



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Propuesta del método Kaizen en el mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C – 2020”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR:

Becerra Zapata, Max Willians (ORCID: 0000-0002-5127-7048)

ASESOR:

Mg. Seminario Atarama, Mario Roberto (ORCID: 0000-0002-9210-3650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

PIURA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A mi esposa e hija, porque son el pilar fundamental de mi vida, ellas son quienes me dan la fuerza y apoyan en todo momento para seguir este camino y llegar a cumplir mi meta.

A mi madre, a cada uno de mis familiares y a mis amigos por su apoyo incondicional durante el desarrollo profesional de este proyecto.

AGRADECIMIENTO

Agradecer en primer lugar a Dios, porque fue mi guía principal en el desarrollo de esta investigación, a las personas que contribuyeron con sus valiosas sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la metodología de este trabajo, también a mi esposa e hija, quienes son parte de mi formación profesional, con el apoyo incondicional y emocionalmente.

Agradecer a mi madre y a cada uno de mis familiares por darme el apoyo correspondiente en todo momento. A nuestros asesores que nos guiaron con mucha paciencia y dedicación e impartir sus experiencias, anécdotas y conocimientos en el desarrollo académico para nuestra formación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT:.....	viii
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II.MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	16
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN	34
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Metodología 5 S_____	10
Tabla 2: Tiempo y numero de paradas por mantenimiento de cosechadora _____	26
Tabla 3: Costo de mantenimiento general de las cosechadoras_____	26
Tabla 4: Calculo de la disponibilidad producción y DO _____	27
Tabla 5: Síntesis paramétrica de los problemas encontrados _____	32
Tabla 6: Actividades, procedimientos, metas, duración, responsable de ejecución y costos de la propuesta. _____	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de trabajo _____	21
Figura 2: Proceso de cosecha de caña de azúcar _____	23
Figura 3: Estado de almacén de insumos _____	28
Figura 4: Desorden del taller de mantenimiento de la empresa _____	29
Figura 5: Estado de almacén de insumos _____	29
Figura 6: Taller de cosechadoras de la empresa _____	30
Figura 7: Plan de mantenimiento Preventivo de la empresa _____	30
Figura 8: Charlas de concientización _____	31

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo proponer la metodología Kaizen para mejorar la disponibilidad operativa de la maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C. Se trabaja en base a datos brindados del área de operación y mantenimiento del área de cosecha para un periodo de 12 meses (Enero – Diciembre 2019), el cual determina la disponibilidad operativa. Para el análisis de la variable exógena se hace a través del análisis observacional, donde se califica los parámetros de la herramienta de las 5 S (Orden, organización, limpieza, estandarización y disciplina). La empresa, cuenta con 9 máquinas cosechadoras John Deere, las cuales cosechan la caña de azúcar en turnos de 22 horas al día, brindando un rendimiento de producción promedio de 3600 toneladas por día. Este rendimiento lo obtiene trabajando con una disponibilidad operativa promedio del 70%. La disponibilidad operativa se ve afectada por la ineficiencia del equipo de mantenimiento, este indicador podría mejorar con propuestas de mejora continua acordes con la disminución de los tiempos entre mantenimientos que como se puede observar está en promedio 4 horas, esto debido a que no se respetan los planes de mantenimiento preventivo, no se lleva bien un inventario de repuestos y cuando fallan las maquinas la demora se da en búsqueda de los mismos.

Palabras clave: Propuesta, Kaizen, mejora, mantenimiento preventivo, disponibilidad operativa, maquinaria.

ABSTRACT

The present research aims to propose the Kaizen methodology to improve the operational availability of the harvest machinery of the company Agro Aurora S.A.C. It works based on data provided from the operation and maintenance area of the harvest area for a period of 12 months (January - December 2019), which determines the operational availability. For the analysis of the exogenous variable, it is done through observational analysis, where the parameters of the 5 S tool (Order, organization, cleanliness, standardization and discipline) are rated. The company has 9 John Deere harvesting machines, which harvest sugarcane in shifts of 22 hours a day, providing an average production yield of 3,600 tons per day. This performance is obtained by working with an average operational availability of 70%. The operational availability is affected by the inefficiency of the maintenance team, this indicator could improve with proposals for continuous improvement in accordance with the decrease in the times between maintenance, which, as can be seen, is on average 4 hours, this because they are not respected preventive maintenance plans, an inventory of spare parts is not kept well and when the machines fail, the delay occurs in search of them.

Keywords: Proposal, Kaizen, improvement, preventive maintenance, operational availability, machinery.

I. INTRODUCCIÓN

Filosofía Kaizen o método de mejora continua es el secreto detrás de la productividad japonesa y surge durante los años cincuenta, y se fundamenta en el registro estadístico de procesos, para de eliminar ineficiencias en las fases del proceso productivo.

Japón ante la imperiosa necesidad de incrementar la productividad de su industria, se ve forzado a invertir en el mejoramiento continua de sus procesos, para ponerse a la par de sus competidores americanos, involucrando a cada uno de sus trabajadores a través de participación no sólo con sus manos, sino que también den a conocer sus inquietudes que presentan dentro de su trabajo diario. Plantea un esfuerzo incesante en el mantenimiento y optimiza los estándares.

Toyota, fue la primera en aplicar esta metodología en los años 60, con la finalidad de tener centros de trabajo bien organizados, lo que se traducía también en mayor productividad empresarial y mejor ambiente de trabajo. Luego le siguen otras empresas japonesas como Sony, desde los años 80, para terminar, extendiéndose a todo tipo de empresas, logrando afianzar su industria Japón como la pionera a nivel mundial.

La filosofía Kaizen para poder cumplir sus propósitos, requiere una herramienta auxiliar denominada metodología 5 "S", la misma que se definen con cinco palabras japonesas que inician con S: Seiri (Clasificar), Seiton (Ordenar), Seisou (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Disciplina). Estos cinco principios aplicados correctamente generan entornos de labores limpios, higiénicos, agradables y seguros.

El funcionamiento correcto y el mantenimiento adecuado de la maquinaria agrícola son de preocupación constante en el proceso productivo, la falla de una sola máquina como por ejemplo la cosechadora, paraliza todo el proceso productivo, por ello las áreas de mantenimiento son de vital consideración en la rama de la ingeniería industrial, ya que después de montar o poner en punto un equipo o maquinaria se debe tener en cuenta el inicio para realizar un historial de equipos o máquinas, un plan de mantenimiento, contar con personal técnico calificado para dar solución a futuros inconvenientes.

Generalmente todo lo que existe, en el caso de maquinarias móviles se deteriora con el pasar del tiempo, puede ser a largo o corto plazo. La elaboración de los programas de mantenimiento preventivo debe tomar en cuenta tanto los aspectos técnicos y además los relacionados con la organización y gestión empresarial.

Agro Aurora S.A.C, está ubicada en la provincia de Paita, con una extensión aproximadamente de 7500 hectáreas de caña cultivadas cerca al valle del Chira, e inicia sus actividades el 02 de marzo del año 2015, en el rubro de siembra y cosecha de caña de azúcar, para finalmente procesar la caña de azúcar y así extraer el etanol. Al 2019 la empresa tiene una capacidad productiva promedio de 310 mil litros de etanol día, con una molienda de 3600 TN caña.

La empresa cuenta con 9 cosechadoras John Deere 3520, además de 18 tractores, 18 auto volteos y 22 carretas cañeras los mismos que brindan un rendimiento 70% del total de su producción efectiva.

Entre los problemas resaltantes que llegan a afectar la productividad de la entidad destaca la baja disponibilidad operativa de la maquinaria de cosecha, debido a paradas inesperadas por fallas mecánicas o eléctricas, mala operación de la maquinaria, la ineficiente gestión al momento de programar los mantenimientos preventivos, demora en la adquisición de repuestos (falta de un control de inventarios actualizado); a pesar que la empresa Agro Aurora S.A.C cuenta actualmente con su Plan de Mantenimiento, este no se ejecuta de manera correcta al 100%.

La empresa entre sus objetivos del área de producción proyecta incrementos en la producción de etanol, lo cual requiere mejorar la disponibilidad de la maquinaria a utilizar y a la vez aumentar las horas efectivas de operatividad de la maquinaria de cosecha.

En un escenario de alta competitividad, la misma que resulta de los incrementos de productividad, obliga al sector empresarial a implementar sistemas o métodos de mejora continua en todas sus áreas. El área de mantenimiento en el sector industrial juega un rol de suma importancia, la misma que debe contar con métodos de mejora continua, que permita cumplir con todos los objetivos y metas de la empresa, contribuyendo así en la reducción de costos, minimización de tiempos muertos de la maquinaria, incrementando la disponibilidad y contar

con un equipo de confianza que sea seguro y bien capacitado para la consecución de las metas establecidas por la empresa.

Cabe señalar que este método llamado Kaizen y otros métodos de mejora continua que existen, están siendo aprovechados en las empresas mundialmente, de tal forma que se ha logrado mejorar la disponibilidad de la maquinaria y a la vez incrementar los niveles de productividad.

Lo resaltante de la aplicación de este método es que involucra la participación de todos los colaboradores en equipo, desde el nivel operativo hasta el nivel gerencial, siendo así una herramienta clave e importante para la mejora continua ya que destaca por su simplicidad y su método muy práctico. Ante la problemática detallada es que surge la correspondiente pregunta de estudio: ¿Cómo mejorar la disponibilidad operativa de la maquinaria de cosecha en la empresa Agro Aurora S.A.C. 2020?

La investigación tiene como objetivo proponer la metodología Kaizen para mejorar la disponibilidad operativa de la maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C. 2020.

El logro del objetivo general hace necesario los correspondientes objetivos específicos: (i) Diagnóstico para conocer cuáles son los problemas y causas de mayor incidencia en los MP que afectan la DO de las maquinaria de cosecha de la empresa; (ii) Sintetizar cuales son los resultados obtenidos del problema que afectan la DO de la maquinaria de cosecha de la empresa ; (iii) Establecer los objetivos de la propuesta de solución, para mejorar la DO de la maquinaria de cosecha de la empresa, (iv) Plantear la estrategia de solución y estimar los resultados sobre la disponibilidad operativa de la maquinaria de cosecha con la implementación de la metodología Kaizen en el área de MP de la empresa.

El resultado de la buena aplicación del método Kaizen mejora la disponibilidad operativa de la maquinaria de cosecha en la empresa Agro Aurora S.A.C, en un 10%, lo cual incrementara los niveles de caña de azúcar cosechada, básicamente por el incremento de la eficiencia de la gestión de mantenimiento, que disminuye los tiempos medios de reparación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

A nivel internacional son varias las investigaciones que destacan la importancia de metodologías o herramientas de mejora continua, entre estas investigaciones destacan:

Escudero (2018) en su tesis titulada “Propuesta para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para maquinaria agrícola”, se plantea como objetivo general evaluar y crear un programa de mantenimiento preventivo para mejorar el funcionamiento de la maquinaria de la empresa agrícola Talca - Chile. El estudio comienza con un diagnóstico de campo y entrevistas para determinar cómo se realiza el mantenimiento de las máquinas y equipos, teniendo en cuenta variables como el funcionamiento de las máquinas, el tipo de mantenimiento, la calidad de la ejecución, el tiempo requerido para la resolución de problemas, etc. A continuación, el estudio elabora una lista de la maquinaria agrícola de la empresa y define el programa de mantenimiento; a continuación, se elabora una lista de la maquinaria agrícola de la empresa, se identifica su función en el proceso de cultivo y se evalúan los costes y las ventajas de la propuesta. Los hallazgos más destacados son (i) La empresa viene realizando los procedimientos de mantenimiento preventivo de manera incorrecta, específicamente con la programación de los mismos, lo que afecta el resultado y resulta en fallas del sistema de los equipos y máquinas de la empresa, paradas no programadas que provocan un retraso en la producción; por lo tanto, si se implementa el PMP, las máquinas aumentarán significativamente su confiabilidad porque el mantenimiento se realiza en los períodos lentos de la empresa; (ii) El mantenimiento correctivo no garantiza que no se produzcan paradas no programadas de los equipos y máquinas, que suelen producirse en mitad de la jornada laboral o incluso al inicio de la misma, lo que provoca retrasos así como pérdidas económicas para el personal que opera y trabaja con las tareas realizadas por estos equipos y máquinas; (iii) La incorporación del PMP supondrá una importante disminución de los costes de mantenimiento. El gasto de evitar y vigilar estos componentes es menor que el de mantener

elementos clave como un motor, una bomba, etc. Además, el PMP excluye los costes de los trabajadores ajenos a la zona de mantenimiento, como los operarios y ayudantes, ya que se realiza en los momentos de cierre previsto.

Proaño, Gisbert y Pérez (2017), en su artículo: “Metodología para Elaborar un Plan de Mejora Continua”, el cual trata de un conjunto de tareas planeadas, organizadas, integradas y sistematizadas para obtener cambios, y mejoras de procedimientos en la organización. Para lo cual inicia con un análisis de las causas que provocan el problema; como segundo paso plantea la propuesta y planificación del plan de mejora; el tercer paso es la implantación y seguimiento; para culminar con una evaluación de la metodología aplicada; según el autor, tiene ventajas como menores costes, mayor producción, mejor calidad, clientes más satisfechos, comunicación departamental eficaz y mayor productividad general para la empresa.

Capote (2014) en su investigación titulada: “Método para el cálculo de indicadores de mantenimiento” demuestra cómo el área de mantenimiento necesita que se evalúe cada acción y que se disponga de indicaciones para cada actividad. La disponibilidad de los equipos en producción, el tiempo que tardan los equipos en fallar, el tiempo medio de reparación de los equipos y el coste medio de reparación de los equipos son cuatro indicadores que el área de mantenimiento debe desarrollar para calcular la mejora del área en cuestión. El estudio es descriptivo, cuantitativo y no experimental, y en la investigación se utilizó una muestra del trabajo realizado en los talleres de mantenimiento con la ayuda de las órdenes de trabajo, así como las tarjetas de aplicación interna para la gestión de accesorios y materiales de uso. Los resultados fueron alentadores, ya que los indicadores que se desarrollaron demuestran una conexión de variables que se detalla de manera que es comprensible el estado del sector operativo y ayuda a tomar mejores decisiones para que la organización pueda alinearse con sus objetivos. Cualquier taller de mantenimiento, ya sea en una corporación o en un municipio, puede aplicar y decidir los indicadores para tener criterios técnicos y mejorar las áreas de mantenimiento.

A nivel nacional se ha revisado las siguientes investigaciones:

Quiñonez (2019) en su investigación titulada: “Propuesta de la metodología Kaizen para mejorar la gestión de mantenimiento en la sede 4 de una cadena de comida rápida, Lima, 2019”, el objetivo de esta misión es la formulación de una estrategia para la mejora de la gestión del mantenimiento de la organización. La investigación es exhaustiva y adopta un enfoque proyectivo mixto. Para ello, recoge información documental y realiza entrevistas a los responsables de mantenimiento de la sede. A continuación, se triangula la información y se realiza una propuesta de mejora de la gestión para la cuarta sede de la empresa. En su conclusión, el autor destaca la importancia de mejorar las actividades de mantenimiento preventivo mediante la capacitación y un formato estandarizado para todo el personal involucrado, así como la mejora de la supervisión ejercida por la jefatura a través de una hoja de control, y finalmente la implementación de una base de datos histórica de fallas de los equipos críticos y accesorios involucrados. Mejorando estos tres puntos, la gestión del mantenimiento de la sede tendrá una experiencia más satisfactoria en general.

Villena (2017) en su tesis: “Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora”, propone como objetivo el desarrollo de un plan de Mantenimiento que mejore la disponibilidad y rendimiento de las maquinarias, permitiendo entregar los proyectos en los plazos definidos sin caer en gastos no presupuestados, así lograr mejorar tanto los ingresos de la empresa constructora como la percepción que tiene el cliente sobre el servicio brindado. Lo que busca, es fortalecer el trabajo en equipo a través de trabajos coordinados entre las áreas de Operaciones y de Mantenimiento, en donde el personal oportunamente brinda ideas para mejorar el ambiente de trabajo, la eficiencia y productividad. Para ello se recoge datos de operatividad y mantenimiento de máquinas, en un periodo de abarca de agosto del 2015 hasta noviembre del 2016, la misma que se refiere a paralizaciones, número de paralizaciones, horas de operación, consumo de combustible y costos de mantenimiento. Entre las

conclusiones más importantes tenemos: (i) La propuesta indica un incremento de la disponibilidad mecánica de la flota; (ii) El plan piloto de mantenimiento presenta un incremento de la DO del 35%, con un presupuesto utilizado de S/. 10,572; (iii) El área de mantenimiento solo llega al 47% de su rendimiento real, lo cual es bajo. Con el plan del TPM se quiere llegar rendimiento aceptable de un 65%; (iv) La implementación del TPM a los equipos maquinarias genera un ahorro anual de aproximadamente S/. 151,000 en el 1er año. El análisis económico y sensibilidad indica el proyecto es viable y rentable; (v) El éxito del proyecto requiere un apropiado seguimiento y control; para lo cual se deben realizar auditorías que verifiquen el cumplimiento de las acciones planteadas.

Chumbiauca (2016), en su tesis titulada: “Propuesta de mejora en el proceso productivo de una empresa que fabrica hielo”, una empresa que produce bloques de hielo para el transporte de mercancías frescas prioriza la mejora global en cada etapa del proceso de fabricación. La empresa SUMACO S.A.C. proporcionó los datos que se utilizaron para el estudio. En dicha empresa se elaboró una propuesta de mejora para optimizar la producción mediante la implementación de un plan de producción y gestión de PM. En el capítulo I se presentan los fundamentos teóricos y los numerosos métodos técnicos utilizados para hacer frente al desafío industrial; en el capítulo II se realiza un amplio diagnóstico de la empresa para identificar los problemas y sus causas, se analiza el proceso de producción y se entabla un debate con los empleados para determinar los problemas que afectan a la empresa; en el capítulo III se ofrece una solución a los problemas identificados, sugiriendo un sistema de gestión autónomo y un PM para abordar el problema de las paradas de producción; en el capítulo IV se exponen los resultados de la prueba piloto en términos de producción e ingresos obtenidos por la empresa. Del estudio de impacto se desprende que tanto la empresa como los operarios serán los más afectados. Los operadores serán los más afectados porque tendrán que adaptarse a los diversos cambios que se están produciendo en la empresa, lo que les exigirá ser más proactivos en las labores de mantenimiento que realizan, así como en el control y la comprensión de los nuevos indicadores de producción.

Alavedra et al. (2016) Investigan “La gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730 e Komatsu”, el enfoque de la investigación descriptiva-correlacional incluye excursiones de campo, entrevistas y la evaluación del equipo mediante el uso de datos históricos recogidos a través de órdenes de servicio completadas en los coches de la empresa. Los MP del equipo funcionan con menos tiempo del previsto, lo que afecta al funcionamiento del equipo. Hacerlo en el menor tiempo supone un trabajo deficiente, lo que se traduce en el aumento de los periodos invertidos en la realización de la tarea y su coste proporcional al periodo que utilizamos. El tratamiento de los datos se realiza en SPSS. La correcta ejecución de la actividad PM disminuye los tiempos de inactividad no programados y está directamente ligada al mantenimiento correctivo de las carretillas. Por último, cada proceso debe ser validado para identificar las causas subyacentes, reducir los fallos críticos y construir un plan de PM para apoyar la disponibilidad de las unidades y promover la fiabilidad de la organización, aumentando así la rentabilidad.

2.2 Bases teóricas

Para Cruz (2018, p.24) Kaizen, es “Un método científico de resolución de problemas, centrado en las personas y dirigido hacia el beneficio de la sociedad” Kaizen deriva de la unión de dos palabras japoneses: KAI que significa cambio y ZEN que quiere decir mejora; y aunque es un concepto que nace en los 70, su aplicación en las empresas no está muy extendido. La metodología Kaizen se basa en el mejoramiento continuo a través de la integración de forma activa de todos los trabajadores de la organización en continuos procesos de mejora, a través de pequeños aportes con el objetivo de mejorar el sistema productivo.

“La metodología Kaizen no requiere de inversiones grandes en infraestructuras o tecnología, sino que trata de maximizar el proceso con el mejor uso posible de los recursos disponibles” (Movertis, 2019, p.1).

En particular las organizaciones japonesas se enfocan en el mejoramiento continuo, a diferencia de las organizaciones de occidente que optan por el gran salto hacia adelante con grandes inversiones tecnológicas.

Según Flores (2003, p.7), entre las ventajas que brinda la metodología Kaizen, para las empresas destacan: guía a los trabajadores a dar lo mejor de sí para alcanzar los objetivos de la empresa, mejora la calidad del producto que se fabrica, aumenta la productividad de los colaboradores internos, concientiza al personal a trabajar con eficiencia.

La evidencia empírica en la aplicación de métodos de mejora continua, indica que se requiere modificar la cultura empresarial, la cual al principio presenta obstáculos que se generan entre los trabajadores inconformidades, inseguridad, molestias, una serie de factores que dificultan su implementación.

Para Flores, (2003, p.9), es normal observar la resistencia al cambio, ya que sistemas nuevos de trabajo implica obtener más colaboración, dedicación, esfuerzo, etc., es aquí donde el especialista debe explicar cuantas veces sea necesario los benéficos que genera a nivel operacional, personal y grupal; además debe darse a conocer la importancia del recurso humano y la confianza que se va depositar en cada uno de ellos, ya que con esta filosofía aportaran sugerencias e ideas nuevas para el cambio continuo, lo cual será premiado para que así se motiven constantemente todos, generando incrementos constates de productividad, solo así se facilitará la introducción de esta nueva filosofía.

“El método de mejora continua Kaizen, requiere del método de las 5 S, el cual es un método que me brinda un lugar de trabajo limpio, ordenado y seguro” (Cruz, 2018).

Para Berganzo (2016) El enfoque de las 5S es una herramienta básica de gestión óptica que se utiliza como punto de partida para implantar la mejora continua en las empresas. Forma parte del Lean Manufacturing, que es una metodología organizativa. Su objetivo es optimizar las condiciones del lugar de trabajo, facilitar la labor de los trabajadores y mejorar su capacidad de detección de problemas. Su adopción pretende promover la productividad, la calidad y la eficiencia de los procesos.

Esta herramienta tiene sus orígenes para muchos autores en Japón, aunque cabe destacar que el programa CANDO de Henry Ford, cuyas iniciales: Cleaning Up (Limpieza), Arranging (Organización), Neatness (Pulcritud), Discipline (Disciplina), Ongoing Improvement (mejora continua), parece ser el precursor más claro de lo que hoy se conoce como las 5 S, y es lógico ya que luego de la segunda guerra mundial los japoneses estudiaron los métodos de Ford, con el objetivo de mejorar las técnicas de los Americanos. La verdad es que siempre dentro de los sistemas culturales se han practicado, lo que pasa es que no lo han notado.

La metodología de las de las 5 S, se enfoca en mejorar las condiciones de trabajo, seguridad, clima laboral, motivación de personal y la eficiencia productiva, lo cual incrementa la competitividad de la organización.

La metodología de las 5 S y en las que se enfoca el estudio representa acciones que son principios expresados con cinco palabras en japonés que inician con S. Cada palabra presenta un significado relevante para la creación de un lugar digno y seguro donde trabajar.

Estas 5 S japonesas son las que se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1: Metodología 5 S

PALABRA	SIGNIFICADO
Seiri	Clasificar: se trata de determinar y distinguir entre los artículos necesarios y los innecesarios para deshacerse de estos últimos, ya que no aportan ningún valor al proceso.
Seiton	Ordenar: consiste en organizar los suministros esenciales de manera que puedan localizarse, utilizarse y sustituirse rápida y fácilmente. "Cada cosa en su sitio, y cada cosa en su lugar".
Seiso	Limpieza: consiste en eliminar los factores causantes de la suciedad, mantener todo en perfecto estado y hacer que la zona sea atractiva a los ojos del personal.
Seiketzu	Estandarizar: es el proceso de hacer que cada individuo reconozca la diferencia entre un escenario típico y uno fuera de lo común, por medio de normativas fáciles y que son visibles para los colaboradores.
Shitsuke	Disciplina: Es seguir sistemáticamente las directrices dadas por la organización.

Fuente: Elaboración propia

Para Villena (2017) el uso de las 5's proporciona ventajas que se centran en la participación de los empleados en el proceso de desarrollo basado en su comprensión del lugar de trabajo. Por ello, los empleados tienen un fuerte sentido de la lealtad a la empresa, y las contribuciones que hacen, así como la experiencia que adquieren durante su tiempo en el puesto, son muy apreciadas (p. 75).

Además, se consigue una mayor eficiencia en los procesos al mantener la aplicación de las 5 S, lo que conlleva menos mercancías defectuosas, averías, accidentes, mudanzas y traslados inútiles. Además, como el lugar de trabajo está más limpio y presenta una mejor imagen ante los clientes, la calidad del trabajo ha aumentado y los operarios muestran una mayor colaboración y trabajo en equipo.

Para Dioses (2020), la metodología de las 5 S, se basa en principios sencillos que por lo general las personas no aplican, sin embargo su aplicación continúa contribuye a grandes cambios, que a través del tiempo se transforman en beneficios ya que una empresa segura y limpia, lleva más fácilmente hacia resultados.

Entre los más importante de esta metodología tenemos: (i) Mejora del ambiente de trabajo ya que se eliminan desperdicios que se presentan por el desorden, falta de aseo, fugas, etc. las mismas que desaparecen una vez aplicado esta filosofía. (ii) Aumenta la vida útil de los equipos y máquinas, debido a la inspección permanente, por parte de personal encargado. (iii) Mejoramiento de disciplina en el cumplimiento de los estándares, ya que se compromete al personal en la elaboración de procedimientos de limpieza, lubricación, etc. relacionado a su área de trabajo. (iv) El empleo de elementos de control óptico como tarjetas, tableros, pizarras, facilita el orden de elementos y herramientas que interviene en el proceso de producción. (v) La ejecución del programa de mejora continua en el departamento de producción en un primer momento se orienta hacia la disminución de causas potenciales de accidentes, haciendo ver a los trabajadores la importancia del cuidado y conservación de los equipos y demás recursos de la organización.

Hay que dejar en claro que la introducción y dirección de la metodología Kaizen debe ser de arriba – abajo. Sin embargo las sugerencias deben de ser de abajo – arriba, ya que las sugerencias más relevantes por lo general vienen de las personas / trabajadores que están más próximos al problema.

La eficiencia del método de las 5 S requiere: (i) Cambio: un cambio de actitud de todos los trabajadores. (ii) Tiempo: Iniciada la aplicación del método de las 5 S, el cambio debe ser constante y para siempre. (iii) Equipo: Solo el necesario para el logro de los objetivos del programa. (iv) Instalaciones: Deben mostrar cambios importantes, dignas de imitar por otros departamentos o empresas. (v) Compromiso: De la alta gerencia y de los trabajadores para el logro del mejoramiento requerido.

No cabe duda que el primer paso es el compromiso, ya que sin este no será posible iniciar las actividades hacia el mejoramiento, sin los otros cuatro pasos restantes no se podrán detectar los problemas.

“El término mantenimiento se refiere a las prácticas utilizadas para asegurar el funcionamiento continuo y adecuado de equipos, maquinaria, instalaciones y servicios” (Muñoz, 2018, p. 3).

Para Salas (2012, p.26) el mantenimiento contribuye por todos los medios de conservar en condiciones de funcionamiento seguro y eficiente todo el equipo, y maquinaria.

El objetivo del mantenimiento industrial es garantizar la disponibilidad y fiabilidad de las máquinas, lo que implica protegerlas de los daños y asegurar su funcionamiento continuo. Para que el área de operaciones o producción pueda completar las órdenes de producción designadas y satisfacer los objetivos de la organización.

Los accidentes que empezaron a producirse en las calderas durante la revolución industrial obligaron a las aseguradoras a exigir una mejor atención, lo que dio lugar a la aparición de los talleres mecánicos. Durante esta época, el mantenimiento industrial era únicamente correctivo (de emergencia).

Según García, citado por Salas (2012, p. 27) el mantenimiento correctivo es un conjunto de actividades y procedimientos destinados a restablecer rápidamente

la disponibilidad de los equipos o instalaciones que han sufrido fallos o averías. Para limitar los riesgos, el objetivo del mantenimiento correctivo es resolver los problemas o las averías lo más rápidamente posible.

Para Salas, el mantenimiento correctivo es utilizado para arreglar o remediar los problemas de las máquinas que han superado un nivel específico de desgaste de los componentes., se realiza cuando se ve en la obligación de detener la producción debido al mal funcionamiento de las máquinas, pues puede contaminar la materia prima, consumir más insumos de lo necesario o también evitar los riesgos al personal involucrado en la maquinaria.

A inicios de 1925, se hace necesario en la industria americana organizar el mantenimiento con una base científica. Nace la idea de reparar antes de que se produzca el desgaste o desperfecto, para evitar interrupciones en los procesos productivos, con lo cual surge el concepto de mantenimiento preventivo, donde la intervención está en función al estado o condición efectiva de la máquina o equipos.

Alpizar, citado por Salas (2012, p. 34) el mantenimiento preventivo se describe como "el conjunto de operaciones que se realizan en un equipo, instrumento o edificio, con el objetivo de que funcione con la mayor eficacia posible, evitando paradas forzosas o imprevistas." Para este sistema se requiere un alto nivel de conocimientos y una capacidad de organización muy eficaz. Supone la elaboración de un plan de inspección de los distintos equipos de la planta mediante una correcta planificación, programación, gestión y ejecución de las operaciones, con el fin de detectar y corregir los defectos que puedan provocar daños más graves en el futuro" (p. 29).

Según Muñoz (2011, p.36), en su artículo sobre el mantenimiento industrial, determina al mantenimiento preventivo como aquellas tareas de mantenimiento encaminadas a disminuir la frecuencia de las fallas y el impacto que estas tienen en el sistema. Además, hace hincapié en la importancia de la preparación y diseño del plan de mantenimiento, pues de no realizar los mantenimientos cuando se requiere, se puede recaer en gastos innecesarios. Por lo tanto, existe la necesidad de implementar también un sistema de feedback que busque reunir

información para brindar las tareas predictivas en un punto óptimo de horas de trabajo.

Así mismo Estupiñan (2010, p.3), en su artículo impacto del mantenimiento en la productividad, afirma que incluir mantenimientos preventivos dentro del plan de mantenimiento es una estrategia eficaz para lograr que la maquinaria opere satisfactoriamente. Bajo esta línea, podemos afirmar que el mantenimiento en general asegurará la producción en una empresa manufacturera y la implementación del mantenimiento preventivo ayuda a eliminar tiempos muertos logrando mayor producción y por lo tanto mayores ingresos. Por otro lado, menciona que las adecuadas tareas de mantenimiento ayudan a mejorar la eficiencia energética que se traduce al final en mayor rentabilidad para la empresa.

En consecuencia, lo que sigue constituye la planificación de la aplicación del mantenimiento preventivo:

- ✓ La identificación de los componentes o elementos que serán objeto de este mantenimiento.
- ✓ Determinar la vida útil de los mismos
- ✓ Decidir qué hay que hacer en cada circunstancia
- ✓ Dividir la tarea en categorías en función de las temporadas en las que deben realizarse las intervenciones.

La probabilidad de que una pieza de maquinaria o equipo esté disponible para su uso cuando se necesite puede caracterizarse como disponibilidad. Para que un sistema sea accesible en cualquier momento, debe estar libre de defectos o, si ha tenido problemas, debe haber corregido esos fallos en un tiempo inferior al máximo permitido para el mantenimiento (Sexto, 2012, párr.3).

Para Zegarra (2016, p.30) es la proporción del tiempo total utilizable de la máquina que ésta ha estado en funcionamiento. Para cada pieza de equipo, la selección y el cumplimiento de los procedimientos de mantenimiento adecuados requiere el cálculo de la disponibilidad de ese elemento. cálculo de la disponibilidad:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$$

Dónde:

- ✓ TMEF: Tiempo medio entre fallas
- ✓ TMPR: Tiempo medio para reparar

Ambos índices me determinan la confiabilidad de las máquinas y equipos. El propósito es incrementar el TMEF y reducir el TMPR.

¿Cómo medir el TMEF?

El tiempo medio entre fallas (TMEF) se relaciona con factores de mantenimiento directo. Para su cálculo se usa el tiempo de operación normal total durante un período predeterminado, en la cantidad de fallas que ocurrieron durante ese período.

TMEF = (Tiempo general de la maquinaria se encuentra disponible para su funcionamiento) / (Cantidad de paradas)

Ejemplo:

Durante un correspondiente tiempo para la operación se visualizó:

Periodo disponible total para operación = 24 horas

Se presentaron 3 sin actividad por causa de problemáticas con la maquinaria, los tiempos fueron: 1 hora, 2 horas y 30 minutos.

$$TMEF = \frac{24 - (1 + 2 + 0.5)}{3} = 6.83 \text{ horas o } 410 \text{ minutos}$$

¿Cómo medir TMPR?

El TMPR se estima empleando el periodo medio que se involucra al efectuar la reparación posterior de que se haya generado la avería.

TMPR = (Tiempo total de reparación) / (cantidad de fallas)

Tomando en consideración el ejemplo previo. Se obtiene el correspondiente resultado:

$$TMPR = (1 + 2 + 0.5) / 3 = 1.16 \text{ horas o } 70 \text{ minutos}$$

Este resultado detalla el periodo medio que la maquinaria estuvo sin actividad.

Cuanto más inferior sea el TMPR, más eficiente es el equipo de mantenimiento.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El estudio conforme con el CONCITEC (2018) puede ser básica o aplicada. La presente investigación es aplicada, ya que identifica la situación problema y busca entre las posibles soluciones, aquella más adecuada para la resolución del problema (Vara Horna, 2010, p.104).

El método empleado en la investigación es el Inductivo. El enfoque inductivo es un modo de pensamiento en el que se deriva una regla o principio universal a partir de experiencias u observaciones individuales. A diferencia de la deducción, el razonamiento inductivo procede de lo específico a lo general (Castaños, 2016, párr.2).

Conforme con el enfoque o naturaleza es un estudio cualitativo. La investigación cualitativa le interesa sintetizar, describir, esquematizar y comprender los procesos; para ello hace uso de técnicas como: entrevistas a profundidad, observación, revisión documentaria, entre otras (Vara Horna, 2010, p.96).

Por su finalidad descriptiva. Hernández (2010, p.80) señala que los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos [...] Es decir, únicamente pretende medir o recoger información, sobre los conceptos o las variables a las que se refiere, esto es, su objetivo no es indicar como se relacionan estas.

El diseño empleado fue no experimental, transaccional. Hernández, Fernández, & Baptista (2010, p. 35) señalan qué, en este tipo de investigación, el investigador no manipula las variables, solo visualiza el evento tal como se comporta y se da en su contexto, para luego interpretarlo. Así mismo los diseños

transaccionales descriptivos recogen información de un periodo con el objetivo de explicar variables y estudiar sus efectos en un tiempo determinado.

3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización.

Variable dependiente:

Disponibilidad operativa de maquinaria de cosecha

Definición conceptual: La disponibilidad operativa es la probabilidad de que una pieza de maquinaria o equipo esté en uso o preparada para su uso cuando se necesite. Un sistema debe estar libre de averías o, si las tiene, arreglarse a tiempo, sin tardar más que la ventana máxima de mantenimiento, para ser accesible en todo momento (Sexto, 2012, párr.3).

Definición operacional: La proporción de tiempo que el equipo estuvo en funcionamiento en comparación con el tiempo total disponible (MarcadorDePosición3).

Indicador:

$$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$$

Dónde:

- ✓ TMEF: Tiempo medio entre fallas
- ✓ TMPR: Tiempo medio para reparar

Variable independiente:

Método Kaizen – 5 S

Definición conceptual: “El método de mejora continua Kaizen, requiere del método de las 5 S, el cual es un método para crear un lugar de trabajo limpio, ordenado y seguro” (Cruz, 2018).

Definición operacional: Se trabaja tomando en cuenta las 5 S: Seiri (Identificar y clasificar), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Disciplina).

Indicadores: Presencia de elementos innecesarios, ubicación de herramientas y materiales, etiquetado, señalización, limpieza de máquinas, equipos y

herramientas, nivel de estandarización del proceso de mantenimiento preventivo, auditorias de control y nivel de cumplimiento de normas establecidas

3.3. Escenario de estudio

Área de mantenimiento preventivo del área de cosecha de la Empresa Agro Aurora S.A.C.

Balcázar, Gonzales, Arratia, Gurrola, & Moysén (2013, p.17), señalan que: “El entorno de investigación ideal es aquel en el que el observador tiene un acceso sencillo, desarrolla rápidamente una relación con los informantes y recoge información que es específicamente relevante para las preguntas del estudio.”

3.4 Participantes

Los participantes que actuarán en el estudio serán: Jefe del departamento de mantenimiento, supervisor y jefe del área de operación de máquinas del área de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Correa (2020, párr.2) las técnicas de estudio cualitativo más usadas son: Observación de los procesos, entrevista a los entes comprometidos con el proceso, en nuestro caso al personal del área de cosecha, y revisión documental (análisis de procesos de mantenimiento pasados). Ligadas a estas técnicas se hace uso de los siguientes instrumentos de recogida de información:

Guía de entrevista a los trabajadores del área de cosecha

Ficha de observación del área de mantenimiento preventivo

Listas de cotejo o check list.

3.6. Procedimientos

El trabajo de recolección de datos se da con el permiso de la gerencia de la empresa Agro Aurora S.A.C, la misma que brinda facilidades para el diagnóstico, verificación y entrevista al personal del área de cosecha. Así mismo se realiza una capacitación previa al personal involucrado en el área de cosecha sobre el trabajo a realizar y explicando las bondades y beneficios que tienen los métodos de mejora continua, específicamente la metodología Kaizen y su herramienta las 5 S.

Como hemos señalado líneas arriba la herramienta 5 S, depende de la participación de todo el equipo de trabajo, por lo cual se debe iniciar con una concientización a los colaboradores, de que, pueden mejorar su ambiente de trabajo, lo cual mejora la disponibilidad operativa y a la vez su seguridad y beneficios, tanto para la empresa como para ellos mismos.

3.7 Rigor científico

La investigación se basa en los siguientes criterios de calidad:

- Credibilidad, consiste en la credibilidad o corrección del conocimiento generado y el haber adoptado tácticos para conseguirlo (Maxwell, citado por Jefatura de Investigación EPG, 2019, párr.3). El mapeo de los procedimientos en estudios cualitativos realizados en la investigación garantiza que la investigación cumple el criterio de credibilidad.
- Transferibilidad, hace referencia a la opción de transferir el proceso a otras áreas de la empresa.
- Seguridad, la información es confiable ya que se entrevista a cada uno de los integrantes del área de cosecha de la empresa en diferentes instantes e independiente del autor.
- Confirmabilidad, ya que se da la posibilidad de que otro investigador confirme si los hallazgos se adecuan o surgieron de los datos, como así también que se consulte a los trabajadores entrevistados.

3.8. Método de análisis de información

Se realiza entrevistas grabadas a los responsables del departamento de cosecha y mantenimiento de la entidad Agro Aurora S.A.C, luego se analiza a través de una desgravación, mediante una matriz de triangulación, comparando y contrastando la información relevante de los diferentes puntos de vista, para luego redactar conclusiones, sobre los factores que más inciden sobre la disponibilidad operativa de la maquinaria de cosecha.

Se realiza entrevistas grabadas a los responsables del departamento de cosecha y mantenimiento de la entidad Agro Aurora S.A.C, luego se analiza a través de una desgravación, mediante una matriz de triangulación, comparando y contrastando

la información relevante de los diferentes puntos de vista, para luego redactar conclusiones, sobre los factores que más inciden sobre la disponibilidad operativa de la maquinaria de cosecha.

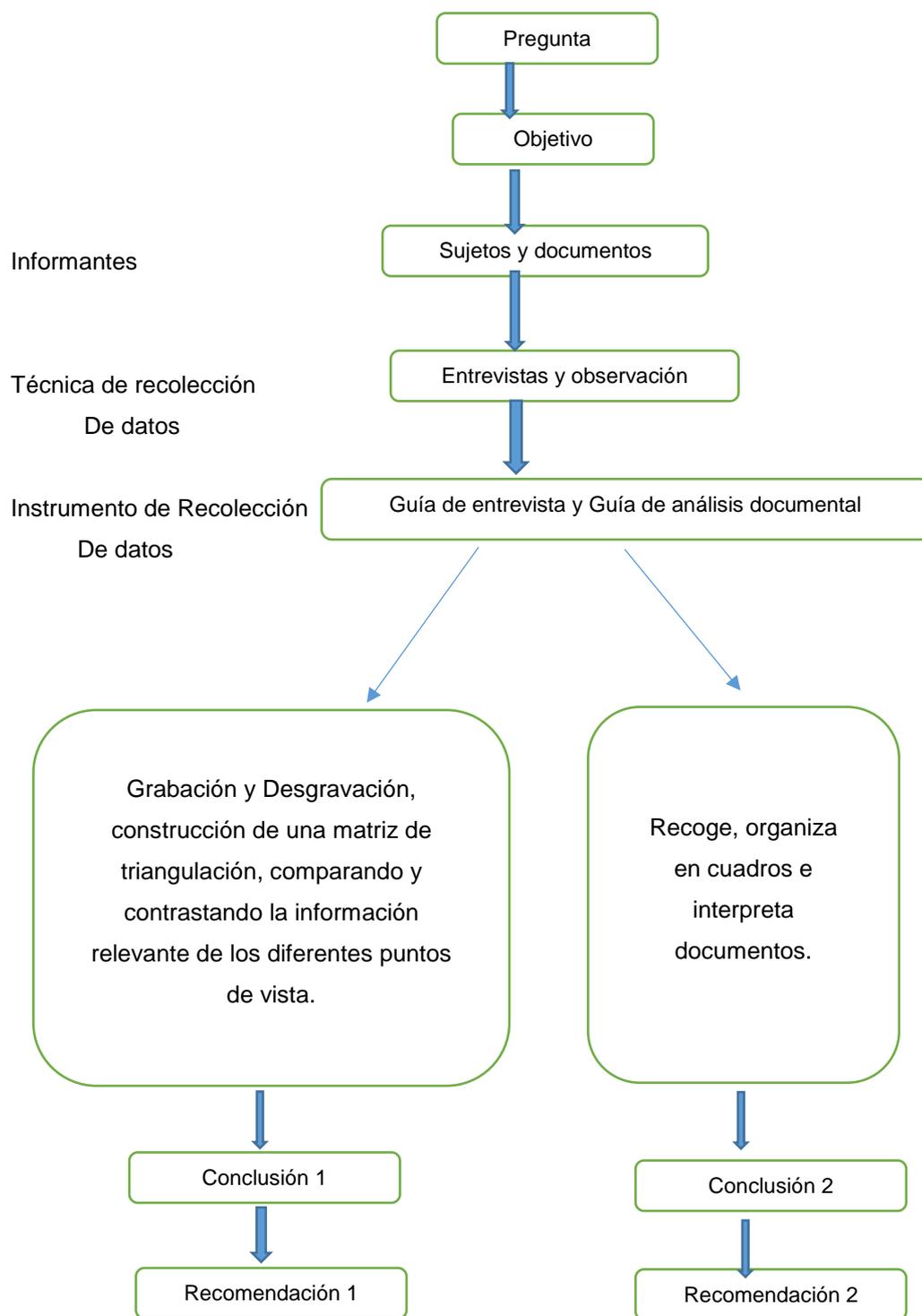


Figura 1: Esquema de trabajo

Fuente: Elaboración propia

3.9. Aspectos éticos

Conforme con la Resolución del Consejo Universitario N° 083 – 2016/UCV, amparada en Ley Universitaria 30220, la realización de investigación científica se fundamenta en una normatividad que reglamenta las buenas prácticas y afirman la promoción de los principios ético, tales como: honestidad y responsabilidad del investigador en la obtención y manejo de la información, el procesamiento, interpretación de resultados, elaboración y publicación del informe final.

Dado que el presente estudio se lleva a cabo con los principios de honestidad y fiabilidad de la información, respeto al derecho de identificación y teniendo en cuenta la mayor imparcialidad posible, se está velando por la autenticidad de los datos en este sentido. Asimismo, se examina la planificación en cada nivel del proceso de investigación, teniendo en cuenta los requerimientos de la Universidad César Vallejo, detallando la excelencia en cada fase de la investigación.

Así mismo cabe destacar que los instrumentos se aplicaron en forma anónima, respetando la opinión de los entrevistados por medio de la reserva de los mismos.

IV. RESULTADOS

4.1 Diagnostico de la situación actual del área de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C.

Máquinas del proceso de cosecha

Actualmente la Empresa Agro Aurora S.A.C, cuenta con una flota de 9 cosechadoras John Deere 3520 de oruga, cuya función es cortar trozar, limpiar y descargar la caña en los equipos de auto volteo (18), los mismos que vierten la caña a camiones especialmente modificados (cañeras), estas cañeras (22) llevan la caña a la fábrica para el proceso de producción de etanol, tal como se puede apreciar en la figura 2.



Figura 2: Proceso de cosecha de caña de azúcar

Estas máquinas cosechadoras son de gran potencia por el trabajo que realizan y por ende se trasladan al terreno/área de cosecha por medio de una cama baja (tracto camión), ya que son un poco lentas para andar y son exclusivamente para trabajar en tierras áridas.

Se cuenta con 18 carretas canasta de auto volteo, maquinaria diseñada con una parte móvil donde van 4 actuadores hidráulicos, 2 a cada extremo y son 2 para levantar a la altura de la carreta cañera y las otras 2 para vaciar el material en este caso la caña cosechada, también tiene una parte fija donde está anclada a la estructura; la estructura está diseñada por 4 ruedas lo cual es acoplada y jalada por un tractor de ruedas mediante un brazo de metal, también conectada mediante

mangueras de alta presión hidráulicamente para el movimiento de estos actuadores cuando se requieran elevar. Esta máquina va en paralelo con la cosechadora y detrás de esta maquinaria van siguiendo otras para que se acoplen cuando llegue su turno.

El auto volteo es la máquina encargada de recibir la caña que va cortando la cosechadora, una vez que se llena esta canasta va a vaciarla a la carreta cañera y así sigue el proceso de cosecha hasta terminar el área de corte programado de cosecha o haya alguna parada inesperada, para medir sus horas de trabajo cuentan con un instrumento llamado hodómetro y está puesto en el aro del neumático.

A su vez la empresa cuenta con 18 tractores de ruedas de marca MASSEY FERGUSON modelo 7614, lo cual estos traen un sistema hidráulico para acoplar cualquier máquina que funcione con este sistema y en este caso se le acoplan las carretas canasta auto volteo que van jalando en paralelo con las cosechadoras.

Para medir sus horas de trabajo cuenta con un instrumento llamado horometro que se encuentra en el tablero de control de manejo del conductor que se encuentra en su caseta.

La empresa cuenta con 22 carretas cañeras lo cual son las encargadas de trasladar la caña cosechada a planta para su procesado.

Esta carreta cuenta con una parte móvil de un lado acoplado mediante un cable de acero y una parte fija a la estructura de la carreta, que al momento de llegar a planta es levantada mediante una grúa de un lado de la canasta cañera (cable de acero) y vertida al depósito/fajas transportadoras de planta y así da inicio a su proceso de la misma.

Esta cañera tiene un instrumento de medición llamado hodómetro que está puesto en el aro del neumático y es para medir su kilometraje de recorrido.

Esta carreta cañera está compuesta por 8 neumáticos, una estructura o plataforma, la canasta para la caña, acoplada y jalada por un tracto camión, a este tracto camión le acoplamos hasta 3 carretas cañeras por viaje.

Principales equipos y herramientas del área de cosecha

Equipos: Máquina de soldar, equipo de oxicorte, amoladoras de 7" y 4.5", taladros, bahía para engrasado, tecla, gata hidráulica, cadenas, engrasadoras, compresor de aire, sogas, grilletes, palancas con puntas, carreta/taller rodante equipada con lo mencionado en este punto.

Herramientas: juego de llaves mixtas, juego de llaves de corona de golpe, juego de dados, juego de llaves Stilson, juego de llaves Allen y Thor, juego de destornilladores, martillos, combas, juego de alicates, sierras, patas de cabra, discos de corte, discos de desgaste, soldadura, pernos de diferentes medidas para estas máquinas para alguna emergencia en el momento, cinceles, reglas, Wincha, micrómetros, vernier y más herramientas por haber.

Variables relacionadas con la disponibilidad operativa (DO)

En el diagnóstico de DO de las cosechadoras se toma en cuenta el periodo Enero – Diciembre 2019, donde se analiza los siguientes datos: tiempo de paradas de maquinaria (cosechadoras), número de paralizaciones, horas de funcionamiento, costo de mantenimiento, cosecha en toneladas y consumo de gasolina.

Tiempo de paradas por mantenimiento: Periodo en el cual una máquina deja de funcionar, por lo general se da por fallas en los equipos o por paradas no programadas de las cosechadoras.

Como se puede observar en la tabla 2, las cosechadoras 1, 2 y 3 son las que más horas de parada presentan.

Cantidad de paradas de cosechadoras por mantenimiento: número de veces que la cosechadora ha dejado de estar en funcionamiento, lo cual puede ocurrir de forma espontáneamente o de forma programática. En lo referido a este indicador como se puede observar en la tabla 2, las cosechadoras 1, 2 y 3 presentan el mayor número de paradas por mantenimiento.

Tabla 2: Tiempo y numero de paradas por mantenimiento de cosechadora

Cosechadoras	Paradas en total (horas)	%	N° Paradas por mantenimiento	%	Costo S/. De mantenimiento en general
Cosechadora de Oruga 1	2200	17.79	596	13.64	376699
Cosechadora de Oruga 2	2117	16.39	554	12.68	346530
Cosechadora de Oruga 3	1978	15.34	525	12.02	289789
Cosechadora de Oruga 4	1815	13.18	490	11.22	256552
Cosechadora de Oruga 5	1742	10.71	483	11.06	232456
Cosechadora de Oruga 6	1611	9.97	467	10.69	210121
Cosechadora de Oruga 7	1544	6.96	431	9.86	149310
Cosechadora de Oruga 8	1513	5.35	424	9.70	119012
Cosechadora de Oruga 9	1445	4.30	399	9.13	106342
Total General	15965	100	4369	100.00	2086811
Promedio	1774		485		231868

Fuente: Información obtenida del área de mantenimiento

Costo de los mantenimientos de las cosechadoras: Costo de materiales y servicios necesarios para poner en funcionamiento las cosechadoras.

Tabla 3: Costo de mantenimiento general de las cosechadoras

Cosechadoras	Costo S/. De mantenimiento en general	Promedio
Cosechadora de Oruga 1	376699	18.05
Cosechadora de Oruga 2	346530	16.61
Cosechadora de Oruga 3	289789	13.89
Cosechadora de Oruga 4	256552	12.29
Cosechadora de Oruga 5	232456	11.14
Cosechadora de Oruga 6	210121	10.07
Cosechadora de Oruga 7	149310	7.15
Cosechadora de Oruga 8	119012	5.70
Cosechadora de Oruga 9	106342	5.10
Total General	2086811	100.00

Fuente: Información obtenida del área de mantenimiento

Como se puede observar en la tabla 3, las cosechadoras 1, 2 y 3 son las que presentan mayores gastos en mantenimiento, así mismo mayor número de

paradas y tiempo de mantenimiento en general, lo cual hace necesario priorizar recursos para disminuir el número de fallas.

A continuación, se realiza un análisis mensual del proceso cosecha para determinar: el tiempo medio entre fallas (TMEF) y el tiempo medio para reparar (TMPR), los mismos que me determinaran la disponibilidad operativa de la maquinaria de cosecha de la empresa.

Tomando como referencia la entrevista con el encargado del departamento de producción de la entidad Castillo (2020), se detalla que la empresa opera con un 70% de disponibilidad operativa promedio y producción efectiva (684 464 Ton, promedio de caña cosechada al mes), cuando la cantidad que debió cosecharse es de (974 700 Ton, con la maquinaria operando al 100% de DO).

La disponibilidad operativa de las cosechadoras se ve afectada por la ineficiencia del equipo de mantenimiento, tal como se puede observar en la tabla 5, contamos con un mínimo de DO de 58% y un máximo de 78%, este indicador podría mejorar con propuestas de cambio que estén acordes con la disminución de los tiempos entre mantenimientos que como se puede observar está en promedio 4 horas, esto debido a que no se respetan los planes de mantenimiento preventivo, no se lleva bien un inventario de repuestos y cuando fallan las maquinas la demora se da en búsqueda de los mismos. Otro punto que hay que resaltar es q se debe orientar esfuerzos a las maquinas 1, 2 y 3 que son las que más número y horas de paradas presenta.

Tabla 4: Calculo de la disponibilidad producción y DO

Mes	Cantidad de caña cosechada ton año 2019	Cantidad de caña que debió cosecharse ton año 2019	Tiempo en operación horas mes	N° Paradas de las cosechadoras	Tiempo total de reparación horas mes	Tiempo medio entre fallas (TMEF)	Tiempo medio para reparar (TMPR)	Disponibilidad Operativa %
Enero	606109	972000	3704	596	2236	6.21	3.75	62.36
Febrero	524127	907200	3203	581	2341	5.51	4.03	57.77
Marzo	679255	1004400	4151	593	1987	7.00	3.35	67.63
Abril	680727	972000	4160	520	1780	8.00	3.42	70.03
Mayo	659782	972000	4032	498	1908	8.10	3.83	67.88
Junio	706909	972000	4320	477	1620	9.06	3.40	72.73
Julio	726545	972000	4440	454	1500	9.78	3.30	74.75

Agosto	751745	1004400	4594	436	1544	10.54	3.54	74.85
Septiembre	697255	972000	4261	401	1679	10.63	4.19	71.73
Octubre	758945	1004400	4638	398	1500	11.65	3.77	75.56
Noviembre	760091	972000	4645	440	1295	10.56	2.94	78.20
Diciembre	662073	972000	4046	420	1894	9.63	4.51	68.11
Promedio cosecha mes	684464	974700	4183	485	1774	9	4	70

Fuente: Información obtenida del área de mantenimiento

Variables relacionadas con las 5 S

En el diagnóstico de las 5 S y su calificación (1- 10) en el área de cosecha de la Empresa se hace un análisis observacional de los ambientes del área de mantenimiento, para lo cual se presenta el siguiente análisis y fotos de estado de la materia:

- ✓ **Seiri** (orden del ambiente de trabajo): según diagnóstico el área de mantenimiento se observó desorden, áreas abarrotadas de desperdicios y repuestos obsoletos, pisos sucios con derrame de aceites y grasas, que dificultan el acceso y lo hacen peligroso. Tal como se observa en la ilustración 1 y 2, dándole una calificación de 5.



Figura 3: Estado de almacén de insumos

Fuente: Agro Aurora

Seiton (organización del área de trabajo): En el taller de mantenimiento las herramientas y materiales presenta una calificación de 4, lo cual indica problemas de localización de herramientas, tal como se puede apreciar en la figura 5.



Figura 4: Desorden del taller de mantenimiento de la empresa

Fuente: Agro Aurora

- ✓ **Seiso** (Limpieza de equipos y maquinas): Por el mismo ambiente en que se encuentra el taller, piso sin losa, y los aires que corren levantan polvo y los equipos se ensucian con facilidad. Además, los mismos trabajadores de área de mantenimiento dejan trapos con grasa y/o aceite, por lo cual se califica con un 5.



Figura 5: Estado de almacén de insumos

Fuente: Agro Aurora



Figura 6: Taller de cosechadoras de la empresa

Fuente: Agro Aurora

- ✓ **Seiketsu** (Estandarización de procesos): No se observa un cronograma de actividades, el supervisor informa que existe una base de datos pero no actualizada al 2020.

No se cuenta con un plan de mejora o indicadores a seguir para incrementar la DO de la maquinaria de cosecha. Dando una calificación de 5.

Control de Mantenimientos Preventivos Semanal															
Fecha:		16/07/2020		INICIO											
08/02/2019		13/02/2019		ULTIMO SERVICIO						PROXIMO SERVICIO					
DESCRIPCION EQUIPO	Nº INT	CCOSTO	TALLER	MEDIDOR 02 ACTUAL	FECHA 02 ACTUAL	MEDIDOR ULTIMO SERV.	REAL	TIPO SERVICIO	FRECUENCIA	MEDIDOR HEREDADO	MEDIDOR REAL	PROXIMO MEDIDOR REDONDO	TIPO DE SERVICIO	PROGRAMA	
Cosechadora	3502	481060363	TALLER MPA	2,069.0	23/11/2018	12,500	22,932.0	PM2	300	10,432	12,501.0	12,800	PM1	299	Hora:
Cosechadora	3503	481060364	TALLER MPA	2,245.0	09/01/2019	13,750	25,250.0	PM1	300	11,500	13,745	14,050	PM3	305	Hora:
Cosechadora	3504	481060365	TALLER MPA	2,475.0	20/12/2018	13,750	25,062.0	PM1	300	11,292	13,767	14,050	PM3	283	Hora:
Cosechadora	3507	481060366	TALLER MPA	10,587.0	08/11/2018	10,500	10,490.0	PM2	300		10,587	10,800	PM1	213	Hora:
Cosechadora	3508	481060367	TALLER MPA	9,354.0	18/12/2018	9,250	9,275.0	PM1	300		9,354.0	9,550	PM2	196	Hora:
Cosechadora	3509	481060368	TALLER MPA	9,789.0	18/12/2018	9,750	9,774.5	PM1	300		9,789.0	10,050	PM3	261	Hora:
Cosechadora	R-230	481063236	TALLER MPA	5,994.0	26/12/2018	6,000	6,025.0	PM4	300		5,994	6,300	PM1	306	Hora:
Cosechadora	R-231	481063237	TALLER MPA	6,375.0	19/12/2018	6,250	6,274.7	PM1	300		6,375	6,550	PM2	175	Hora:
Cosechadora	R-232	481063238	TALLER MPA	6,066.0	18/12/2018	6,000	6,020.0	PM4	300		6,066	6,300	PM1	234	Hora:

Figura 7: Plan de mantenimiento Preventivo de la empresa

Fuente: Agro Aurora

- ✓ **Shitzuke** (Disciplina del proceso de mantenimiento): en referencia a la disciplina con que se ejecutan los mantenimientos, se observa y señalan los operarios y técnicos que no se respeta las fechas ni horas pactadas de los mantenimientos, generando paradas innecesarias, lo que deja claro que el proceso no está disciplinado, por ello se le da un calificativo de 4.



Figura 8: Charlas de concientización

Fuente: Agro Aurora

Identificación del problema a resolver

Optimizar la disponibilidad operativa de la máquina de cosecha de la entidad Agro Aurora S.A.C, que actualmente se encuentra con una disponibilidad operativa del 70%.

Y: Disponibilidad operativa

Meta: Mejorar

Problema: ¿Cómo mejorar la disponibilidad operativa?

Síntesis de problemas encontrados

En la siguiente tabla se sintetizan con categorías de evaluación como es que se ha localizado en el departamento de cosecha de la entidad Agro Aurora S.A.C, en su visita de campo. La disponibilidad operativa como se dijo líneas arriba se encuentra en un 70%; los indicadores de la herramienta 5 S, toman valores del 1 – 10.

Tabla 5: Síntesis paramétrica de los problemas encontrados

INDICADOR	PREGUNTA	CATEGORÍA	TÉCNICA	FUENTE O INFORMANTE
Disponibilidad operativa	¿Cuál es la DO promedio de la maquinaria de cosecha?	0 - 100% 70%	Análisis documental	Historial de Fallas de maquinaria 2019
Gestión de mantenimiento		0- 10 Puntos		
Seiri	¿Están clasificados los equipos y materiales?	5	Análisis Documental Observación	
Seiton	¿Los equipos y herramientas para el mantenimiento están organizadas?	4	Observación	
Seiso	¿Se encuentran limpias las máquinas, equipos y herramientas?	5	Observación	
Seiketzu	¿Qué nivel de estandarización de procesos presenta el área de cosecha?	5	Análisis Documental Observación	
Shitzuke	¿Qué tan disciplinado está el proceso de mantenimiento preventivo en el área de cosecha?	4	Análisis Documental Observación Entrevista	
	PROMEDIO	4.6		
Cosecha Efectiva de caña % del total disponible	¿Cuál es el porcentaje de cosecha efectiva?	70%	Análisis Documental	

Fuente: Información obtenida del área de mantenimiento

Objetivos de la propuesta de solución

General: Incrementar la disponibilidad operativa del 70% al 80%.

Específicos:

- Capacitar al personal sobre la importancia de la metodología 5 S.
- Hacer una clasificación de herramientas y materiales necesarios en el departamento de mantenimiento.

- Organizar los equipos y herramientas del área de mantenimiento.
- Limpieza de máquinas, equipos y herramientas del área de cosecha.
- Estandarizar los procesos de mantenimiento en el área de cosecha.
- Disciplinar el proceso de mantenimiento de prevención en el departamento de cosecha.

Planteamiento de la estrategia Kaizen – 5 S

La eficiencia del método 5 S, requiere la participación de todo el personal que labora en el área de cosecha, específicamente de los del área de mantenimiento.

Tabla 6: Actividades, procedimientos, metas, duración, responsable de ejecución y costos de la propuesta.

ACTIVIDADES	PROCEDIMIENTOS	META	DURACIÓN	RESPONSABLE	COSTO
2 Taller de capacitación 5 S	Capacitación a personal de mantenimiento (2) y Operarios (2)	100 %	3 días	Jefe del área MP. & Jefe de Operarios	4500
Ordenar	Limpieza del área de taller con respecto a los residuos como: grasa, aceite y materiales no útiles.	7	8 horas	Supervisor de taller	400
Organización de equipos y herramientas	Señalización de herramientas y materiales.	8	1 día	Supervisor de taller	300
Limpieza	Limpieza de las máquinas y herramientas.	8	1 día	Supervisor de taller	350
Estandarización de proceso de mantenimiento	✓Establecer un cronograma de actividades. ✓Establecer una base de datos de DO.	8	5 día	Jefe de mantenimiento.	1500
Disciplinar el proceso de mantenimiento	Establecimiento de normas, funciones e incentivos.	7	2 día	Jefe de mantenimiento.	350
	Promedio	7.6			S/7400.00

Fuente: Información obtenida del área de mantenimiento

V. DISCUSIÓN

La investigación nos determina una disponibilidad operativa promedio de 9 cosechadoras de 70%, con un mínimo de 58% y un máximo de 78% de DO, valores muy por encima de los hallados en el estudio de Huancayo (2016), que en promedio tiene 65% de DO promedio, pero hay que tener en cuenta que el autor en su estudio hace la evaluación de la máquina de mayor criticidad de la empresa Caña Brava, no de manera general. Esto además nos puede dejar la duda de que el proceso de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C es más eficiente que la Empresa Caña Brava cuando su capacidad de cosecha es de 4300 tn/día, superior a la de la empresa en análisis que solo llega a 3600 tn / día, lo que significa que en su conjunto su proceso de cosecha es mucho más eficiente. Además, si analizamos su tiempo medio de relación promedio de caña brava es de solo 3.37 horas, mientras que la empresa en análisis tiene un mayor indicador mucho mayor 4 horas.

VI. CONCLUSIONES

1. La empresa Agro Aurora S.A.C cuenta con 9 cosechadoras John Deere, las mismas que cosechan la caña en turnos de 22 horas al día, brindando un rendimiento promedio de producción cosechada de caña de 3600 toneladas por día, de lo cual obtienen 309767 litros de etanol, trabajando con una disponibilidad operativa promedio del área de cosecha del 70%.
2. La disponibilidad operativa de las cosechadoras está siendo afectada por la ineficiente gestión del área de mantenimiento (desorden, desorganización, procesos no estandarizados e indisciplina), son las causas en las cuales se debe trabajar para reducir los tiempos de mantenimiento de la máquina de cosecha.
3. El objetivo de la propuesta es incrementar la disponibilidad operativa de la maquinaria de cosecha al 80%, lo cual requiere de las siguientes tareas: Capacitación y sensibilización sobre la importancia de la herramienta 5 S; Ordenar limpiar y organizar el área de trabajo; estandarizar y disciplinar los procesos de mantenimiento preventivo del área de cosecha.
4. El éxito de la propuesta estratégica 5 S, requiere de la participación de la totalidad de los colaboradores que efectúan las labores en el área de cosecha de la entidad, por ello el planteamiento de la estrategia inicia con 2 talleres de capacitación (cuyos encargados son los jefes de área); limpieza del área de taller (eliminar cosas innecesarias); señalización de herramientas y materiales (cada cosa en su lugar); limpieza de máquinas y equipos; establecimiento de un cronograma de actividades y una base de datos de DO (encargado jefe de mantenimiento); disciplinar el proceso de mantenimiento por medio del establecimiento de normas y funciones e incentivos a cada uno de los trabajadores del taller.
5. Los beneficios de la implementación del sistema de mejora continua 5 S, son grandes y su costo es mínimo para la empresa Agro Aurora S.A.C.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda la implementación del método de mejora continua, ya que es de bajo costo y presenta grandes beneficios para la empresa en general.
- ✓ La capacitación y sensibilización de los beneficios que traen el método de mejora continua con su herramienta 5 S, debe ser dado por especialistas y con experiencia en la implementación y desarrollo de este tipo de instrumentos de gestión eficiente.
- ✓ La disciplina se debe implementar no solo con normas y reglas también se deben dar premios e incentivos a los trabajadores que con sus propuestas de mejora o aptitudes hagan más eficiente y seguro el proceso de cosecha.
- ✓ El éxito de la implementación del método de mejora continua Kaizen requiere y es tarea de todos los involucrados en el proceso de cosecha.

REFERENCIAS

- Balcazar, P., Gonzales, N., Arratia, L., Gurrola, G., & Moysén, A. (2013). Investigación Cualitativa. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Berganzo, J. (2016). Las 5 eses para ser más productivo. Obtenido de <https://www.sistemasoe.com/implantar-5s/>
- Caña Brava. (2016). Caña Brava, empresa productora de etanol de Piura. <https://www.youtube.com/watch?v=0mRu0YC2MpY>.
- Capote, A. (2017). Método para el cálculo de indicadores de mantenimiento. Revista Ingeniería agrícola, 45-49.
- Carrasco, S. (2016). Metodología de la Investigación Científica. Lima: Ed. San Marcos.
- Castaños, E. (2016). El método inductivo como estrategia de aprendizaje. Obtenido de <https://educadamentosite.wordpress.com/2016/01/07/el-metodo-inductivo-como-estrategia-de-aprendizaje/#comments>
- CESLA. (2018). Informe Económico sobre la situación y perspectivas de la Economía de Perú. Obtenido de <https://www.cesla.com/informe-economia-peru.php>
- Chumbiauca, W. (2016). "Propuesta de mejora en el proceso productivo de una empresa que fabrica hielo". Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621571/WALTER%20CHUMBIAUCA%20VELA.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Correa, H. (26 de Junio de 2020). Metodología de la investigación. (M. Becerra, Entrevistador)
- Cruz, A. (2018). Las 5 S. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=SZrWEudAqq8>
- Diario Gestión. (13 de junio de 2017). ETANOL. págs. 1-2. Obtenido de <http://minagri.gob.pe/portal/29-sector-agrario/azucar/249-etanol>

- Diario Regional. (2020). Paita: OEFA precisa que empresa Agroaurora SAC no incumple con compromisos de quema. Obtenido de <https://www.elregionalpiura.com.pe/index.php/regionales/152-otras-provincias/41798-paita-oefta-precisa-que-empresa-agroaurora-sac-no-incumple-con-compromisos-de-quema>
- Dioses, S. (22 de Junio de 2020). Costos y beneficios de la implementacion de la filosofia Kaizen. (M. Becerra, Entrevistador)
- Estupiñan, E. (2010). ALCANCES DE LA IMPLEMENTACION DE NUEVAS TECNICAS DE ANALISIS EN LOS PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO – PROACTIVO EN LA INDUSTRIA. Obtenido de http://www.mantenimientoplanificado.com/art%C3%ADculos%20PREDICTIVO_archivos/Tecnicas%20mantenimiento%20predictivo%20DE%20ACIEM.ORG.pdf
- Flores, M. (Universidad San Carlos de Guatemala de 2003). APLICACIÓN DEL SISTEMA KAIZEN EN LA INDUSTRIA DE EMPAQUES FLEXIBLES . Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1231_IN.pdf
- Helfgott, S. (2017). Perú recuperó el rendimiento de caña de azúcar que tenía antes de la Reforma Agraria. Obtenido de <https://agraria.pe/noticias/peru-recupero-el-rendimiento-de-cana-de-azucar-que-tenia-13630>
- Hernández, R., Fernández, C., & Batista, M. (2014). Metodologia de la investigación. Mexico: 6ta Ed. McGraw-Hill.
- Huancaya, C. (2016). Mejora de la disponibilidad mecanica y confiabilidad operacional de una flota de cosechadoras de caña de azucar de 40 t/n de capacidad. Lima: PUCP.
- Jefatura de Investigación EPG. (2019). Guía para la formulacion de tesis cuantitativa y cualitativa EPG - UCV Lima Norte. Lima: UCV.
- Ministerio de Energia y Minas. (2018). Anuario Estadístico de Electricidad 2017. Obtenido de http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=6&idEstadistica=13034

- Ministerio de energía y minas del Perú. (2010). Estadísticas de accidentes en Minas subterráneas. Obtenido de www.minem.gob.pe/estadisticas/accidentes/subterraneos/pdf
- Movertis. (2019). ¿Qué es la metodología kaizen? Obtenido de <https://www.movertis.com/blog/logistica/metodologia-kaizen>
- Muñoz, B. (2018). Mantenimiento Industrial. Madrid: Area de Ingenieria Mecanica.
- Ñaupas, H., Mejía, E., & Villagómez, A. (2011). Metodología de la investigación científica y asesoramiento de tesis. Una propuesta didáctica para aprender a investigar y elaborar la tesis. . Segunda Edición. Lima. Editorial Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- PQS. (2017). En 2017 el Perú compró US\$ 84 millones de etanol subsidiado a Estados Unidos. Obtenido de <https://www.pqs.pe/economia/en-2017-el-peru-compro-us-84-millones-de-etanol-subsidiado-estados-unidos>
- Proaño, D., Gisbert, V., & Perez, E. (2017). Metodología para elaborar un plan de mejora continua. Obtenido de https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2018/01/art_6.pdf
- PUCP. (2017). Problemática de la producción de biocombustibles en Perú. Obtenido de http://congreso.pucp.edu.pe/caber/wp-content/uploads/sites/65/2019/02/M.Espinoza_Problem%C3%A1tica-de-la-producci%C3%B3n-de-biocombustibles-en-Per%C3%BA.pdf
- Quiñonez, B. (2019). Propuesta de la metodología Kaizen para la mejora de la gestión de mantenimiento en la sede cuatro de una cadena de comida rápida, Lima, 2019. Obtenido de <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3263/TESIS%20Qui%C3%B1ones%20Benito.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Real Academia de la Lengua Española. (Octubre de 2017). Diccionario de la lengua española. España. 25.^a ed.: McGraw-Hill.
- Romero, E. (2013). Aplicacion de la metodologia Kaizen y su impacto en Iso igresos totales d la empresa Espacio Contratistas S.A.C. Period 2012. Obtenido de

http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/2587/romero_elin.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Saavedra, J. (2014). Administración estratégica: evolución y tendencias. Economía y Administración, 3.

Saénez, D., Chang, E., & Martínez, J. (2016). El Impacto de la Cultura Organizacional sobre la Estrategia Competitiva y su Influencia en el Desempeño Exportador de las PYMES. Colombia, Barranquilla: Tec Empresarial.

Salas, M. (2012). Propuesta de mejora del programa de mantenimiento preventivo actual en las etapas de prehilado e hilado de una fábrica textil. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/578614/Tesis+Mario+Salas+Maceda.pdf;jsessionid=B829D0437097906CDCB34CEEA99FB20C?sequence=2>

Santos, A. (2017). Cosecha mecanizada: maquinaria para la recolección. Obtenido de <https://www.tractoresymaquinas.com/cosecha-mecanizada-cosechadoras/>

Scielo. (2018). El cultivo de caña de azúcar en la Costa del Perú durante los eventos de El Niño 1982-83 y 1997-98. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162018000100009

Seminario, M. (2018). Elaboracion de la Propuesta. Piura: Universidad Cesar Vallejo.

Serpa, C. (2017). El control Interno como herramienta de gestion para mejorar los procesos logísticos en al Empresa central de gaseosas H&C S.A.C. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/continental/3588/1/INV_FCE_310_TE_Serpa_Vivas_2017.pdf

Sexto, L. (2012). Mejora la Mantenibilidad. Obtenido de <https://se-gestiona.radical-management.com/2011/12/ingenieria-de-la-mantenibilidad.html>

UMSM. (2015). La cosecha de caña de azúcar: impacto económico, social y ambiental. Obtenido de

<https://www.usmp.edu.pe/contabilidadyeconomia/images/pdf/investigacion/cosecha.pdf>

Universidad Cesar Vallejo. (2017). Referencias estilo APA. Lima: Fondo Editorial de la UCV.

Universidad Cesar Vallejo. (2017). Referencias estilo ISO 690 y 690-2. Lima: Fondo Editorial UCV.

Universidad Cesar Vallejo. (2020). Guía de Elaboración de Productos Observables. Piura.

Utarro, F., Miranda, A., & Morejón, Y. (2015). Análisis de la disponibilidad técnica de la cosechadora CaseAustoft 7000 en el Estado Trujillo, Venezuela. Revista Ingeniería Agrícola, Vol. 5, N° 1.

Vara Horna, A. (2010). ¿Como hacer una tesis en ciencias empresariales? . Lima: USMP. 2 Ed.

Villena, A. (2017). "Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento de equipos bajo las técnicas del TPM en una empresa constructora". Obtenido de
file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/TESIS%20ING%20INDUSTRIAL/Villena_AA.pdf

Zegarra, M. (Junio de 2016.). Indicadores para la gestión del mantenimiento de equipos pesados. Ciencia y Desarrollo, 19, 30, 31.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
V.ENDOGENA: Disponibilidad operativa maquinaria de cosecha	La disponibilidad operativa se define como la probabilidad de una maquina o equipo de estar en funcionamiento o listo para funcionar en el momento o instante que es requerido. Para poder disponer de un sistema en cualquier instante, éste no debe de tener fallos, o bien, en caso de haberlos sufrido, debe haber sido reparado en un tiempo menor que el máximo permitido para su mantenimiento (Sexto, 2012, párr.3).	Disponibilidad operativa	$\% \text{ Disponibilidad} = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$ <p>Dónde:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ TMEF: Tiempo medio entre fallas ✓ TMPR: Tiempo medio para reparar
V. EXOGENA: Método Kaizen – 5 S	“El método de mejora continua Kaizen, requiere del método de las 5 S, el cual es un método para crear un lugar de trabajo limpio, ordenado y seguro” (Cruz, 2018).	Seiri (Identificar y clasificar)	✓ Presencia de elementos innecesarios
		Seiton (Orden)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ubicación de herramientas y materiales ✓ Etiquetado ✓ Señalización
		Seiso (Limpieza)	✓ Limpieza de máquinas, equipos y herramientas
		Seiketsu (Estandarizar)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Nivel de estandarización del proceso de mantenimiento preventivo ✓ Auditorias de control
		Shitsuke (Disciplina)	✓ Nivel de cumplimiento de normas establecidas

Entrevista a los operadores de la maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

Ficha de observación del taller de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 15 días del mes de Julio del Dos mil veinte.



Mgtr. : Gerardo Sosa Panta
 DNI : 03591940
 Especialidad : INGENIERO INDUSTRIAL
 E-mail : gerardodolar@gmail.com

Constancia de validación 02.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Julio Jason Malca Viera con DNI N.º 45825702
 de profesión Ingeniero Mecánico - Eléctrico desempeñándome actualmente
 como Jefe Dpto. Pozos y Bombas en
AGROAURORA SAC

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Entrevista a personal de mantenimiento de la maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C.
- Entrevista a operadores de maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C.
- Ficha de observación para la maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Entrevista a personal de mantenimiento de la maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora SAC.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización			✓		
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia					✓
8. Coherencia			✓		
9. Metodología				✓	

Entrevista a los operadores de la maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad				✓	
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia				✓	
9. Metodología				✓	

Ficha de observación del taller de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					✓
2. Objetividad					✓
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad				✓	
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia			✓		
9. Metodología			✓		

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 16 días del mes de Julio del Dos mil veinte.

Mgr. : Julio JASON MALCA VIERA.
DNI : 45825702
Especialidad : Ingeniero Mecánico-Electrico
E-mail : julio.malca.v@gmail.com


CIP: 194734

Constancia de validacion 03.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Segundo Mario Augusto Horeban con DNI N.º 441724655,
 de profesión Ing. Industrial desempeñándome actualmente
 como Sup. de Saneamiento Ambiental en
Emp. Silsa S.A.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- Entrevista a personal de mantenimiento de la maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C.
- Entrevista a operadores de maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C.
- Ficha de observación para la maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

Entrevista a personal de mantenimiento de la maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora SAC.	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia					✓

SEGUNDO MARIO A.
 HOREBAN
 Ing. Industrial

Entrevista a los operadores de la maquinaria de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad					✓
3. Actualidad					✓
4. Organización				✓	
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia					✓
9. Metodología				✓	

Ficha de observación del taller de cosecha de la empresa Agro Aurora S.A.C	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				✓	
2. Objetividad					✓
3. Actualidad				✓	
4. Organización				✓	✓
5. Suficiencia				✓	
6. Intencionalidad					✓
7. Consistencia				✓	
8. Coherencia					✓
9. Metodología				✓	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Piura a los 16 días del mes de Julio del Dos mil veinte.

Mgr. Ing.: Segundo Mario Quezada Marchena
 DNI: 44724655
 Especialidad: Ing. Industrial
 E-mail: mario@machena.com

 SEGUNDO MARIO QUEZADA MARCHENA
 Ingeniero Industrial
 CIPAF 241000011

Anexo 5. Instrumento de recolección de datos

INDICADOR	CATEGORÍA	TÉCNICA Y FUENTE	PREGUNTAS
Disponibilidad operativa (DO)	0 -100% 70%	Análisis de registro de datos de operación y mantenimiento del área de cosecha. Entrevista al supervisor de taller y al jefe de operarios.	1. ¿N° de paradas de las cosechadoras al mes? 2. ¿Tiempo de operación horas mes de las cosechadoras? 3. ¿Tiempo total de reparación horas mes?
Capacidad productiva del área de cosecha N° de cosechadoras	YCB = 4300 tn/d YAA= 3600 tn/d 9	Análisis de registro de datos de operación. Entrevista al supervisor de taller y al jefe de operarios. Observación. Entrevista al supervisor de la empresa.	4. ¿Cuál es el rendimiento promedio de caña cosechada por día? 5. ¿Con cuantas maquinas cosechadoras trabaja el área de cosecha?
SEIRI (Clasificar)	0 – 10 puntos 5 puntos	Observación - Fotos	6. ¿Esta ordenado el ambiente de trabajo?
SEITON (Organizar)	0 – 10 puntos 4 puntos	Observación - Fotos	7. ¿Está organizada el área de mantenimiento?
SEISO (Limpieza)	0 – 10 puntos 5 puntos	Observación - Fotos	8. ¿Se encuentran limpias las máquinas y equipos del área de cosecha?
SEIKETZU (Estandarización)	0 – 10 puntos 5 puntos	Observación – Fotos y análisis de documentos de gestión de mantenimiento.	9. ¿Existe cronograma de actividades? 10. ¿Existe una base de datos histórica de fallas de maquinarias y accesorios involucrados? 11. ¿Se cuenta con plan de inspección para cada máquina cosechadora?
SHISTZUKE (Disciplina)	0 – 10 puntos 4 puntos	Observación – Fotos y análisis de documentos de gestión de mantenimiento. Entrevista al jefe de mantenimiento.	12. ¿Se respeta la fecha y hora pactada de los MP? 13. ¿Existen normas claras de cómo se deben dar los procesos de MP?

Anexo 6: Plan de mantenimiento de la empresa Agro Aurora S.A.C

Control de Mantenimientos Preventivos Semanal															
Fecha:		16/07/2020		INICIO											
08/02/2019		13/02/2019		ULTIMO SERVICIO						PROXIMO SERVICIO					
DESCRIPCION EQUIPO	Nº INT	CCOSTO	TALLER	MEDIDOR O2 ACTUAL	FECHA O2 ACTUAL	MEDIDOR ULTIMO SERV.	REAL	TIPO SERVICIO	FRECUENCIA	MEDIDOR HEREDADO	MEDIDOR REAL	PROXIMO MEDIDOR REDONDO	TIPO DE SERVICIO	PROGRAMA	
26 Cosechadora	3502	481060363	TALLER MPA	2,069.0	23/11/2018	12,500	22,932.0	PM2	300	10,432	12,501.0	12,800	PM1.	299	Horas
27 Cosechadora	3503	481060364	TALLER MPA	2,245.0	09/01/2019	13,750	25,250.0	PM1.	300	11,500	13,745	14,050	PM3	305	Horas
28 Cosechadora	3504	481060365	TALLER MPA	2,475.0	20/12/2018	13,750	25,062.0	PM1.	300	11,292	13,767	14,050	PM3	283	Horas
29 Cosechadora	3507	481060366	TALLER MPA	10,587.0	08/11/2018	10,500	10,490.0	PM2	300		10,587	10,800	PM1.	213	Horas
30 Cosechadora	3508	481060367	TALLER MPA	9,354.0	18/12/2018	9,250	9,275.0	PM1	300		9,354.0	9,550	PM2	196	Horas
31 Cosechadora	3509	481060368	TALLER MPA	9,789.0	18/12/2018	9,750	9,774.5	PM1.	300		9,789.0	10,050	PM3	261	Horas
32 Cosechadora	R-230	481063236	TALLER MPA	5,994.0	26/12/2018	6,000	6,025.0	PM4	300		5,994	6,300	PM1	306	Horas
33 Cosechadora	R-231	481063237	TALLER MPA	6,375.0	19/12/2018	6,250	6,274.7	PM1	300		6,375	6,550	PM2	175	Horas
34 Cosechadora	R-232	481063238	TALLER MPA	6,066.0	18/12/2018	6,000	6,020.0	PM4	300		6,066	6,300	PM1	234	Horas

Anexo 7: Engrase rutinario de las máquinas cosechadoras.

		<h3>Engrase Rutinario JD3520</h3>						
Equipo: _____		Marca: JOHN DEERE		Modelo: 3520 JD		OT NRO. _____		
Lugar de trabajo: _____		N° Pivote/Campo: _____				N° Reserva. _____		
Fecha inicio programado: _____		Fecha inicio real: _____		Semana: _____				
Supervisor responsable: _____		Horometro inicio motor diesel: _____		Horometro inicio elevador: _____				
Mecanico: _____		Operador: _____						
OPERACIÓN	HOROMETRO DIESEL							OBSERVACION
	FECHA							
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
I ACTIVIDAD CADA 25H								
1	Engrasar los cilindros de suspensión superiores (2 graseras)							
2	Engrasar el cilindro de suspensión inferior (2 graseras).							
3	Engrasar el rodillo tumbador regulable (2 graseras).							
4	Engrasar el conjunto del despuntador (6 graseras).							
5	Engrasar los divisores de cosecha (18 graseras).							
6	Engrasar el extractor principal (5 graseras).							
7	Engrasar el extractor secundario (3 graseras).							
8	Engrasar la mesa basculante del elevador (11 graseras).							
9	Engrasar los pivotes de los rodillos de alimentación (19 graseras).							
10	Limpiar filtros de cabina							
11	Limpiar filtros de recirculación de aire acondicionado							
12	Limpiar compartimiento de motor							
13	Limpiar el condensador de aire acondicionado							
14	Limpiar el radiador de motor y enfriadores de aceite							
15	Limpiar zona del silenciador							
16	Limpiar seccion de caja de bombas hidraulicas							
17	Limpiar enfriador de aceite hidraulico							
18	Limpiar filtro de admision primario							
II ACTIVIDAD CADA 100H								
19	Engrasar la cadena del elevador							
_____ Supervisor		_____ Técnico				_____ Operador		
Horómetros engrasados								

Anexo 8: Ficha de Cosechadora de Mantenimiento Preventivo

		PM0 Mantenimiento rutinario de JD3520							
Equipo: _____		Marca: JOHN DEERE _____		Modelo: 3520 JD _____				OT NRO. _____	
Lugar de trabajo: _____		N° Pivote/Campo: _____		Fecha inicio real: _____				N° Reserva: _____	
Fecha inicio programado: _____		Supervisor responsable: _____		Horometro inicio motor diesel: _____				Semana: _____	
Mecanico: _____		Operador: _____							
OPERACIÓN	Fecha	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	OBSERVACION
	Horometro Turno día								
	Horometro Turno noche								
I ACTIVIDADES CADA 25H									
1	Limpiar prefiltro de aire	OPERADOR							
2	Inspeccionar las cuchillas del cortador de base	OPERADOR							
3	Inspeccionar las cuchillas del picador	OPERADOR							
4	Inspeccionar las cuchillas del despuntador	OPERADOR							
5	Inspeccionar las aspas del extractor principal	OPERADOR							
6	Inspeccionar las aspas del extractor secundario.	OPERADOR							
7	Revisar estado y carga de extintor	OPERADOR							
8	Revisar la tensión de la cadena del elevador.	COSECHA- SOLDADOR							
9	Revisar el apriete de toda la tornillería floja.	TEC. COSECHA- SOLDADOR							
10	Revisar la oruga en busca de piezas torcidas	TEC. COSECHA- SOLDADOR							
11	Revisar que las luces, los conectores y grupos de cables no estén dañados ni que haya cables rotos.	TEC. COSECHA-ELECTRIC.							
12	Revisar el sistema hidráulico en busca de fugas, abrazaderas sueltas o faltantes, o daños.	TEC. COSECHA-MECANICO							
13	Revisar el sistema de admisión de aire en busca de fugas, abrazaderas sueltas o faltantes, o daños.	TEC. COSECHA-MECANICO							
14	Revisión de la correa del ventilador.	TEC. COSECHA-MECANICO							
15	Revisar el nivel de los fluidos: aceite de motor	TEC. COSECHA-MECANICO							
16	Revisar el nivel de los fluidos: caja de engranajes del cortador de base	TEC. COSECHA-MECANICO							
17	Revisar el nivel de los fluidos: caja de engranajes del picador.	TEC. COSECHA-MECANICO							
18	Drenar el agua del filtro separador	TEC. COSECHA-MECANICO							
II ACTIVIDADES CADA 50H									
19	Inspeccionar si hay señales de desgaste, deshilachado o roturas en el cable de soporte del elevador	TEC. COSECHA- SOLDADOR							
20	Revisar si los topes de los divisores de cosecha están desgastados.	TEC. COSECHA- SOLDADOR							
21	Revisar los topes del soporte del rodillo de alimentación están desgastados.	TEC. COSECHA- SOLDADOR							
22	Revisar los topes del amortiguador del elevador están desgastados.	TEC. COSECHA- SOLDADOR							
23	Revisión de los topes de seguridad del cilindro de suspensión	TEC. COSECHA- SOLDADOR							
24	Revisión de los topes de seguridad del amortiguador	TEC. COSECHA-MECANICO							
25	Revisión de los topes de seguridad de inclinación de la cabina	TEC. COSECHA-MECANICO							
26	Revisar el nivel de los fluidos: caja de engranajes de mando de la bomba	TEC. COSECHA-MECANICO							
27	Revisar el nivel de los fluidos: engranajes de reducción final	TEC. COSECHA-MECANICO							
28	Apriete de tuerca del embrague del volante del picador.	TEC. COSECHA-MECANICO							
III ACTIVIDADES CADA 100H									
29	Examinar conjunto despuntador.	TEC. COSECHA- SOLDADOR							
30	Inspeccionar la tornillería de montaje de la caja de cambios del cortador base.	TEC. COSECHA- SOLDADOR							
31	Inspeccionar los tornillos de montaje de los listones del elevador y su alineación.	TEC. COSECHA- SOLDADOR							
32	Inspeccionar el conjunto del ventilador del extractor principal.	TEC. COSECHA- SOLDADOR							
33	Revisar el par de apriete de la tornillería de montaje de los rodillos inferiores.	TEC. COSECHA- SOLDADOR							
_____ Supervisor de mantenimiento		OPERADOR							_____ Operador de equipo
		TEC. COSECHA- SOLDADOR							
		TEC. COSECHA-MECANICO							
		TEC. COSECHA-ELECTRIC.							

Anexo 09: Cartilla de repuestos para los MP de las cosechadoras

REPUESTOS PARA MANTTO. PREVENTIVOS DE COSECHADORAS.			PM1	PM2	PM1.	PM3	PM1..	PM2.	PM1...	PM4
DESCRIPCION	COMPONENTE	UNIDAD	250 Hr.	500 Hr.	750 Hr.	1000 Hr.	1250 Hr.	1500 Hr.	1750 Hr.	2000 Hr.
FILTRO DE ACEITE DE MOTOR	Motor	UND	1	1	1	1	1	1	1	1
FILTRO SEPARADOR	Motor	UND	1	1	1	1	1	1	1	1
FILTRO DE COMBUSTIBLE	Motor	UND	1	1	1	1	1	1	1	1
FILTRO DE AIRE PRIMARIO	Motor	UND	1	1	1	1	1	1	1	1
FILTRO DE AIRE SECUNDARIO	Motor	UND				1				1
FILTRO DE CABINA	Cabina	UND				1				1
FILTRO DE CABINA	Cabina	UND				1				1
FILTRO HIDRAULICO	Hidraulico	UND				1				1
ACEITE RIMULA X 15W-40	Cárter del motor	GL	8	8	8	8	8	8	8	8
SHELL SPIRAX A 85W-140	Mandos finales	GL	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
SHELL SPIRAX A 85W-140	Caja de cortador base	GL		2.75		2.75		2.75		2.75
SHELL SPIRAX A 85W-140	Caja de bombas	GL		2.5		2.5		2.5		2.5
SHELL SPIRAX A 85W-140	Caja de engranaje del trozador	GL		2.5		2.5		2.5		2.5
SHELL SPIRAX S4 TXM	Tanque hidraulico	GL								105
REFRIGERANTE SHELL 50/50 ELC ULTRA	Radiador	GL								15



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SEMINARIO ATARAMA MARIO ROBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: ""PROPUESTA DEL METODO KAIZEN EN EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MEJORAR LA DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA DE COSECHA DE LA EMPRESA AGRO AURORA S.A.C 2020"", del (los) autor (autores) BECERRA ZAPATA MAX WILLIANS, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Piura, 4 de agosto de 2020

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SEMINARIO ATARAMA MARIO ROBERTO DNI: 02633043 ORCID 0000-0002-9210-3650	Firmado digitalmente por: MSEMINARIOA el 04 Ago 2020 09:26:31