



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial

Mejora continua y eficiencia de gestión del mantenimiento en la fábrica de azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A. - 2021

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Autor

Marcial Valverde Chero

Asesor

Ing. Aldo Felipe Laos Bernal

Huacho – Perú
2024



Este trabajo tiene licencia CC BY-NC-ND 4.0. Para ver una copia de esta licencia, visite:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Atribución – No comercial – Sin derivados – Sin restricciones adicionales

Atribución: debe dar el crédito apropiado, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No comercial:** no puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin derivados:** si remezcla, transforma o construye sobre el material, no podrá distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** no puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros hacer cualquier cosa que la licencia permita.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INFORMACIÓN

DATOS DEL AUTOR		
NOMBRE Y APELLIDOS	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Marcial Valverde Chero	15734429	27/10/2023
DATOS DEL ASESOR		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Aldo Felipe Laos Bernal	15614107	0000-0002-5709-3901
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADO – PREGRADO		
NOMBRES Y APELLIDOS	DNI	CÓDIGO ORCID
Jorge Antonio Sánchez Guzmán	17829652	0000-0002-2387-2296
Erlo Wilfredo Lino Escobar	15608475	0000-0003-4889-6646
José Antonio Garrido Oyola	15725918	0000-0002-8191-8600

MEJORA CONTINUA Y GESTIÓN-ANDAHUASI

INFORME DE ORIGINALIDAD

6% <small>EN</small>	3%	0%	3%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	Submitted to University of Strathclyde Trabajo del estudiante	1%
3	Submitted to Laureate Higher Education Group Trabajo del estudiante	1%
4	coanfi.com Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Grand Canyon University Trabajo del estudiante	<1%
6	edukalife.blogspot.com Fuente de Internet	<1%
7	revistas.sena.edu.co Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to City of Glasgow College Trabajo del estudiante	<1%

MEJORA CONTINUA Y EFICIENCIA DE GESTIÓN DEL
MANTENIMIENTO EN LA FÁBRICA DE AZÚCAR
DE LA EMPRESA ANDAHUASI S.A.A. - 2021

ASESOR Y JURADOS



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y SISTEMAS (FII)
Aldo
Ing. ALDO FELIPE LAOS BERNAL
CIP N° 20459

Ing. Aldo Felipe LAOS BERNAL
CIP N° 20459
ASESOR DE TESIS

J. Sánchez
.....
Ing. Ind. Jorge A. Sánchez Guzmán
C.I.P. 38505

Ing. Jorge Sánchez Guzmán
CIP N° 38505
PRESIDENTE
JURADO EVALUADOR

Erlo
.....
ERLO WILFREDO LINO ESCOBAR
INGENIERO INDUSTRIAL
Reg. CIP N° 31652

Ing. Erlo Wilfredo Lino Escobar
CIP N° 31652
SECRETARIO
JURADO EVALUADOR

José Antonio
.....
Ing. José Antonio Garrido Oyola
Ingeniero Industrial
CIP N° 107853

Ing. José Antonio Garrido Oyola
CIP N° 107853
VOCAL
JURADO EVALUADOR

DEDICATORIA

A mis padres, a mi madre María Susana, a mi amada esposa Carmen, a mis queridos hijos Nayelí, Yamir e Illary, así como a mis estimados hermanos, quienes incentivan mi desarrollo personal.

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios mío, por todo y estar siempre conmigo, a mi distinguida madre por la vida y su amor infinito.

RESUMEN

La presente investigación, tiene como objetivo principal, determinar la relación significativa entre la mejora continua y la eficiencia de gestión del mantenimiento, en la fábrica de producción de azúcar perteneciente a la Empresa Azucarera Andahuasi S.A.A., 2021. El estudio fue de corte longitudinal, del tipo descriptivo analítico, con enfoque cuantitativo, de nivel correlacional, y de diseño no experimental. Se analizó el funcionamiento de 24 equipos y/o máquinas de la fábrica de azúcar y la técnica fue la observación y el método deductivo. Los resultados de la investigación indican la existencia de una relación directa y significativa entre las variables en estudio mejora continua y eficiencia de gestión del mantenimiento al lograr una eficiencia global de planta de 87,3%. En conclusión, se logró determinar que si existe una relación positiva significativa entre ambas variables.

Palabras clave: Mejora continua, eficiencia, gestión, mantenimiento.

ABSTRACT

The main objective of this research is to determine the significant relationship between continuous improvement and maintenance management efficiency, in the sugar production factory belonging to Sugar Company Andahuasi S.A.A., 2021. The study was longitudinal, from analytical descriptive type, with a quantitative approach, correlational level, and non-experimental design. The operation of 24 equipment and/or machines of the sugar factory was analyzed and the technique was the observation and the deductive method. The results of the investigation indicate the existence of a direct and significant relationship between the variables under study, continuous improvement and maintenance management efficiency, by achieving a global plant efficiency of 87,3%. In conclusion, it was possible to determine that there is a significant positive relationship between both variables.

Keywords: Continuous improvement, efficiency, management, maintenance.

ÍNDICE

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	4
1.3 Objetivos de la investigación	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.1.1 Internacionales	6
2.1.2 Nacionales	9
2.1.3 Regionales	11
2.2 Bases teóricas	13
2.3 Definición de términos básicos	29
2.4 Formulación de hipótesis	36
2.4.1 Hipótesis general	36
2.4.2 Hipótesis específicas	36
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	37
3.1 Diseño Metodológico	37

3.2 Población y Muestra	37
3.3 Operacionalización de variables e indicadores	38
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.5 Técnicas para el procesamiento de la información	39
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	40
4.1 Aspectos Generales	40
4.1.1 Misión	40
4.1.2 Visión	40
4.1.3 Proceso de producción del azúcar	40
a) Primera fase: Trapiche	40
b) Segunda fase: Elaboración del azúcar	43
4.1.4 Croquis del proceso de obtención del azúcar	47
4.1.5 Listado de equipos utilizados en el proceso de producción	49
4.2 Diagnóstico situacional	60
•Récord de Paros y Tiempo de Paros	60
•Indicadores de gestión	60
•Desfase económico (pérdidas)	64
•Causas y su prevención	65
•Personal de mantenimiento	66
•Confiabilidad del sistema	66
•Mantenimiento preventivo como necesidad urgente	67
•Mantenimiento de la planta como prevención	67
•Mantenimiento de prevención	69
•Programa propuesto	69
•Evaluación	72
•Documentos Técnicos	72

a) Tarjeta de máquina	72
b) Tarjeta de orden de mantenimiento	72
c) Tarjeta de material utilizado	73
d) Tarjeta de inspección	77
•Capacitación	78
a) Entrenamiento	78
b) Charlas	78
•Abastecimiento y logística	79
•Sector de maestranza	79
•El equipo Kaizen	80
CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	81
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
6.1 Conclusiones	84
6.2 Recomendaciones	85
CAPÍTULO VII: FUENTES DE INFORMACIÓN	86
6.1 Fuentes Bibliográficas	86
ANEXOS	91

ÍNDICE DE TABLA

TABLA 1: Operacionalización de variables e indicadores.....	40
TABLA 2: Descripción técnica de los equipos utilizados	52
TABLA 3: Récord de paros y tiempos de paros, año 2021	64
TABLA 4: Indicadores de gestión, año 2021	66
TABLA 5: Programa de mantenimiento preventivo propuesto	75

ÍNDICE DE FIGURA

FIGURA 1: Diagrama de Operación del Proceso de Elaboración del Azúcar	50
FIGURA 2: Organigrama de Mantenimiento Propuesto	71
FIGURA 3: Formato de Ficha de Máquina	78
FIGURA 4: Formato de Orden de Trabajo	80
FIGURA 5: Formato de Vale de Material	81
FIGURA 6: Formato de Listado de Inspección	82

INTRODUCCIÓN

La presente investigación titulada Mejora Continua y Eficiencia de Gestión del Mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021, se basa en tres puntos importantes que en estas últimas décadas son utilizadas en toda empresa sobre todo de producción, como son la mejora continua, la eficiencia y la gestión. En ese sentido, Chase, Aquilano y Jacobs (2000) indican que toda empresa acorde a los nuevos tiempos y basándose en la competitividad, deben de establecer eficiencia y eficacia mediante la mejora continua, la cual es una filosofía por la cual el perfeccionamiento de los procesos debe ser una constante para que los productos y/o servicios de una empresa sean preferidos por los potenciales clientes. Así pues, el mejoramiento continuo está directamente relacionado con todos los entes involucrados a los procesos de producción incluyendo fuerza laboral y gerencial o administrativa.

Asimismo, Jack, F. (2008) menciona que la eficiencia se establece por la medición de indicadores claves de desempeño, importantes para la generación de estrategias y así alcanzar los objetivos. Factores como costo, tiempo, uso adecuado de materiales y de recursos humanos, etc., importantes para el cumplimiento de la calidad propuesta, constituyen elementos inherentes a la eficiencia.

Por otro lado, Becerra (2014) señala que al medir la gestión mediante parámetros se permite evaluar un conjunto de actividades propias de la función mediante la supervisión, la planificación, control y ejecución, permitiendo que los recursos de una organización sean utilizados de manera eficiente, para lograr los objetivos propuestos que satisfacen los requerimientos no solo de la empresa sino también de los clientes potenciales.

La investigación está organizada de la manera siguiente: en el capítulo I se presenta el planteamiento del problema, donde se detalla la realidad problemática, luego la formulación

del problema, así como los objetivos de la investigación general y específicos. En el capítulo II, el marco teórico, que comprende los antecedentes del estudio, el mismo, que detalla las investigaciones relacionadas con el estudio, en las bases teóricas, se fundamenta las teorías sobre mejora continua, gestión del mantenimiento, entre otras. Así como el planteamiento de las hipótesis. La metodología en el capítulo III, presentando el diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas y herramientas de recolección de datos, así como las técnicas para el procesamiento de la información. Los resultados en el capítulo IV, en el capítulo V se presenta el análisis y discusión de resultados, en el capítulo VI las conclusiones y recomendaciones y por último las fuentes de información y anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

Todo proceso de producción tiene como soportes; la maquinaria, la materia prima, la mano de obra, edificaciones e instalaciones y los factores de transformación. Tales elementos con una eficiente interacción, deben conducir a una producción de alta calidad, sustentable en el tiempo y de óptimo costo.

En el escenario mundial de los sistemas de producción, se apunta al cumplimiento a tiempo, de las altas exigencias del mercado de competencia, que en caso contrario afecta la fidelidad de los clientes y por ende, la rentabilidad empresarial.

En tal sentido, surge la filosofía de la mejora continua en los procesos productivos, con la finalidad de desarrollar el trabajo, cada día mejor, en bien del cumplimiento de los programas de producción.

La filosofía de la mejora continua, muy desarrollada y aplicada en el mundo; en el caso del mantenimiento industrial, hace que los sistemas de gestión del mantenimiento, apunten a ser cada vez más eficientes.

En el Congreso Mundial de Mantenimiento, realizado en la ciudad de Estocolmo, en Suecia; se debate y concluye que todo Sistema de Mantenimiento debe acreditarse en la filosofía de la Mejora Continua, constituyéndose ésta, como el verdadero soporte de un fluido proceso de producción. Es en este foro, donde también se acuerda, que sólo se debe hablar de dos tipos de mantenimiento; el correctivo y el preventivo, éste último, con una probada bondad de beneficio del 20% al 30% sobre las utilidades existentes.

Países como Alemania, Inglaterra, Francia, Japón, Italia, Estados Unidos de Norte América, Corea, entre otros; lideran la práctica de la mejora continua en sus procesos de producción.

- En el ámbito latinoamericano, Brasil y Chile, marcan el liderazgo de las mejoras continuas de los procesos productivos.
- En el Perú, se está incrementando, la práctica de la Filosofía de la Mejora Continua, en la medida de la certificación de los ISO, que quieran obtener las empresas de nuestro país. Pero más que eso, el personal de las organizaciones, se están involucrando en esta filosofía, como una forma de alcanzar la excelencia en sus labores.
- En nuestro país, el sector agroindustrial, como actividad emergente e importante en la contribución al PBI, se esmera por alcanzar un nivel de competitividad y calidad de sus productos; que le permitan crecer en el mercado nacional e internacional.
- En nuestra región contamos con tres empresas agroindustriales asociadas a la producción de azúcar, siendo la más representativa la Empresa Agraria Azucarera Andahuasi S.A.A.
- Empresa Andahuasi S.A.A., se ubica en el distrito de Sayán, Provincia de Huaura, Región Lima - Provincias. Tiene como actividad principal la producción de azúcar, para consumo doméstico e industrial, considera sus turnos de trabajo de 8 horas, habiendo 3 de ellos al día sin parar, cuya producción diaria es en promedio de 6,600 bolsas; cantidad programada por el Departamento de Producción.

- Sucede el caso que, en el año 2020, ocurrieron 317 paros imprevistos, que implicaron la pérdida de 875 horas de producción; y que a la vez retrasaron las entregas a los clientes. Siendo el reporte indicado, el centro de la problemática; se puede afirmar, que ello sucedió por falta de una política social preventiva entre los trabajadores y la gerencia, dentro de una filosofía de mejora continua, aunado a la escasa actualización de conocimientos de gestión moderna del mantenimiento; tanto a nivel jerárquico como de operarios.
- En lo que va del año 2021, la situación no ha mejorado y a la fecha se reportan 420 paros imprevistos por deficiencias de máquina; preocupando a la Administración, esta repetida situación.
- Ante ello, quien suscribe la presente investigación, obtiene el permiso respectivo para realizar el estudio sobre una propuesta de mejora continua para optimizar la eficacia del Sistema de Mantenimiento, en la Planta Azucarera de la Empresa Andahuasi S.A.A., y así contribuir a la mayor disponibilidad y confiabilidad de las maquinarias.

1.2 Formulación del problema

La formulación hecha de forma interrogativa, es la siguiente:

1.2.1 Problema general

¿La mejora continua tiene relación significativa por la eficiencia de gestión del mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Existe relación entre mejora de la conservación de máquinas y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021?
- ¿Existe relación entre la mejora de capacidades, adiestramiento del personal, y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021?
- ¿Existe relación entre la mejora de métodos de trabajo, y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021?

1.3 Objetivos de la investigación

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

1.3.1 Objetivo general

Determinar la relación significativa entre la mejora continua y la eficiencia de gestión del mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021.

1.3.2 Objetivos específicos

- Establecer la relación significativa entre la mejora de la conservación de máquinas y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021.
- Analizar la relación entre la mejora de capacidades y adiestramiento del personal, y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021.

- Analizar la relación entre la mejora de métodos de trabajo, y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Internacionales

Flores, H. (2015) Propuesta de Mejora Continua para una Planta de Fundición de Aluminio bajo la Aplicación de Técnicas de Lean Sigma. Instituto Politécnico Nacional.

En este trabajo se plantea la propuesta de mejora continua, orientada a los procedimientos de fundición de una planta manufacturera cuyos procesos tienen como producto final componentes eléctricos. Dicha propuesta se basa en el establecimiento de dos metodologías denominadas Manufactura Limpia o sin desperdicios (Lean Manufacturing) y Seis Sigma (Six Sigma), aplicadas a nivel mundial con excelentes resultados. Mediante estas dos metodologías, se propone incrementar el servicio en sus diferentes niveles para disminuir la demora o tiempo de producción elaborados mediante dos procesos, fusión y moldeo de la materia prima, mayormente aluminio.

El desarrollo del estudio partió del análisis del flujo de la cadena de valor (VSM, Value Stream Mapping) a los dos procesos de moldeo que adopta la empresa, necesarios para la elaboración de sus principales productos. Este análisis del flujo fue la herramienta crucial que permitió analizar el estado actual de los procesos, determinar los diversos desperdicios de manufactura que cuenta la compañía y generar la estrategia global de mejora continua. La recolección de los datos emanados de los procesos, de las áreas y de todo el equipo relacionado a ellos, permitió a través del seis sigma una gran mejora, direccionándose la técnica

correcta de Lean Manufacturing en los procesos de fundición, previo a ello, como se dijo hubo la necesidad de detectar los errores como piezas defectuosas, mantenimiento no adecuado y la demora en los tiempos para la producción. Finalmente, como resultado se indica que será posible la reducción del lead time o tiempo de espera de la producción en más del 50% incrementando así el nivel de servicio.

Yarto, M. Modelo de Mejora Continua en la Producción de Cartón Corrugado en Empresas de la Ciudad de México.

El objetivo de esta investigación fue el de determinar observar la mejora continua a través de la participación del personal y establecer la relación activa de estos con la productividad en la Ciudad de México y asimismo establecer un modelo que establezca las estrategias necesarias de crecimiento y productividad. Para esto se plantea medidas que hagan efectiva la participación del personal para reducir los problemas emergentes, considerando a su vez los conceptos y teorías de productividad y a la vez de mejora continua. Sobre productividad también se observó su evolución a través del tiempo, siendo a partir de la mitad del siglo XX en que adquirió relevancia, hablándose inclusive de Productividad Sistémica en términos industriales, donde se incluye al estudio del desempeño del personal en todos sus niveles obreros, empleados, gerencia, etc. La investigación desarrolló el método hipotético y deductivo, siguiendo una base tecnológica para la construcción del modelo de mejora continua. Los resultados preponderantes fueron que los factores para la mejora continua son el adiestramiento, capacitación y preparación del personal y a la vez el apoyo gerencial y administrativo. Otro factor importante es la calidad del material como materia

prima. Se estableció el indicador TOYA para la medición de los efectos de la mejora continua al hacer intervenir activamente la participación del personal. Este indicador es aporte del trabajo de tesis, teniendo como base la investigación bibliográfica y práctica de la productividad.

Constante, J. (2014) Mejoramiento de la Producción de una Planta Embotelladora de Cerveza Super Línea de Cervecería Nacional. Guayaquil. Este proyecto se enfoca en un análisis estructurado de los componentes de la producción para las óptimas condiciones de la infraestructura, instalaciones, maquinarias y equipos, con la finalidad de captar un porcentaje alto de eficiencia. Se evaluó el sistema de producción y se encontró hallazgos como continuas averías y el stock de inventario en niveles altos para minimizar el tiempo por las paradas de manera intempestiva, afectando directamente el costo de operación, que finalmente se le agrega al producto final.

La metodología utilizada se basó en evaluar y administrar la información sobre fallas de todos los equipos dentro de la fábrica, observando por qué suceden y como mejorar el sistema de producción, sobre todo orientado a salvar las averías que son de consideración, para lo cual se estableció un control para los costos de mantenimiento, eficiencia y vigencia de los equipos y del desempeño adecuado del mantenimiento realizado mediante un plan debidamente estructurado y evaluado por los técnicos a cargo. Todo esto permitió verificar y evaluar la gestión del área de envase. Los resultados obtenidos fueron más que halagadores, reduciendo las averías a un 22%, y como logro importante de esta metodología, se confirmó que la participación de los operarios es importante para identificar y prevenir errores técnicos en los equipos especialmente en la operación misma.

Se evidenció que la planeación del mantenimiento partiendo de las competencias y capacidades del personal encargado a través de tareas de rutina y de prevención, dieron magníficos resultados. La implementación del nuevo sistema de mantenimiento y prevención fue analizada además a través del costo, riesgo y beneficio; determinando la factibilidad del proyecto y logrando que el programa logre la mejora continua que la empresa necesita.

2.1.2 Nacionales

Reyes, M. (2015) Implementación del Ciclo de Mejora Continua Deming para Incrementar la Productividad de la Empresa Calzados León en el año 2015, Trujillo - Perú.

Esta tesis tuvo como objetivo implementar dentro de sus procesos la mejora continua debido a la baja productividad mediante el ciclo Deming dentro de la empresa para incrementar su productividad, para lo cual utilizó herramientas de gestión denominada “las 5 s”, cartas de control, eficiencia de prácticas de manufactura y capacitación motivacional.

Tuvo como diseño de estudio el pre experimental ya que se comparó mediante muestra por conveniencia, la producción antes y después de implantar la mejora a los procedimientos, con lo que se encontró diferencia significativa entre ambos meses. El estadístico de prueba fue la T-Student que arrojó un p-valor = 0.000875 y como resultado de tal implementación se incrementó un 25% en la productividad y un ahorro de 4% de insumos para los procesos. También se utilizó el estadístico de prueba Wilcoxon, el que luego de los cálculos se obtuvo un p-valor = 0,012 el cual se interpreta como que la aplicación de la técnica de Deming

para el ciclo de mejora continua permite un incremento en la productividad, traducido en un ratio de costo beneficio de 2,41 el cual es medianamente significativo.

Tafiir, M. & Fernández, J. (2013) Propuesta de Diseño de un Sistema Integrado de Gestión para mejorar las Operaciones de la Empresa Hidrandina S.A - Trujillo.

La empresa en estudio pertenece al sector energía, dedicada desde 1995 al comercio y distribución de energía, en el norte de Perú, desde Chimbote hasta Chepén, incluyendo Huaraz. La empresa trabaja bajo la norma ISO 9001:2008, planteándose la necesidad rediseñar su sistema de gestión, basándose en un enfoque por procesos, dentro de ellos la mejora continua, teniendo como falla la no identificación de los peligros ambientales ni del cumplimiento normativo de seguridad y salud.

Finalmente, el trabajo de tesis, propuso acciones para emprender el cumplimiento de las leyes y normatividad vigente para una gestión de calidad eficiente y mediante cálculos determinó que al primer año se podrá reducir aproximadamente 21000 soles por calidad de servicio, 450 000 soles al reducir el tiempo de horas-hombre y aproximadamente 370 000 soles por fallas que generan impacto negativo en el medio ambiente. Aproximadamente el VAN sería de 156 000 soles, un TIR de 66% y un BC de 1,38.

Gonzales, J. (2016) Propuesta de Mantenimiento Preventivo y Planificado para la Línea de Producción en la Empresa la Tercer S.A.C.” Chiclayo.

El presente trabajo propone la elaboración de los lineamientos que deben adoptarse en la información del mantenimiento preventivo, ya que la línea de

producción solo recurre a un mantenimiento correctivo lo cual perjudica la productividad, lo que ocasiona pérdida de tiempo y fallas en el cumplimiento del tonelaje a producir. Luego de realizado el diagnóstico a los procedimientos de mantenimiento, se propone una metodología de seguimiento de la actividad de los equipos y sus respectivos puntos críticos de los mismos, y que deben de establecerse en las tarjetas mismas de cada uno de ellos, de tal manera que sea rápida la intervención en caso de fallas.

Como resultado se obtuvo un programa para el mantenimiento preventivo, garantizando la confiabilidad de la maquinaria en su conjunto durante el proceso mismo de producción, aumentando asimismo la capacidad de operación y de seguridad de funcionamiento. Como conclusión, se llegó a que la producción aumentara de 410 millares a 460 millares en promedio, lo cual es un aumento perfectamente plausible de aproximadamente 10%.

2.1.3 Regionales

Mendoza, K. (2017) Propuesta de mejora de procesos en una empresa fabricante de bebidas rehidratantes, 2017.

Esta investigación tiene como objetivo el mejoramiento del proceso productivo, reducción de los costos de operación, incremento de la eficiencia y, por tanto, la satisfacción de los clientes, generando la apertura para nuevos clientes potenciales. Para esto, en primer lugar, se observó holísticamente el proceso de manufactura. La investigación fue del tipo proyectiva, no experimental y con diseño transversal/longitudinal. La población en estudio fueron 30 empleados que participan en el proceso productivo a quienes se les administró un cuestionario.

Como resultado se obtuvo un 63% de deficiencia sobre condicionamiento, proponiéndose la implementación de la metodología 5S además de la Jidoka, para eliminar tiempos de espera y de transporte.

Álvarez, S. (2015) Propuesta de un Sistema de Mejora Continua, en el Proceso de Producción de Productos de Plástico Domésticos Aplicando la Metodología PHVA.

El estudio está orientado a implementar el sistema de mejora continua dentro en el proceso de producción de la empresa LEÓN PLAST EIRL, dedicada a la producción y comercialización de plástico doméstico como colgadores de ropa chupones, bisagras, etc. El sustento de la investigación está en la metodología PHVA, la cual permite escoger las herramientas de calidad como PQ y ABC.

Se implementó la metodología 5s, realizando la redistribución de los procesos incluyendo las maquinarias, obteniendo orden limpieza, señalización, etc. y reduciendo el tiempo ocioso de traslado de productos de un lugar a otro.

Como resultados, se obtuvo una productividad de 16% para los colgadores, 36% para los chupones y para bisagras un 92%. También mejoraron los indicadores financieros con un VAN: de S/. 1, 087,000 y a la vez una TIR de: 92%.

Alayo, R. & Becerra, A. (2014) Implementación del Plan de Mejora Continua en el Área de Producción aplicando la Metodología PHVA en la Empresa Agroindustrias Kaizen.

El proyecto se desarrolló en la empresa Agro Industrias Kaisen, cuya línea es la producción y comercialización de alimentos balanceados para mascotas (perros, gatos, etc.), teniendo como objetivo la contribución a la mejora continua, aumento de la rentabilidad y mayor eficiencia de la operación de los procesos, sin dejar de

lado la seguridad de los trabajadores. Se utilizó herramientas como ciclo Deming, Scorecard Balanced, metodología “5S”, evaluación de riesgos o IPER, fallas y/o efectos, trazabilidad y tratamiento de errores de entrega o productos no conformes.

Como resultados, se obtuvo la disminución de tiempos perdidos en horas/hombre, el mantenimiento no planificado se disminuyó de 86% a 24%, la efectividad en el proceso aumentó de 62% a 82% y se obtuvo además mejor interrelación entre las áreas de la empresa.

2.2 Bases teóricas

Los fundamentos teóricos, que fundamentan el presente estudio, y cuyos contenidos se expondrán en el Libro de Tesis; son los siguientes:

- **Sistema de Producción**

Hernández, R. y otros (2009). La producción es el acto intencional de producir algo útil. De ninguna manera limita el método por el cual algo se produce, pero elimina la generación accidental de productos. La definición de producción se modifica para incluir el concepto de sistema, diciendo que un sistema de producción es el proceso específico por medio del cual los elementos se transforman en productos útiles. Un proceso es un procedimiento organizado para lograr la conversión de insumos en resultados.

Una unidad de producción normalmente requiere de varios tipos de insumos. En un proceso industrial los insumos dan cuenta de la mayor parte del costo variable de producción. Los medios de conversión están asociados con el costo fijo, y la producción

con los ingresos. La utilidad depende de la relación de los costos variables y fijos, con respecto a los ingresos, es decir, de la interacción de costos de insumo y de conversión con los ingresos obtenidos a base de la producción.

Cualquier sistema es una colección de componentes interactúales; el objetivo de un sistema podría ser producir un componente que se va a ensamblar con otros componentes para alcanzar el objetivo que es un sistema mayor.

Por sistema de producción se refiere a una serie de elementos organizados, relacionados y que interactúan entre ellos, y que van desde las máquinas, las personas, los materiales, e incluso hasta los procedimientos y el estilo del management, todos esos componentes relacionados hacen que las materias primas y la información que intervenga en el proceso, sea transformada y llegue a ser un producto o servicio terminado, teniendo un resultado de calidad, costo y plazo. El sistema de producción es aquel sistema que proporciona una estructura que agiliza la descripción, la ejecución, y el planteamiento de un proceso industrial. Los administradores de operaciones toman decisiones que se relacionan con la función de operaciones y los sistemas de transformación que se emplean en la empresa. De manera similar, los sistemas de producción tienen la capacidad de involucrar las actividades y tareas diarias de adquisición y consumo de recursos. Estos son sistemas que utilizan los gerentes de primera línea dada la relevancia que tienen como factor de decisión empresarial. El análisis del sistema permite familiarizarse de una forma más eficiente con las condiciones en que se encuentra la empresa en referencia al sistema productivo que se aplica, (pág. 21).

- **Sistema de Mantenimiento**

Un Sistema de Mantenimiento es un conjunto de funciones que están orientadas a brindar el mayor soporte a la gestión de mantenimiento y lograr así los objetivos de una alta disponibilidad. (Kardek, 2002).

Lo que busca el Sistema de Mantenimiento en general es incrementar al máximo la disponibilidad de los recursos. Entendiendo por disponibilidad que el equipo se encuentre en buen estado de funcionamiento la mayor parte del tiempo, cumpliendo así los propósitos para lo cual fue diseñado.

Las ventajas que proporciona un Sistema de Mantenimiento son: mayor disponibilidad, incrementar la vida útil de los recursos, reducir los costos de reparaciones, reducir los tiempos muertos, aumentar la confiabilidad, mejorar las condiciones de operación y trabajo, propiciar un mejor ambiente laboral y enseñar con calidad.

En mantenimiento, su organización, planificación e información, deben estar encaminados a la consecución de varios objetivos; al respecto Muñoz, 2004.

En su estudio cita lo siguiente:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.
- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.
 - Evitar, reducir, y en su caso, reparar las fallas sobre los bienes precitados.
 - Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
 - Evitar detenciones inútiles o parada de máquina.
 - Evitar accidentes.

- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Alcanzar a prolongar la vida útil de los bienes.

En resumen, se puede mencionar que el mantenimiento encierra todo lo referido a la organización, aplicación y ejecución de toda actividad que brinde, mejore y conserve el funcionamiento de una maquina al más bajo costo posible.

- **Gestión del Servicio en el Mantenimiento**

Becerra (2014) Parámetro de referencia para evaluar, a través, de la supervisión de la planificación, ejecución y control, el conjunto de actividades propias de la función, que permiten el uso efectivo y eficaz de los recursos con que cuenta la Organización, para alcanzar los objetivos que satisfacen los requerimientos de los diferentes grupos de interés, cuyo objetivo básico consiste en incrementar la disponibilidad de los Sistemas Productivos (activos), partiendo de la ejecución de los mismos, mediante las mejoras incrementales a bajo costo, para ser competitivo, logrando que funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto de operación.

Es por ello, que al combatir el estigma asociado al riesgo que se toma, y el potencial fracaso, las Empresas pueden abrir la mente a la idea de ver en el mantenimiento una oportunidad de mejorar y no un costo más que perjudica la rentabilidad. Por eso, se plantea como un recurso importante de la Organización de las Empresas entender y comprender la Gestión del Mantenimiento para lograr un alto desempeño que se enfoque a la Excelencia.

En este sentido, la Gestión del Mantenimiento se orienta a la búsqueda de metas comunes que deben ser desarrolladas y entendidas con el fin de reducir las restricciones, cuya consecución será el éxito de la Empresa, y por ende del Negocio. Hoy, esta meta común, se basa en la existencia de la conformidad de la calidad de los procesos y la aceptación de los resultados obtenidos, todo bajo el concepto de la Excelencia en la Organización, (pág. 5).

- **La mejora continua, como filosofía en la Gestión de Operaciones**

Teece y Pisano (1994). La Mejora Continua no es simplemente un conjunto de técnicas y procedimientos o cambios en las prácticas de trabajo concretas, sino una filosofía, un cambio en las ideas y principios de la cultura de la organización; una concepción de la dirección estratégica de la empresa, que se apoya en una serie de herramientas y que forma parte política de algunas de las empresas más importantes del mundo. Su aplicación implica cambios en dos niveles: ideológico y práctico. Supone un trabajo continuo orientado hacia la innovación. Todas las técnicas y herramientas basadas en la Mejora Continua tienen como objetivo primordial mejorar la calidad de los productos y la eficiencia de los procesos. La clave para conseguirlo es el conocimiento, su creación y combinación para el desarrollo de nuevas capacidades en la empresa. Este es el punto que une las ideas que sustentan la Mejora Continua con el enfoque de Recursos y Capacidades la Mejora Continua puede considerarse como una “capacidad dinámica”, es decir, permite consolidar una ventaja competitiva, que no está basada en un producto concreto o una posición en el mercado determinada, sino en una serie de atributos que se van formando a lo largo del tiempo.

Bessant y Caffyn (1997). Una capacidad dinámica está constituida por tres elementos que son trayectoria, posición y proceso. Los dos primeros dependen de los recursos y capacidades acumulados y de la posición que la empresa es capaz de mantener en el mercado. Sin embargo, el último depende de una serie de comportamientos y rutinas que la organización debe favorecer a través de una estrategia basada en la innovación, el aprendizaje y el cambio continuo. Estos comportamientos se desarrollan lentamente en la empresa y son difíciles de copiar y transferir. El interés del estudio de una estrategia basada en la MC, es que proporciona los mecanismos necesarios para implicar a toda la organización en un sistema enfocado a la creación de capacidades dinámicas y de conocimientos que se convierten en habilidades exclusivas de las empresas que los han desarrollado.

- **Calidad del Servicio de Mantenimiento**

Bueso, M. (2008) La calidad en el servicio de mantenimiento a los equipos de servicio ;a los equipos de proceso y a las instalaciones en general; está determinada por el nivel de uso de tecnología de organización que manifiesta el personal profesional que coordina y dirige esta estructura orgánica; y se manifiesta en planes y programas para la ejecución apropiada de trabajos predictivos; preventivos y correctivos en cada uno de los equipos que conforman el sistema de proceso; con el propósito de optimizar el rendimiento de los mismos; su duración y su calidad. Al existir limitaciones técnicas y administrativas en una estructura de mantenimiento; hay inexistencia de documentación pertinente a este; como, por ejemplo; no existencia de registros e historial de los equipos; no existencia de fichas donde se anotan y recopilan datos de interés; no existencia de solicitudes de órdenes de trabajo para proporcionar los servicios de

mantenimiento de emergencia; rutinarios y programables; no existencia de elaboración de hojas de planeamiento diario para el reconocimiento y distribución del trabajo; no existencia de elaboración de reportes y registro de actividades realizadas, equipos en los que se trabajó, tiempo que se utilizó y materiales que se asignaron. En conclusión; la calidad en el servicio de mantenimiento a los equipos de servicio; a los equipos de proceso y a las instalaciones en general; está determinada por un conjunto de conocimientos técnicos y administrativos que junto con las experiencias necesarias; permite mantenerlos y operarlos en condiciones favorables conforme a especificaciones bajo las cuales fueron diseñados.

- **Análisis de modos y efectos de fallos**

Datalyser (2015) Es actualmente la técnica más utilizada para el análisis de riesgos. El análisis de riesgos es una actividad humana muy natural. Como ejemplo, cuando se conduce un automóvil, usted hace continuamente una evaluación de los riesgos y ajusta su comportamiento si los riesgos aumentar o disminuyen. El análisis de riesgos sigue siendo una parte esencial de nuestro negocio. Analizamos rutinariamente situaciones y tomamos medidas para minimizar los riesgos posibles de la empresa. AMEF es un método efectivo para diseñar y producir análisis de riesgo. Se examinan los procesos de diseño y fabricación, e identifican oportunidades para las deficiencias y defectos que pueden conducir a la insatisfacción del cliente. Antes de profundizar en los detalles, podemos empezar por la realización de una prueba. Caminar a lo largo de su proceso de producción y preguntate: “¿Qué puede pasar aquí con el producto que afectará a la satisfacción del cliente?” “¿Qué estamos haciendo?”. Preguntar al personal de producción lo que va mal en el proceso y considerar cómo puede afectar el producto.

El AMEF proporciona una herramienta para capturar todo este conocimiento de una manera estructurada, y ofrece posibilidades de tomar medidas que reduzcan el riesgo de un cliente decepcionado al mínimo.

- **Herramienta de Administración del Mantenimiento Industrial**

Para ejecutar satisfactoriamente la administración del mantenimiento y obtener resultados cuantitativos que ayuden a tomar decisiones, se necesita de ciertos instrumentos o herramientas que faciliten el trabajo. Gracias al uso de estas herramientas se pueden planear, organizar y controlar mejor las actividades de mantenimiento.

Algunas de estas herramientas de acuerdo a Smith (1993) y Suzuki (1994) se explican a continuación:

Índice ICGM (RIME)

Para Smith (1993), esta herramienta es importante porque en muchas ocasiones los problemas tanto de maquinaria, equipo o instalaciones se pueden presentar al mismo tiempo, haciendo difícil al departamento de mantenimiento el asignar prioridades.

Análisis de problemas

Otra herramienta citada por Smith (1993) es el análisis de problemas. Su objetivo es minimizar las fallas y las quejas de los clientes y del personal. Esta herramienta puede combinarse con otros métodos para obtener un análisis más profundo y exacto de la situación.

Inventario jerarquizado

En una industria es importante saber cuáles son los pares de los recursos que nos afectan más, es decir, se debe tener una clasificación de los recursos que son vitales, importantes y triviales.

Costo mínimo de mantenimiento

Otra herramienta considerada importante por Smith (1993) es el costo mínimo de mantenimiento, el cual define como el punto de equilibrio entre el costo de mantenimiento y el costo de tiempo de paro.

Mantenimiento y Fiabilidad del equipo

De acuerdo a Smith (1993) la mantenibilidad es “la rapidez con la cual las fallas, o el funcionamiento defectuoso en los equipos son diagnosticados y corregidos, o el mantenimiento es ejecutado con éxito.

AMEF

Esta herramienta es usada por varios autores como Smith (1993) y Suzuki (1994) es una de las herramientas más utilizadas en la ingeniería de fiabilidad. El objetivo de esta herramienta es identificar los modos de falla del equipo, es decir la manera en que el personal detecta que el equipo está trabajando mal, sus causas, y finalmente los efectos que pueden resultar durante la operación, con el propósito de eliminar las fallas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas.

- **Tipos de Mantenimiento en la Gestión del Mantenimiento**

En la actualidad, el mantenimiento se puede clasificar, de acuerdo a las actividades y

planes de acción, en tres tipos: el preventivo, el predictivo y el correctivo.

1. Mantenimiento preventivo

Cuero (2012). El mantenimiento preventivo puede ser definido como: las acciones realizadas durante un tiempo o un programa automatizado para detectar, impedir o mitigar la degradación de un componente o sistema con el objetivo de mantener o ampliar su tiempo de servicio a través del control de la degradación a un nivel aceptable. El mantenimiento preventivo está basado principalmente en el tiempo.

El mantenimiento preventivo debe ser considerado para los componentes y sistemas que afectan las operaciones confiables y seguras de la planta. Las inspecciones y las actividades de lubricación deben ser realizadas en intervalos apropiados determinados por las recomendaciones de la experiencia operativa y/o del fabricante. La eficacia del trabajo de mantenimiento preventivo debe ser periódicamente evaluada en un nivel de mando apropiado y los resultados usados para introducir mejoras como parte del proceso de mejora continua (Mantenimiento Industrial CR, 2015).

Las técnicas a usar en el mantenimiento preventivo deben estar basadas en:

- ✓ Las recomendaciones de los fabricantes de los equipos detalladas en los manuales técnicos.
- ✓ Diagramas, planos.
- ✓ La experiencia del personal técnico.
- ✓ Procedimientos técnicos, listado de trabajos a efectuar periódicamente.
- ✓ Control de frecuencias, indicación exacta de la fecha a efectuar el trabajo.

- ✓ Registro de reparaciones, refacciones, material y costos que ayuden a planificar.
- ✓ Confiabilidad: los equipos operan en mejores condiciones de seguridad ya que se conoce su estado y sus condiciones de funcionamiento.
- ✓ Disminución del tiempo muerto y tiempo de parada de maquinaria y equipos.
- ✓ Disminución de existencias en el almacén y por lo tanto sus costos, puesto que se ajustan los repuestos de mayor y menor consumo.
- ✓ Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento debido a un programa de actividades.

2. Mantenimiento predictivo

Padilla (2014). E mantenimiento predictivo puede ser definido como: las medidas que descubren el inicio de un mecanismo de degradación, permitiendo la eliminación o control de cualquier imperfecto antes de que ocurra cualquier empeoramiento significativo en el estado físico del componente. El mantenimiento predictivo está basado principalmente en la necesidad de mantenimiento de la condición real de la máquina antes que en algún programa surja.

Las técnicas de monitoreo a condición (análisis de vibración, análisis de aceites, termografías, entre otras) deben ser usadas para evaluar el funcionamiento de equipo donde sea económicamente aplicable. El grado de tiempo y esfuerzo provisto al proceso de mantenimiento predictivo, y la opción de tecnología usada, debe ser seleccionado según el grado de criticidad del equipo y su impacto sobre objetivos comerciales del negocio.

En lo posible, las técnicas de mantenimiento predictivo deben estar basadas en:

- Las recomendaciones de los fabricantes de los equipos en los manuales de mantenimiento.
- Análisis estadísticos.
- La experiencia del personal técnico especializado.

La aplicación de esta técnica trae consigo una serie de ventajas, producto del procedimiento de diagnóstico que se realiza. Estas son:

- Menor costo de las reparaciones.
- Reduce tiempos de parada.
- Permite seguir la evolución de un defecto en el tiempo.
- Optimiza la gestión del personal de mantenimiento.
- Conocer con exactitud el tiempo límite de actuación que no implique el desarrollo de un fallo imprevisto.
- Toma de decisiones sobre la parada de una línea de máquinas en momentos críticos.
- Confección de formas internas de funcionamiento o compra de nuevos equipos.
- Permite el conocimiento del historial de las actuaciones para ser utilizada en el mantenimiento correctivo.
- Facilita el análisis de las averías.
- Permite el análisis estadístico del sistema.

3. Mantenimiento correctivo

Cuero (2012). El mantenimiento correctivo se realiza para identificar o corregir un problema, es decir, reparar cuando algo falla. Consiste en actividades realizadas cuando se reacciona a una interrupción de un sistema, subsistema, o parte de un equipo o servicio. Este tipo de mantenimiento engloba varios tipos de gestiones correctivas, las cuales pueden ser:

- Mantenimiento de emergencia.
- Mantenimiento de rutina (parada y no parada).
- Trabajo menor. Este trabajo incluye las tareas que pueden llevar menos de una hora, no requieren partes y no hay ningún tipo de beneficio evidente para capturarlo en un historial.

La planta debe tener un proceso establecido para tratar el riesgo futuro de cualquier falla de planta.

Si el riesgo es de magnitud suficiente, el mantenimiento correctivo debe incluir una investigación de análisis de la causa raíz. Las causas que pueden originar un paro imprevisto se deben a desperfectos no detectados durante las inspecciones predictivas, a errores operacionales (personal técnico), a la ausencia de aplicación de técnicas de prevención o detección, a requerimientos de producción que generan políticas como la de “repara cuando falle”.

Olarte (2010) Pero también pueden ser causadas por modos de falla asociadas al equipo, que puede ser debido a la calidad en el desempeño interno o por factores asociados a los procesos.

Dentro de las acciones correctivas de mantenimiento se pueden contemplar en dos tipos de enfoque:

- Acción paliativa o de campo: es la acción que se efectúa de manera rápida para restablecer la operatividad, es decir; se encarga de la reposición del funcionamiento, aunque no quede eliminada la fuente que provocó la falla.
- Acción curativa (de reparación): esta se encarga de reparar propiamente, para restablecer el funcionamiento y eliminando las causas que han provocado la falla.

✓ **El Mantenimiento y su relación con la seguridad**

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

El mantenimiento de los equipos es una parte fundamental si hablamos de seguridad industrial, ya que debemos considerar que los costos o la pérdida de tiempo que acarrearán los daños a los equipos por mal manejo o por falta de mantenimiento tiene que asumírselos la empresa en el menor tiempo posible.

Particularmente, la imperativa necesidad de redimensionar la empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados. Debido a que el ingreso siempre provino de la venta de un producto o servicio, esta visión primaria llevó a la empresa a centrar sus esfuerzos de mejora, y con ello los recursos, en la función de producción. El mantenimiento fue "un problema" que surgió al querer producir continuamente, de ahí que fue visto como un mal necesario, una función subordinada a la producción cuya finalidad era reparar desperfectos en forma rápida y barata.

Se ocupa de las normas, procedimientos y estrategias, destinados a preservar la integridad física de los trabajadores, de este modo la seguridad laboral en la industria está en función de las operaciones de la empresa, por lo que su acción se dirige, básicamente para prevenir accidentes laborales y sirven para garantizar condiciones favorables en el ambiente en el que se desarrolle la actividad laboral, capaces de mantener un nivel óptimo de salud para los trabajadores.

La creación de un ambiente seguro en el trabajo implica cumplir con ciertas normas procedimientos, sin pasar por alto ninguno de los factores que intervienen en la conformación de la seguridad industrial.

✓ **Efectividad de sistemas de mantenimiento**

Altmann (2012) refiere: La Eficacia o capacidad de alcanzar los Objetivos, va a depender en primera medida de las Estrategias de Mantenimiento que se apliquen a cada Máquina.

Para lograr la Eficacia es necesario:

- Aplicar la Estrategia adecuada al Modo de Falla, de acuerdo al tipo de Consecuencias de dicha Falla: Operacionales, de Seguridad y Medioambiente y Energéticas.
- Seleccionar la Técnica de Monitoreo con mayor sensibilidad, de forma de detectar más temprano cualquier falla potencial.
- Establecer la mejor frecuencia de intervención.

Por ejemplo, en el caso de componentes de un Equipo que posean Modos de Falla relacionados con el desgaste, el aplicar una Estrategia de Mantenimiento Preventivo en la frecuencia correcta, si bien podría ser Efectivo, no necesariamente será Eficiente, ya que podría existir la oportunidad de extender la vida en servicio de los componentes. En cambio, si se aplicara una Estrategia de Monitoreo de Condición, permitiría realizar un seguimiento del estado de salud de los componentes, mediante distintas medidas de capacidad y/o de desempeño, de esta forma así reducir los costos de:

- Lucro cesante por máquina parada, ya que se generarían menos horas de parada de máquina, a lo largo del Ciclo de Vida del Activo.
- Costo de mano de obra, por realizarse menos intervenciones en el Ciclo de Vida del Activo.

- Costos de repuestos y materiales, ya que se extendería la vida en servicio de los componentes, generando menos consumo de repuestos en el Ciclo de Vida de dicho Activo.

✓ El análisis ABC

Joannés (2012) La optimización del inventario en la cadena de suministro, un análisis ABC es un método de categorización de inventario que consiste en la división de los artículos en tres categorías, A, B y C: Los artículos pertenecientes a la categoría A son los más valiosos, mientras que los que pertenecen a la categoría C son los menos valiosos. Este método tiene como objetivo llamar la atención de los gerentes hacia los pocos artículos de importancia crucial (artículos A) en lugar de hacia los muchos artículos triviales (artículos C).

El método ABC establece que, al revisar el inventario, una empresa debería **clasificar** los artículos de la A a la C, basando su clasificación en las siguientes reglas:

Los artículos A son bienes cuyo valor de consumo anual es **el más elevado**. El principal 70-80 % del valor de consumo anual de la empresa generalmente representa solo entre el 10 y el 20 % de los artículos de inventario totales.

Los artículos C son, al contrario, artículos con el menor valor de consumo. El 5 % más bajo del valor de consumo anual generalmente representa el 50 % de los artículos de inventario totales.

Los artículos B son artículos de una clase intermedia, con un valor de consumo medio. Ese 15-25 % de valor de consumo anual generalmente representa el 30 % de los artículos de inventario totales.

El valor de consumo anual se calcula con la fórmula: (Demanda anual) x (coste de artículo por unidad).

A través de esta categorización, el gerente de suministro puede identificar puntos claves de inventario y separarlos del resto de los artículos, especialmente a aquellos que son numerosos, pero no rentables.

- **La logística del Mantenimiento**

Q AEC (2012) La Logística de Mantenimiento es un concepto que tiene que ver con la capacidad de una organización para proporcionar, bajo demanda y en unas condiciones dadas, los recursos necesarios para mantener un elemento, de acuerdo con una política de mantenimiento determinada.

2.3 Definición de términos básicos

Entre los más significativos, tenemos los siguientes:

- **Eficiencia**

Jack, F. (2008) menciona: “Consiste en la medición de los esfuerzos requeridos para alcanzar los objetivos. El costo el tiempo, el uso adecuado de factores materiales y humanos, cumplir con la calidad propuesta, constituyen elementos inherentes a la eficiencia.

Los resultados más eficientes son alcanzados cuando se hace uso adecuado de estos factores, en el momento oportuno, al menor costo posible y cumpliendo con las normas de calidad requeridas.

La eficiencia es un favor muy importante en el éxito de las empresas, pero la eficacia es aún más decisiva”.

- **Eficacia**

Según Jack, F. (2008) expone “La eficacia mide los resultados en función de los objetivos que se han propuesto, presuponiendo que esos objetivos se cumplen de manera organizada y ordenada sobre la base de su prelación” Un alto grado de eficacia que alcance los objetivos planteados al menor costo posible es un escenario ideal para cualquier empresa.

La búsqueda de un alto grado de eficacia, logrado en forma eficiente, debe formar parte de la visión de la empresa y formar parte de la misión de los líderes”.

- **Productividad**

Roger, G. (1986, p. 533) señala: “Es la relación que existe entre los insumos y los productos de un sistema productivo, a menudo es conveniente medir esta relación como el cociente de la producción entre los insumos. ‘Mayor producción, mismos insumos, la productividad mejora’ o también se tiene que ‘menor número de insumos para misma producción, la productividad mejora”.

- **Mejora**

Krajewski, Ritzman, y Malhotra (2008). La mejora de los procesos es el estudio de todos los elementos del mismo; es decir, la secuencia de actividades, sus entradas y salidas, con el objetivo de entender el proceso y sus detalles, y de esta manera, poder optimizarlo en función a la reducción de costos y el incremento de la calidad del producto y de la satisfacción del cliente.

- **Mejora continua**

Chase, Aquilano y Jacobs (2000) La mejora continua (continuous improvement), es una filosofía de nunca acabar, que asume el reto del perfeccionamiento constante de los procesos, productos y servicios de una empresa. Esta filosofía busca un mejoramiento continuo de la utilización de la maquinaria, los materiales, la fuerza laboral y los métodos de producción.

- **Confiabilidad**

Goetz y LeCompte (1988), señalan que la confiabilidad representa el nivel de concordancia interpretativa entre diferentes observaciones, evaluadores o jueces del mismo fenómeno. Para estos autores la confiabilidad de una investigación etnográfica depende de la solución a sus problemas de diseño interno y externo. En este sentido, establecen para la evaluación dos tipos de confiabilidad que reconocen como: confiabilidad interna y confiabilidad externa.

- **Disponibilidades**

Capacidad operativa de algo para llevar a buen término una determinada actividad. Independientemente de que algo o alguien se encuentren materialmente presente, la disponibilidad solo puede garantizarse cuando se tiene una presencia a nivel funcional, una posibilidad de servirse de aquello para lo que esa persona o cosa suele servir o generar valor.

- **Mantenibilidad**

Pistarelli, A. (2010) señala “La mantenibilidad es una característica interesante en aquellos equipos que se reparan cuando fallan y con tiempos de reparación

específicos. La efectividad de la Gestión de mantenimiento jugará un papel muy importante para el grado de mantenibilidad. Dentro del tiempo para realizar las tareas de reparación se debe considerar también el grado de dificultad en disponer de las piezas de recambio. La política de gestión de repuestos asume, entonces, un rol preponderante”.

- **Criticidad**

Es un indicador proporcional al riesgo que permite establecer la jerarquía o prioridades de procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, y permite direccionar el esfuerzo y los recursos a las áreas donde es más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad y administrar el riesgo.

- **Averías**

La avería de un elemento es el resultado de un fallo, bien del elemento mismo o de cualquier etapa precedente del ciclo de vida (especificación, diseño, fabricación o mantenimiento, por ejemplo).

El tipo de avería puede asociarse a un tipo de fallo (por ejemplo, avería por desgaste o fallo por desgaste).

- **Sistema de producción**

Conjunto de partes interrelacionadas que existen para alcanzar un determinado objetivo. Donde cada parte del sistema puede ser un departamento un organismo o un subsistema. De esta manera una empresa puede ser vista como un sistema con sus departamentos como subsistemas.

Un sistema de producción es entonces la manera en que se lleva a cabo la entrada de las materias primas (que pueden ser materiales, información, etc.) así como el proceso dentro de la empresa para transformar los materiales y así obtener un producto terminado para la entrega de los mismos a los clientes o consumidores, teniendo en cuenta un control adecuado del mismo.

- **Sistema de mantenimiento**

Los sistemas de mantenimiento también contribuyen en el logro de las metas al incrementar las utilidades y la satisfacción del cliente. Estas se logran reduciendo el mínimo el tiempo muerto de la planta, mejorando la utilidad, incrementando la productividad y entregando oportunamente los pedidos a los clientes.

El objetivo del mantenimiento es asegurar la competitividad de la empresa por medio de:

- Garantía de la disponibilidad y confiabilidad planeada.
- Satisfacción de todos los requisitos de calidad.
- - Maximizar el beneficio global.
- Adecuada disponibilidad de equipos e instalaciones al costo más conveniente.

- **Modos de fallas**

Es la forma por la cual una falla es observada. Describe de forma general como ocurre y su impacto en la operación del equipo. Efecto por el cual una falla es observada en un ítem fallado. Hechos que pueden haber causado cada estado de falla.

- **Redundancia**

Principio del diseño que permite que distintos sistemas puedan realizar la misma función de manera simultánea. De este modo, en caso de que uno falle, el resto de los sistemas le protegerán y no se perderán datos o funcionalidades. En algunos casos, la redundancia se utiliza para detectar errores que se produzcan al enviar datos de un punto a otro, y no para corregirlos. Si dos nodos están ejecutando la misma tarea, o dos partes de un componente están transmitiendo la misma información y existe alguna diferencia entre ambos resultados, entonces es seguro que alguno de los dos ha experimentado un fallo, y dependerá de las técnicas utilizadas el éxito en la identificación del mismo.

- **Rendimientos**

Producto o la utilidad que rinde o da una persona o cosa. Poniéndolo de alguna manera en términos matemáticos, el rendimiento sería la proporción entre el resultado que se obtiene y los medios que se emplearon para alcanzar al mismo.

- **Indicadores de mantenimiento**

Se trata de cuantificar una variable representativa de un aspecto del rendimiento del servicio. Se dispone de una serie de directrices, recomendaciones o guías generales que han impulsado el desarrollo de indicadores de rendimiento y son los siguientes:

- Indicadores de eficiencia
- Indicadores de eficacia
- Indicadores de capacidad

- Indicadores de productividad
 - Indicadores de calidad
 - Indicadores de lucro
 - Indicadores de rentabilidad
 - Indicadores de competitividad
 - Indicadores de efectividad
 - Indicadores de valor
- **Tasa de fallos**

Porcentaje de fallas sobre el total de productos examinados o en servicio (en términos relativos), o también como un número de fallas observadas en un tiempo de operación (en este caso en términos nominales).
 - **Gestión**

Conjunto de acciones, o diligencias que permiten la realización de cualquier actividad o deseo. Dicho de otra manera, una gestión se refiere a todos aquellos trámites que se realizan con la finalidad de resolver una situación o materializar un proyecto. En el entorno empresarial o comercial, la gestión es asociada con la administración de un negocio.

2.4 Formulación de hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

- Existe relación significativa entre la mejora continua y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021.

2.4.2 Hipótesis específicas

- Existe relación entre la mejora de la conservación de máquinas y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021.
- Existe relación entre la mejora de capacidades y adiestramiento del personal, y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021.
- Hay una significativa relación entre la mejora de métodos de trabajo y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Tipo:

Básica.

3.1.2 Diseño:

No experimental.

3.1.3 Enfoque:

Cuantitativo, según el carácter de la medida.

3.1.4 Métodos

Principalmente, el método deductivo.

3.1.5 Tipo de estudio por su finalidad.

Aplicativo.

3.1.6 Según la profundidad.

Correlacional, por dar a conocer la relación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables, en un contexto en particular.

3.1.7 Según el alcance temporal

Longitudinal.

3.2 Población y Muestra

3.2.1 Población:

Al 100% de máquinas y/o equipos instalados en línea de proceso, en total 24.

3.2.2 Muestra:

Tipo censo, al 100%, equivalente a 24 máquinas y/o equipos.

3.3 Operacionalización de variables e indicadores

TABLA 1: Operacionalización de Variables e Indicadores

Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Existe relación significativa entre la mejora continua y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A.	VI: Mejora continua	Mejora continua	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de rendimiento del personal. • Tasa de eficiencia del sistema actual. • Tasa de horas de funcionamiento o de máquinas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reportes del departamento de mantenimiento. • Reportes de fallos. • Ficha de máquinas.
	VD ₁ : Eficiencia de gestión de mantenimiento	Eficiencia del sistema de mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo promedio de entre fallos. • Tiempo promedio de reparaciones. • Consumo logístico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de medición de fallos. • Reportes de OTM • Reporte de valor de material.

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Técnicas a emplear.

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

3.4.2 Descripción de los instrumentos.

- **Bitácora:** Para registrar lo observado en el campo de la realidad problemática.

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

3.5 Técnicas para el procesamiento de la información

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

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Antes de especificar los resultados, es necesario conocer algunos aspectos generales sobre la empresa, como los siguientes:

4.1 Aspectos Generales

4.1.1 Misión

Producir azúcar de consumo industrial y doméstico bajo estándares de calidad, para satisfacción de los consumidores; partiendo del estudio conjunto de los actores de la empresa incluyendo equipos, personal involucrado, tecnología y el mejoramiento continuo del proceso.

4.1.2 Visión

En el mediano plazo, ser parte de las empresas líderes en el sector azucarero del país, buscando la excelencia de sus colaboradores y la optimización de sus procesos de producción y de gestión de las operaciones.

4.1.3 Proceso de producción del azúcar

La fabricación del azúcar refinada comprende dos fases:

- a) Extracción del jugo del tallo (caña), comúnmente denominado trapiche
- b) Concentración y cristalización del jugo (elaboración)

a) Primera fase: Trapiche

- **Manipulación y traslado.**

Luego del corte, la caña es cargada hacia los camiones, con capacidades máximas de 25 TM y 40 TM, respectivamente, para su traslado a la planta

industrial o comúnmente llamada ingenio. Luego los camiones son pesados por balanza electrónica, considerando la tara y descartando el peso muerto del vehículo para su correspondiente descarga.

- **Descarga de cosecha de caña.**

La cosecha de caña se descarga en la mesa alimentadora por grúa de hilo con capacidad de 28 TM. y una altura de 16 metros.

- **Recepción hasta el tándem.**

Recipiente receptor de 6 x 12 mts, la cual recibe la carga y la traslada de manera uniforme mediante una faja de baja velocidad con un desplazamiento de 3 metros por minuto hasta llegar al tándem molinero.

- **Lavado de caña.**

Proceso que requiere del “trash” o eliminación de la suciedad, mayormente tierra, con grandes cantidades de agua disparada desde diferentes puntos, partiendo de la mesa. Actualmente se está también utilizando nanopartículas para eliminar posible contaminación de metales pesados.

- **Faja transportadora inicial.**

Es un conductor de arrastre de 1,8 m. de ancho x 17 m. de largo, con un desplazamiento de velocidad bajo (4,5 m./minuto), el cual recibe y traslada el producto proveniente de la mesa alimentadora hasta el primer grupo de machetes, cortando la caña en trozos para su preparación y posterior descargue al segundo conductor que es otra faja transportadora.

- **Cuchillas para la preparación de la caña (Sector de machetes 1).**

La caña pasa por un primer sector de macheteo, el cual consta de 4 docenas de cuchillas rotativas a una velocidad de 600 RPM y empujadas por un motor eléctrico de 200 caballos de fuerza HP. En esta primera etapa de macheteo se prepara la caña en un promedio de 50% a 60%.

- **Faja transportadora intermedia**

Los tallos cortados en el primer macheteo se descargan en una nueva faja, con slats que evitan la obstrucción por aglomeración.

- **Cuchillas para la preparación de la caña (Sector de machetes 2).**

Consta de la misma estructura que en 6) para cortes más finos de la caña.

- **Desfibrador de corteza de la caña**

Es del tipo GRUENDER, constituido por 45 martillos adheridos a un eje central girando a 1,000 RPM, su función es la de martillar con potencia a la caña frente a un juego de 3 yunques, obteniendo el quiebre y abertura de la fibra de caña longitudinalmente, obteniéndose un índice de preparación promedio del 80%. El sistema desfibrador se acciona mediante una turbina del tipo worthington con una potencia de 300 HP.

- **Faja transportadora posterior**

Concluida la preparación de la caña desfibrada, la materia prima pasa a una tercera faja de arrastre, con cerca de 1,2 m de ancho por 9 m. de largo a una velocidad de 35 m./minuto, llegando al tándem molinero donde la caña es triturada, previamente en su camino de arrastre se coloca un electroimán para retener algún material metálico.

- **Molienda**

La molienda consiste en la acción conjunta de cuatro unidades que contienen tres mazos cada una dentro del tándem molinero; es accionada por turbinas de vapor de 500HP las cuales a su vez permiten la reducción de la materia prima y la aparición de los primeros jugos de caña. Los tres mazos se ubican en a posición superior, de entradas y de salidas, su accionar está determinado por un conjunto de piñones con 17 engranajes que permiten la comprensión sucesiva de la masa. A la vez es alimentada por agua a 70°C que permite la extracción de la sacarosa mediante la comprensión sucesiva durante el proceso.

El proceso de elaboración en sí, empieza al extraer el jugo que sale de la extracción de los dos molinos constituyendo una mezcla de jugo debidamente colado, el cual se envía a la fábrica para el inicio. El bagazo que va quedando tiene un 50% de humedad y es reusado como combustible en el caldero para minimizar costos de electricidad o combustible para los motores.

b) Segunda fase: Elaboración del azúcar

- **Sulfitación**

Es el proceso por el cual se quema el dióxido de azufre para que el jugo proveniente del trapiche al pasar por los sulfitadores, sea reducido mediante reacción química el cual hace bajar el PH de 6,5 a 3,5; obteniéndose la primera parte del azúcar sulfitada. El sulfitador forma parte de la fábrica y consta de una torre con láminas que se oponen al drenaje de gases residuales de manera instantánea aumentando la

superficie de contacto mediante ventilación fugaz que absorbe el gas con la finalidad de que entre en contra corriente al jugo, en una primera etapa al horno, añadiéndose azufre con pureza del 90%, el cual por ignición interna combustiona debido al oxígeno que ingresa mediante ventiladores, generándose la reacción: $S+S_2 = SO_2$.

El oxígeno o también el nitrógeno, el cual aparece conjuntamente con el anhídrido y con el gas del horno ~~aire~~ por la torre de Sulfitación, permitiendo la separación, creando burbujas en la columna, para luego ser expulsado mediante chimenea.

- **Encalado del jugo**

El encalado consiste en el paso del jugo a través de los calentadores, pasando primero por el clarificador del jugo, el cual es filtrado y mediante bombeo se produce la clarificación de los sólidos, llegando a un contenedor de encalamiento descargado mediante gravedad. En ese momento el proceso permite la abertura de una pequeña cañería la cual inyecta la lechada de cal (álcali) el cual neutraliza el jugo, verificando en todo momento el control del PH de manera automática.

- **Calentamiento**

El jugo se somete a temperaturas altas en calentadores de forma vertical sobre un área de 10m x 10m llegando a temperaturas de hasta 100°C. Los calentadores son calandrias tubulares por donde internamente circula el jugo y el vapor externamente, lo que hace que se realice el intercambio de vapor y jugo, primero a 85°C y después a 105°C, esto permite la clarificación del jugo crudo.

- **Decantación**

Es el proceso mediante el cual por gravedad se separa las partículas densas de azúcar denominada cachaza del agua, quedando el jugo limpio que pasa a los evaporadores, para lo cual previamente el jugo ha sido bombeado a recipientes comúnmente llamados clarificadores constituidos por compartimientos donde se efectúa la sedimentación de la Cachaza.

- **Filtración**

El rezago denominado cachaza salida de los clarificadores tiene sacarosa, aunque en menor cantidad, para no desperdiciarla pasa por dos filtros rotatorios (Oliver) donde se adhiere, necesitando agua a temperaturas altas para su desprendimiento de los tambores. Esta filtración logra el retorno del jugo nuevamente hacia el tanque de enclamiento, y finalmente el desecho denominado torta es enviada a otro conducto de desagüe pero no para botarla sino hacer otros productos.

- **Evaporación.**

El jugo de la materia prima se somete a 110C de temperatura siendo el valor del pH de 7, enviado a través de los seis evaporadores constituidos por calandrias tubulares cuya función es la de intercambiar el calor, Finalmente, el jugo se convierte en jarabe el cual se deposita luego en contenedores que soportan el calor, para luego pasar a los tachos de almacenamiento.

- **Cristalización.**

Para obtener la cristalización, el jarabe depositado en los tachos denominados vacuum pans, o bandejas de vacío, se evapora para que el azúcar se cristalice. Esto se logra en una cuba de vacío, un recipiente en el que se hierve el jarabe al vacío para formar una mezcla espesa de cristales y licor madre, llamada masa cocida, para el caso de esta empresa, hay 3 tipos de masa, de las cuales sale el producto también en tres tipos cuyas cualidades se sujetan al tamaño y diseño de los tachos y del proceso hasta llegar a ellos. Se considera que altas densidades hacen que el vapor disminuya haciendo un control eficiente. De esta fase depende si la producción se vuelve conglomerada y también tenga como resultados granos no muy homogéneos. Estos granos formados parten de una técnica llamada semillamiento que no es sino la concentración del jarabe, de la miel y de jalea permitiendo que el licor de azúcar se agote y luego mediante enfriamiento y centrifugación, producir con eficacia los dos tipos de azúcar, como son rubia y blanca.

Existe otro producto final denominado melaza, se reprocesa para obtener otros derivados industriales como son ácido acético, ajinomoto, alcohol, ron, etc.

- **Centrifugación**

En esta fase de las masas se separa el azúcar de la miel mediante diferentes tipos de centrifugadoras, la miel que no se transforma en azúcar retorna al proceso para el recocimiento. El azúcar como producto final se traslada al almacén, para su ensaque y posterior traslado a los camiones de despacho. Para la centrifugación de las masas se cuenta con diferentes tipos: 2

Roberts automáticas, 2 Roberts continuas y 2 Silver continua, siendo dos de ellas automáticas y cuatro continuas, las automáticas son para las masas A y B cuando se trata de azúcar rubia, y para masa A cuando es para azúcar blanca, las continuas son para masa C cuando se trata de azúcar rubia y para masa B y C cuando se trata de azúcar blanca.

- **Secado.**

El secado es el proceso por el cual el producto líquido o semisólido pasa a ser sólido mediante energía térmica, pues el azúcar luego de la centrifugación tiene de 0,1% a 0,4% de humedad, la cual no es adecuada para su ensaque, porque los granos se agrupan formando grumos, pudiendo inclusive ser fácilmente atacado por hongos y bacterias.

Finalmente el azúcar obtenida, se transporta al secador y luego a una zaranda para la tamización de granos uniformes, cayendo a una tolva para su posterior embolsado mediante caída libre, donde en la parte inferior se tiene una balanza electrónica regulada para cerrar la bolsa después de llenar 50 Kg.

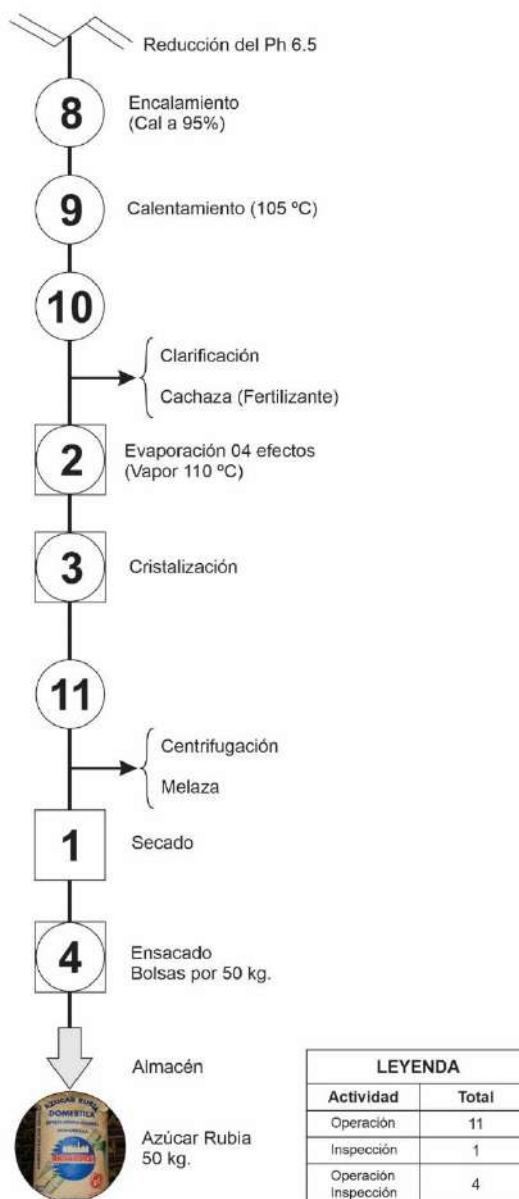
Las bolsas son transportadas desde la zona de envasado, hacia el almacén a través de un montacargas, donde es depositado, para su inmediato o posterior despacho.

4.1.4 Croquis del proceso de obtención del azúcar

FIGURA 1: PROCESO DE ELABORACIÓN DEL AZÚCAR



Continúa Diagrama de Operación del Proceso de Elaboración del Azúcar



Fuente: Córdoba, 2019.

Volumen de Producción

El volumen es de 4000 TM/día

4.1.5 Listado de equipos utilizados en el proceso de producción

Las tablas dadas a continuación indican las principales maquinarias utilizadas en el proceso de producción.

TABLA 2: DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS

EQUIPO PARA TRASLADO DE COSECHA	
Camión de una carroza	20 – 25 Tn
Camión de remolque	40 – 45 Tn

<u>TRAPICHE</u>

Grúa tipo hilo	Tara	Engine		
		Marca/Tipo	Capacidad/Pot.	Voltaje/Intensidad
Operación: Carga, traslado y depósito	25 Tn	Siemens Trifásico	55 HP	480V
		Reductor		
		Potencia	Velocidad	Voltaje
		4.6 HP	1200 RPM	220V

CONTINUACIÓN

<u>MESA DE TRASLADO DE MATERIA PRIMA INICIAL</u>				
Transporte	Capacidad	Engine		
	28 Tn	Potencia	Velocidad	Velocidad de arrastre
		24 HP	1800 RPM	De 3 m a 3,5 / minuto
		Diseño		
		Largo	Ancho	Inclinación
		12,6 m	6,2 m	28°

Sistema de traslado	Nº de fajas de arrastre	Modelo de engranaje
	40	G

Tipo bomba				
Sistema de Pre lavado	Compartimientos	Veloc. de Descarga.	Potenciometro	Diámetro de Succión
	4"	36 l / seg	26 HP	6,2 "

CONTINUACIÓN

Diseño						
Palateador	Largo	Ancho	Diámetro	Material	Nº disco	
	5,79 m.	0,14 m	0,40 m''	Acero VCL – 140	12	
	Engine					
	Potencia	Velocidad				
	20 HP	60 RPM				
Diseño						
Cardain Doble pedal	Largo	Diámetro	Material	Discos	Aletas y piñones	
	21 pies.	5,8 pies.	Iron VLC-42	10-11	8 x c/d	
Engine		Reductor				
Potencia de carga	Veloc.	Veloc.				
62 HP	1180 R.P.M.	48 R.P.M.				
Primera Faja Conectora	Modelo					
Traslado de la cosecha a la sección macheteo. Nº 1	Largo	Ancho	Inclinación	Modelo Cadena		
	1,828 m.	17,38 m.	18°	689		
Engine						
Potencia	Velocidad					
20 HP	4,5 m./minute.					

CONTINUACIÓN

	Diseño		
<u>Sección 1 de macheteo</u>	Nº de hojas	Largo	Material
Corte de la caña	48	2,56 m	Boeeler V.L.C.-142

Modelo de las hojas de machete	Engine
---------------------------------------	---------------

<u>Segunda Faja Conductor</u>	Diseño				
Transporte de la cosecha a la sección macheteo. N° 2	Large	Wide	Pendiente	Cadena. (modelo)	Arrastradores
	15,6 m	1,22 m	15 grados	689	42

Engien	
Potencia/Capacidad	Veloc./traslado
7,0 HP	17,0 m/min

CONTINUACIÓN

	Diseño		
<u>Sección 2 de macheteo</u>	Hojas	Large	Modelo
Corte de la caña	60	2,56 M.	Boeeler VCL – 140

Diseño de Hoja			Motor	
Large	Wide	Thickness	Potencia_HP	Veloc._RPM
45 cm	15 cm	$\frac{3}{4}$ "	200 HP	690 R.P.M.

<u>Sacado de fibra</u>	Diseño				
Desfibrado – Modelo GRUNDIER	Discos	Large	Modelo	Separadores	Nº Martillo
	164	2.40 m	Boeeller VNC – 148	16	45

Modelo de Ccircular	
Radio	Tipo
12	Iron Cool

CONTINUACIÓN

Tercera Faja Conductor	Diseño				
Traslado de la cosecha al Tándem Molinero	Large	Wide	Pendiente	Modelo_Cadena	Arrastradores
	8,84 m.	1,19 m.	25°	698	42

Motor
Velocidad
35 m. / minuto

	Tándem molinero		
Succión del jugo	Molinos	Martillos	Volumen
	5	4	55 T.C.H.

Diseño de martillo			
Diámetro_Martillo	Longitud. (m)	Bordes de raya	Material
0,69 m..	1,07 m..	1,5x66°	Iron cool
Nro_Piñones	Veloci.		
18 carrillos	8 R.P.M.		

Engine		
Veloc_R.P.M.	Potencia/Capac.	Roativa
3600 RPM	500 HP	Izquierda-Antihora.

CONTINUACIÓN

	Radio	Veloci_Bombeo
Tanque jugo extraído	0,53 m.	18 l/seg.

	Diseño		
Posicionador D.N.S.	Large	Wide	malla metal.
	77,5"	99".	0,5".

	Diseño			
	Nº de hervidores	Radio de entrada	Radio de salida	Calandrinias
<u>Hervidores (verticals en serie)</u>	4	0,05 m..	0,075 m	71
Inter-cambiador de energía a 105°C	Superficie			
	100.74 m ²			

	Motor	
<u>DOOR OLIVER (Filtros melaza) vertical</u>	Potencia/Capac.	Veloc.
	3,6 HP	17 RPM

CONTINÚA TABLA 2

Primer evaporador.			
Evaporador	Superficie	Vapor de calandria	Temp del cuerpo
Eliminación del agua mezclada con jugo de caña	837 m ²	120°C	112°C

Segundo evaporador.		
Área	Temp. Vapor	Temp Proc.
687 m ²	122° C	100°C

Tercer evaporador.		
Área	Temp. Vapor	Temp Proc
368 m ²	99° C	88°C

Evaporador Efecto A		
Área	Temp. Vapor	Temp Proc
189 m ²	86° C	68.20° C

Evaporador Efecto B		
Área	Temp. Vapor	Temp Proc.
211 m ²	86° C	56,20 °C

CONTINUACIÓN

	Modelo		
Vacuum – Tanques al vacío	Duración	Fuerza/Presión	Vacuum
Jarabe	1,6 – 2,0 horas	20_psi.	25_lbs.

Vacuum – Pans Masa A		Vacuum – Pans Masa B	
Peso	Volumen_m ³	Peso	Volumen_m ³
39 T.M.	27 m ³	20 T.M.	15 m ³

Vacuum – Pans Masa C		Motores para bombas al vacío		
Peso	Volumen_m ³	Fuerza motor	Velocidad_R.P.M.	Diametro
39 T.M.	27,0 m ³	12,7 kw.	1760 R.P.M.	286 mm.

	Primer motor de centrifugado continuo			
Centrífuga continua	Transporte de	Capac_TCH	Engine_HP	Veloc_RPM
Separación del licor madre y azúcar	Miel y cachaza de segunda	7 T.C.H.	48 HP	1770 R.P.M.

	Segundo y tercer motor de centrifugado continuo			
	Transporte de	Capac_TCH	Engine_HP	Veloc_RPM
	Miel y melaza de segunda	45 T.C.H.	48 HP	1 888 R.P.M.

CONTINÚA TABLA 2

	Faja 1-2	
<u>Faja conductora (nasa de azucar mojada)</u>	Engine	Velocidad
Traslado para secado	3.6 HP	1730 RPM

	Diseño			
<u>Secador del tipo lineal</u>	Temp. Máxima	Velocidad máxima aire	Longitud	Inclinación
Eliminación de la humedad.	43°C	1 m /seg.	9 m	1 a 15° - 1-20°

	Diseño		
<u>Recepción en tolva del producto final</u>	Altura_pies	Diámetro_pies	Out: Salida
Almacenamiento a granel.	15 ft.	16 ft.	6,75"

<u>Pesado (Balanza)</u>	Marca	Peso
Container para peso exacto Por balanza electrónica	WeightSA Pack machine	0,20 TM.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Diagnóstico situacional

- **Récord de Paros y Tiempo de Paros**

- 1) En la tabla 3, se observa la frecuencia de paros y los tiempos que se dejó de laborar.
- 2) Se observa que en el 2021 hubo 680 paros, que acarreó unas 1147 horas sin trabajar ((horas improductivas).
- 3) Los paros son mayormente por personal obrero perteneciente al área de trapiche.
- 4) El mantenimiento generalmente es correctivo.
- 5) Descartando las horas improductivas, se llegó a la conclusión que solo se ha trabajado el 85,5% de horas para la producción.

- **Indicadores de gestión**

- En las tablas siguientes se muestran los resultados de los indicadores más importantes: tiempo, promedio entre fallas, tiempo promedio por desperfectos, etc.
- Continuas órdenes de labores de mantenimiento, por ejemplo en el 2021, hubo un 20% de esas órdenes, debido a la ineficiente gestión de supervisión e ineficiente monitoreo del control.
- Como indicadores preponderantes, están la disponibilidad del personal, tasa de producción y tasa de calidad del producto terminado.

- La eficiencia de la planta se determinó mediante la siguiente fórmula:

Disponibilidad x tasa producción x tasa calidad x 100

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

$$D = 84.42\%$$

$$\text{Porcentaje de producción} = 88.46\%$$

$$\text{Calidad aceptada} = 95\%$$

$$\text{E.G.P.} = 72,08\%$$

La actual, eficiencia global de planta es de 72,08%.

Considerando el resto del 100% respecto a la eficiencia global se tiene un 7.92% de déficit para tener una completa eficiencia. Por lo tanto, se hace necesario enfocarse en aumentar la tasa o porcentaje de producción y de disponibilidad de tiempo.

TABLA 3: REGISTROS DE PARALIZACIONES - AÑO 2021

Máquinas / Componentes	Nº de Paralizaciones	Tiempo (Hrs.)	Causa	Mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> • Grúa de hilo • Motor • Reductor 	60	81	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema eléctrico • Incrustaciones 	Correctivo
<ul style="list-style-type: none"> • Mesa alimentadora • Motor • Cadena de arrastre • Bomba 	55	80	<ul style="list-style-type: none"> • Desperfecto en cadena • Falla en plancha de faja. • Bomba 	Correctivo
<ul style="list-style-type: none"> • Primer conductor • Motor • Cadenas 	87	91	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de pernos de cadena • Atascamiento 	Correctivo
<ul style="list-style-type: none"> • Primer machetero. • Motor • Machetes 	45	96	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de machetes • Cojinetes 	Correctivo
<ul style="list-style-type: none"> • Segundo conductor • Motor • Cadenas 	56	95	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de pernos • Polvos y cenizas 	Correctivo
<ul style="list-style-type: none"> • Segundo Machetero • Motor • Machetes 	61	78	<ul style="list-style-type: none"> • Voladura de machetes • Fallo Sistema eléctrico 	Correctivo
<ul style="list-style-type: none"> • Desfibrador (03) • Martillos • Motor 	71	107	<ul style="list-style-type: none"> • Desperfecto en martillos • Falla eléctrica. • Exceso de peso 	Correctivo

TABLA 3: REGISTROS DE PARALIZACIONES - AÑO 2021

Máquinas / Componentes	Nº de Paralizaciones	Tiempo (Hrs.)	Causa	Mantenimiento
<ul style="list-style-type: none"> • Tercer Conductor <ul style="list-style-type: none"> • Cadena • Motor 	48	86	<ul style="list-style-type: none"> • Desperfecto en pernos • Descarrilamiento de cadena • Rotor del motor. 	Correctivo
<ul style="list-style-type: none"> • Molinos (4) <ul style="list-style-type: none"> • Motor de bomba. • Masas • Motor • Catalinas 	66	152	<ul style="list-style-type: none"> • Exceso de potencia. • Rajadura de masas • Alta Presión. • Interruptor Eléctrico. 	Correctivo
<ul style="list-style-type: none"> • Evaporador. <ul style="list-style-type: none"> • Sección de tubos • Reductor 	34	87	<ul style="list-style-type: none"> • Eje motor reductor • Tuberías sin purgar 	Correctivo
<ul style="list-style-type: none"> • Centrífugas <ul style="list-style-type: none"> • Motor • Interno 	57	108	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema eléctrico • Canastillas deterioradas • Cojinetes 	Correctivo
<ul style="list-style-type: none"> • Secador <ul style="list-style-type: none"> • Moto reductor • Cangilones 	45	85	<ul style="list-style-type: none"> • Flexión de eje demotor • Atascamiento de cangilones 	Correctivo
Σ	686	1147		

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 4: PARÁMETROS DE GESTIÓN, INDICADORES:AÑO 2021

Nº	Máquinas	MTTF (hrs)	MTTR (hrs)
1	Grúa de brazo e hilo.	133	1,53
2	Plateau alimentador	146	1,37
3	Primera faja conductora	91,04	1,06
4	Primer Sistema de macheteo	177	2,14
5	Segunda faja conductora	141,44	1,71
6	Segundo Sistema de macheteo	129,84	1,37
7	Desfibrador de caña	111,56	1,52
8	Tercera faja conductora	166	1,80
9	Sistema de Molinos	121	2,31
10	Sistema de Evaporadores	226,29	2,52
11	Sistema de Centrífugado	138,96	1,10
12	Sistema Secador	177	1,67

Fuente: Elaboración propia.

- **Desfase económico (pérdidas)**

- El sistema de mantenimiento actual tiene un costo de S/ 18'351,960 considerado como pérdida, comparándolo con las ventas del producto final, aunque no sobre pasa las ganancias, sí pasa como costo de déficit por lo que debe de pasar a corrección ara la mejora continua.
- De la tabla 4, indicadores de gestión 2021, debemos tener en cuenta, que en este caso, el principal fin del mantenimiento preventivo, será el de alargar los periodos entre fallas, es decir, lograr que las averías presenten periodos de tiempo, lo más largos posibles.

En el caso de estudio, podemos visualizar, que la vida media de los molinos es más corta entre fallas comparados con otros equipos críticos.

Asimismo, los tiempos de reparaciones de los equipos sobre todo las máquinas correspondientes a los molinos y machetes tienen tiempos promedios de reparación que están dentro de los estándares permitidos, considerando que la mayoría de los equipos presentan deterioro por sobrecarga de trabajo, pero aún así las reparaciones están dentro del tiempo permitido. La falla está, sin embargo, en la continuidad de éstas,.

- **Causas y su prevención**

El sistema para el proceso de producción es en serie, por lo que una falla detiene todo el proceso. Esto no se puede remediar porque el proceso en si es continuo, por lo tanto, no queda más que realizar el control de la maquinaria continuamente y prevenir posibles fallas cuando se observa algunas posibles causas que podrían afectar, para eso el personal debe de estar capacitado para captar antes del error la falla, Además la maquinaria y algunos componentes tienen entre 15 y 20 años, por lo tanto, el mantenimiento debería de hacerse parando toda la planta y no debido a las fallas.

La capacitación del obrero es importante, porque aunque las fallas mayormente no son humanas, se detectó que podrían prevenirse si el personal no actuara como autómata sino observando sobre todo los cuellos de botella como atascos en la recepción de la caña y el macheteo en la sección correspondiente donde es más común las fallas, para no tener una acción reactiva sino preventiva.

Aquellas máquinas registradas en la tabla anterior, presentan partes fijas y otras móviles, estas últimas, se ubican en las partes externas, son volantes, volantes, cadenas, fajas de transporte, etc. se detectó que no tenían una adecuada

instalación generándose las fallas posteriores, lo cual conlleva en algunos casos a accidentes industriales. Esto es otra situación a resolver pues en el año 2021, ocurrieron cerca de cien accidentes debido a condiciones riesgosas de los equipos dentro del proceso.

- **Personal de mantenimiento**

Dentro de la empresa, el grupo de mantenimiento está constituido por personal debidamente experimentado y con casi 20 años de experiencia en plantas procesadoras de azúcar, siendo los siguientes:

- 21 técnicos mecánicos
 - 17 electricistas
 - 12 técnicos en soldadura.
 - 02 Ingenieros Mecánicos : Jefe del sector
 - 08 caldereros : debidamente experimentados
- ✓ El área de producción está en orden jerárquico superior al área de mantenimiento.
- ✓ La gerencia no involucra a su personal, en un plan de mejora continua, la cual involucra una cultura preventiva.

- **Confiabilidad del sistema**

- Fiabilidad en serie: F_{ss}
 - $Fiab_{ss} = 0,9878 \times 0,9910 \times 0,9878 \times 0,9878 \times 0,9888 \times 0,9976 \times 0,9880 \times 0,9878 \times 0,9878 \times 0,9896 \times 0,9922 \times 0,9884 = 0,873$

Entonces, la fiab_{ss} actual es del 87,3% aunque es mas del 80%, genera costos,

lo cual es un gasto para la empresa.

- **Mantenimiento preventivo como necesidad urgente**

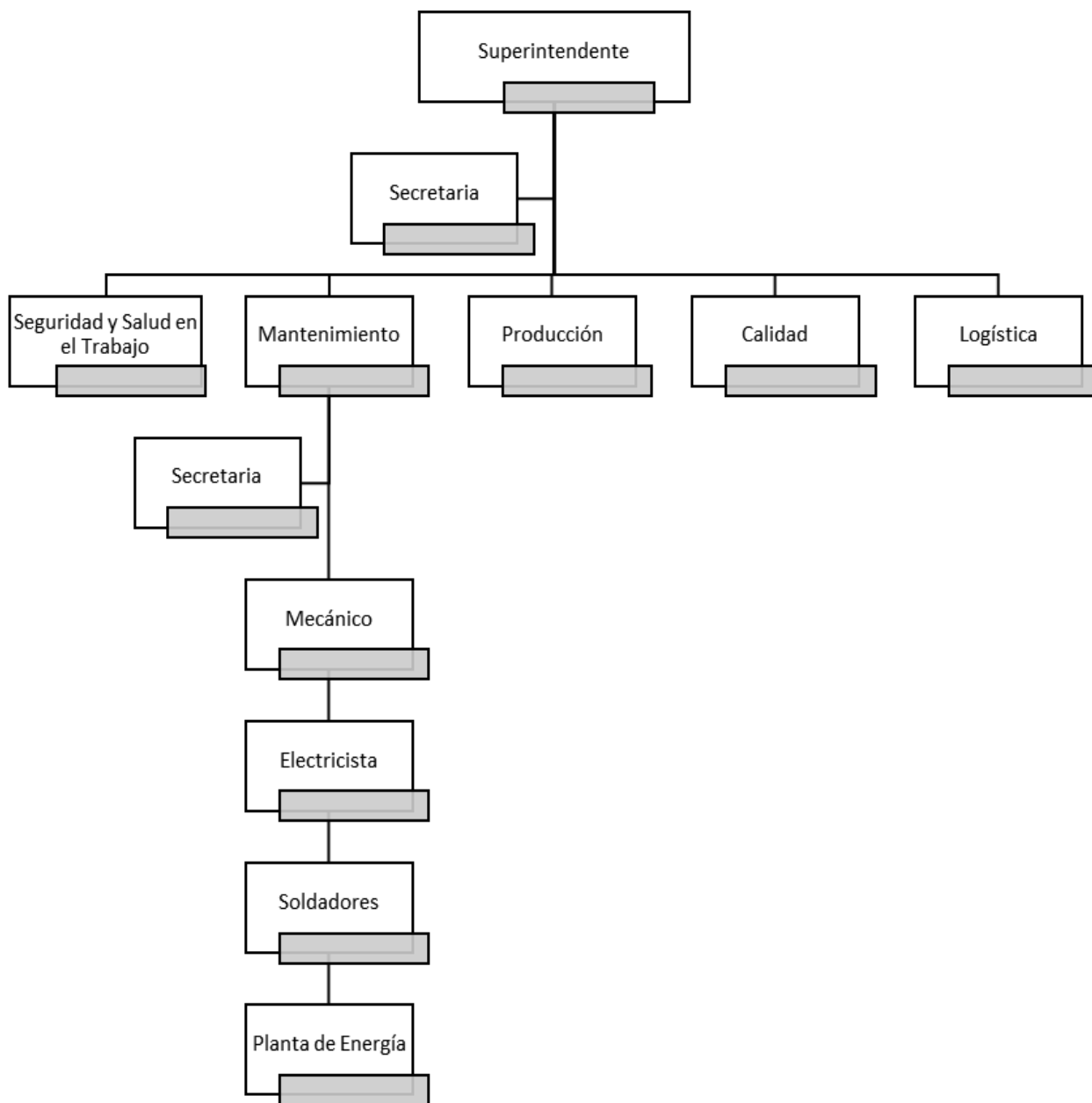
Los trabajos de mantenimiento en la planta de azúcar de la empresa Azucarera Andahuasi S.A., se hacen necesarios por lo siguiente

- -Debido a la antigüedad de los equipos por su acelerado desgaste.
- Los parámetros de tiempo medio hasta el fallo (MTTF) se hacen más frecuentes debido a la antigüedad de la planta.
- Actualmente existe una pérdida de aproximadamente S/18'000,000.
- Capacitar al personal obrero en lo referente a la mejora continua.
- Cambiar el sistema de instalación en serie por una por bloques, para evitar la demora en arreglar desperfectos.

- **Mantenimiento de la planta como prevención**

- El área de mantenimiento, debe de colocarse al mismo nivel del área de producción.
- El área de mantenimiento, debe de tomar sus decisiones propias realizando las coordinaciones al mismo nivel que al área de producción.
- El organigrama propuesto se brinda en la figura siguiente.

FIGURA 2: ORGANIGRAMA DE MANTENIMIENTO PROPUESTO



Fuente: Elaboración propia

- Del organigrama propuesto, se deduce, que estamos reorganizando la estructura existente de la función del mantenimiento de maquinarias en la empresa, destacando principalmente el apoyo de sub-áreas, como la mecánica, la de electricidad, de soldadura, planta eléctrica. Dichas subáreas deben estar a cargo de los técnicos experimentados en la plantas azucareras.
 - Los almacenes estrían bajo la supervisión del área logística.
 - La capacitación debe de ser permanente
- **Mantenimiento de prevención**
 - Limpieza y lubricación de equipos, inspección, mediante cartas de control.
 - Establecer las actividades mediante programa propuesto en la tabla 5.
 - Determinar capacitaciones periódicas sobre todo al personal cargo de la producción y de mantenimiento.
 - Los capacitadores serían no solo los Jefes de Seguridad o del Departamento de mantenimiento, sino también de lo proveedores de maquinarias e insumos.
 - Las capacitaciones serán tomadas como parte de la formación de los operarios y se establecerían fuera del horario de trabajo sin perjuicio de sus horas de trabajo; es decir, se tomarían como sobretiempo del personal.
- **Programa propuesto**
 - Consideración de tareas de mantenimiento preventivo, como son; limpieza, inspección diaria, lubricación, reparación conjunta (quiere decir por ejemplo si un caño gotea no solo se le debe de cambiar el retén sino todo el caño).

- El equipo de mejora continua debe estar integrado por personal de producción, mantenimiento y seguridad.
- El jefe de Mantenimiento debe monitorear el equipo de mejora continua.
- El programa de mantenimiento preventivo, debe de considerar algunos estimados como frecuencia de atención, tiempos estimados, asignación de personal para mantenimiento.
- Como prevención se evitó caer en la conservación extrema o mínima.
- Se estableció un mantenimiento preventivo, con 421.33 horas. de para programadas, un equivalente rebajado al 36.70%, con respecto al actual.

Tabla 5: PROGRAMA PROPUESTO PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Actividades Máquinas	Limpieza Externa			Inspección de Control			Limpieza Interna			Inspección Periódica			Lubricación / Engrase			Rearación Paarcial			Reparación General		
	D/M/A	Durac.	Trab.	D/M/A	Durac.	Trab.	D/M/A	Durac.	Trab.	D/M/A	Durac.	Trab.	D/M/A	Durac.	Trab.	D/M/A	Durac.	Trab.	D/M/A	Durac.	Trab.
Grúa	Día		Oper.	Día		Oper.	Mes	15'	Téc.Mec.	Mes	45'	Electr..	Mes	15'	Téc.Me.	Bim.	30'	Téc.Me.	Annual.		Servis
Plateau alimentador	Día		Oper.	Día		Oper.	Mes	15'	Téc.Mec.	Mes	45'	Téc.Mec	Mes	15'	Téc.Me.	Bim.	30'	Téc.Me.	Annual.		Servis
1ra. Faja conductora	Día		Oper.	Día		Oper.	Quincena	15'	Téc.Mec.	Mes	45'	Electr	Mes	15'	Téc.Me.	Bim.	30'	Téc.Me.	Annual.		Servis
1er Sistema de macheteo	Día		Oper.	Día		Oper.	Quincena	15'	Téc.Mec.	Mes	45'	Electr	Mes	15'	Téc.Mec	Bim.	30'	Téc.Me.	Annual.		Servis
2da faja conductora	Día		Oper.	Día		Oper.	Quincena	15'	Téc.Mec.	Mes	45'	Electr	Mes	15'	Téc.Mec	Bim.	30'	Téc.Me.	Annual.		Servis
2º. sistema de macheteo	Día		Oper.	Día		Oper.	Quincena	15'	Téc.Mec.	Mes	45'	Electr	Mes	15'	Téc.Mec	Bim.	30'	Téc.Me.	Annual.		Servis
Desfibrador de caña	Día		Oper.	Día		Oper.	Quincena	60'	Téc.Mec.60	Mes	120'	Téc.Mec	Mes	30'	Téc.Mec	Bim.	120'	Téc.Me.	Annual.		Servis
3ra. faja conductora	Día		Oper.	Día		Oper.	Quincena	15'	Téc.Mec.	Mes	45'	Téc.Mec	Mes	15'	Téc.Mec	Bim.	30'	Téc.Me.	Annual.		Servis
Sistema de molinos	Día		Oper.	Día		Oper.	Quincena	120'	Téc.Mec.	Mes	170	Téc.Mec	Mes	30'	Téc.Mec	Bim.	160'	Téc.Me.	Annual.		Servis
Sist. De evaporadores	Día		Oper.	Día		Oper.	Quincena	80'	Téc.Mec.	Mes	170	Téc.Mec	Mes	30'	Téc.Mec	Bim.	120'	Téc.Me.	Annual.		Servis
Sistema de centrifugado	Día		Oper.	Día		Oper.	Quincena	60'	Téc.Mec.	Mes	120'	Electr	Mes	15'	Téc.Mec	Bim.	120'	Téc.Me.	Annual.		Servis
Sistema secador	Día		Oper.	Día		Oper.	Quincena	15'	Téc.Mec.	Mes	45'	Electr	Mes	15'	Téc.Mec	Bim.	120'	Téc.Me.	Annual.		Servis

Fuente: Elaboración propia.

- **Evaluación**

La eficiencia general en planta (E.G.P.) debido a la propuesta del mantenimiento presenta los siguientes indicadores (tasas).

Disponibilidad : 94% ± 2%

Producción : 94% ± 2%

Calidad : 96% ± 2%

Entonces la eficiencia será la siguiente:

$$\text{Eficiencia} = (0,9468 \times 0,9468 \times 0,96) \times 100 = 0,8495 = 84,95\%$$

- **Documentos Técnicos**

Los formatos del área de mantenimiento son muy amplios, causando en muchos casos desorientación sobre todo de los operarios no capacitados. Por lo tanto se propone también la utilización de formatos simples, de fácil entendimiento y que permitan eficacia y eficiencia en el trabajo desarrollado. Por lo tanto, como propuesta se brindan tres documentos básicos:

a) Tarjeta de máquina

Sirve para registrar todas las particularidades de la maquinaria y las acciones de mantenimiento realizadas en ella, a la vez que el conjunto de ellas permitirá obtener un compendio de datos como registro de los funcionamientos e indicadores, como tiempos de demora por reparación, tiempo promedio entre los desperfectos, etc. y que a la vez se alimentarán como un sistema de información.

b) Tarjeta de orden de mantenimiento

Sirve para organizar el trabajo, establecer un orden de tareas concluidas y pendientes y que a su vez puede servir para el análisis de la mejora continua.

c) Tarjeta de material utilizado

Sirve para registrar los consumos del material o insumos utilizados, permitiendo elaborar ciertos indicadores y tenerlos en consideración para su almacenamiento preventivo.

a) **FORMATO: TARJETA DE MÁQUINA****FIGURA 3: FORMATO DE TARJETA DE MÁQUINA**

ANDAHUASI S.A.A.		TARJETA DE MÁQUINA	
Departamento de mantenimiento.			
Maquinaria: _____		Ubicación: _____	
Fecha de Instalac.: _____		Marca: _____	
CARACTERÍSTICAS DE A MÁQUINA:			
MECÁNICAS	ELÉCTRICAS	OTROS	OBS.

FECHA DD/MM/AA	DESPERFECTO	CAUSA	TIPO DE MANT.	TIEMPO ARREGLO	OBSERV.

Fuente: Elaboración propia

b) **FORMATO: ÓRDEN DE MANTENIMIENTO****FIGURA 4: FORMATO DE ÓRDEN DE MANTENIMIENTO**

ANDAHUASI S.A.A.		ÓRDEN DE MANTENIMIENTO		
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		Nro	<input type="text"/>	
DE : _____				
ASUNTO : _____				
FECHA : _____				
DESCRIP.	MATERIAL A UTILIZAR	CANTIDAD A UTILIZAR	TIEMPO	OBSERVAC.
FIRMA RESPONSABLE:				

Fuente: Elaboración propia

c) **FORMATO: MATERIAL A UTILIZAR****FIGURA 5: FORMATO DE TARJETA DE MATERIAL A UTILIZAR**

ANDAHUASI S.A.A.		TARJETA DE MATERIAL		
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		Nro. <input type="text"/>		
DE _____ A _____				
ASUNTO _____		FECHA: _____		
ITEMS	CANTIDAD	INVENARIO INICIAL	INVENTARIO FINAL	OBSERVAC.
FIRMA RESPONSABLE:				

Fuente: Elaboración propia

d) Tarjeta de inspección

Tiene el objetivo de guardar los sucesos y todo lo referente a las inspecciones preventivas y de mantenimiento. En esta tarjeta se registran los elementos críticos de las maquinarias inspeccionadas conjuntamente con sus condiciones de uso.

FIGURA 6: FORMATO DE TARJETA DE INSPECCIÓN

ANDAHUASI S.A.A.		TARJETA DE INSPECCIÓN		
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO				
Equipo/Máquina: _____		Ubicación: _____		
Responsable(s): _____				
Fecha: _____				
ELEMENTO CRÍTICO DE LA MAQUINARIA	CONDICIÓN DE USO			OBSERVAC.
	BUENO	REGULAR	MALO	

Fuente: Elaboración propia

- **Capacitación**

Soporte necesario para continuar garantizando calidad del servicio y mantenimiento óptimo, se propone capacitar a los integrantes del Departamento. de mantenimiento como a los del área de trapiche, por ser la más crítica, en el sistema de producción, considerando lo siguiente:

a) Entrenamiento

- En lubricación de los equipos.
- En el manejo de instrumentos y equipos para el trabajo de alineamiento de ejes y poleas, incluyendo técnicas de laser.
- Entrenamiento bajo supervisión mediante simulación de equipos por software, sobre todo en lo que concierne a fajas alimentadoras y simulación de la sección de macheteo.

b) Charlas

- Sobre seguridad y salud ocupacional en los trabajos.
- Sobre aspectos básicos de la mejora continua, incidiendo en la calidad del servicio y el justo a tiempo.
- Sobre simplificación del trabajo, en las acciones de mantenimiento, con preferencias en el desmontaje y montaje de máquinas.
- Sobre detección de anomalías, en las maquinarias, e instalaciones, enfocado en el uso de los sentidos.
- Sobre ideas básicas de toma de tiempos, en los trabajos de mantenimiento.

- Estas acciones de capacitación, se programarán fuera de los horarios de trabajo, y en el auditorium de la empresa.

Este equipo será un piloto denominado Kanzen y estará constituido por:

- Jefe de Mantenimiento.
- Jefe de producción.
- 03 técnicos mecánicos y eléctricos para mantenimiento.
- 03 verificadores de calidad.
- Encargado de salud y seguridad en el trabajo.

- **Abastecimiento y logística**

La cadena logística también es de importancia para suplir los materiales necesarios, por lo que se debe de mantener un stock positivo, debidamente almacenado mediante código en anaqueles ordenados del almacén, de tal manera que cuando se solicite, inmediatamente se tenga respuesta positiva en bases de datos.

- **Sector de maestranza**

El mantenimiento necesita de la maestranza como soporte técnico, el cual debe estar a cargo preferentemente del jefe de mantenimiento, o de personal encargado altamente capacitado.

Finalmente, todo lo descrito lleva a la técnica de mantenimiento propuesta en esta tesis y que se denominó LILA (**L**ubricación-**I**nspección-**L**impieza-**A**priete) a desarrollar luego de la capacitación y el entrenamiento, consideradas esenciales para la prevención de fallas.

- **El equipo Kaizen**

Como filosofía de la mejora continua se estableció, lo que en la década de los 50's apareció y que ahora con la tecnología de los sistemas de información ha obtenido mayor relevancia; es decir, buscando siempre el perfeccionamiento, así sea que esté bien, aún se puede mejorar mucho más y para eso es necesario encontrar el cómo conseguir hacer esas mejoras; por lo tanto; era necesario constituir el Equipo Kaizen o de mejora continua, que tendrá como objetivo el de poner en práctica la mejora continua, clasificando entre lo útil y lo inútil, establecer un orden, mantener la limpieza no solo de la maquinaria sino incluyendo el de toda la planta y finalmente fomentar una cultura de control hacia la productividad, en este caso del producto final como es el azúcar para consumo humano.

.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Debido a que la demanda de este producto es muy amplia, en muchas ocasiones se prefiere sacar la producción sin observar la presión que se hace a las maquinarias, esto finalmente ha contribuido que para el año 2021 hubieran 1147 horas de paralizaciones, equivalente a casi 45 días. Esto nos permite decir que sería mejor hacer una paralización general dos veces al año para mantenimiento, coincidiendo con Flores, H. (2015), quien también propugna la mejora continua, a través de un debido mantenimiento, aunque su tema fue de manufactura en fundición.

Otra alternativa sería realizar una programación de paros para mantenimiento, que con nuestra propuesta, solo llegaríamos a 421.33 horas, equivalente a solo cerca de 15 días, para lo cual se debe de establecer los puntos críticos dentro del proceso llegando así al mantenimiento preventivos que se propone.

Por otro lado, la mejora continua hace intervenir a los entes involucrados, en este caso a todo el personal desde operarios hasta gerentes, estableciendo la relación activa de los mismos con la productividad. En ese sentido, nuestro planteamiento no permite la subordinación de la función del Área de Mantenimiento respecto al Área de Producción, permitiendo acciones o decisiones orientadas a garantizar, la calidad del servicio de mantenimiento. Por lo tanto, en este aspecto se coincide con Yarto, M. (2016) quien indica que el adiestramiento, capacitación y preparación del personal y a la vez el apoyo gerencial y administrativo permiten un avance en lo correspondiente a la mejora continua, contribuyendo además a una mejor coordinación interfuncional en todo el sistema y procesos de la planta.

También es importante además de la organización, la documentación como fichas, tarjetas, organigramas, mapeos de las maquinarias, etc. pues la débil documentación técnica, implicaba un desorden en el registro de la internación, los que en ocasiones se omitían, por no tener un historial del funcionamiento y fallas d los equipos, no permitiendo realizar un debdo control y de las acciones a realizar dentro del mantenimiento mismo.

Con nuestra propuesta; se hace más ágil el registro de datos, que ya se realiza, y permite reportes justo a tiempo, para una mejora toma de decisiones, en pro de la preservación de las máquinas de producción, coincidiendo con Reyes, M. (2015), quien indica que el proceso productivo incrementa la productividad de una empresa de calzados donde realizó su estudio, con solo implementar herramientas de gestión a través de un ordenamiento de fichas de control y ordenamiento del almacén. Con la propuesta nuestra, el registro de datos de manera ordenada se hace más efectiva llegando a tener la información con la técnica justo a tiempo.

La capacitación, también es un tema importante para llegar a intervenir en cuellos de botella de la producción, pues el personal de planta, conoce muy bien la maquinaria e instalaciones; sin embargo, la canalización de esos saberes técnicos de los operarios se hacen mucho más efectivos con entrenamientos y charlas, que mejoren su autoestima incentivando la iniciativa del personal, coincidiendo con Gonzales, J. (2016) quien indica que la confiabilidad de los equipos o seguridad de funcionamiento, y por supuesto el aumento de la capacidad de los equipos depende del involucramiento de todos los sectores y actores de la empresa, al lograr de ellos una mayor productividad.

Siendo el principal indicador la eficiencia global de la planta, se encontró en la actualidad un 72,06%, mientras que con la propuesto de este estudio se eleva a 87,3%, cuyo porcentaje puede ir incrementándose a medida que se vayan considerando como la tasa de disponibilidad de la maquinaria y la tasa de calidad de los procesos. Es lógico, que, con la reducción al 36.70% de paros imprevistos, frente a la situación actual, se incrementará la producción y por ende los ingresos por ventas.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Hay una relación valorable asociada a la interrelación de la mejora continua y la eficiencia de gestión del mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021, debido a que el indicador referido a la gestión de mantenimiento denominado índice de eficiencia del manejo de la planta, alcanza el 87,3%.
- Existe una relación entre la mejora de la conservación de máquinas y la eficiencia de gestión del mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021., debido a que el indicador de disponibilidad de máquinas, alcanza el 94.68%, representando una buena relación, contribuyendo al incremento de la producción, e ingresos por ventas.
- Existe relación entre la mejora de capacidades y adiestramiento del personal y la eficiencia de gestión del mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021., debido a que el indicador de calidad de servicio, alcanza el 97%, representando una buena relación, contribuyendo a una mayor productividad y mejora de calidad del servicio del mantenimiento. Así mismo, la filosofía de la mejora continua se hace realidad al intervenir todos el personal.
- Existe relación entre la mejora de la metodología de trabajo y la eficiencia de gestión del mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A., 2021., debido a que el indicador relacionado a la tasa de producción, alcanza el 94.68%, representando una buena relación, contribuyendo a una mejor administración, donde el orden y lectura de los documentos técnicos son más

sencillos y comprensibles sobre todo para los operarios.

6.2 Recomendaciones

En cuanto a las recomendaciones, tenemos, las siguientes:

- Continuar con la acción de seguimiento al proceso de la técnica de mantenimiento propuesta en esta tesis y que se denominó LILA (Lubricación-Inspección-Limpieza-Apriete)
- El taller de maestranza debe de estar íntimamente ligado al stock de almacén, por lo tanto, se recomienda no descuidar esa inter relación entre ambas áreas.
- Practicar el incentivo al personal, sobre todo operarios, el cual puede ser económico o en todo caso con cartas de o certificados de buen desempeño.

CAPÍTULO VII: FUENTES DE INFORMACIÓN

6.1 Fuentes Bibliográficas

- **Aguilar Otero, J., Torres Arcique R., & Magaña Jiménez, D. (2010).** *Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del Monterrey.*
- **Amable Salazar. J. B. (2017).** *Influencia del mantenimiento preventivo en la disponibilidad del cargador frontal Caterpillar 966 - C de la Municipalidad de Huancayo.* Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1634>
- **Arevalo Armas V.R. (13 de julio de 2018).** *Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total para reducir los costos operativos dela empresa Metarquel S.A.C.* Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/13794>.
- **Barfield J., Raiborn, C., & Kinney. M. (2011).** *Contabilidad de Costos Tradiciones (Vol 5).* Internacional Thomson Editores S.A.
- **Benítez Montalvo R. I. (2011).** *Influencia de los costos de mantenimiento en la toma de decisiones.* 13.
- **Cantoral Verás H. A. (octubre de 2009).** *Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para la industria de café Quetzal.* Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0579_M.pdf
- **Castillo García. O.A. (Junio de 2019).** *Gestión de mantenimiento en la mejora de métodos de trabajo para disminuir los costos de mantenimientopreventivo en una empresa cementera.* Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12678>
- **Catalán Cubas W.E. (2018).** *Propuesta de mejora en el área de mantenimiento*

aplicando TPM, para reducir costos en la minera Tahoe Resources La Arena.

Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/13459>

- **Centeno Samaniego, E.J. (abril de 2015).** *Análisis de los procesos de mantenimiento de equipos y su incidencia en el adecuado funcionamiento de los mismos en el Hospital León Becerra del Cantón Milagro.* Obtenido de <http://repositorio.unemi.edu.ec/handle/123456789/2556>
- **Chag Nieto E. (2008).** *Propuesta de un método de gestión de mantenimiento preventivo para una pequeña empresa del rubro de minería para reducción de costos del servicio de alquiler.* Lima.
- **Chávez Maihure, C. M. (2018).** *Propuesta de plan de mantenimiento preventivo del dique flotante adf 107 para la reducción costos operativos en el Sima- Callao, 2018.* Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30338>
- **Cuatrecasas. L., Torrell, F. (2010).** *TMP en un entorno lean management* Barcelona: profit editorial.
- **Espinoza Fuentes F. (2013).** *Aspecto Financiero en el mantenimiento.* En F. Espinoza. Fuentes. talca.
- **Gallego. J. (2010).** *Mantenimiento de sistemas microinformáticos* Madrid: Editex. Obtenido de Gallara. I &. (2005). *mantenimiento Industrial.* México. https://Books.google.com.mx/books?id=TYW4dZcb9mgC&dq=tipos+de+planteamiento+mantenimiento+preventivo&hl=es&source=gbs_navlinks_s
- **García Garrido, S, (2013).** *Organización y gestión Integral de mantenimiento.* Madrid: Díaz de Santos.
- **García Palencia. O. (2012).** *Mantenimiento moderno.* Bogotá, Colombia.

- **GASCA. A., & VARGAS, O. (2014).** *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la Empresa Agroangel.* Colombia.
- **Gatica. R. (2009).** *Mantenimiento industrial MEXICO:* trillas Sa De cv.
Obtenido de <https://www.iberlibro.com/9786071703088/Mantenimiento-industrial-Industrial-Maintenance-Manual-Operación-6071703085/plp>
- **Gutiérrez Sabogal, E. A. (2017).** *Desarrollo e implementación de un plan de mantenimiento planificado para las máquinas de la empresa Manrique Lozada y compañía S.A. S. Bogotá.*
- **Hansen D., & Mowen. M. (2007).** *Administración de costos: Contabilidad y control.* México D.F.: Cengage Learning.
- **Huerta A. E. (2007).** *Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una empresa empacadora de camarón.* GUAYAQUIL.
- **Lizana Clavo, O.E. (2016).** *Propuesta De Plan De Mantenimiento A Vehículos Livianos Para reducción de costos en La Empresa Multiservicios.*
- *Jonathan E.I.R.L. Jaén (2016) obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/33183>.*
- **Martínez Calizaya A.L. (2012).** *Proponer una gestión de mantenimiento para todos los equipos línea amarilla de una empresa que brinda servicios en alquiler de maquinaria.* Lima. Mora Gutiérrez I., (2009). *MANTENIMIENTO planeación, ejecución y control,* México: Alfaomega Grupo Editor. S.A.
- **Navarro y Elola (2009),** *Gestión. Integral de mantenimiento en gestión integral de mantenimiento Barcelona.*
- **Navas J. (2009).** *Teoría de mantenimiento: fiabilidad. Estado medirá.*

Venezuela: reimpressa. Obtenido de <https://vdocuments.mx/aplicacion-teoria-mantenimiento-jm-nava.html>

- **Olives Masip, R. (1994)**, *Mantenimiento Preventivo*. Ediciones departamento de empleo. Pesantez Huerta E.A. (2007). Elaboración de un plan de mantenimiento predictivo y preventivo en función de la criticidad de los equipos del proceso productivo de una Empresa empacadora de camarón. Obtenido de: http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/1234_56789/13353
- **Pinedo Tolentino I.A. (2018)**. *Aplicación del Mantenimiento Preventivo para disminuir costos de mantenimiento de la Empresa Pesquera Icef. SAC.* - Chimbote 2018. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/30121>
- **Polimeni R. Fabozzi, F., Adelberg.A., & Kole, M. (2011)**. *Contabilidad de costos* Martha Edna Suárez R.
- **Rivera Rubio E. (2011)**. *Sistema de gestión del Mantenimiento Industrial*. Lima.
- **SIMA (14 de febrero de 2014)**. *Preventivo 13: doble w w. Mantenimiento Preventivo.*, SIMA, 13. Obtenido de <http://www.mantenimientoplanificado.com/j%20Guadalupe%20articulosMANTENIMIENTO%20PREVENTIVO%20parte%201.pdf>
- **Valdez Atencio J. L. & San Martín Pacheco E.A. (2009)**. *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo-predictivo aplicado a los equipos de la empresa REMAPLAST.* Obtenido de <http://190.242.62.234.8080/jspui/bitstream/11227/802/1/275-%20TTG%20-%20DISE%C3%910%20DE%20%UN%20PLAN%DE%20MANTENIMIENTO%20PREVENTIVO->

PREDICTIVO%20APLICADO%20A%20LOS%20EQUIPOS%20
DE%20LA%20EMPRESA%20REMA PLAST.pdf

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Anexo 2: Medidas de prevención de la contaminación ambiental

ANEXO 1: Matriz de Consistencia

TÍTULO: MEJORA CONTINUA Y EFICIENCIA DE GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA FÁBRICA DE AZÚCAR DE LA EMPRESA ANDAHUASI S.A.A. – 2021

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	MÉTODO
<p>Problema general: ¿La mejora continua tiene relación significativa por la eficiencia de gestión del mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A.?</p> <p>Problema específicos: ¿Existe relación entre mejora de la conservación de máquinas y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A.? ¿Existe relación entre la mejora de capacidades, adiestramiento del personal, y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A.? ¿Existe relación entre la mejora de métodos de trabajo, y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A.?</p>	<p>Objetivo general: ¿Determinar la relación significativa entre la mejora continua y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A.?</p> <p>Objetivos específicos: ¿Establecer la relación significativa entre la mejora de la conservación de máquinas y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A.? ¿Analizar la relación entre la mejora de capacidades y adiestramiento del personal, y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A.? ¿Analizar la relación entre la mejora de métodos de trabajo, y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A.?</p>	<p>Hipótesis general: Existe relación significativa entre la mejora continua y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A.</p> <p>Hipótesis específicas: Existe relación entre la mejora de la conservación de máquinas y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A. Existe relación entre la mejora de capacidades y adiestramiento del personal, y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A. Hay una significativa relación entre la mejora de métodos de trabajo y la eficiencia de gestión de mantenimiento en la Fábrica de Azúcar de la Empresa Andahuasi S.A.A.</p>	<p>VI₁: Mejora continua</p> <p>VD₁: Eficiencia de gestión de mantenimiento</p>	<p>Tipo de diseño: No experimental.</p> <p>Enfoque: Cuantitativo, según el carácter de la medida.</p> <p>Métodos: Principalmente, el método deductivo.</p> <p>Tipo de estudio por su finalidad: Aplicativo</p> <p>Según la profundidad: Correlacional; por dar a conocer la relación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables, en un contexto en particular.</p> <p>Según el alcance temporal: Longitudinal</p> <p>Población: Al 100% e máquinas instaladas en línea de proceso.</p> <p>Muestra: Tipo censo, al 100%</p>

ANEXO 2: Medidas de prevención de la contaminación ambiental, propuestas para el ingenio del caso en estudio

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

- | | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none">• Instalación de sistemas de automatización de equipos, procesos e instrumentos de medición y control principalmente en evaporadores y tachos para evitar la caramelización, arrastre de miel o espumero y cuidar la calidad de la meladura.• Implementar procedimientos y tecnologías eficientes de lavado de acuerdo a las condiciones económicas de la empresa (boquillas de presión en mangueras, lavadoras de presión).• Diseñar e implementar tecnologías para el uso del calor sobrante del proceso en el secado del azúcar procesada y secado. |
|--|--|