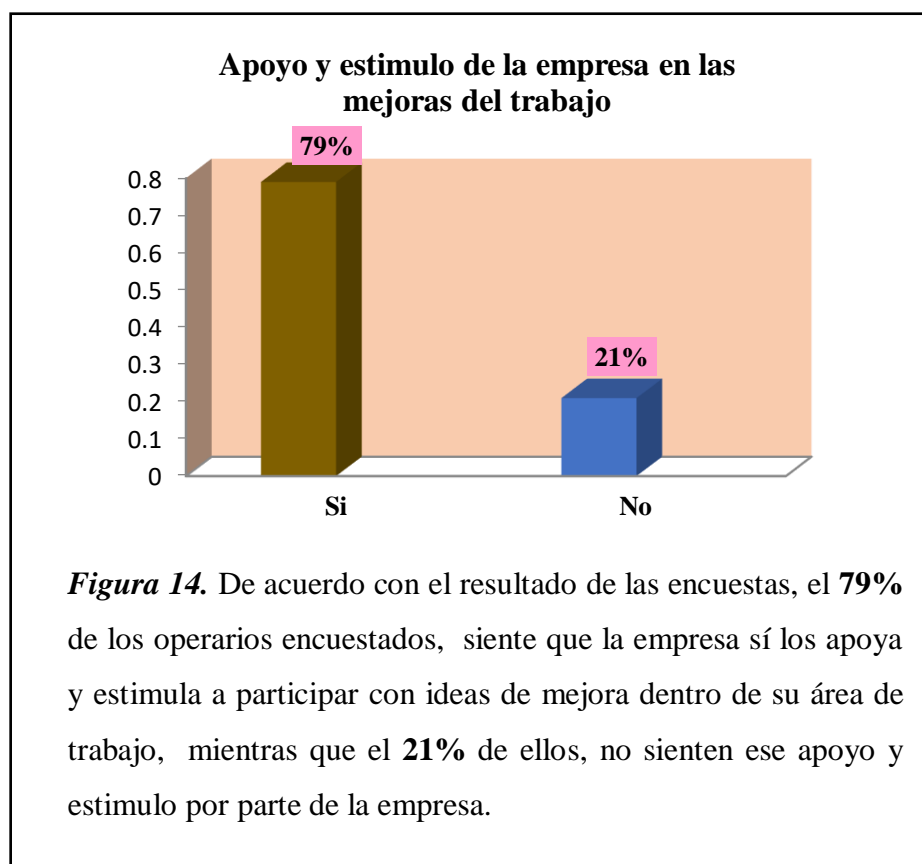
#### 1. ¿Cree Ud. que tiene el conocimiento suficiente para verificar diariamente el buen estado de las máquinas?



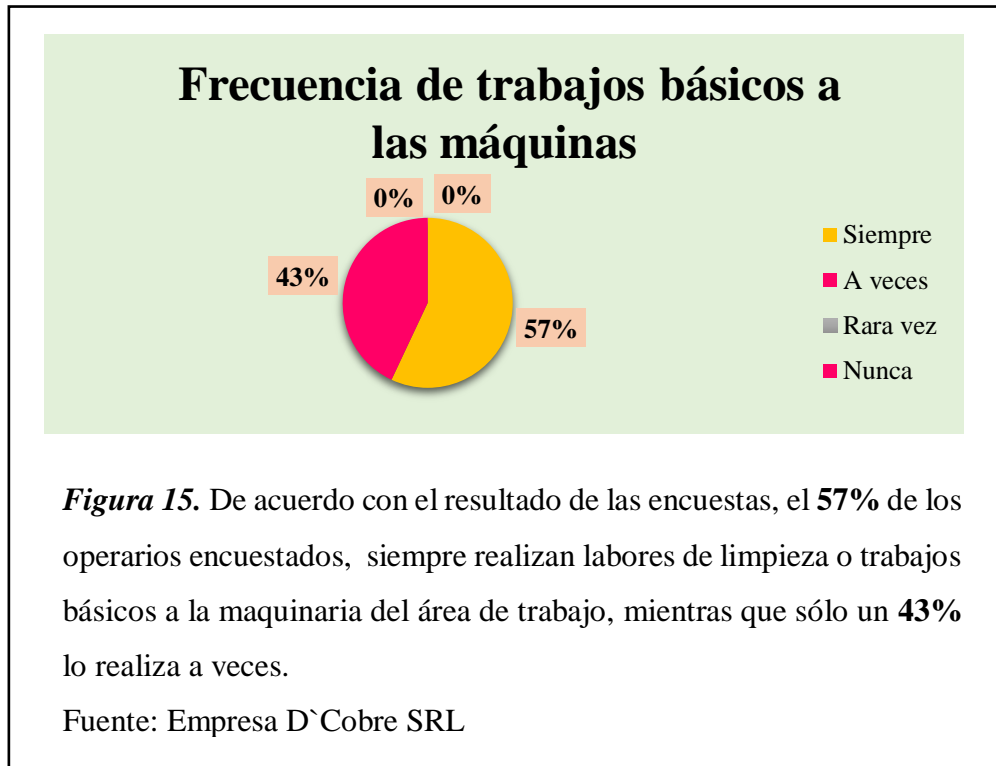
2. ¿Con qué frecuencia limpia su área de trabajo?



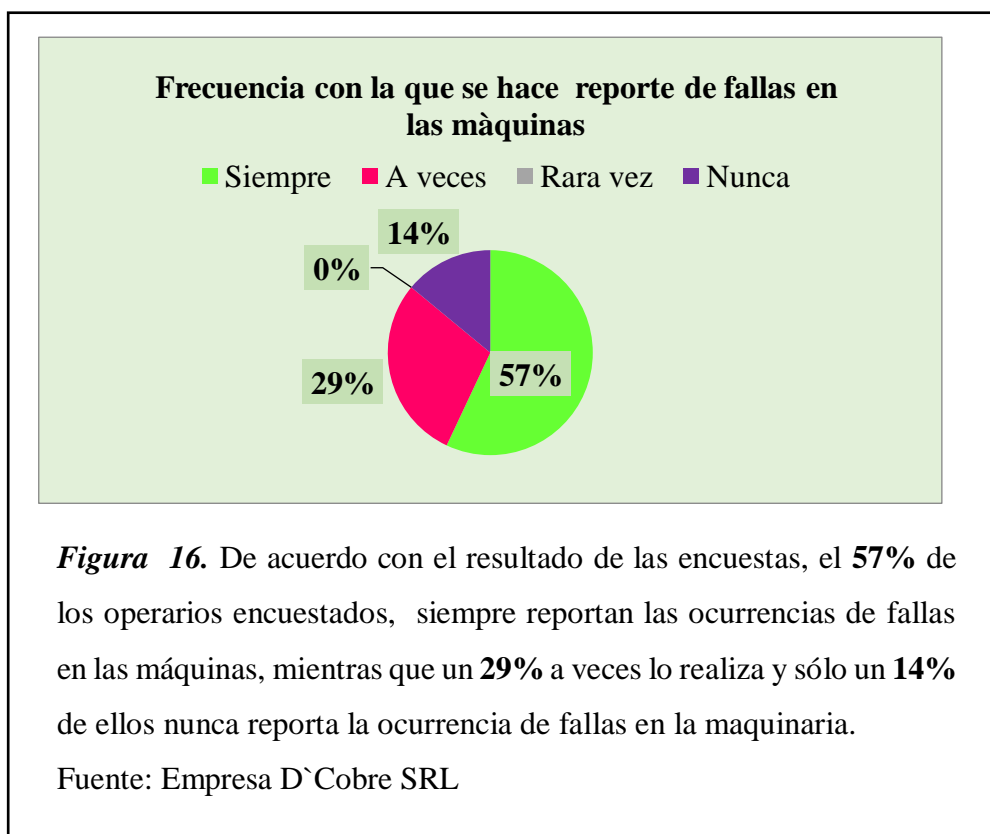
3. ¿La empresa lo apoya y estimula a participar con ideas de mejora dentro de su área de trabajo?



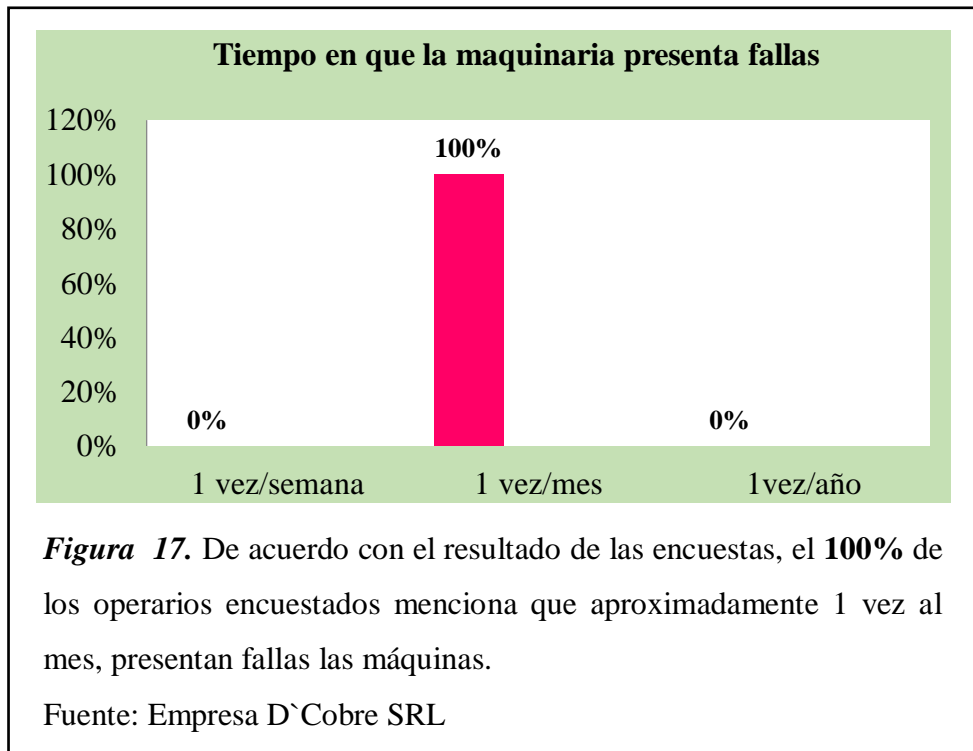
4. ¿Con qué frecuencia realiza labores de limpieza, engrase o trabajos básicos a las máquinas?



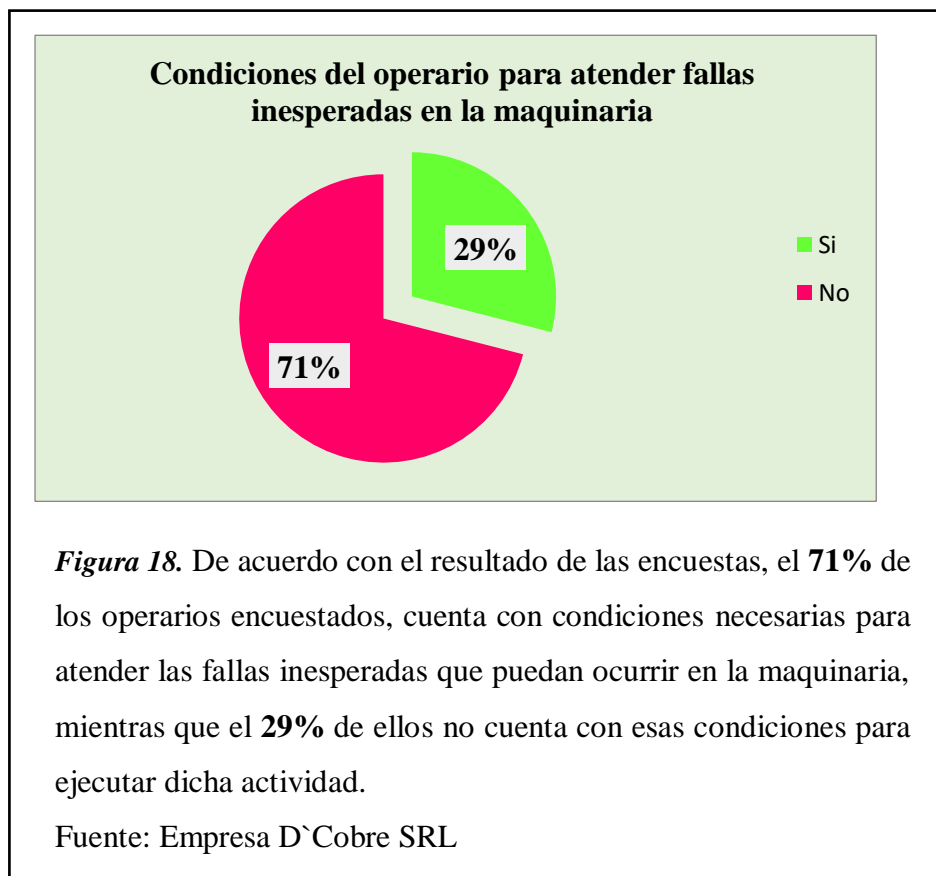
5. ¿Con qué frecuencia usted reporta la ocurrencia de fallas en las máquinas?



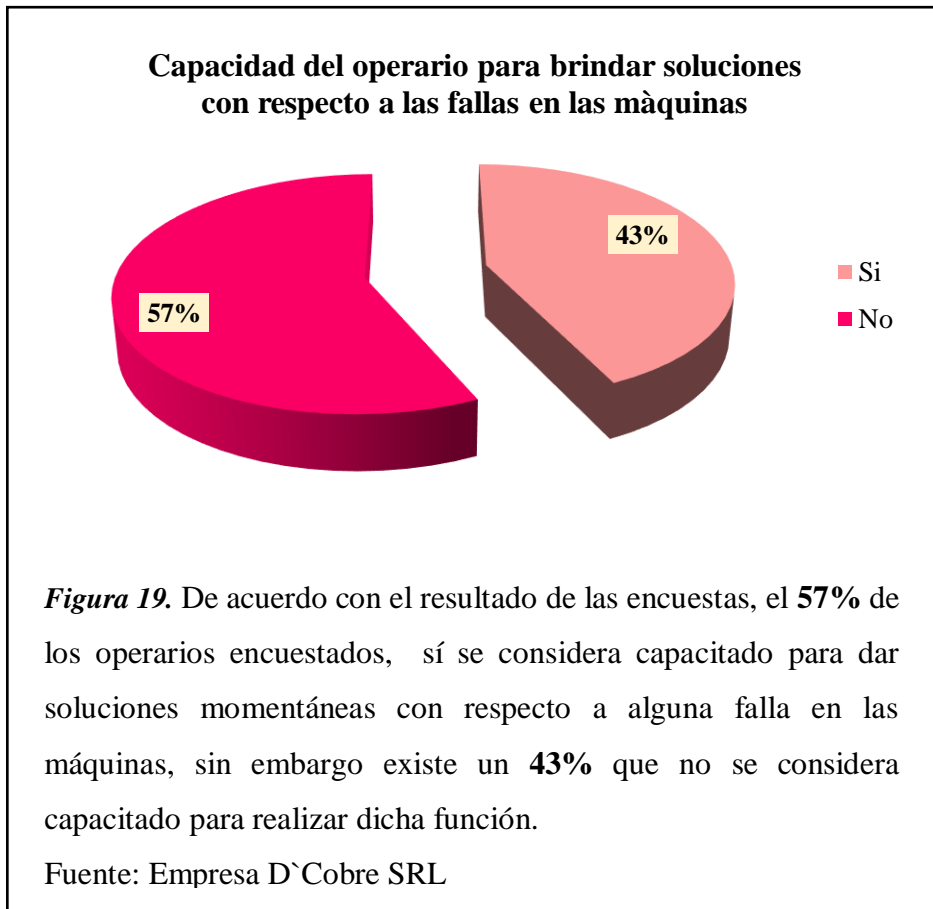
**6. ¿Cada qué tiempo aproximadamente, presentan fallas o averías la máquina a su cargo?**



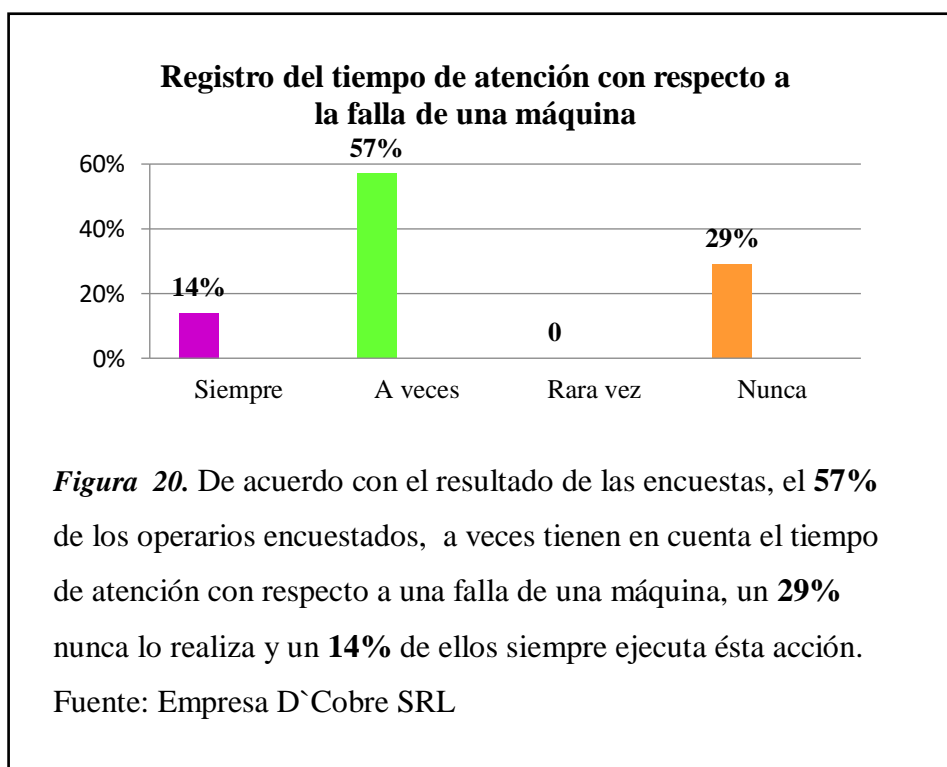
**7. Usted cuenta con las condiciones necesarias para atender las fallas inesperadas que puedan ocurrir en la máquina a su cargo?**



**8. ¿Ud. se considera capacitado para brindar soluciones momentáneas con respecto a alguna falla en la máquina?**

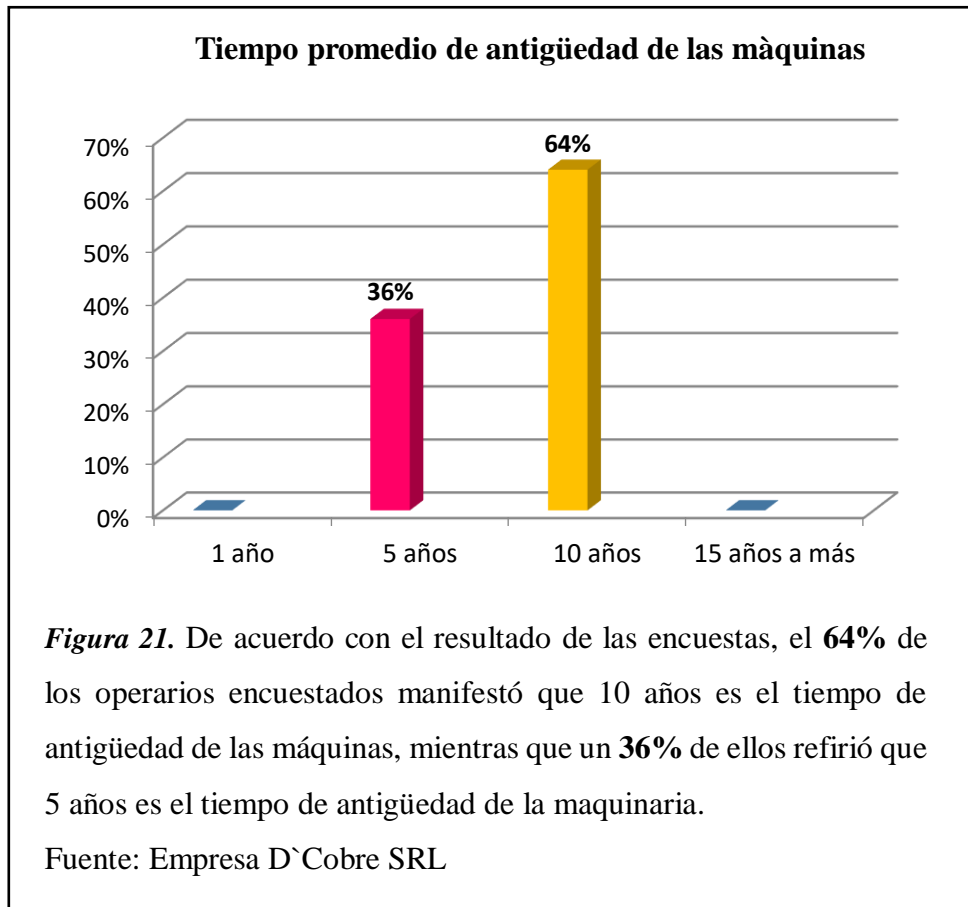


**9. ¿Registra el tiempo de atención con respecto a la falla de una máquina?**

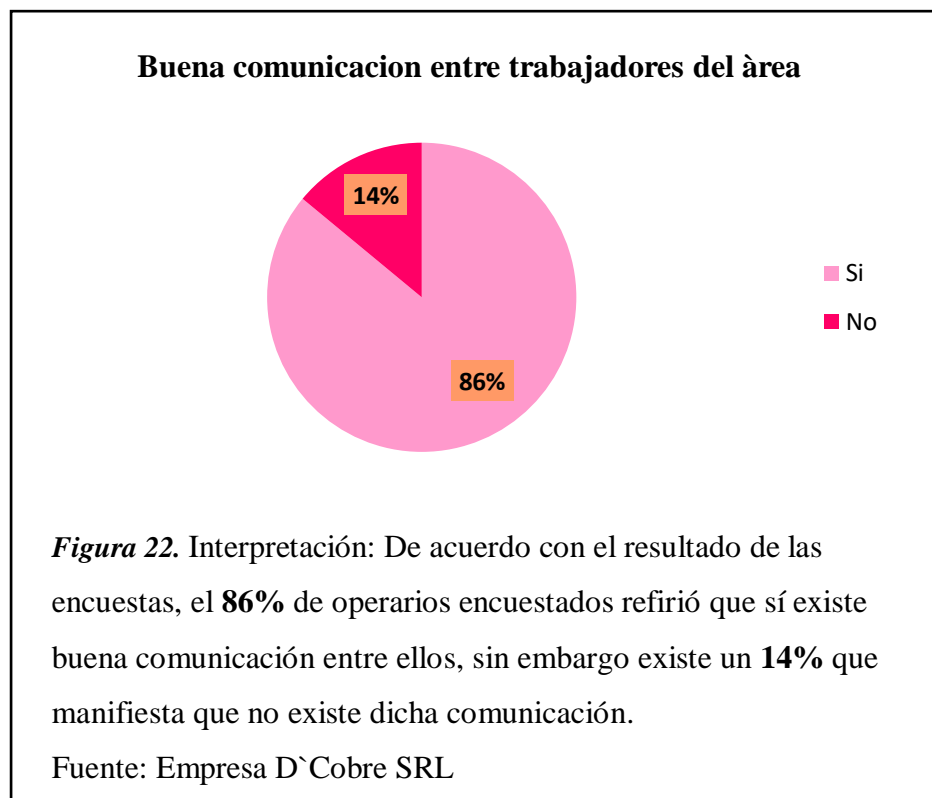




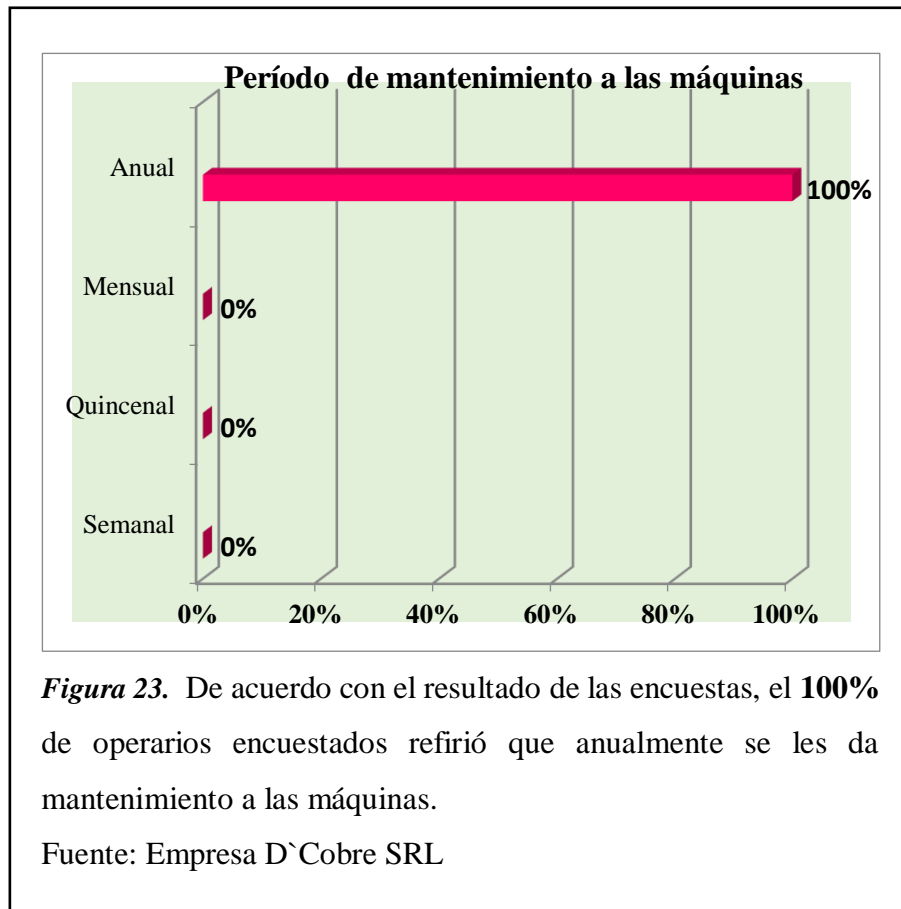
10. ¿Cuál es el tiempo promedio de antigüedad de la máquina a su cargo?



11. ¿Existe buena comunicación entre los trabajadores del área?



**12. ¿Cada cuánto tiempo se le da mantenimiento a su máquina?**



**Entrevista.** Se realizó la entrevista al jefe de producción, actualmente encargado del mantenimiento de la maquinaria.

## **Entrevista realizada al jefe de producción de la empresa D`Cobre S.R.L**

### **1. ¿Han tenido paradas de producción debido a las fallas de las máquinas por falta de mantenimiento en sus máquinas?**

Si, ya que muchas de ellas no se les da mantenimiento con mucha frecuencia, algunas que vemos y presentan fallas se las repara en ese momento, y esto origina que se dé paradas imprevistas de producción para realizar dicho mantenimiento, a su vez como consecuencia de ello afecta estrechamente a la productividad de la empresa.

### **2. ¿Quién realiza el mantenimiento a las máquinas cuando éstas fallan?**

Servicio externo

### **3. ¿Cree Ud. que el mantenimiento de las máquinas es importante dentro de su proceso productivo?**

Si es importante ya que prácticamente ellas son la base para hacer nuestro producto que es el alcohol etílico y pues si no se les da un debido mantenimiento a ellas, sería una baja económica para nuestra empresa.

### **4. Considera Ud. que es necesario capacitar al personal, ¿con qué frecuencia?**

Si es necesario ya que muchos de ellos no están capacitados al 100% en temas de mantenimiento lo que implica el resolver problemas en cuanto a averías o fallos en la maquinaria por lo que se procede a parar la producción y subcontratar a una empresa para que realice este trabajo.

Creo que mensualmente se podría capacitar al personal, y la empresa también tendría que apoyar en estos temas ya que al contratar un servicio externo es un gasto adicional, asimismo el capacitar a los operarios del área para que ellos mismos puedan resolver problemas en la maquinaria, beneficiaria económicamente a la empresa.

### **5. ¿Cuántas máquinas existen en el área de destilación?**

Aproximadamente 10 máquinas

### **6. ¿Cuantas máquinas son las que fallan constantemente?**

Alrededor de 7 máquinas

### **7. ¿Qué tipo de mantenimiento utilizan, y cada que tiempo lo realizan?**

Se realiza solo el mantenimiento correctivo, y se realiza cuando las máquinas presentan fallas en el instante en que alguien (operario) lo detecta, por lo que se tendría que esperar al servicio externo que llegue para que repare el fallo que pueda presentar la maquinaria.

**8. ¿La empresa cuenta con un plan de mantenimiento?**

Actualmente no, ya que por falta de tiempo se no es muy difícil poder organizarnos y plantear soluciones para el mantenimiento de las maquinas

**9. ¿Los repuestos para dichas máquinas se encuentran en el almacén general de la empresa?**

Sí, pero en el caso que no se tenga el repuesto requerido, se realiza en ese momento las cotizaciones respectivas a los proveedores y se analizan propuestas para poder elegir la más adecuada en base a los precios y características técnicas.

**10. ¿Qué tiempo demora la adquisición después que usted hace un requerimiento de repuestos?**

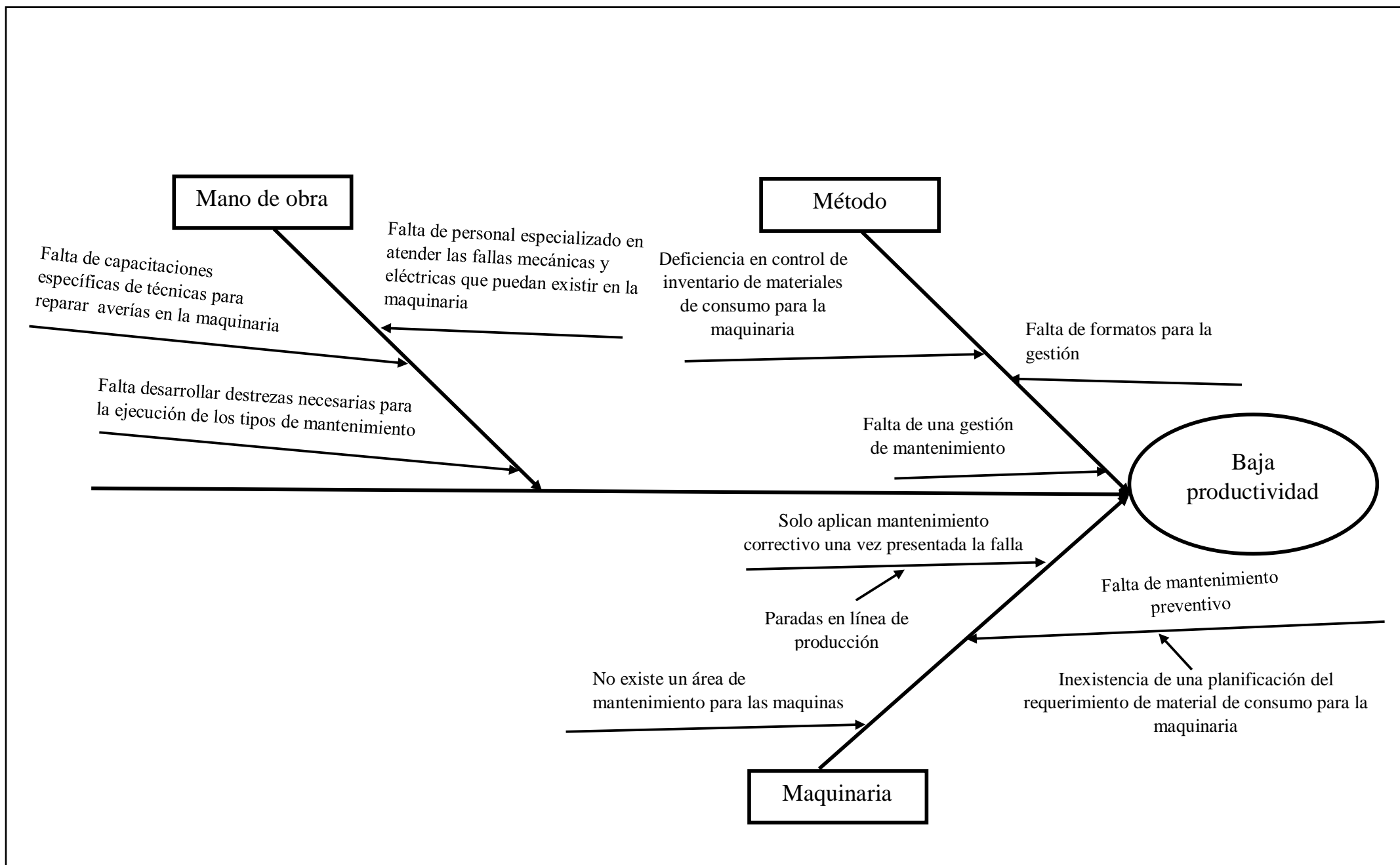
En primer lugar se debe de realizar las cotizaciones respectivas a los proveedores, y así analizar las propuestas y poder elegir la más adecuada en base a los precios y características técnicas. El tiempo aproximadamente dependerá de los proveedores, aproximadamente una semana se puede demorar en adquirir .los repuestos que no se encuentren en stock.

**11. ¿Se lleva registros de los repuestos que se usan en las reparaciones de las máquinas?**

Actualmente no contamos con formatos específicos para dicha actividad.

**3.1.3.2. Herramientas de Diagnóstico.**

**Diagrama de Ishikawa.** Con la ayuda de esta herramienta, se logró identificar las causas que conllevan a que la productividad de la empresa disminuya lo que permitió establecer la gestión de mantenimiento adecuada y las actividades establecidas en la propuesta de mejora lo que dará como resultado el aumento de la productividad.



**Figura 24.** Diagrama de Ishikawa

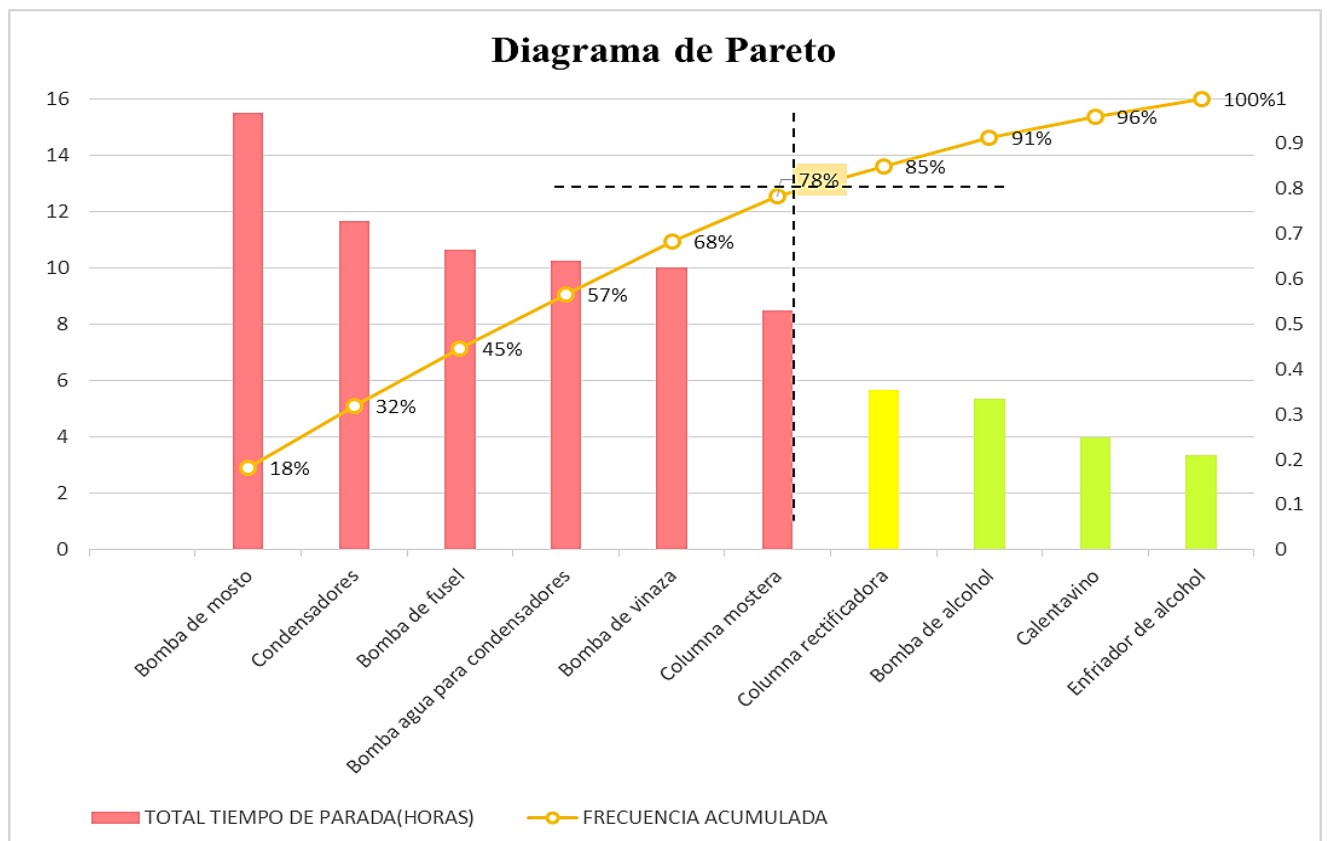
Fuente: Elaboración propia

MÁQUINA	N° Fallas/mes											TOTAL DE FALLAS/ MES	Tiempo de paro(horas)/mes											TOTAL TIEMPO DE PARADA(HORAS)/ MES
	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN		AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	
Bomba de mosto	1		1	1		1	2		1		1	8	2		2.17	1.83		3	2.33		2		2.17	15.5
Calentavino			1							1		2			1.75							2.25		4
Columna mostera				1			2	1				4				2			4.5	2				8.5
Columna rectificadora					1				1			2					2				3.65			5.65
Condensadores	1				1					1		3	4.5				4					3.15		11.65
Enfriador de alcohol		1						1				2		1.67						1.68				3.35
Bomba de vinaza			1			2	1				1	5			1.5			4.17	2				2.33	10
Bomba de fusel			1		1				1	2		5			2		3				3	2.65		10.65
Bomba de alcohol	1							2				3	2							3.35				5.35
Bomba de agua para condensadores		2	1	1						1	1	6		3.25	1.33	1.5					2.67		1.5	10.25
<b>TOTAL</b>												<b>40</b>												<b>84.9</b>

Figura 25. Registro mensual de fallas y tiempo total de parada de las máquinas

Fuente: Destilería D´Cobre SRL

MÁQUINA	TOTAL TIEMPO DE PARADA(HORAS)	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	
Bomba de mosto	15.5	18%	18%	A
Condensadores	11.65	14%	32%	
Bomba de fusel	10.65	13%	45%	
Bomba agua para condensadores	10.25	12%	57%	
Bomba de vinaza	10	12%	68%	
Columna mostera	8.5	10%	78%	
Columna rectificadora	5.65	7%	85%	B
Bomba de alcohol	5.35	6%	91%	C
Calentavino	4	5%	96%	
Enfriador de alcohol	3.35	4%	100%	
<b>TOTAL</b>	<b>84.9</b>	<b>100%</b>		



**Figura 26.** Método ABC y diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia

En la figura 26 según el método ABC utilizando el diagrama de Pareto, se estableció un orden de prioridades tomando en cuenta el tiempo total de parada de cada máquina dentro de los seis meses del periodo, con la finalidad de determinar la cantidad de máquinas con las que se debe de trabajar en este proyecto de investigación; siendo el grupo A el más importante ya que ahí se encuentran las máquinas con más tiempo de parada y por ende son las máquinas más críticas con más tendencia a fallar en el proceso de destilación mientras que en el grupo B y C se encuentran las máquinas que poseen menos tiempo de parada, es decir las máquinas que se encuentran en un estado aún bueno y tienen menos posibilidad a fallar en el proceso de producción.

De este modo resultó que, la bomba de mosto, los condensadores, bomba de fusel, bomba de agua para condensadores, bomba de vinaza y la columna mostera, son las seis máquinas más críticas que representan el 80% de las máquinas con mayor tiempo de parada.

MÁQUINA	TOTAL TIEMPO DE PARADA(HORAS)	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA	
Bomba de mosto	15.5	18%	18%	<b>A</b>
Condensadores	11.65	14%	32%	
Bomba de fusel	10.65	13%	45%	
Bomba agua para condensadores	10.25	12%	57%	
Bomba de vinaza	10	12%	68%	
Columna mostera	8.5	10%	78%	
<b>TOTAL</b>	66.55			

**Figura 27.** Máquinas más críticas por orden de prioridad  
Fuente: Elaboración propia



### 3.1.4.Situación Actual de la Productividad

La jornada laboral es de Lunes a Domingo de 2 turnos por día con 12 horas por cada turno, lo que quiere decir que la empresa D`Cobre S.R.L produce alcohol etílico 24 horas al día, sin embargo la planta de producción paraliza sus labores por las fallas que se presentan en la maquinaria.

#### 3.1.4.1. Cálculo de la productividad parcial de materia prima

**Tabla 15**

*Datos referenciales de producción*

<b>Datos</b>	<b>Descripción</b>
Producción de alcohol por día	12500 litros de alcohol/día
Horas laborables	24 horas/día
Producción de alcohol por hora	521 litros de alcohol/hora
Consumo de melaza por día	50Tn/día
Consumo de melaza por litro producido	0.004Tn/litro
Costo de tonelada de melaza	340 nuevos soles

Fuente: Destilería D`Cobre S.R.L

**Tabla 16**

*Producción programada de alcohol etílico desde Enero a Junio del 2018*

<b>Meses</b>	<b>Tiempo programado para producir(días)</b>	<b>Producción por día</b>	<b>Producción programada mensual(litros)</b>
Enero	30	12500	375000
Febrero	28	12500	350000
Marzo	29	12500	362500
Abril	30	12500	375000
Mayo	29	12500	362500
Junio	29	12500	362500
<b>TOTAL</b>	<b>175</b>		<b>2187500</b>

**Tabla 17**

*Producción perdida por mes durante los meses de Enero a Junio del año 2018 por paradas de máquina.*

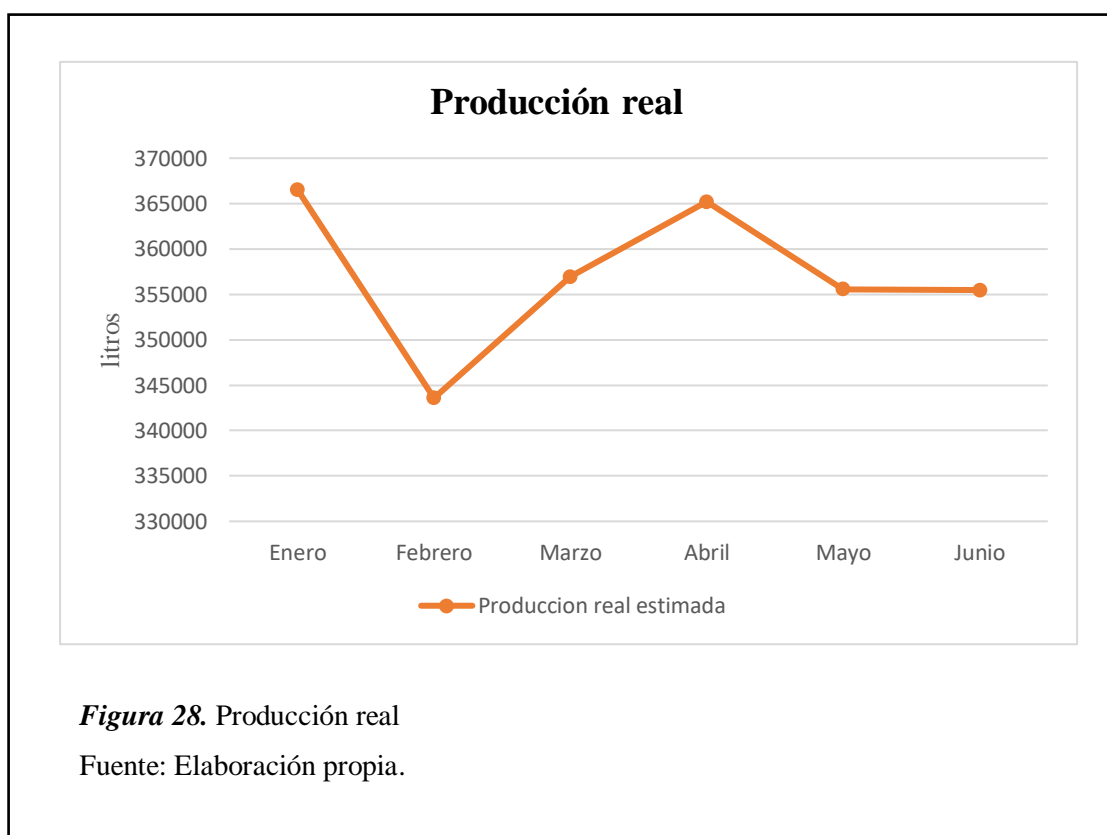
Mes	Máquina	Nº Fallas	Tiempo de parada(horas)	Producción por hora	Producción perdida(lts)	Producción perdida total por mes
Enero	Bomba de mosto	2	5	521	2605	<b>8466</b>
	Calentavino	1	1.75	521	912	
	Condensador	1	4	521	2084	
	Bomba de vinaza	2	4.17	521	2173	
	Bomba de agua para condensadores	1	1.33	521	693	
Febrero	Bomba de mosto	2	2.33	521	1214	<b>6424</b>
	Columna mostera	2	4.5	521	2345	
	Bomba de vinaza	1	2	521	1042	
	Bomba de fusel	1	2	521	1042	
	Bomba de agua para condensadores	1	1.5	521	782	
Marzo	Bomba de mosto	1	2.17	521	1131	<b>5575</b>
	Columna mostera	1	2	521	1042	
	Enfriador de alcohol	1	1.68	521	875	
	Bomba de vinaza	1	1.5	521	782	
	Bomba de alcohol	2	3.35	521	1745	
Abril	Bomba de mosto	1	2	521	1042	<b>9805</b>
	Columna rectificadora	1	3.65	521	1902	
	Condensador	1	4.5	521	2345	
	Bomba de fusel	2	6	521	3126	
	Bomba de agua para condensadores	1	2.67	521	1391	
Mayo	Calentavino	1	2.25	521	1172	<b>6929</b>
	Columna rectificadora	1	2	521	1042	
	Condensador	1	3.15	521	1641	
	Bomba de fusel	2	2.65	521	1381	
	Bomba de agua para condensadores	2	3.25	521	1693	
Junio	Bomba de mosto	2	4	521	2084	<b>7034</b>
	Columna mostera	1	2	521	1042	
	Enfriador de alcohol	1	1.67	521	870	
	Bomba de vinaza	1	2.33	521	1214	
	Bomba de alcohol	1	2	521	1042	
	Bomba de agua para condensadores	1	1.5	521	782	
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>84.9</b>			<b>44233</b>

A continuación se determinará, la producción real entre ese periodo de tiempo restando los litros de alcohol que se pierden o dejan de producir por las fallas en la maquinaria.

**Tabla 18**

*Producción real de alcohol etílico entre los meses de Enero a Junio del año 2018*

Meses	Días laborables	Producción programada	Producción perdida(litros)	Producción real
Enero	30	375000	8466	366534
Febrero	28	350000	6424	343576
Marzo	29	362500	5575	356925
Abril	30	375000	9805	365195
Mayo	29	362500	6929	355571
Junio	29	362500	7034	355466
<b>TOTAL</b>	<b>175</b>	<b>2187500</b>	<b>44233</b>	<b>2143267</b>



**Figura 28.** Producción real

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4.2. Cálculo de la productividad parcial de la maquinaria.

El área de destilación cuenta con 10 máquinas y trabajan las 24 horas que opera la planta en dos turnos de 12 horas.

La fórmula será la misma que se utilizó para hallar la productividad con relación a la materia prima, según Cruelles (2016):

$$Productividad_{Maq} = \frac{Producción}{Consumo (maquinaria)}$$

En primer lugar se procederá a determinar el consumo de la maquinaria, y se hallará de la siguiente manera:

**Tabla 19**

*Horas programadas para producir*

Meses	Tiempo programado para producir(días)	Horas laborables	Horas programadas para producir
Enero	30	24	720
Febrero	28	24	672
Marzo	29	24	696
Abril	30	24	720
Mayo	29	24	696
Junio	29	24	696
<b>Total</b>	<b>175</b>		<b>4200</b>

$$C_m = 10 \text{ máquinas} \times (4200 \text{ horas} - 84.9 \text{ horas})$$

$$C_m = 41151 \text{ hrs} - \text{máquina}$$

Entonces la productividad parcial con respecto a la maquinaria será de:

$$Productividad_{maq} = \frac{2143267 \text{ litros de alcohol}}{41151 \text{ hrs} - \text{máquina}}$$

$$Productividad_{maq} = 52.08 \frac{\text{litros de alcohol}}{\text{hora - máquina}}$$

La productividad en relación a la maquinaria fue de 52.08 litros de alcohol por las horas-maquina en que estas operan respecto al tiempo de actividad.

Esta productividad se puede incrementar a través de la mejora del mantenimiento en el área de destilación, por ello se desea establecer propuestas de mejoras de tal manera que se cumpla lo que se desea proponer con respecto a la productividad.

### 3.1.4.3. Cálculo de la productividad parcial de la mano de obra

En el área de destilación solo operan 3 personas por turno, en este caso un destilador y dos ayudantes.

Para hallar la productividad con respecto a la mano de obra es como se sigue a continuación:

$$Horas\ hombre\ total = 6\text{hombres} * 24 \frac{\cancel{\text{horas trabajadas}}}{\cancel{\text{día}}} * 7 \frac{\cancel{\text{días}}}{\cancel{\text{semana}}} * 4 \frac{\cancel{\text{semanas}}}{\cancel{\text{mes}}} * 6\cancel{\text{meses}}$$

$$Horas\ hombre\ real = 24192\text{hrs hombre} - 84.9\text{hrs perdidas}$$

$$Horas\ hombre\ real = 24107.10\text{hrs} - \text{hombre}$$

Entonces habiendo calculado las horas hombre, se prosigue a calcular la productividad parcial de la mano de obra

$$Productividad_{MO} = \frac{\text{Producción}}{\text{Horas - hombre}}$$

$$Productividad_{MO} = \frac{2143267\ \text{litros}}{(24192\ h - h - 84.9h)}$$

$$Productividad_{MO} = 88.90 \frac{\text{litros}}{h - h}$$

La productividad parcial en relación a la mano de obra fue de 88.90 litros de alcohol por las horas-hombre que se utilizan para obtener dicha producción.

Esta productividad se puede incrementar a través de la mejora del mantenimiento en el área de destilación, por ello se desea establecer propuestas de mejoras de tal manera que se cumpla lo que se desea proponer con respecto a la productividad.

### **3.2. Propuesta de Investigación.**

#### **3.2.1. Fundamentación.**

La presente investigación se fundamenta en las cuatro etapas de la gestión de mantenimiento que son, planificar, organizar, ejecutar y controlar. Dentro de estas etapas se propondrá realizar un plan de mantenimiento preventivo con diversas actividades que permitan mejorar el mantenimiento, además de proponer un mantenimiento autónomo para formar a los operadores en conocimientos básicos del mantenimiento preventivo, así como también, en recibir capacitaciones para la atención de fallas en la maquinaria, además de crear una cultura de conservación y cuidado de la maquinaria, para así establecer un objetivo principal que es el incremento de la productividad.

#### **3.2.2. Objetivos de la Propuesta.**

La finalidad principal de la propuesta es incrementar la productividad con la gestión de mantenimiento, asimismo como objetivos secundarios es crear un ambiente laboral agradable con los trabajadores del área para incentivar a la mejora continua de la empresa, cumpliendo con cada una de las actividades expuestas en la propuesta y por último, se pretende incorporar a los directivos de dicha entidad industrial para la cooperación en cuanto a la gestión de mantenimiento que se desarrollará como se proponer realizar.

#### **3.2.3. Desarrollo de la Propuesta.**

Al haber realizado un análisis en el área de destilación de la empresa D`Cobre S.R.L y habiendo diagnosticado los problemas en la maquinaria, se determinó que la empresa necesita realizar un mantenimiento preventivo a modo de propuesta de una gestión de mantenimiento, la cual permita solucionar o disminuir las constantes fallas que mensualmente se producen por la falta de mantenimiento a la maquinaria de esta área, previendo antes de que estas ocurran por lo que se conseguirá aumentar la productividad.

Es así que dentro de la elaboración de la gestión de mantenimiento se propone a realizar 4 etapas: planificación, organización, ejecución y control. Con el método ABC utilizando el diagrama de Pareto, se determinaron las 6 máquinas más críticas que representa el 80% de ellas.

### 3.2.3.1. Planificación.

En esta etapa se procederá a realizar la elaboración del plan de mantenimiento en donde se detalla las actividades que se realizará a cada máquina del área de destilación, los materiales y repuestos que se utilizaran para cada actividad, la frecuencia para saber cada que tiempo se realizara dicha tarea y que persona designada ejecutará las actividades. Además se establecerán los objetivos y metas de este plan.

#### Plan de mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento sirve para tener una mayor disponibilidad de los equipos, es decir intenta mejorar la confiabilidad de la instalación. Así mismo tiene como objetivo reducir las pérdidas económicas que se generan por las paradas de producción.

#### Objetivos del plan de mantenimiento preventivo

Los fines a los que se quiere llegar al proponer un plan de mantenimiento preventivo son:

- Alcanzar cero fallas y averías en la maquinaria
- Alcanzar disminuir los gastos que generaría realizar un mantenimiento correctivo.
- Evitar pérdidas económicas por la paralización de la maquinaria en la línea de producción.
- Mejorar la producción según sus actividades programadas
- Mejorar la disponibilidad de la maquinaria.
- Minimizar paradas en la línea de producción.

#### Tabla 20

*Actividades de la planificación del mantenimiento preventivo*

Niveles de mantenimiento	Frecuencia	Actividades
Mantenimiento preventivo	Mensual	Lubricación, ajustes
	Cada 2 meses	Revisiones sistemáticas de partes y accesorios
	Cada 3 meses	Revisiones sistemáticas que tratan de encontrar anomalías no identificadas por el operador.

**Tabla 21**

*Plan de gestión del mantenimiento preventivo*

Màquina	Actividad	Tipo de actividad	Materiales/Repuestos	Herramientas	Responsable	Frecuencia	Prioridad	Tiempo aprox. de trabajo
Bomba de mosto	Cambiar el sello mecánico de la bomba	Cambio	Sello Mecánico Sealco 900	Llaves (14",19",10 min), palanca, lija	Mecánico	Anual	Alta	3 horas
	Revisar y ajustar los pernos de la base de la bomba para evitar vibraciones	Revisión	Trapo industrial	Llave 24"	Mecánico	3 meses	Media	15 min
	Limpieza del motor, para evitar que ingrese a este cualquier tipo de anomalía que contamine los rodamientos	Limpieza	Trapo industrial		Electricista	6 meses	Baja	20 min
	Cambiar de rodamientos en el motor	Cambio	Trapo industrial, rodamientos SKF(rodamientos rígidos de bolas con escudo)	Extractor de rodamientos	Electricista	5 meses	Media	3 horas
	Revisar el aislamiento de las conexiones, cambiar si es necesario para evitar cortocircuitos	Revisión	Cinta aislante, guantes		Electricista	mensual	Alta	20 min
Condensadores	Ajustar los pernos de la tapa superior e inferior del condensador	Ajustar	Trapo industrial	Llave 24" y llave francesa	Mecánico	6 meses	Baja	20 min
	Pintado de las cañerías para evitar la corrosión y cause picadura de estas	Pintado	Pintura uretano UI, trapo industrial	Compresor de aire	Operario	Anual	Media	2 días
	Cambiar la empaquetadura de la tapa superior e inferior de la brida que une ambas cañerías para evitar fugas.	Cambio	Empaquetadura de asbesto laminada de 2 mm de espesor, silicona	Llave 17" y llave francesa	Mecánico	6 meses	Media	2 horas
	Limpieza de los tubos internos para eliminar el sarro o enalichamiento	Limpieza		Llave 24" y llave francesa	Mecánico	3 meses	Media <sup>80)</sup>	20 min



**Tabla 21 (Continuación)**

Bomba de fusel	Limpieza de los pulsadores	Limpieza	Limpia contacto	Pinza amperimetrica	Electricista	3 meses	Baja	30 min
	Cambiar el sello Mecánico	cambio	Trapo industrial, sello Mecánico tipo 1 sencillo de resorte	Herramientas (llaves 17",19",palanca,lija)	Mecánico	Anual	Media	30 min
	Limpieza del motor, limpiar cualquier derrame, polvo o cualquier otra anomalía para evitar que ingrese al motor y contamine los rodamientos	Limpieza	Trapo industrial		Electricista	6 meses	Baja	20 min
	Cambiar rodamientos del motor	Cambio	Trapo industrial, rodamientos SKF ( rodamientos rígidos de bolas con escudo )	Extractor de rodamientos	Electricista	5 meses	Media	3 horas
	Cambiar faja del motor	Cambio	Fajas Dayco Gold Label V (10 X 6 mm)	Llave 24", regla	Mecánico	8 meses	Media	30 min
	Revisar alineación del motor, ajustar si es necesario para evitar desgaste y ruptura de la faja	Revisión	Trapo industrial	Regla o soga, llave 24"	Mecánico	6 meses	Media	30 min
Bomba de agua para condesadores	Limpieza de la bomba, limpiar cualquier derrame, polvo o cualquier otra anomalía para evitar que ingrese a la bomba y contamine los rodamientos	Limpieza	Trapo industrial		Mecánico	3 meses	Baja	20 min
	Lubricar los rodamientos de la bomba	Lubricacion	Trapo industrial, (Aceite mineral parafinicos )		Mecánico	6 meses	Baja	15 min
	Cambiar los rodamientos de la bomba	Cambio	Trapo industrial, rodamientos SKF ( rodamientos rígidos de bolas)	Extractor de rodamientos	Mecánico	6 meses	Media	3 horas
	Cambiar el acoplamiento de caucho	Revision	Trapo industrial, acoplamiento de caucho flexible	Llave 14",12"	Mecánico	6 meses	Baja	1 hora
	Cambiar sello mecánico de la bomba	Cambio	Trapo industrial, sello Mecánico tipo 1 sencillo de resorte	Herramientas (llaves 17",19",palanca,lija)	Mecánico	Anual	Media	3 horas
	Revisar los pernos de la base de la bomba y ver si se requiere ajustarlos para así evitar vibraciones	Revision	Trapo industrial		Mecánico	6 meses	Baja	15 min
	Limpieza del motor, esto implica limpieza del ventilador muchas veces la falta de limpieza hace que el motor se recaliente	Limpieza	Trapo industrial, guantes, aire comprimido	Llave mixta 13"	Electricista	5 meses	Media	30 min
	Limpieza de los dispositivos eléctricos (Interruptores automáticos)	Limpieza	Limpia contacto, trapo industrial, guantes	Destornillador	Electricista	6 meses	Media	1 hora
	Cambiar rodamiento del motor	Cambio	Trapo industrial, rodamientos SKF ( rodamientos rígidos de bolas con escudo)	Extractor de rodamientos	Electricista	6 meses	Media	3 horas

**Tabla 21** (Continuación)

Bomba de vinaza	Limpieza de los pulsadores	Limpieza	Limpia contacto	Pinza amperimétrica	Electricista	6 meses	Baja	30 min
	Limpieza de la canastilla y cañería de succión	Limpieza	Trapo industrial	Llave 14"	Mecánico	6 meses	Baja	20 min
	Limpieza del impulsor de la bomba, para evitar desgaste y ruptura del impulsor	Limpieza	Trapo industrial	Llave 24",19"	Mecánico	6 meses	Media	1 hora
	Revisar y ajustar la alienación del motor para evitar vibraciones	Revision	Trapo industrial	Nivel, llave 14", 24"	Electricista	6 meses	Baja	30 min
	Cambio de sello Mecánico	Cambio	Sello Mecánico Sealco 900	Llaves (14",19",10 min), palanca, lija	Mecánico	Anual	Alta	3 horas
	Cambiar rodamientos del motor	Cambio	Trapo industrial, rodamientos SKF ( rodamientos rígidos de bolas con escudo )	Extractor de rodamientos	Electricista	6 meses	Media	3 horas
	Limpieza de los dispositivos eléctricos ( interruptores automáticos)	Limpieza	Limpia contacto, trapo industrial, guantes	Destomillador	Electricista	6 meses	Media	1 hora
Columna mostera	Limpieza de la cañería de la columna mostera en búsqueda de fugas, picaduras, desgaste	Limpieza	Trapo industrial		Mecánico	6 meses	Baja	20 min
	Pintado de las cañerías para evitar la corrosión y cause la picadura	Pintado	Pintura uretano Durepoxy ER-20, trapo industrial	Compresor de aire	Pintor	Anual	Media	2 días
	Cambiar la empaquetadura de las miras	Cambio	Empaquetadura Grafilit SF, silicona	Llave 24" y llave francesa	Mecánico	3 meses	Media	2 horas
	Revisar y ver si se requiere ajustar los pernos de las miras	Revision	Trapo industrial	Llave 24" y llave francesa	Mecánico	6 meses	Baja	30 min
	Limpieza y mantenimiento de la válvula ( incluye desarmar la válvula ,cambiar empaquetadura interna y engrasar el gusano	Limpieza	Grasa industrial, empaquetadura de asbesto grafitado, trapo industrial	Llave 24", llave stilson, llave francesa, llave 14"	Mecánico	6 meses	Media	2 días
	Revisar y ver si se requiere ajustar los pernos de la válvula	Revision	Trapo industrial	Llave 24" y llave francesa	Mecánico	6 meses	Baja	30 min

**Tabla 22**

*Cantidad anual de materiales y repuestos requeridos para el mantenimiento preventivo*

<b>Máquina</b>	<b>Actividad</b>	<b>Materiales/Repuestos</b>	<b>Cantidad anual</b>
Bomba de mosto	Cambiar el sello mecánico de la bomba	Sello mecanico Sealco 900	1 unidad
	Revisar y ajustar los pernos de la base de la bomba para evitar vibraciones	Trapo industrial	6 unidades
	Limpieza del motor,para evitar que ingrese a este cualquier tipo de anomalia que contamine los rodamientos	Trapo industrial	6 unidades
	Cambiar de rodamientos en el motor	Rodamientos SKF(rodamientos rígidos de bolas con escudo)	4 unidades unidades
		Trapo industrial	6 unidades
	Revisar el aislamiento de las conexiones, cambiar si es necesario para evitar cortocircuitos	Cinta aislante	12 unidades
Condensadores	Ajustar los pernos de la tapa superior e inferior del condensador	Trapo industrial	6 unidades
	Pintado de las cañerías para evitar la corrosion y cause picadura de estas	Pintura uretano UI	1 unidad balde x 4 unidadeslitros
		trapo industrial	1 unidad
	Cambiar la empaquetadura de la tapa superior e inferior de la brida que une ambas cañerías para evitar fugas.	Empaquetadura de asbesto laminada de 2 mm de espesor	2 unidades
		silicona	2 unidades
Limpieza de los tubos internos para eliminar el sarro o encalichamiento	Agua		

**Tabla 22 (Continuación)**

Bomba de fusel	Limpieza e inspección de los pulsadores	Limpia contacto	3 unidades
	Cambiar el sello mecanico	Sello mecanico tipo 1 unidad sencillo de resorte	1 unidad
	Limpieza del motor, limpiar cualquier derrame, polvo o cualquier otra anomalía para evitar que ingrese al motor y contamine los rodamientos	Trapo industrial	2 unidades
	Cambiar rodamientos del motor	Rodamientos SKF ( rodamientos rígidos de bolas con escudo )	2 unidades
	Cambiar faja del motor	Fajas Dayco Gold Label V (1 unidad 0 X 6 unidades mm)	1 unidad
	Revisar alineación del motor, ajustar si es necesario para evitar desgaste y ruptura de la faja	Trapo industrial	2 unidades
Bomba de agua para condesadores	Limpieza de la bomba, limpiar cualquier derrame, polvo o cualquier otra anomalía para evitar que ingrese a la bomba y contamine los rodamientos	Trapo industrial	6 unidades
	Lubricar los rodamientos de la bomba	Lubricante	2 litros
	Cambiar los rodamientos de la bomba	Rodamientos SKF ( rodamientos rígidos de bolas )	2 unidades
	Cambiar el acoplamiento de caucho	Acoplamiento de caucho flexible	2 unidades
	Cambiar sello mecánico de la bomba	sello mecanico	1 unidad
	Revisar los pernos de la base de la bomba y ver si se requiere ajustarlos para asi evitar vibraciones	Trapo industrial	2 unidades
	Limpieza del motor, esto implica limpieza del ventilador muchas veces la falta de limpieza hace que el motor se recaliente	Trapo industrial	2 unidades
		Aire comprimido	2 unidades
	Limpieza de los dispositivos eléctricos (Interruptores automáticos)	Limpia contacto	2 unidades
		Trapo industrial	2 unidades
Cambiar rodamiento del motor	Rodamientos SKF ( rodamientos rígidos de bolas con escudo)	2 unidades	

**Tabla 22 (Continuación)**

Bomba de vinaza	Limpieza e inspección de los pulsadores	Limpia contacto	2 unidades
	Limpieza de la canastilla y cañería de succión	Trapo industrial	2 unidades
	Limpieza del impulsor de la bomba, para evitar desgaste y ruptura del impulsor	Trapo industrial	2 unidades
	Revisar y ajustar la alienación del motor para evitar vibraciones	Trapo industrial	2 unidades
	Cambiar sello mecánico de la bomba	Sello mecanico	1 unidad
	Cambiar rodamientos del motor	Rodamientos SKF ( rodamientos rígidos de bolas con escudo)	2 unidades
	Limpieza de los dispositivos eléctricos ( interruptores automáticos)	Limpia contacto Trapo industrial	2 unidades 2 unidades
Columna mostera	Limpieza de la cañería de la columna mostera en búsqueda de fugas, picaduras, desgaste	Trapo industrial	2 unidades
	Pintado de las cañerías para evitar la corrosión y cause la picadura	Pintura uretano Durepoxy ER-2 unidades0, trapo industrial	1 unidad balde x 4 unidadeslitros
	Cambiar la empaquetadura de las miras	Empaquetadura Grafilit SF	4 unidades
		Silicona	4 unidades
	Revisar y ver si se requiere ajustar los pernos de las miras	Trapo industrial	2 unidades
	Limpieza y mantenimiento de la válvula ( incluye desarmar la válvula ,cambiar empaquetadura interna y engrasar el gusano	Grasa industrial	2 litros
		empaquetadura de asbesto grafitado trapo industrial	2 unidades unidades 2 unidades unidades
Revisar y ver si se requiere ajustar los pernos de la válvula	Trapo industrial	2 unidades unidades	

Para la elaboración del plan de mantenimiento, se contó con la ayuda de personal encargado del mantenimiento de la empresa, quien conoce cada máquina así como la vida útil de cada una de ellas.

En cuanto a la frecuencia, de cada cuanto tiempo se tiene que ejecutar las actividades estipuladas en el plan de mantenimiento y así poder realizarlas mediante el cronograma de actividades, se realizó en base a catálogo de cada máquina, donde está el tiempo aproximado de vida de cada repuesto que compone cada máquina.

**Tabla 23**

*Resumen de la cantidad anual de materiales*

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad anual</b>
Sello mecánico	4 unidades
Trapo industrial x5kg	1 unidad
Rodamientos	12 unidades
Cinta aislante	12 unidades
Pintura uretano	2 baldes x 4lts
Limpia contacto	9 unidades
Silicona	6 unidades
Faja	1 unidad
Lubricante	2 litros
Acoplamiento de caucho	2 unidades
Aire comprimido(por frasco)	2 unidades
Empaquetadura grafiliti	4 unidades
Empaquetadura de asbesto	2 unidades
Grasa industrial	20kg

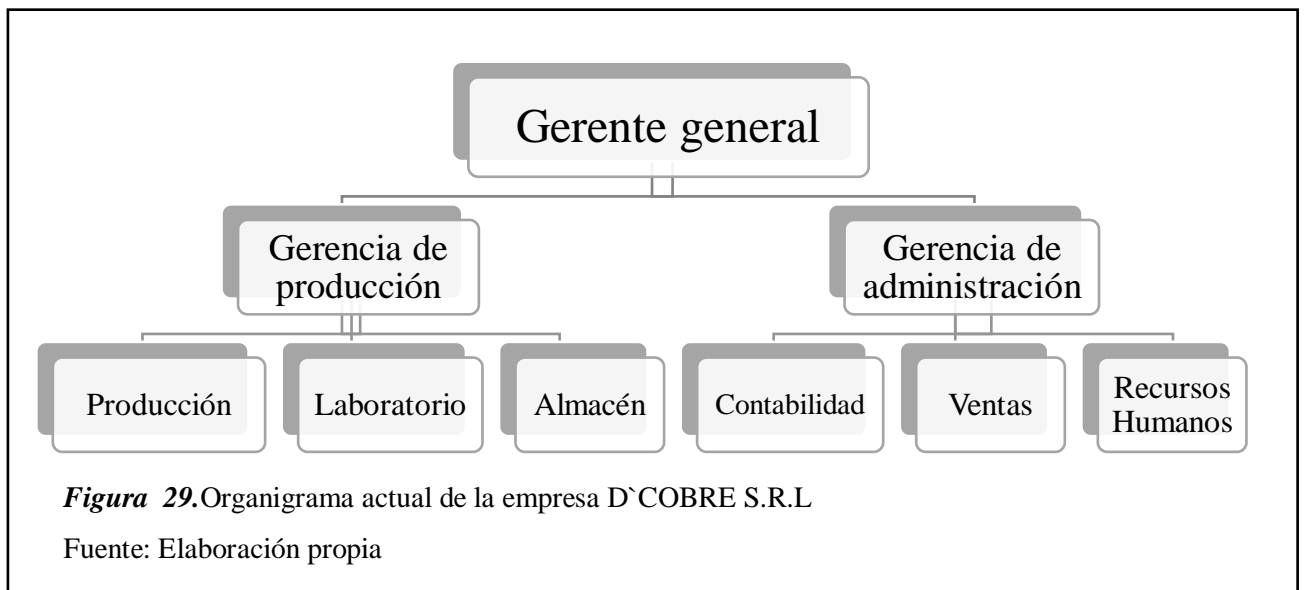
### 3.2.3.2. Organización.

La empresa actualmente no cuenta con un área de mantenimiento especializado en reparar fallas o solucionar averías que se puedan presentar en la maquinaria durante el proceso de destilación. A causa de ello se propone implementar un área de mantenimiento, la cual estará a cargo de especialistas en el tema y que a la vez mejorarán en cierta parte la productividad, ya que ellos ayudaran a tener menos número de fallos y averías en la maquinaria.

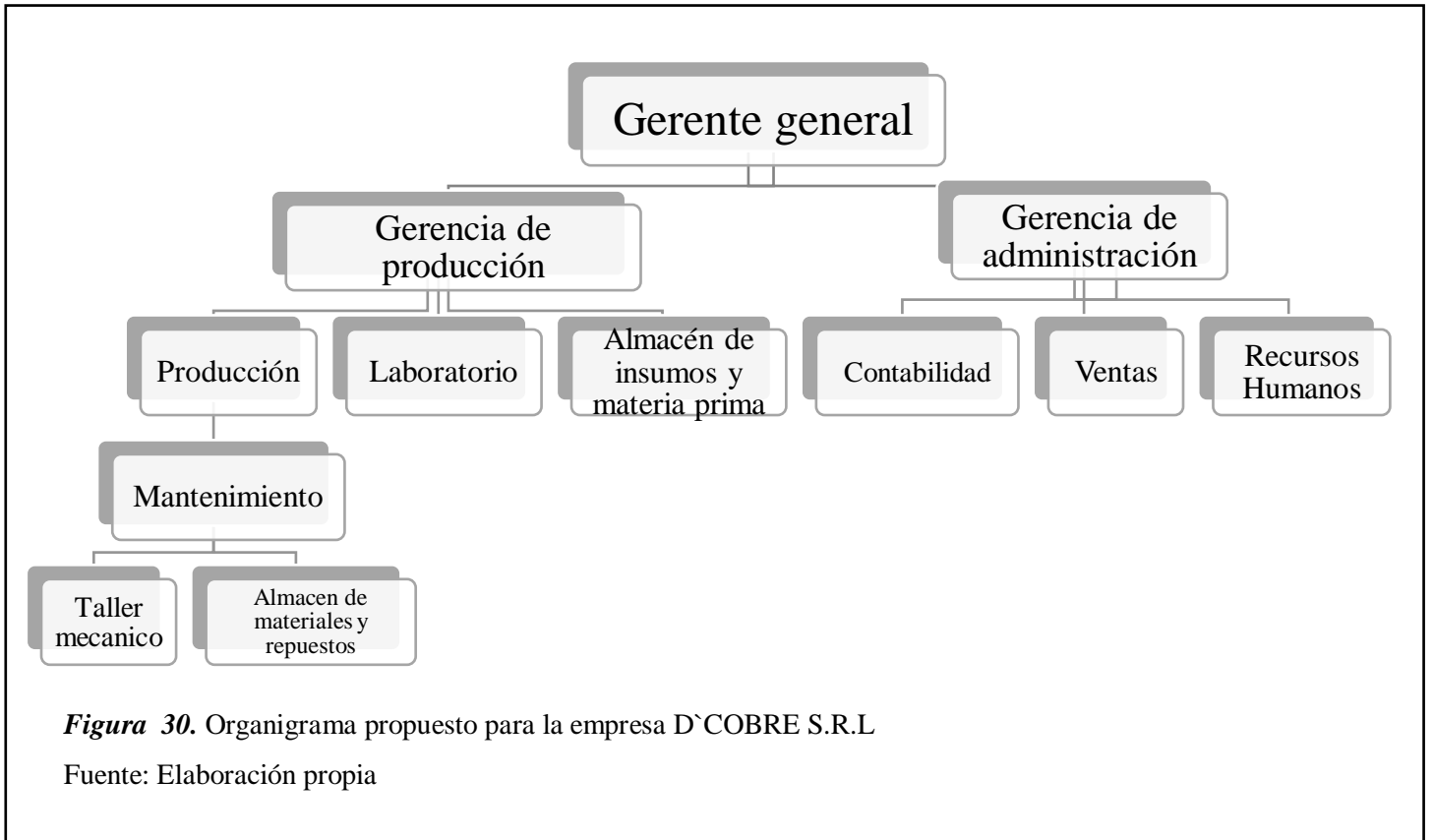
**Tabla 24**

*Personal para el taller de mantenimiento*

Descripción	Cantidad
Técnico electricista	1
Técnico mecánico	1



En la figura 29 se presenta el organigrama actual de la empresa D`Cobre S.R.L, en donde se puede observar que la empresa no cuenta con un área de mantenimiento, motivo por el cual se propuso implementar esta área en donde se podrán realizar las diversas actividades y/o servicios que tanto el mantenimiento preventivo como correctivo lo requiera.

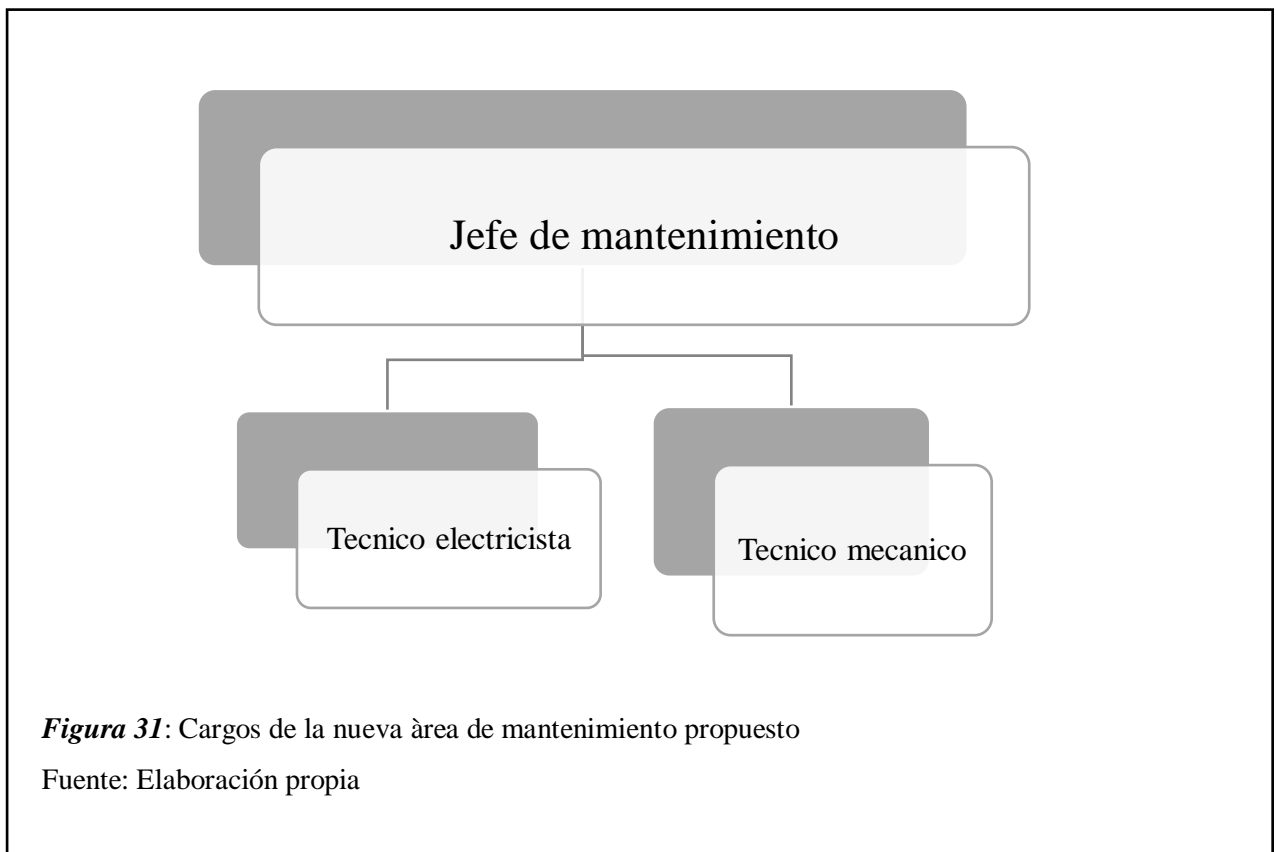


**Figura 30.** Organigrama propuesto para la empresa D`COBRE S.R.L

Fuente: Elaboración propia



En la figura 30, se observa la incorporación del área de mantenimiento al organigrama general de la empresa, asimismo en la Figura 31, se muestra a los responsables que deben de cumplir con sus respectivas funciones para que de esta manera el área seleccionada sea más organizada y efectiva durante la realización del mantenimiento que se ejecute. A continuación se presenta la descripción de los puestos del área y la asignación para las funciones del mantenimiento.



**Tabla 25***Descripción del puesto del técnico mecánico*

<b>Empresa</b>	<b>Descripción del puesto</b>
<b>DESTILERIA D`COBRE S.R.L</b>	
<b>Datos generales del puesto</b>	
<b>Nombre del puesto</b>	Técnico mecánico
<b>Área</b>	Mantenimiento
<b>Carrera profesional-técnica</b>	Mecatrónica Industrial
<b>Reporta a</b>	
Jefe de producción	
<b>Funciones principales</b>	
1. Informar al jefe de mantenimiento de fallas o averías encontradas en la maquinaria.	
2. Realizar las reparaciones mecánicas de la maquinaria según la falla que presenten.	
3. Controlar y ejecutar tareas de instalación y mantenimiento de máquinas.	
4. Desarrollar el plan de mantenimiento preventivo según las actividades que le correspondan.	
5. Efectuar las inspecciones físicas a los equipos según ordenes de trabajo.	
6. Atender y solucionar problemas de mantenimiento reportados por los operarios en el área de producción.	

---

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 26**

*Descripción del puesto del técnico electricista*

<b>Empresa</b>	<b>Descripción del puesto</b>
<b>DESTILERIA D`COBRE S.R.L</b>	
<b>Datos generales del puesto</b>	
<b>Nombre del puesto</b>	Técnico electricista
<b>Área</b>	Mantenimiento
<b>Carrera profesional-técnica</b>	Electrónica Industrial
<b>Reporta a</b>	
Jefe de producción	
<b>Funciones principales</b>	
1. Informar al jefe de mantenimiento de fallas o averías encontradas en la maquinaria.	
2. Realizar las reparaciones eléctricas de la maquinaria según la falla que presenten.	
3. Controlar y ejecutar tareas de instalación y mantenimiento de máquinas.	
4. Desarrollar el plan de mantenimiento preventivo según las actividades que le correspondan.	
5. Efectuar las inspecciones físicas a los equipos según ordenes de trabajo.	
6. Atender y solucionar problemas de mantenimiento reportados por los operarios en el área de producción.	

Fuente: Elaboración propia

**3.2.3.3. Ejecución.** En esta etapa corresponde a cómo es que se llevara a cabo la gestión de mantenimiento.

***a) Cronograma de mantenimiento***

Es una herramienta que permite realizar de una forma planificada y organizada las actividades de mantenimiento, logrando así que estas tareas se cumplan en los tiempos establecidos, minimizando la presencia de daños en la maquinaria que afecten a la producción y que de alguna manera hace que disminuya la productividad, ya que se evitarían estos fallos si se realizaran las debidas prevenciones.

Se utilizan diversos colores para contrastar el periodo de las actividades y de esta manera se pueda apreciar visualmente mejor, ya que se facilitará ver en qué momento realizar las tareas del plan de mantenimiento.

En la figura 32 se detalla el cronograma de mantenimiento con las actividades para la realización del mantenimiento preventivo propuesto al área de destilación de la empresa D`Cobre S.R.L.







PROCEDIMIENTO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MAQUINARIA

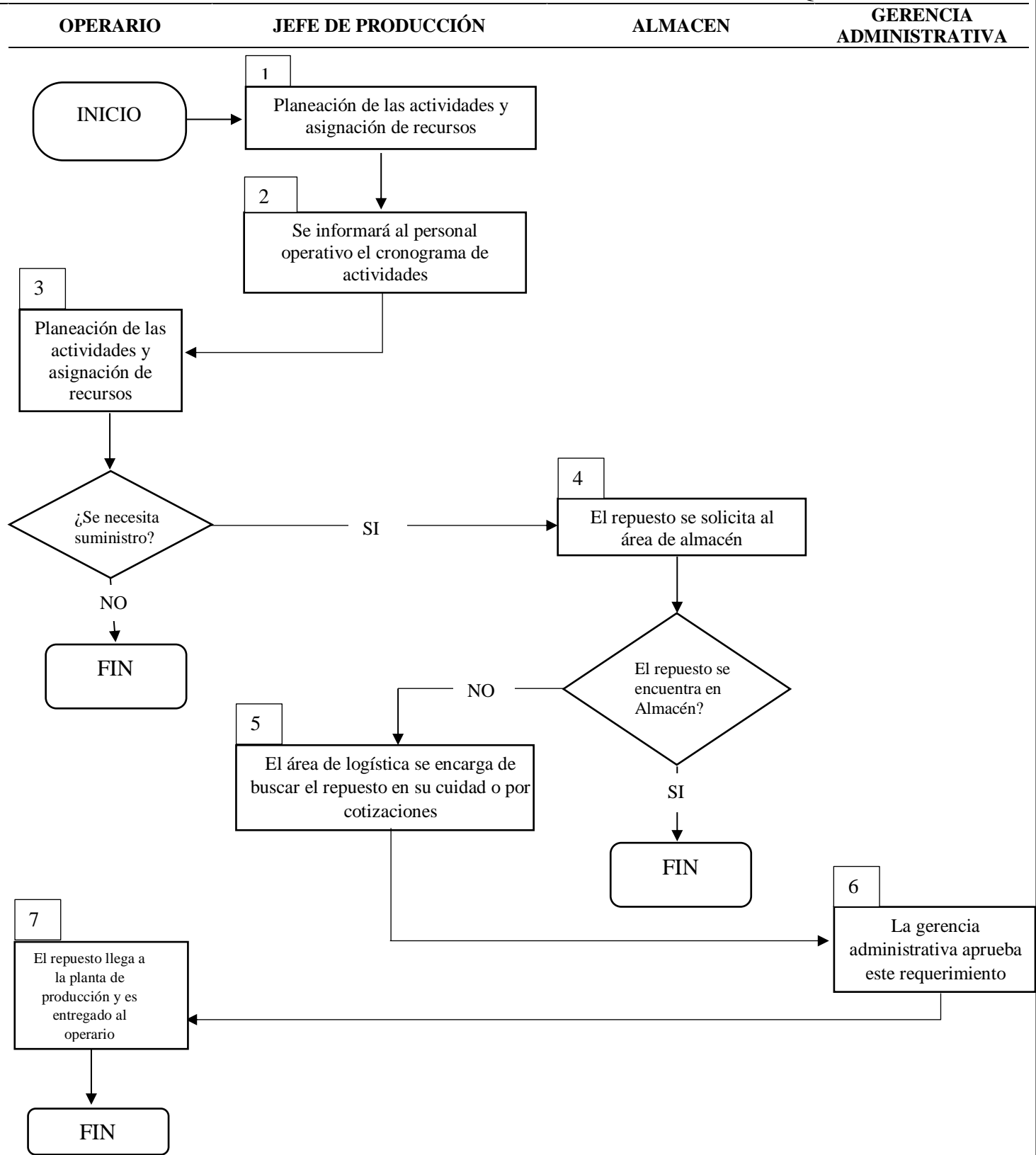


Figura 33: Proceso del mantenimiento preventivo en el área de destilación

Fuente: Elaboración propia



## ***b) Mantenimiento Autónomo***

El mantenimiento autónomo es uno de los pilares de la implantación del TPM, ya que mediante este mantenimiento, se trata de capacitar a los operarios con conocimientos fundamentales para que también realicen el mantenimiento básico a las máquinas, convirtiéndose así en un especialista de su propia máquina.

El mantenimiento autónomo se puede dividir en cinco pasos:

### **1. Limpieza inicial.**

Lo más difícil es la limpieza inicial, hay que fomentar el orden y la limpieza como filosofía de trabajo.

### **2. Proponer medidas para eliminar causas que generan basura y polvo.**

Manteniendo el equipo limpio se reduce el tiempo de limpieza y el operario propondrá medidas para evitar el desorden, la suciedad, etc.

### **3. Estándares de limpieza y lubricación.**

Los equipos de trabajo del TPM ponen los estándares de mantenimiento básico, la limpieza, lubricación y reajuste de las diferentes piezas de la máquina.

### **4. Inspección general.**

Con la correcta formación del operario, ellos desarrollarán habilidades para detectar anomalías., es por ello que en este paso, el operario estará en la capacidad de realizar una inspección general de la máquina.

### **5. Organización y ordenamiento.**

En este paso se fomenta, simplifica y organiza el mantenimiento autónomo, a su vez el operario ya ejecuta las actividades del mantenimiento preventivo y correctivo a nivel básico, porque detectan fallos, producen solo calidad, etc.

Con este mantenimiento se busca que los operarios atiendan las fallas de la maquinaria y que a su vez las cuiden, mantengan y conserven en óptimas condiciones, manteniendo una cultura de trabajo, es por ello que es necesario una aplicación previa de disciplina 5´s.

Como su mismo nombre lo indica, es autónomo, porque depende de la actitud que tenga el operario frente a la propuesta de mejoramiento, para esto es importante que siempre exista un apoyo por parte de la empresa que permita generar un interés y lo involucre en el compromiso del cuidado y conservación de la maquinaria.

**Tabla 27***Actividades del Mantenimiento Autónomo utilizando 5 S*

<b>N°</b>	<b>Herramienta de 5'S aplicada</b>	<b>Actividades</b>
<b>1</b>	<b>Seiri (Clasificar) y Seiton (Ordenar)</b>	Clasificar, seleccionar y ordenar el área de trabajo por parte de los operarios.
<b>2</b>	<b>Seiso (Limpiar)</b>	El operario debe de proponer medidas para combatir las causas de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc. Limpieza del área de trabajo y de la maquinaria realizada por cada operario
<b>3</b>	<b>Seiketsu (Estandarizar)</b>	Estandarizar las tres primeras actividades, hacer que el operario determine por sí mismo lo que tiene que hacer. Revisión de fallas con una inspección general del equipo. Los operarios más experimentados deben enseñar a los de menor experiencia.
<b>4</b>	<b>Shitsuke (Disciplina)</b>	Organizar la información para describir las condiciones óptimas y mantenerlas

Principalmente en el área se hallaba problemas en el ambiente laboral, y falta de compromiso para solucionar dichos problemas, por ello se propuso la aplicación de esta metodología para reducir los problemas ya antes mencionados.

## Fase I. Pasos para la aplicación de la herramienta 5s

### Paso 1. SEIRI – Seleccionar

Se identificó los elementos innecesarios en el área de trabajo de la empresa D´Cobre S.R.L

Para la identificación de los materiales y objetos necesarios e innecesarios, se realizaron, dos formato respectivamente, con el fin de registrar características de cada uno de elementos contenidos en el taller, tales como la ubicación, el estado y la cantidad.

El listado de los elementos innecesarios debe tener el siguiente formato:

<b>Formato 5S02</b>		
<b>Selección y clasificación de elementos innecesarios</b>		
Fecha _____		
<b>Selección y clasificación de elementos innecesarios (maquinaria, equipo, herramientas, documentos)</b>		
<b>Descripción:</b>	<b>Cantidad:</b>	<b>Justificación</b>
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
Elaborado por _____	Firma _____	

*Figura 34:* Formato para la selección y clasificación de elementos innecesarios

Fuente: Elaboración propia en base a Domínguez, Pérez & Clara (2013)

El listado de los elementos necesarios debe tener el siguiente formato:

<b>Formato 5S02</b>		
<b>Selección y clasificación de elementos necesarios</b>		
Fecha _____		
<b>Selección y clasificación de elementos innecesarios (maquinaria, equipo, herramientas, documentos)</b>		
<b>Descripción:</b>	<b>Cantidad:</b>	<b>Justificación</b>
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
Elaborado por _____		Firma _____

*Figura 35:* Formato para la selección y clasificación de elementos necesarios  
Fuente: Elaboración propia en base a Domínguez, Pérez & Clara (2013)

Se usarán tarjetas de control visual, como las tarjetas de color rojo, que deberán ser de fácil lectura, comprensión y utilización; las cuales sirven para identificar que en un lugar determinado existe un elemento innecesario.

TARJETA ROJA		
NOMBRE DEL ARTÍCULO:		
CATEGORÍA	1. Materiales de consumo	
	2. Accesorios y herramientas	
	3. Repuestos	
FECHA	LOCALIZACION	CANTIDAD
RAZON	1. No se necesita	
	2. Defectuoso	
	3. Uso desconocido	
	4. Otros	
ELABORADA POR		
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	
	2. Mover a otro almacen	
	3. Otros	
FECHA DE DESECHO		

**Figura 36:** Tarjeta roja 5'S

Fuente: Elaboración propia

Después de identificar dichos elementos se puede escoger entre moverlos a otro lugar, almacenarlos o eliminarlos.

### **Paso 2. SEITON – Organizar**

Después de que se haya desechado los elementos innecesarios, el siguiente paso es ordenar los elementos de trabajo que se utilizan.

El objetivo es mantener los elementos de trabajo necesarios en forma ordenada, identificada y en sitios de fácil acceso para su uso.

Requiere la aplicación de métodos simples y desarrollados por los operadores.

#### **- Ordenar el área donde están o estarán los elementos necesarios**

Se procedió a ubicar los elementos necesarios en lugares de fácil acceso para su uso.

Se ordenó el almacén y se consiguió la identificación de elementos con mayor rapidez.

### **Paso 3. SEISO – Limpiar**

La tercera S que implica la limpieza, es el paso en donde ya se va a realizar la eliminación de las suciedades e impurezas que se encuentran en las tanto en el área como en las máquinas de trabajo.

### **Paso 4. SEIKETZU – Estandarizar**

Se deberán realizar charlas para crear un hábito de conservación y cuidado, tanto del lugar de trabajo como de las máquinas que se le asigne a cada operario. Cada personal debe ser responsable de mantener su lugar de trabajo limpio y ordenado y de esta manera no crear inconvenientes como no poder encontrar un repuesto a la mano.

### **Paso 4. SHITSUKE – Disciplina**

Se realizará un ciclo de capacitaciones, con el fin de crear cultura, motivar, enseñar y mostrar al personal que hace uso del taller de la empresa y almacén la metodología implementada, el cambio realizado y la importancia de conservar el lugar, bajo los estándares de organización, higiene y seguridad definidos, para brindar un ambiente de trabajo cálido.

#### ***c) Cronograma de capacitaciones al personal en temas de Mantenimiento Autónomo y Mantenimiento Preventivo***

Para aumentar el desempeño y las destrezas del personal de mantenimiento ante un fallo o avería en la maquinaria, se sugiere que haya capacitaciones enfocadas en temas de 5 S como parte del mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo. La formación en materia de 5 S es fundamental, ya que su aplicación favorece a la empresa productivamente, estableciendo una cultura de conservación y cuidado de la maquinaria por parte de los operadores. Sin embargo este personal, debe ser capacitado constantemente durante un tiempo determinado ya sea mediante ponencias o documentación.

**CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO**

<b>CAPACITACIÓN</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>
<b>M. AUTONOMO</b>	<b>X</b>		<b>X</b>		<b>X</b>	
<b>M. PREVENTIVO</b>		<b>X</b>		<b>X</b>		<b>X</b>

*Figura 37:* Cronograma de capacitación para la gestión de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia

**d) Acondicionamiento del taller mecánico**

Se propone acondicionar un taller mecánico en donde se realizarán actividades de mantenimiento, asimismo en ese espacio se ejecutaran reparaciones de fallas que requieran de atención en menor escala, mientras que las reparaciones mayores, aquellas que ni el técnico mecánico ni electricista pueda solucionar, las realizará un servicio externo, logrando así reducir tiempos de espera de atención de fallas y disminuir costos por reparación de las máquinas.

Para ello se propone la construcción de un pequeño taller de mantenimiento con medidas de 7x7m<sup>2</sup>, además para el acondicionamiento de este espacio se realizará la compra de 4 anaqueles de metal que sirva para la ubicación de las herramientas y repuestos de las maquinas en mantenimiento,

**3.2.3.4. Control.** A continuación se presentan las fichas y documentos que se propone para llevar un mejor control de mantenimiento para la maquinaria del área de destilación de la empresa D`Cobre S.R.L.

- Ficha de registro del historial de la maquinaria

EMPRESA DESTILERIA D`COBRE S.R.L							
FICHA DE REGISTRO DEL HISTORIAL DE LA MAQUINARIA							
CODIGO:				MODELO MOTOR:			
DESCRIPCION:				AÑO:			
UBICACIÓN:				MARCA:			
Fecha	Nº orden trabajo	Problema	Solución	Repuestos empleados	Mecánico	Tiempo	Observ.



**Figura 38:** Ficha técnica de la bomba de mosto

Fuente: Elaboración propia

EMPRESA DESTILERIA D`COBRE S.R.L							
FICHA DE REGISTRO DEL HISTORIAL DE LA MAQUINARIA							
CODIGO:				MODELO MOTOR:			
DESCRIPCION:				AÑO:			
UBICACIÓN:				MARCA:			
Fecha	Nº orden trabajo	Problema	Solución	Repuestos empleados	Mecánico	Tiempo	Observ.



**Figura 39:** Ficha técnica de la bomba de agua para condensadores.

Fuente: Elaboración propia



EMPRESA DESTILERIA D`COBRE S.R.L							
FICHA DE REGISTRO DEL HISTORIAL DE LA MAQUINARIA							
CODIGO:		MODELO MOTOR:					
DESCRIPCION:		AÑO:					
UBICACIÓN:		MARCA:					
Fecha	Nº orden trabajo	Problema	Solución	Repuestos empleados	Mecánico	Tiempo	Observ.



**Figura 40:** Ficha técnica de la columna mostera.

Fuente: Elaboración propia

EMPRESA DESTILERIA D`COBRE S.R.L							
FICHA DE REGISTRO DEL HISTORIAL DE LA MAQUINARIA							
CODIGO:		MODELO MOTOR:					
DESCRIPCION:		AÑO:					
UBICACIÓN:		MARCA:					
Fecha	Nº orden trabajo	Problema	Solución	Repuestos empleados	Mecánico	Tiempo	Observ.



**Figura 41:** Ficha técnica de la bomba de vinaza

Fuente: Elaboración propia

EMPRESA DESTILERIA D`COBRE S.R.L							
FICHA DE REGISTRO DEL HISTORIAL DE LA MAQUINARIA							
CODIGO:				MODELO MOTOR:			
DESCRIPCION:				AÑO:			
UBICACIÓN:				MARCA:			
Fecha	Nº orden trabajo	Problema	Solución	Repuestos empleados	Mecánico	Tiempo	Observ.



**Figura 42:** Ficha técnica de los condensadores

Fuente: Elaboración propia

EMPRESA DESTILERIA D`COBRE S.R.L							
FICHA DE REGISTRO DEL HISTORIAL DE LA MAQUINARIA							
CODIGO:				MODELO MOTOR:			
DESCRIPCION:				AÑO:			
UBICACIÓN:				MARCA:			
Fecha	Nº orden trabajo	Problema	Solución	Repuestos empleados	Mecánico	Tiempo	Observ.



**Figura 43:** Ficha técnica de la bomba fusel

Fuente: Elaboración propia

- **Orden de trabajo**

Con la ayuda del personal de mantenimiento, se verificará si existe un problema o daño en la maquinaria y respectivamente a ello se preverá una solución o en todo caso se repara la máquina que presente una dificultad para seguir operando, es así que se emitirá una orden de trabajo, aquel documento en donde se especifica la tarea a realizar según el tipo de mantenimiento a ejecutar (correctivo o preventivo), entre otros datos, asimismo se propone un formato para los trabajos externos, aquellos que solo se realizaran cuando el técnico encargado del mantenimiento de la máquina lo solicite, ya sea para alguna reparación o reconstrucción de alguna pieza o parte de la máquina.

<b>DESTILERIA D`COBRE S.R.L</b>		<b>AREA DE MANTENIMIENTO</b>	
FECHA:	CODIGO:	Nº ORDEN DE TRABAJO:	TIPO DE MANTENIMIENTO:
DESCRIPCION DE LA TAREA A REALIZAR:			
PROBLEMA O DAÑO:			
SOLUCION O REPARO:			
MATERIALES Y REPUESTOS PARA LA REPARACION:			
TECNICO(S) INVOLUCRADO(S):		HORAS	
Firma del Técnico:		Revisado y aprobado por:	

**Figura 44:** Formato para orden de trabajos

Fuente: Elaboración propia

ORDEN PARA TRABAJOS EXTERNOS		
FECHA:		DESTINO:
MÁQUINA:		TECNICO QUE SOLICITA:
N° DE ORDEN DE TRABAJO:		
ITEMS	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
TECNICO	JEFE INMEDIATO	RECIBIDO

**Figura 45:** Formato para orden de trabajos externos.

Fuente: Elaboración propia

- **Orden de repuestos y materiales de consumo.**

Este documento se emitirá siempre y cuando el técnico encargado de la actividad de mantenimiento, necesite realizar el cambio del repuesto averiado por uno nuevo o necesitar de los materiales de consumo cada cierto tiempo establecido en el cronograma de actividades.

Esta solicitud debe ser firmada por el jefe del área de mantenimiento dando por aprobado este requerimiento. Luego, el técnico se dirigirá al almacén donde se encuentran los repuestos o materiales que necesitará para realizar la actividad según el tipo de mantenimiento, teniendo con él la orden de repuestos y materiales original, y a su vez la copia de este documento que se le entregará al técnico almacenero donde procederá a colocarle la hora y fecha de entrega con su respectiva firma en ambos documentos. Este se quedara con la copia para realizar la justificación de repuestos y materiales entregados.

ORDEN DE REPUESTOS Y MATERIALES		
FECHA:	RECIBIDO	
MÁQUINA:	TECNICO QUE SOLICITA	
# DE ORDEN DE TRABAJO		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	
OBSERVACIONES:		
<hr/> TECNICO	<hr/> JEFE INMEDIATO	<hr/> RECIBIDO

**Figura 46.** Formato para orden de repuestos

Fuente: Elaboración propia

- **Ficha de ingreso al almacén.**

Esta ficha permite llevar el control de todos los repuestos y materiales de consumo para el mantenimiento de las máquinas que ingresan al almacén y que son adquiridos por la empresa de diferentes proveedores para las actividades de mantenimiento en el área de destilación de la empresa D`Cobre S.R.L.

FICHA DE INGRESO A ALMACÉN	
FECHA:	COMPRA:
PROVEEDOR:	DEVOLUCIÓN:
# DE PEDIDO:	
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
OBSERVACIONES:	
_____ ENTREGADO POR	_____ RECIBIDO POR

**Figura 47:** Ficha de ingreso a almacén

Fuente: Elaboración propia

- **Ficha de salida del almacén.**

Este documento servirá para detallar todos los repuestos, materiales y herramientas que salen del almacén para la realización de cualquier actividad de mantenimiento en las maquinas del área de destilación de la empresa.

FICHA DE SALIDA DEL ALMACÉN		
FECHA:		FICHA N° :
TECNICO ENCARGADO:		
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	DESTINO
OBSERVACIONES:		
_____ ENTREGADO POR	_____ RECIBIDO POR	

**Figura 48:** Ficha de salida del almacén

Fuente: Elaboración propia

- **Orden de compra**

DESTILERIA D' COBRE S.R.L	Orden de compra			Fecha:
Elemento	Material	Cantidad	Características	Proveedor

**Figura 49.** Ficha de orden de compra

Fuente: Elaboración propia





- Ficha de control de mantenimiento preventivo

<b>CONTROL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN EL AREA DE DESTILACION DE LA EMPRESA D`COBRE</b>					
<b>PROCESO:</b>					
<b>MAQUINA:</b>			<b>MARCA:</b>		
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>OBSERVACION</b>	<b>FECHA PROX MTO</b>	<b>TECNICO RESPONSABLE</b>

**Figura 51:** Ficha de control de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia

- **Hoja de control de daños de la maquinaria**

HOJA DE CONTROL DE DAÑOS DE LA MAQUINARIA									
Fecha	Grupo	Parte Revisada	HORA		TRABAJO REALIZADO			Observaciones o especificaciones	Responsable
			Inicio	Fin					

**Figura 52:** Hoja de control de daños de la maquinaria

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.4. Situación de la productividad mejorada

En primer lugar para estimar la nueva productividad, se debe analizar las fallas que se eliminarán después de haber aplicado la propuesta de mejora en el mantenimiento en el área de destilación.

#### 3.2.4.1. Cálculo de la productividad parcial mejorada de la maquinaria

Para el cálculo de la nueva productividad, primero se halla la nueva producción. En este caso, la producción mejorada es:

**Tabla 28**

*Datos referenciales de producción*

<b>Datos</b>	<b>Descripción</b>
Producción de alcohol por día	12500 litros de alcohol/día
Horas laborables	24 horas/día
Consumo de melaza por día	50Tn/día

Fuente: Empresa D`Cobre S.R.L

En la tabla 28 se observa la producción de alcohol por día en la empresa, estos datos referenciales sirven para hallar la nueva producción mejorada, sin restarle los litros perdidos ya que a través de la propuesta de mejora, se eliminaron las fallas y por ende el cálculo de la nueva producción será:

$$Producción = 12500 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \times 175 \text{ días}$$

$$Producción = 2187500 \text{ litros de alcohol}$$

La fórmula será la misma que se utilizó para hallar la productividad del periodo anterior, Según Cruelles (2016):

$$Productividad_{maq} = \frac{Producción}{Consumo (maquinaria)}$$

En primer lugar se procederá a determinar el consumo de la maquinaria, y se hallará de la siguiente manera:

$$C_m = 6 \text{ máquinas} \times 4200 \text{ horas}$$

$$C_m = 25200 \text{hrs} - \text{máquina}$$

. Entonces la productividad parcial con respecto a la maquinaria será de:

$$Productividad_{maq} = \frac{2187500 \text{ litros}}{25200 \text{ h} - m}$$

$$Productividad_{maq} = 86.80 \frac{\text{litros}}{\text{h} - m}$$

La nueva productividad en relación a la maquinaria es de 86.80 litros de alcohol por las horas-maquina en que estas operan respecto al tiempo de actividad.

A continuación se muestra la variación porcentual de la productividad parcial de la maquinaria con respecto a la productividad anterior

Según Oakley (citado en Albán, 2017, p.25)

**%de Variación de la Productividad respecto al período anterior:**

$$= \frac{(IPT \text{ del período } n) - (IPT \text{ del período } n - 1)}{IPT \text{ del período } n - 1} \times 100$$

$$\Delta\% = \frac{(86.80 - 52.08)}{52.08} \times 100$$

$$\Delta\% = 66.67$$

Se determinó que la productividad parcial con respecto a la maquinaria, aumentó en un 66.67% con respecto a la productividad anterior, lo que significa que gracias a la propuesta que se planteó, se incrementó favorablemente la productividad con respecto a la maquinaria.

### 3.2.4.2. Cálculo de la productividad parcial mejorada de la mano de obra

Para el cálculo de esta productividad, se utilizará la misma fórmula que se usó para hallar la productividad anterior

Según Cruelles (2016)

$$Productividad_{MO} = \frac{Producción}{Horas - hombre}$$

$$Productividad_{MO} = \frac{2187500 \text{ litros}}{Horas - hombre}$$

$$Horas \text{ hombre total} = 6 \text{ hombres} * 24 \frac{\text{horas trabajadas}}{\text{dia}} * 7 \frac{\text{dias}}{\text{semana}} * 4 \frac{\text{semanas}}{\text{mes}} * 6 \text{ meses}$$

$$Horas \text{ hombre total} = 24192h - h$$

$$Productividad_{MO} = \frac{2187500 \text{ litros}}{24192 h - h}$$

$$Productividad_{MO} = 90.42 \frac{\text{litros}}{h - h}$$

La nueva productividad en relación a la mano de obra es de 90.42 litros de alcohol por las horas-hombre que se utilizan para realizar dicha cantidad de alcohol

A continuación se muestra la variación porcentual de la productividad parcial de la mano de obra con respecto a la productividad anterior

Según Oakley (citado en Albán, 2017, p.25)

***%de Variación de la Productividad respecto al período anterior***

$$= \frac{(IPT \text{ del período } n) - (IPT \text{ del período } n - 1)}{IPT \text{ del período } n - 1} \times 100$$

$$\Delta\% = \frac{(90.42 - 88.90)}{88.90} \times 100$$

$$\Delta\% = 1.70$$

Se determinó que la productividad parcial con respecto a la mano de obra, aumentó en un 1.70% con respecto a la productividad anterior, lo que significa que gracias a la propuesta que se planteó, se incrementó favorablemente la productividad con respecto a la mano de obra.

### 3.2.5 Análisis beneficio costo de la propuesta

Habiendo ya propuesto la gestión de mantenimiento adecuada para la empresa D`Cobre S.R.L y que de esa manera pueda incrementar su productividad, se procederá a realizar el análisis beneficio costo de lo propuesto. Para ello, en primer lugar se debe determinar los costos de inversión para la implementación del proyecto, así como los costos de ejecución anual y los costos de materiales necesarios para el mantenimiento, además de otros gastos para la debida gestión de mantenimiento.

#### 3.2.5.1. Costos de inversión estimados para la propuesta de la gestión de mantenimiento.

En primer lugar se cuantificarán los costos de inversión que conlleva desarrollar una gestión de mantenimiento en donde se propone realizar un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas del área de destilación de la empresa D`Cobre S.R.L. con la finalidad de prevenir posibles fallos en la maquinaria. Esto también involucra las actividades previas a su aplicación, tales como la reorganización del taller, almacén de repuestos, etc.

#### Acondicionamiento del taller mantenimiento:

Para esta remodelación se estima un costo de S/23,300. En la tabla 29 se detalla los costos para acondicionar el taller.

**Tabla 29**

*Equipos y herramientas para el acondicionamiento del taller*

<b>Equipos/ herramientas para el área de mantenimiento</b>	<b>Precio en S/</b>
Construcción del taller, se hará de ladrillo en un área de 7 x 7m <sup>2</sup> , con techo de calamina.	S/14,700
Multímetro digital capacidad de frecuencia M890g	500
Pistola termómetro infrarrojo medidor de temperatura laser marca Fluke 566ir Laser -40 A 650 °c	S/900
Pinza amperimetrica fluke 376	S/ 1 500
2 cajas de herramientas llaves básicas para los técnicos	S/ 1 100
Una mesa de metal para la reparación de equipos	2000
Un torquímetro profesional 80- 250 FT/LB -Stanley	S/2,200
Una computadora de escritorio, marca LENOVO	S/1,700
Una impresora marca HP DeskJet GT 5810 - Negro	S/600
Un escritorio de melamine	S/700
<b>TOTAL</b>	<b>S/23,300</b>

**Reordenamiento del almacén:**

El almacén en donde se encuentran los repuestos, herramientas y materiales de consumo para las actividades de mantenimiento propuestas como parte de la planificación del mantenimiento preventivo, será acondicionado con 4 anaqueles de 5 niveles cada uno para que de esa manera se puedan organizar todas las cosas que se encuentran en esa área y se proyecte una imagen de organización con la finalidad de ahorrar tiempos, asimismo se hará la compra de unos suministros genéricos para que exista en stock y de esa forma optimizar el tiempo de espera, estos son: soldadura, pernos, fajas, tubos, etc. Se estima un costo de **S/ 3 000** nuevos soles.

**Capacitaciones:**

Se dará a conocer el plan de mantenimiento preventivo y las actividades expuestas para la gestión del mantenimiento en toda la empresa, así como también los formatos que se utilizarán para el control del mantenimiento en el área de destilación, lo que incluirá material y recurso humano empleado traído de otro lugar de la región. El costo asumido será de **S/ 1000** nuevos soles.

**Inversión tangible**

<b>Requerimiento</b>	<b>Costo</b>
Acondicionamiento del taller	S/23,300
Reordenamiento del almacén	S/ 3,000
<b>TOTAL</b>	<b>S/26,300</b>

**Inversión intangible:**

<b>Requerimiento</b>	<b>Costo</b>
Capacitaciones para el plan de mantenimiento	S/ 1,000
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 1,000</b>

**Figura 53:** Costos de inversión estimados

Fuente: Elaboración propia



Entonces tenemos que, los costos de inversión estimados para la propuesta de la gestión de mantenimiento son de: **S/27,300** nuevos soles

### 3.2.5.2. Costo anual para ejecutar la gestión del mantenimiento preventivo

**Tabla 30**

*Personal propuesto para la gestión de mantenimiento*

<b>Descripción</b>	<b>Precio(S/.)</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad(meses)</b>	<b>Subtotal</b>
Técnico electricista	S/ 900.00	Mes	12	S/ 10,800.00
Técnico mecánico	S/ 900.00	Mes	12	S/ 10,800.00
<b>Total</b>				<b>S/ 21,600.00</b>

En la tabla 30, se muestra el costo anual de la ejecución de la gestión de mantenimiento, con el personal propuesto para dicha realización de las actividades estipuladas en el plan de mantenimiento. Con un costo anual de **S/ 21,600** nuevos soles

**Tabla 31**

*Útiles de oficina para la gestión de mantenimiento*

<b>Descripción</b>	<b>Precio(S/.)</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Subtotal</b>
Archivador para registro de mantenimiento	S/ 6.00	Unidad	10	S/ 60.00
Lapiceros	S/ 28.90	Caja	3	S/ 86.70
Lápices	S/ 10.00	Caja	2	S/ 20.00
Varios				S/100.90
Resaltadores	S/ 20.00	Caja	3	S/60.00
Papel bond para la impresión de formatos a utilizar	S/ 20.00	Millar	19	S/380.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/707.60</b>

En la tabla 31 se detalla los materiales que se necesitarán para el control de la gestión de mantenimiento, de acuerdo a los formatos estipulados en la propuesta. Con un costo anual de **S/ 707,60**.

#### **Capacitaciones al personal sobre mantenimiento autónomo**

Se capacitará al personal en temas de las funciones propias del mantenimiento Autónomo como son la, limpieza, inspección, lubricación y el ajuste a sus máquinas, de donde se desprende otro tema importante que son las 5´S, metodología aplicada a este mantenimiento. Otro tema importante a tratar sería, el mejorar las habilidades y capacidades de los operarios para mantener altos niveles de eficiencia en el proceso de destilación. Esto se realizará por medio de un servicio externo especializado en brindar capacitaciones con conocimientos profundos del tema. Estas serán realizadas, una vez al mes. Se asume un costo para la capacitación de **S/ 9000** incluidos viáticos (alimentación, alojamiento y pasajes).

Entonces se tiene que el costo anual para la ejecución de la gestión del mantenimiento para el área de destilación es de **S/ 31307.60**

#### **3.2.5.3. Costo anual de los materiales y repuestos para la gestión del plan de mantenimiento preventivo en el área de destilación.**

**Tabla 32***Costo anual de los materiales y repuestos para la gestión del plan de mantenimiento preventivo*

<b>Costo anual de los materiales y repuestos para el mantenimiento preventivo</b>				
<b>Materiales</b>	<b>Cantidad anual</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Unidad</b>	<b>Sub total</b>
Sello mecánico	4	S/90.00	Unidad	S/360.00
Trapo industrial x5Kg	1	S/26.90	Unidad	S/26.90
Rodamientos	12	S/130.00	Unidad	S/1,560.00
Cinta aislante	12	S/3.60	Unidad	S/43.20
Pintura uretano(por balde)	2	S/160.00	Unidad	S/320.00
Limpia contacto(spray electrico)	9	S/19.90	Unidad	S/179.10
Silicona	6	S/9.20	Unidad	S/55.20
Fajas Dayco Gold Label V (10x6 mm)	1	S/25.00	Unidad	S/25.00
Lubricante(aceite mineral parafinicos para rodamientos)	1	S/9.50	galones	S/9.50
Acoplamiento de caucho	2	S/50.00	Unidad	S/100.00
Aire comprimido(por frasco)	2	S/35.90	Unidad	S/71.80
Empaquetadura grafiliti(para las miras de las columnas y condensadores)	4	S/150.00	lamina	S/600.00
Empaquetadura de asbesto laminado de 2 mm(para las bridas de las cañerías)	2	S/120.00	lamina	S/240.00
Grasa industrial	20	S/5.30	kg	S/106.00
<b>Total</b>				<b>S/3,696.70</b>

En la tabla 32 se muestra el costo anual de los materiales necesarios para la etapa de la planificación que corresponde a la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para el área de destilación. Entonces tenemos que el costo anual de los materiales para esta etapa es de **S/3,696.70** nuevos soles

El costo total, se calcula sumando el costo de inversión de la propuesta de la gestión de mantenimiento, el costo de la ejecución y los costos anuales de los materiales y repuestos

$$\text{Costo total} = (\text{S}/27,300 + \text{S}/31,307.60 + \text{S}/3696.70)\text{nuevos soles}$$

$$\text{Costo total} = \text{S}/62,304.30 \text{ nuevos soles}$$

Para obtener el costo anual de la propuesta, solo se le restaría la inversión

$$\text{Costo anual} = \text{S}/62,304.30 - \text{S}/27,300 \text{ nuevos soles}$$

$$\text{Costo anual} = \text{S}/35004.30 \text{ nuevos soles}$$

#### **3.2.5.4. Costos incurridos bajo el sistema actual (Mantenimiento correctivo)**

A continuación se detalla las pérdidas económicas basándonos en el sistema actual por no aplicar un mantenimiento preventivo en las máquinas que conforman la línea del proceso de destilación de alcohol en la empresa D`Cobre y Servicios S.R.L.

**Tabla 33***Estimación de la pérdida de producción a causa de la falta de mantenimiento preventivo*

Mes	Maquina	Nº Fallas	Tiempo Parada (Horas)	Producción por hora	Producción perdida(Its)	Producción perdida total por mes	Consumo de tonelada de melaza por un litro producido	Cantidad de tonelada de melaza por litro perdido
Enero	Bomba de mosto	2	5	521	2605	8466	0.004	33.864
	Calentavino	1	1.75	521	912			
	Condensador	1	4	521	2084			
	Bomba de vinaza	2	4.17	521	2173			
	Bomba de agua para condensadores	1	1.33	521	693			
Febrero	Bomba de mosto	2	2.33	521	1214	6424	0.004	25.696
	Columna mostera	2	4.5	521	2345			
	Bomba de vinaza	1	2	521	1042			
	Bomba de fusel	1	2	521	1042			
	Bomba de agua para condensadores	1	1.5	521	782			
Marzo	Bomba de mosto	1	2.17	521	1131	5575	0.004	22.30
	Columna mostera	1	2	521	1042			
	Enfriador de alcohol	1	1.68	521	875			
	Bomba de vinaza	1	1.5	521	782			
	Bomba de alcohol	2	3.35	521	1745			
Abril	Bomba de mosto	1	2	521	1042	9805	0.004	39.22
	Columna rectificadora	1	3.65	521	1902			
	Condensador	1	4.5	521	2345			
	Bomba de fusel	2	6	521	3126			
	Bomba de agua para condensadores	1	2.67	521	1391			
Mayo	Calentavino	1	2.25	521	1172	6929	0.004	27.72
	Columna rectificadora	1	2	521	1042			
	Condensador	1	3.15	521	1641			
	Bomba de fusel	2	2.65	521	1381			
	Bomba de agua para condensadores	2	3.25	521	1693			
Junio	Bomba de mosto	2	4	521	2084	7034	0.004	28.14
	Columna mostera	1	2	521	1042			
	Enfriador de alcohol	1	1.67	521	870			
	Bomba de vinaza	1	2.33	521	1214			
	Bomba de alcohol	1	2	521	1042			
	Bomba de agua para condensadores	1	1.5	521	782			
<b>Total</b>		<b>40</b>	<b>84.9</b>			<b>44233</b>		

**Tabla 34***Costos de producción por falta de mantenimiento preventivo*

<b>Mes</b>	<b>Producción perdida total por mes(litros)</b>	<b>Tonelada de melaza por litro perdido por mes</b>	<b>Costo de tonelada de melaza</b>	<b>Costo MP perdida</b>
Enero	8466	33.864	S/340.00	S/11,513.76
Febrero	6424	25.696	S/340.00	S/8,736.64
Marzo	5575	22.3	S/340.00	S/7,582.00
Abril	9805	39.22	S/340.00	S/13,334.80
Mayo	6929	27.72	S/340.00	S/9,423.44
Junio	7034	28.14	S/340.00	S/9,566.24
<b>TOTAL</b>				<b>S/60,156.88</b>

**Tabla 35***Costos de repuestos para el mantenimiento correctivo*

<b>Maquina</b>	<b>Falla</b>	<b>Actividad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costos de repuestos</b>	<b>Costo de Mano de obra</b>	<b>Subtotal</b>
Bomba de mosto	Fugas por el sello mecanico	Cambio de sello	2	S/50.00	S/100.00	S/200.00
	Sonidos en los rodamientos de la bomba	Cambio de rodamientos	2	S/140.00	S/100.00	S/380.00
	Corte eléctrico del motor	Revisión	1		S/50.00	S/50.00
	Vibración de la bomba de mosto	Revisión	1		S/50.00	S/50.00
Condensadores	Picadura de la cañería	Cambio de tubería	1	S/170.00		S/170.00
Bomba de fusel	Motor no enciende	Revisión	1		S/50.00	S/50.00
	Fugas por el sello mecánico	Cambio de sello	1	S/50.00	S/100.00	S/150.00
	Roturas de fajas	Cambio de faja	1	S/25.00	S/30.00	S/55.00
Bomba de agua para condensadores	Vibración del motor fuera de lo normal	Revisión	1		S/50.00	S/50.00
	Fugas por el sello mecánico	Cambio de sello	1	S/50.00	S/100.00	S/150.00
	Desgaste de lo rodamientos	Cambio de rodamientos	2	S/140.00	S/100.00	S/380.00
Bomba de vinaza	El motor no enciende	Revisión	1		S/50.00	S/50.00
	La bomba no succiona	Revisión	1		S/50.00	S/50.00
	Fajas cuarteadas	Cambio de fajas	2	S/25.00	S/30.00	S/80.00
	Recalentamiento del motor	Revisión	1		S/50.00	S/50.00
	Desgastes de rodamientos	Cambio de rodamientos	2	S/140.00	S/100.00	S/380.00
Columna rectificadora	Fugas por el cuerpo de la columna	Cambiar empaquetadura	1	S/100.00		S/100.00
Columna mostera	Fugas de vapor por válvula	Mantenimiento a la válvula	1	S/300.00	S/100.00	S/400.00
Bomba de alcohol	Rotura de fajas	Cambiar faja	1	S/25.00	S/30.00	S/55.00
	Corte eléctrico el motor no enciende	Revisión	1		S/50.00	S/50.00
Calentavino	Picadura de la tubería	Soldado	1	S/20.00		S/20.00
	Fugas de mosto por la brida	Cambio de empaquetadura	2	S/10.00		S/20.00
<b>TOTAL</b>						<b>S/2,940.00</b>

Fuente: Empresa D`Cobre S.R.L.

**Tabla 36**

*Costos por mano de obra inoperativa*

<b>Personal</b>	<b>Precio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tiempo inoperativo</b>	<b>Subtotal</b>
Destilador	S/ 5.00	4	84.9	S/ 1698.00
Ayudante	S/ 3.00	2	84.9	S/ 509.40
<b>TOTAL</b>				<b>S/ 2207.40</b>

Para ver si el proyecto es viable nos fijaremos en el costo de aplicación de los planes de mantenimiento. En el caso del actual mantenimiento correctivo, el costo de aplicación asciende a **S/ 65304.28** por otro lado la aplicación de la gestión de mantenimiento sería de **S/ 35004.30**

Como se puede observar, la aplicación de la nueva gestión de mantenimiento supondría un ahorro anual de **S/ 30299.98** nuevos soles.

### **3.2.5.5. Beneficio de la propuesta**

Ahora para hallar el beneficio, es como se sigue a continuación:

$$B_1 = \text{horas perdidas} * \frac{\text{litros}}{\text{hora}} * \% \text{rentabilidad}$$

Para calcular las cantidades de las utilidades y de la inversión, se tomó como referencia los datos que están en la tabla 4

$$\mathbf{Ingresos} = 62 \text{ cilindros de alcohol} * S/.370.00 \text{ soles} * 30 \text{ días}$$

$$\mathbf{Ingresos} = S/.688,200$$

$$\mathbf{Inversión} = 50 \text{ toneladas de melaza} * S/.340.00 \text{ soles} * 30 \text{ días}$$

$$\mathbf{Inversión} = S/.510,000$$

$$\mathbf{Utilidades} = S/688.200 - S/510,000$$

$$\mathbf{Utilidades} = S/178,200$$



$$\%rentabilidad = \frac{utilidades}{inversión} * 100$$

$$\%rentabilidad = \frac{S/ 178,200}{S/ 510,000} * 100$$

$$\%rentabilidad = 34.9\%$$

Entonces el beneficio 1 será:

$$B_1 = 84.9 \text{ horas} * 521 \frac{\text{litros}}{\text{hora}} * 34.9\%$$

$$B_1 = 15437.28 \text{ litros} * 2(\text{semestres})$$

$$B_1 = S/.30874.56$$

Ahora el cálculo del beneficio 2 es:

$$B_2 = \text{ahorro entre las dos gestiones}$$

$$B_2 = (S/ 65,304.28 - S/ 35004.3)$$

$$B_2 = S/ 30299.98$$

Entonces:

$$\text{Beneficio total} = B_1 + B_2$$

$$\text{Beneficio total} = S/.30874.56 + S/.30299.98$$

$$\text{Beneficio total} = S/.61174.54$$

Entonces la relación beneficio costo, quedaría de la siguiente manera:

$$\frac{B}{C} = \frac{S/.61174.54}{S/.35004.3}$$

$$\frac{B}{C} = 1.74$$

El resultado fue de 1,74; esto quiere decir que por 1 nuevo sol de inversión, se obtiene un beneficio de 0.74 soles, por lo tanto decimos que el proponer la gestión de mantenimiento para el área de destilación de la empresa, es rentable.

### 3.3. Discusión de resultados

Como etapa final de la presente investigación, y con la finalidad de comprobar si el presente estudio es rentable para la empresa, se da lugar a la realización de una comparación en relación a trabajos de investigación ya realizados.

Uno de los objetivos de la propuesta fue evaluar la propuesta económicamente, con la finalidad de comprobar si el presente trabajo de investigación es viable para la empresa, es por ello que con respecto al beneficio costo de lo propuesto, se puede decir que el resultado es muy rentable para la empresa, obteniendo 0.76 nuevos soles por cada sol invertido, y del mismo modo aumentaría la productividad de la maquinaria y de la mano de obra con las utilidades recibidas por aplicar lo propuesto. Asimismo Albán (2017) en su proyecto de investigación “Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para aumentar la productividad” obtuvo un beneficio costo de 0.76 nuevos soles por cada sol invertido.

Para reducir las fallas en la maquinaria, se propuso realizar un plan de mantenimiento preventivo ya que la empresa solo utilizaba el mantenimiento correctivo, lo que significa que no había una planificación de actividades de mantenimiento que permitan reducir las fallas en la maquinaria antes de que funcionen en la línea de producción del área de destilación. Con lo propuesto, las fallas se redujeron en un 80%, ya que las maquinas más críticas simbolizan ese porcentaje, incrementando de tal manera la productividad de la maquinaria en la empresa. De igual modo, Gonzales (2016) en su proyecto de investigación “Propuesta de Mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C”, utilizo como método la gestión de mantenimiento para

desarrollar metodologías actualizadas en las tareas de mantenimiento y de esa forma garantizar que la maquinaria funcione adecuadamente durante los procesos productivos y que estén disponibles para producir durante periodos de tiempo más prolongados. Obtuvo como resultado, la reducción del número de fallas en la línea de producción en un 80%.

Por último la productividad tanto de la maquinaria como la mano de obra se incrementó en un 66.67% y 1.70% respectivamente, logrando así la finalidad de la propuesta, asimismo en la investigación de Castro (2012), denominada “Propuesta de mejora en la Gestión de Mantenimiento para aumentar la confiabilidad de los equipos críticos en la empresa Agroindustrial Laredo S.A.A” proponiendo desarrollar un Programa de Mantenimiento predictivo por análisis de vibraciones en los equipos críticos en donde se tomaron en cuenta ciertos criterios como el costo del equipo, importancia dentro del proceso y la complejidad de mantenimiento, de esa manera incremento la productividad de la empresa en un 71%

## **IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES

- a. Se diagnosticó la situación actual de la Gestión del Mantenimiento en el área de destilación de la empresa D Cobre S.R.L., mediante la aplicación de las herramientas de diagnóstico del Lean Manufacturing como el Diagrama de Ishikawa y Pareto; gracias a ello se logró determinar las principales causas que afectan a la productividad de la empresa, entre ellas la más importante, la falta de mantenimiento preventivo, lo que como consecuencia genera las paradas de producción no programadas en el área de destilación, asimismo se identificó que los operarios no están capacitados para atender las fallas cuando estas ocurren en la línea de producción.
- b. Se determinaron las posibilidades de mejora para el área de destilación, con la gestión del mantenimiento adecuada, y con las actividades propuestas en el plan de mantenimiento preventivo, así como también la aplicación del mantenimiento autónomo usando la metodología de las 5'S, de esta manera se logró incrementar la productividad parcial de la maquinaria y mano de obra en 66.67% y 1.70% respectivamente.
- c. Se definieron las máquinas más críticas usando el método ABC, en primer lugar se estableció un orden de prioridades tomando en cuenta el tiempo total de parada de cada máquina, siendo el grupo A el más importante ya que ahí se encuentran las máquinas con más tiempo de parada y por ende son las máquinas más críticas con más tendencia a fallar en el proceso de destilación, mientras que en el grupo B y C se encuentran las máquinas que poseen menos tiempo de parada, es decir las máquinas que se encuentran en un estado aún bueno y tienen menos posibilidad a fallar en el proceso. De ese modo se determinaron que 6 máquinas son las más críticas, y estas son: la bomba de mosto, los condensadores, bomba de fusel, bomba de agua para condensadores, bomba de vinaza y la columna mostera.
- d. Se evaluó la propuesta económicamente, con el análisis del Beneficio Costo de la propuesta, dando como resultado 1.74 lo que significa que por cada sol invertido se obtendrá una ganancia S/.0.74 nuevos soles.

## RECOMENDACIONES

- a. En primer lugar se recomienda al área de destilación de la empresa D´Cobre S.R.L. aplicar la gestión de mantenimiento ya que obtendría un beneficio costo de 1.74 lo que significa que por cada sol invertido se obtendrá una ganancia S/.0.74 nuevos soles.
- b. Se recomienda a futuros estudiantes que tengan interés en el proyecto, la realización de un programa de mantenimiento, asimismo proponer un plan de requerimiento de los materiales en el área de almacén, para que se planifique con exactitud la llegada de estos y así pueda existir un ahorro de tiempo y pueda seguir mejorando la productividad.
- c. La directiva de la empresa debe brindar mayor énfasis en el apoyo a sus colaboradores e integrarse al equipo de trabajo del área de destilación, para así crear un clima laboral agradable y sobretodo que exista una buena comunicación entre todos.
- d. Asimismo, se recomienda a los operarios tener mayor importancia en la recolección de datos mediante los formatos estipulados en la etapa de control para el mantenimiento, con el objetivo de obtener un debido registro de los acontecimientos que influyen en la maquinaria.
- e. Finalmente se recomienda aplicar la propuesta que será de mucha utilidad en la empresa.

## REFERENCIAS

- Aguilar, R. y García, C. (2014). *Propuesta de implementación de un sistema de mejora continua aplicando TPM para disminuir el tiempo perdido en el área de trapiche de la empresa azucarera agroindustrial San Jacinto S.A.A-Grupo Gloria*. (Tesis de Pre grado). Universidad Privada del Norte. Trujillo-Perú. Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle>
- Albán, N. (2017). *Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L.* (Tesis de Pre grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo-Perú. Recuperado de <http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat>
- Alfaro, M. (2016). *Propuesta de un sistema de Gestión de Mantenimiento para incrementar la productividad del sistema contra incendios de Westfire S.R.L. en minera Chimalco Perú*. Universidad Privada del Norte. Cajamarca. (Tesis de Pre grado). Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/>
- Arrascaeta, R. (2007). El Enfoque de Sistemas en las Organizaciones. Reflexiones en torno a las organizaciones. *Macro Economía*, 118(2), 21-54.
- Ayuni, D. y Matheus, A. (2013). *Implementación de un Sistema de mejora continua bajo la metodología PHVA en la empresa Arnao S.A.C.* (Tesis de Pre grado). Universidad de San Martín de Porres. Lima-Perú. Recuperado de <http://www.usmp.edu.pe>
- Barona, Y. (2011). *Diseño e implementación del programa de mantenimiento para las máquinas sopladora e inyectora-sopladora de la empresa OTORGO.LTDA.* (Tesis de Pre grado). Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali. Recuperado de <https://red.uao.edu.co>
- Castañeda, J. y Gonzáles, K. (2016). *Plan de mejora para reducir los costos en la Gestión de Mantenimiento de la empresa Transportes Chiclayo S.A.* (Tesis de Pre grado). Universidad Señor de Sipán. Chiclayo-Perú. Recuperado de <http://repositorio.uss.edu.pe>

Castro, L. (2012). *Propuesta de mejora en la gestión de mantenimiento para aumentar la confiabilidad de los equipos críticos en la empresa agroindustrial Laredo S.A.A.* (Tesis de Pre grado). Universidad Privada del Norte. Trujillo-Perú. Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe>

Cuatrecasas, L. (2000). *Total Productive Maintenance*. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>

Cuatrecasas, A. L. (2012). *Gestión del mantenimiento de los equipos productivos*. Mexico: Ecoe Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>

Escudero, C. y Saldarriaga, C. (2010). *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento para los inmuebles a cargo de una empresa de servicios*. (Tesis de Pre grado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima-Perú. Recuperado de <http://repositorioacademico.upc.edu.pe>

Fontalvo, H. T. J. (2005). *La calidad en los servicios ISO 9000:2000*. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>

Fuentes, S. (2015). *Propuesta de un sistema de Gestión de mantenimiento preventivo basado en los indicadores de Overall Equipment Efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richard's S.A.C.* (Tesis de Pre grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo-Perú. Recuperado de <http://tesis.usat.edu.pe>

García P, M., & Quispe A., C., & Ráez G., L. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 6 (1), 89-94.

García Alcaraz, J., & Romero González, J., & Noriega Morales, S. (2012). El éxito del mantenimiento productivo total y su relación con los factores administrativos. *Contaduría y Administración*, 57 (4), 173-196.



- García, C. (2015). *Modelo de Gestión de Mantenimiento para incrementar la calidad del servicio en el departamento de alta tensión de STC metro de la ciudad de México*. (Tesis de Maestría). Instituto politécnico nacional. Ciudad de México. Recuperado de <http://148.204.210.201/tesis/1485361991578TESISGARCAES.pdf>
- González, J. (2016). *Propuesta de mantenimiento preventivo y planificado para la línea de producción en la empresa LATERCER S.A.C.* (Tesis de Pre grado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo. Recuperado de <http://tesis.usat.edu.pe>
- Herrera, C. (2014). *Mejoramiento de la eficiencia de una línea procesadora de avena mediante la implantación de la filosofía del TPM.* (Tesis de Pre grado). Escuela superior politécnica del litoral. Guayaquil-Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.espol.edu.ec>
- Jiménez, J., & Castro, A. (2009). *Productividad*. Retrieved de <http://ebookcentral.proquest.com>
- Lefcovich, M. L. (2009). *Gestión total de la productividad*. Retrieved de <http://ebookcentral.proquest.com>
- Lefcovich, M. (2009). Tpm mantenimiento productivo total: un paso más hacia la excelencia empresarial. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>
- Matos P., R. (2012). Desarrollo de un programa de Mantenimiento Productivo Total (MPT) en el área de mezclas especiales de una empresa molinera. *Revista INGENIERÍA UC*, 19 (3), 66-76.
- Marín-García, J., & Martínez, R. (2013). Barreras y facilitadores de la implantación del TPM. *Intangible Capital*, 9 (3), 823-853.

- Muñoz, J. (2014). *Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión de mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado*. (Tesis de Pre grado). Universidad de Ciencias Aplicadas. Lima-Perú. Recuperado de <http://http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc>
- Navarro, E. L., Pastor, T. A. C., & Mugaburu, L. J. M. (1997). *Gestión integral de mantenimiento*. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>
- Orozco,E. (2016). *Diseño de un plan de acción en el marco del Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el molino Inversiones Octavil E.I.R.L., Lambayeque – 2014*. (Tesis de Pre grado). Universidad Señor de Sipán, Chiclayo-Perú. Recuperado de <http://repositorio.uss.edu.pe>
- Ortiz Useche, A., & Rodríguez Monroy, C., & Izquierdo, H. (2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18 (61), 86-104.
- Prokopenko, J. (1987), *Productivity Management*. Recuperado de [http://staging.ilo.org/public/libdoc/ilo/1987/87B09\\_433\\_engl.pdf](http://staging.ilo.org/public/libdoc/ilo/1987/87B09_433_engl.pdf)
- Rajadell, C. M., & Sánchez, G. J. L. (2009). *Lean manufacturing, la evidencia de una necesidad*. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>
- Ricaldi, M. (2013). *Propuesta para la mejora de la disponibilidad de los camiones de una empresa de transportes de carga pesada mediante el diseño de un sistema de gestión de mantenimiento* (Tesis de Pre grado). Universidad Privada del Norte. Trujillo-Perú. Recuperado de <http://www.repositorioacademico.upc.edu.pe>
- Rivera, E. (2011). *Sistema de Gestión de Mantenimiento Industrial*. (Tesis de Pre grado). Universidad Mayor de San Marcos. Lima-Perú. Recuperado de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1661/1/Rivera\\_re.pdf](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/1661/1/Rivera_re.pdf)

- Rodríguez, M. (2012). *Propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento basado en la mantenibilidad de equipos de acarreo de una empresa minera de Cajamarca*. (Tesis de Pre grado). Universidad Privada del Norte. Cajamarca-Perú. Recuperado de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/89/Rodriguez%20del%20Aguilera%20Miguel%20Angel.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Rojas, R. (2014). *Gestión de mantenimiento para mejorar la eficiencia global de equipos en el área 1 de molienda de San Fernando S.A.* (Tesis de Pre grado). Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo-Perú. Recuperado de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/294>
- Singh, S. S. (1997). *Control de calidad total: claves, metodologías y administración para el éxito*. Retrieved from <http://ebookcentral.proquest.com>
- Tirado, V. (2010). *Implementación del sistema de gestión de mantenimiento en equipos comunes de jabonería de planta limpieza de alimentos polar*. (Tesis de Pre grado). Universidad Simón Bolívar. Sartenejas-Venezuela. Recuperado de <http://159.90.80.55/tesis/000148991.pdf>
- Vásquez, C. y Zapata, A. (2016). *Propuesta de una gestión del mantenimiento preventivo para una mejor disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria pesada de la Municipalidad Provincial de Chiclayo*. (Tesis de Pre grado). Universidad Señor de Sipán. Chiclayo, Perú. Recuperado de <http://repositorio.uss.edu.pe/xmlui/handle>
- Viveros, Pablo, Stegmaier, Raúl, Kristjanpoller, Fredy, Barbera, Luis, & Crespo, Adolfo. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 21(1), 125-138. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011>

ANEXOS



Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellido y nombres del experto: *Vergara Sagasti, J. del*

Grado Académico: *Magister*

Cargo e Institución: *Docente USS*

Nombre del instrumento a validar: *Examen*

Autor del instrumento: *Ariana Margheri del Huagro Espejo Castro*

Título del Proyecto de Tesis: *Sistemas de Gestión de Mantenimiento basado en la metodología del ciclo Deming para incrementar para la productividad en la empresa Tumán S.A.A*

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.			15	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems.			15	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables.			15	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.			15	
Viabilidad	Es viable su aplicación.			15	

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) ..... *15* .....

Calificación: (De Deficiente a Muy Bien) ..... *Bueno* .....

Observaciones

.....

Fecha: *12/12/17*

Firma: *[Signature]*

DNI: *1782554*

**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellido y nombres del experto: *Vargas Saghtepuni Joel*  
 Grado Académico: *Magister*  
 Cargo e Institución: *Docente USS*  
 Nombre del instrumento a validar: *Entrevista*  
 Autor del instrumento: *Ariana Margheri del Milagro Espejo Castro*  
 Título del Proyecto de Tesis: *Sistema de Gestión de Mantenimiento basado en la metalogía del ciclo Deming para incrementar la productividad en la empresa Tameán*

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible.				16
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems.				16
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables.				16
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere.			15	
Viabilidad	Es viable su aplicación.				16

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) *16*

Calificación: (De Deficiente a Muy Bien) *Muy bueno*

**Observaciones**

.....  
 .....

Fecha: *12/12/14*  
 Firma: *[Firma]*  
 DNI: *17825517*

**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: Castro Torres Melissa Judira  
 Grado Académico: Ingeniera Industrial  
 Cargo e Institución: Coordinadora de Prácticas Pre Profesionales - USS  
 Nombre del instrumento a validar: Encuesta dirigida a los Trabajadores  
 Autor del instrumento: Ariana Marghori del Milagro Espejo Castro

Título del Proyecto de Tesis: SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL CICLO DEMING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL TUMÁN S.A.A - 2017

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				X
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				X
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				X
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				X
Viabilidad	Es viable su aplicación				X

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 20

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) Muy bueno

**Observaciones**

.....  
 .....

Fecha 11-12-17  
 Firma Melissa Castro  
 DNI 44404778

**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: Castro Torres Melissa Tudira  
 Grado Académico: Ingeniera Industrial  
 Cargo e Institución: Coordinadora de Prácticas Pre Profesionales - USS  
 Nombre del instrumento a validar: Entrevista dirigida al Jefe de Producción

Autor del instrumento: Ariana Marghori del Milagro Espejo Castro

Título del Proyecto de Tesis: SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL CICLO DEMING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL TUMÁN S.A.A - 2017

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy buen De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				X
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				X
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				X
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				X
Viabilidad	Es viable su aplicación				X

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) 20

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) Muy bueno

**Observaciones**

.....  
 .....

Fecha 11-12-17  
 Firma [Firma]  
 DNI 44404448

**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: *Mammel Arasque Becerra.*

Grado Académico: *MBA*

Cargo e Institución: *Coordinador de escuela USS.*

Nombre del instrumento a validar: *Cuestionario*

Autor del instrumento: Ariana Marghori del Milagro Espejo Castro

Título del Proyecto de Tesis: SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL CICLO DEMING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL TUMÁN S.A.A - 2017

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy bueno De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			✓	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			✓	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			✓	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			✓	
Viabilidad	Es viable su aplicación			✓	

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) *14*

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) *bueno*

**Observaciones**

*Las que se indican en el instrumento.*

Fecha *11/02/17*  
Firma *[Firma]*  
DNI *06467545*



**Universidad Señor de Sipán**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

**FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS**

Apellidos y nombres del experto: *Manuel Anaxius Becerra*

Grado Académico: *MBA*

Cargo e Institución: *coordinador de escuela USS*

Nombre del instrumento a validar:  *cuestionario*

Autor del instrumento: Ariana Marghori del Milagro Espejo Castro

Título del Proyecto de Tesis: SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA METODOLOGÍA DEL CICLO DEMING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL TUMÁN S.A.A - 2017

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente De 0 a 5	Regular De 6 a 10	Bueno De 11 a 15	Muy buen De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			/	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			/	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			/	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			/	
Viabilidad	Es viable su aplicación			/	

**Valoración**

Puntaje: (De 0 a 20) .....

*14*

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) .....

**Observaciones**

*los que se indican en el instrumento*

Fecha *11/12/17*  
 Firma *[Firma]*  
 DNI *16467545*

ENTREVISTA DIRIGIDA AL JEFE DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA  
AGROINDUSTRIAL TUMÁN S.A.A

OBJETIVO: Recolectar información necesaria que sirva en el Diseño de un Sistema de gestión de mantenimiento basado en la metodología del ciclo Deming para mejorar la productividad en la empresa agroindustrial TUMÁN S.A.A.

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

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

Sexo: Masculino  Femenino

Cargo que desempeña: \_\_\_\_\_

Área: \_\_\_\_\_

Nivel de instrucción: \_\_\_\_\_

Experiencia en el cargo: \_\_\_\_\_

1. ¿Qué problemas existen en el área de producción?
2. ¿Se presentan fallas en las máquinas?
  - a) Siempre
  - b) A veces
  - c) Rara vez
3. ¿Existe productos defectuosos debido a la falta de mantenimiento en sus máquinas y equipos?
4. ¿Considera que el tiempo empleado en reparar una avería o fallo en la maquinaria, origina problemas? *??*
5. ¿Ha tenido paradas de producción debido a la ausencia de mantenimiento en sus máquinas?  
Si ( ) No ( ) ¿Cómo afectó? ¿Con qué frecuencia?


6. ¿Qué acciones toman cuando se presentan paradas de producción debido a problemas de las máquinas?

*[Handwritten signature]*

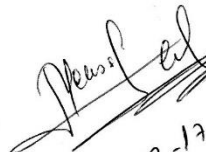
*[Handwritten signature]*  
11-12-17  
44404778

*[Handwritten signature]*  
12/12/17  
41552861

7. ¿Quién realiza principalmente las tareas de mantenimiento?
- El mismo personal de producción
  - Personal especializado de mantenimiento de la empresa
  - Servicio externo
8. ¿Cree Ud. que el mantenimiento de las máquinas es importante dentro de su proceso productivo?  
Sí ( ) No ( ) ¿Por qué? \_\_\_\_\_
9. ¿La empresa cuenta con un plan de mantenimiento de las máquinas?
10. ¿Se mantiene en forma permanente el orden la limpieza y la ~~organización~~ en los puestos de trabajo?
11. ¿Existe buena comunicación entre los operarios?
12. Considera Ud. que es necesario capacitar al personal, ¿con qué frecuencia?



12/12/17  
13825517



11-12-17  
44404778

**ENCUESTA DIRIGIDA A LOS TRABAJADORES DE LA EMPRESA AGROINDUSTRIAL  
TUMÁN S.A.A**

OBJETIVO: Recolectar información necesaria que sirva en el Diseño de un Sistema de gestión de mantenimiento basado en la metodología del ciclo Deming para mejorar la productividad en la empresa agroindustrial TUMÁN S.A.A.

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

Lugar y fecha: \_\_\_\_\_

Sexo: Masculino  Femenino

Cargo que desempeña: \_\_\_\_\_

Área: \_\_\_\_\_

Nivel de instrucción: \_\_\_\_\_

Experiencia en el cargo: \_\_\_\_\_


1. ¿Cree Ud. que se encuentra capacitado para realizar diariamente la inspección de las condiciones de las máquinas?
  - a) Si
  - b) No
2. ¿Con qué frecuencia limpia su área de trabajo?
  - a) Siempre
  - b) A veces
  - c) Rara vez
3. ¿Siente Ud., que la empresa lo apoya y estimula a participar con ideas de mejora dentro de su área de trabajo?
  - a) Si
  - b) No
4. ¿La empresa le proporciona asistencia técnica en la preparación de los estándares de lubricación y limpieza en las máquinas?
  - a) Si
  - b) No

*Pamela*  
11-12-17  
44404478

12/12/17  
17825817

5. ¿La empresa lo involucra en cuanto a la planificación del mantenimiento? ??
- a) Si  
b) No
6. ¿Ud. reporta oportunamente la ocurrencia de fallas en las máquinas?
- a) Si  
b) No
7. ¿Cuál de las siguientes técnicas, sabe que usa la empresa para evitar la repetición de fallas y reducir el número de ocurrencia de éstas? X
- a) AMEF (Análisis de modo y efecto de falla)  
b) RCM  
c) Ninguna  
d) Otro (especifique): .....
8. Ud. se siente en condiciones de atender las fallas inesperadas que puedan ocurrir en la maquinaria?
- a) Si  
b) No
9. ¿Te consideras capacitado para dar soluciones momentáneas con respecto a alguna falla en la máquina?
10. ¿Si hay alguna falla, avisa al supervisor para que comunique a los ingenieros de mantenimiento o personal encargado del mantenimiento de la maquinaria?
- a) Si  
b) No
11. ¿Tiene en cuenta el tiempo de atención con respecto a la falla de una máquina? ??
12. ¿Tiene idea Ud. del funcionamiento mecánico o electrónico de las máquinas? ??



  
11-12-17  
44404778

  
12/12/17  
17825517