



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS

**PLAN DE MEJORA UTILIZANDO LA FILOSOFÍA LEAN
MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA ERSA TRANSPORTES
Y SERVICIOS S.R.L.**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
INDUSTRIAL**

Autor:

Bach. Astochado Requejo, Walter Fernando

ORCID: 0000-0001-7117-9392

Asesor:

MSc. Purihuamán Leonardo, Celso Nazario

ORCID: 0000-0003-1270-0402

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2023

**PLAN DE MEJORA UTILIZANDO LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING
PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA ERSA
TRANSPORTES Y SERVICIOS S.R.L.**

Aprobación del jurado

Dr. Raffo Ramirez Flor de María
Presidente del Jurado de Tesis

Dr. Puyen Farías Nelson Alejandro
Secretario del Jurado de Tesis

Mg. Franciosi Willis Juan José
Vocal del Jurado de Tesis

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresado del Programa de Estudios de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

PLAN DE MEJORA UTILIZANDO LA FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA ERSA TRANSPORTES Y SERVICIOS S.R.L.

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

| | | |
|-----------------------------------|---------------|---|
| Astochado Requejo Walter Fernando | DNI: 75936252 |  |
|-----------------------------------|---------------|---|

* Porcentaje de similitud turnitin:12%

Pimentel, 20 de junio del 2023.

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

ASTOCHADOREQUEJO_WALTERFERNAN
DO_TURNITIN.docx

| | |
|---|--|
| <p>RECuento DE PALABRAS</p> <p>30116 Words</p> | <p>RECuento DE CARACTERES</p> <p>168288 Characters</p> |
| <p>RECuento DE PÁGINAS</p> <p>169 Pages</p> | <p>TAMAÑO DEL ARCHIVO</p> <p>5.4MB</p> |
| <p>FECHA DE ENTREGA</p> <p>Jun 28, 2023 10:44 AM GMT-5</p> | <p>FECHA DEL INFORME</p> <p>Jun 28, 2023 10:46 AM GMT-5</p> |

● 12% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos:

- 11% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

Dedicatoria

El presente estudio realizado en base a esfuerzo y constancia, es dedicado en primera instancia a Dios pues mediante su guía pude enfrentar todos los desafíos presentes durante mi carrera profesional. Asimismo, es realizado en honor a mis padres quienes siempre brindaron su apoyo incondicional para que mi persona logre convertirse en un profesional de éxito. Finalmente dedico mi investigación a mi familia en general por estar siempre conmigo, impulsándome para que nunca me rindiera.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por siempre protegerme y guiarme en mi camino profesional, a mis padres Fernando y Josefina, mis hermanos Edinson y Arturo por todo el apoyo y confianza depositada en mi persona, a Jasmin por el apoyo incondicional y motivación, a mi asesor por el apoyo y guía brindado para culminar con éxito la presente investigación y finalmente agradezco a mi casa de estudios por todas las enseñanzas inculcadas, las cuales sirvieron directa e indirectamente en el logro del cumplimiento de los objetivos del presente estudio.

Índice

| | |
|---|-----|
| Dedicatoria..... | iv |
| Agradecimiento..... | v |
| Índice de tablas..... | vii |
| Índice de figuras..... | ix |
| Resumen | xi |
| Abstract..... | xii |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. Realidad Problemática..... | 1 |
| 1.2. Formulación del problema | 7 |
| 1.3. Hipótesis..... | 7 |
| 1.4. Objetivos | 7 |
| 1.5. Teorías relacionadas al tema..... | 8 |
| II. MATERIAL Y MÉTODO | 29 |
| 2.1. Tipo y diseño de la investigación | 29 |
| 2.2. Variables, Operacionalización | 29 |
| 2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterios de selección | 33 |
| 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 33 |
| 2.5. Procedimiento de análisis de datos | 36 |
| 2.6. Criterios éticos..... | 37 |
| III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 39 |
| 3.1. Resultados | 39 |
| 3.2. Discusión | 162 |
| IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 165 |
| 4.1. Conclusiones..... | 165 |
| 4.2. Recomendaciones..... | 165 |
| REFERENCIAS | 167 |
| ANEXOS..... | 156 |

Índice de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Principios del TPM | 23 |
| Tabla 2 Operacionalización de la variable dependiente | 30 |
| Tabla 3 Operacionalización de la variable independiente..... | 31 |
| Tabla 4 Criterios éticos. | 38 |
| Tabla 5 Información general del proceso productivo | 41 |
| Tabla 6 Descripción de materia prima | 42 |
| Tabla 7 Listado de máquinas | 46 |
| Tabla 8 Fallas de bomba de melaza | 48 |
| Tabla 9 Fallas del diluidor | 48 |
| Tabla 10 Fallas de bomba de recuperación | 50 |
| Tabla 11 Fallas de bomba de agua sumergible..... | 50 |
| Tabla 12 Fallas de boba de agua para alimentación | 52 |
| Tabla 13 Fallas de compresor de aire | 52 |
| Tabla 14 Fallas de bomba de mosto | 52 |
| Tabla 15 Fallas de calentavino..... | 54 |
| Tabla 16 Fallas de la columna mostera..... | 54 |
| Tabla 17 Fallas de la columna rectificadora | 56 |
| Tabla 18 Falla del condensador | 57 |
| Tabla 19 Fallas de enfriador de alcohol | 58 |
| Tabla 20 Fallas de bomba de vinaza..... | 59 |
| Tabla 21 Fallas de bomba fusel | 59 |
| Tabla 22 Fallas de bomba de alcohol..... | 61 |
| Tabla 23 Fallas de bomba de agua para condensadores..... | 61 |
| Tabla 24 Fallas de ablandador de agua | 61 |
| Tabla 25 Fallas de bomba de agua para ablandador | 63 |
| Tabla 26. Fallas en intercambiador de calor..... | 63 |
| Tabla 27 Fallas de bomba de agua caliente de caldero | 65 |
| Tabla 28 Fallas de ventilador tiro forzado..... | 65 |
| Tabla 29 Fallas de ventilador de tiro forzado..... | 67 |
| Tabla 30 Fallas de elevador de cangilones | 68 |
| Tabla 31 Fallas de motor reductor de tornillo sin fin | 69 |
| Tabla 32 Periodo de trabajo en ERSA | 69 |
| Tabla 33 Conocimiento de Plan de Mejora..... | 73 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 34 Clasificación de herramientas, materiales y equipos | 74 |
| Tabla 35 Orden en general del área de trabajo | 74 |
| Tabla 36 Limpieza en el área de trabajo | 75 |
| Tabla 37 Señalización y acceso a herramientas | 75 |
| Tabla 38 Cumplimiento de las normas de seguridad, higiene y salud | 76 |
| Tabla 39 Cumplimiento de las metas establecidas..... | 76 |
| Tabla 40 Mantenimiento inmediato de las máquinas..... | 77 |
| Tabla 41 Método para reportar fallas | 78 |
| Tabla 42 Frecuencia de ocurrencia de accidentes | 78 |
| Tabla 43 Causas de ocurrencia de accidentes..... | 79 |
| Tabla 44 Existencia de capacitaciones | 79 |
| Tabla 45 Necesidad de Capacitación..... | 80 |
| Tabla 46 Conocimiento de indicadores de producción | 81 |
| Tabla 47 Detalle de las paradas y microparadas en ERSA | 82 |
| Tabla 48 Costo de mano de obra tercerizada incluidos repuestos | 82 |
| Tabla 49 Costos por no producir en ERSA..... | 82 |
| Tabla 50 Planillas de los operarios de la empresa ERSA..... | 83 |
| Tabla 51 Gastos de mano de obra en tiempo inoperativo | 85 |
| Tabla 52 Horas incurridas en mantenimiento | 91 |
| Tabla 53 Número de mantenimientos realizados | 90 |
| Tabla 54 Producción total de alcohol | 91 |
| Tabla 55 Costo del tiempo laborado de la mano de obra | 93 |
| Tabla 56 Costos de mantenimiento tercerizado | 94 |
| Tabla 57 Detalles de la propuesta..... | 99 |
| Tabla 58 Clasificación de los objetos | 98 |
| Tabla 59 Disposición final de los artículos..... | 102 |
| Tabla 60 Resumen de decisiones finales | 102 |
| Tabla 61 Materiales para el mantenimiento autónomo | 103 |
| Tabla 62 Frecuencia y métodos de lubricación | 146 |
| Tabla 63 Plan de capacitaciones del personal | 148 |
| Tabla 64 Planillas del personal de mantenimiento | 152 |
| Tabla 65 Indicadores antes y después de la mejora | 157 |
| Tabla 66 Costos de las propuestas de fallas en la maquinaria..... | 158 |
| Tabla 67 Costos de la propuesta de mantenimiento correctivo tercerizado..... | 160 |
| Tabla 68 Pérdidas de fallas de maquinaria | 161 |
| Tabla 69 Pérdidas de mantenimiento correctivo tercerizado | 161 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1: Relación de eficiencia y eficacia de la Productividad..... | 10 |
| Figura 2. La Productividad y sus componentes..... | 10 |
| Figura 3. Factores de productividad. | 12 |
| Figura 4. La nomenclatura de índices de productividad. | 12 |
| Figura 5. Índices de productividad parcial. | 13 |
| Figura 6. Índices de productividad total. | 13 |
| Figura 7. Nivelación Heijunka de la producción..... | 17 |
| Figura 8. Círculo de frecuencia de uso..... | 20 |
| Figura 9. Objetivo principal del TPM. | 22 |
| Figura 10. Clasificación de los tipos de problemas Seis grandes pérdidas..... | 24 |
| Figura 11. Fases y etapas de implantación de mantenimiento preventivo..... | 25 |
| Figura 12. Coeficiente Alfa de Cronbach de la de encuesta..... | 36 |
| Figura 13. Organigrama de ERSA Transportes y Servicios S.R.L. | 40 |
| Figura 14. Diagrama de operaciones del proceso de elaboración de alcohol..... | 43 |
| Figura 15. Descripción de bomba de melaza y diluidor | 47 |
| Figura 16. Descripción de bomba de recuperación de mosto y agua sumergible | 49 |
| Figura 17. Descripción de bomba de agua para alimentadores y compresor | 51 |
| Figura 18 Descripción de las máquinas bomba de mosto y calentavino..... | 53 |
| Figura 19. Descripción de las máquinas columna mostera y rectificadora..... | 55 |
| Figura 20. Descripción de las máquinas condensadores y enfriador de alcohol..... | 57 |
| Figura 21. Descripción de las máquinas bomba de vinaza y bomba de fusel..... | 58 |
| Figura 22. Descripción de las máquinas bomba de alcohol y bomba de agua para condensadores | 60 |
| Figura 23. Descripción de las máquinas ablandadores y bomba de agua para ablandadores | 62 |
| Figura 24. Descripción de las máquinas intercambiadores de calor y bomba de agua caliente para caldero..... | 64 |
| Figura 25. Descripción de las máquinas caldero y ventilador de tiro forzado | 66 |
| Figura 26. Descripción de las máquinas elevador de cangilones y motor reductor de tonillo sin fin | 68 |
| Figura 27. Check list aplicado en la empresa | 70 |
| Figura 28. Histórico de paradas y microparadas de la empresa..... | 87 |
| Figura 29. Diagrama de Pareto de las máquinas en base a costo de mantenimiento | 88 |
| Figura 30. Diagrama de causa efecto respecto a la baja productividad de la empresa. ... | 88 |

| | |
|---|-----|
| Figura 31. Diagrama de flujo de la clasificación de productos | 100 |
| Figura 32. Tarjetas para clasificación de elementos..... | 101 |
| Figura 33. Líneas divisorias para cada área..... | 105 |
| Figura 34. Formato de limpieza..... | 107 |
| Figura 35. Lista de chequeo de ERSA | 109 |
| Figura 36. Formato de cumplimiento de las 5S | 110 |
| Figura 37. Flujograma de aplicación de mantenimiento preventivo | 112 |
| Figura 38. Plan de mantenimiento de la Bomba agua de caldero | 118 |
| Figura 39. Plan de mantenimiento de la Bomba de vinaza..... | 121 |
| Figura 40. Plan de mantenimiento de la bomba de mosto..... | 125 |
| Figura 41. Plan de mantenimiento de la bomba de melaza | 129 |
| Figura 42. Plan de mantenimiento del diluidor..... | 130 |
| Figura 43. Plan de mantenimiento del elevador de canjilones..... | 134 |
| Figura 44. Plan de mantenimiento del compresor de aire | 136 |
| Figura 45. Plan de mantenimiento de la bomba de agua de los condensadores | 139 |
| Figura 46. Cronograma del mantenimiento preventivo de Bomba de agua de caldero.. | 141 |
| Figura 47. Cronograma del mantenimiento preventivo de Bomba de vinaza..... | 142 |
| Figura 48. Cronograma del mantenimiento preventivo de Bomba de mosto | 142 |
| Figura 49. Cronograma del mantenimiento preventivo de bomba de melaza | 143 |
| Figura 50. Cronograma del mantenimiento preventivo del diluidor | 143 |
| Figura 51. Cronograma del mantenimiento preventivo del elevador de canjilones | 144 |
| Figura 52. Cronograma del mantenimiento preventivo del compresor de aire | 144 |
| Figura 53. Cronograma del mantenimiento preventivo de bomba de agua de los condensadores | 145 |
| Figura 54. Formato de etiqueta de anomalías | 149 |
| Figura 55. Perfil del jefe de mantenimiento a contratar | 150 |
| Figura 56. Perfil de asistentes de mantenimiento a contratar | 151 |
| Figura 57. Formato de asistencia a capacitaciones..... | 154 |

Resumen

El presente estudio tuvo por objetivo elaborar un plan de mejora respaldado en la filosofía Lean Manufacturing con la finalidad de incrementar la productividad de una empresa dedicada a la fabricación de alcohol (ERSA), por ello la metodología empleada tiene un enfoque cuantitativo, aplicado y descriptivo, de diseño no experimental y transversal, con la cual se aplicó una entrevista al responsable de los procesos y control de la producción de la empresa a fin de recabar información del área en mención; asimismo se empleó un check list para diagnosticar los problemas existentes en la planta de producción de ERSA los cuales se encuentran relacionados a la falta de clasificación, orden, limpieza y mantenimiento de herramientas y maquinaria; además se realizó el análisis documentario de la información recabada por la empresa con la finalidad de identificar la principal problemática de los fallos incurridos en la maquinaria de la misma. Para mejorar la problemática ya mencionada se propuso aplicar acciones según los pilares del TPM como el mantenimiento preventivo, autónomo, capacitaciones a los colaboradores, además de implementar la metodología 5S' para solucionar la problemática de orden y limpieza en la que incurre ERSA; con la propuesta mencionada se aumentó la productividad de mano de obra a 23.76 litros/hora, el costo de mano de obra a 7.20 litros/sol, la productividad de funcionamiento de maquinaria a 28.45 Litros/hora máquina, entre otros. Por ello se logra concluir que con el plan de mejora planteado la empresa obtiene un costo beneficio de 1.32 soles.

Palabras Clave: Plan, Mejora, Lean manufacturing, Productividad, TPM, 5S'.

Abstract

The objective of this study was to develop an improvement plan supported by the Lean Manufacturing philosophy in order to increase the productivity of a company dedicated to the manufacture of alcohol (ERSA), therefore the methodology used has a quantitative, applied and descriptive approach, non-experimental and cross-sectional design, with which an interview was applied to the person responsible for the processes and production control of the company in order to collect information from the area in question; A check list was also used to diagnose the existing problems in ERSA's production plant, which are related to the lack of classification, order, cleanliness and maintenance of tools and machinery; in addition, a documentary analysis of the information collected by the company was carried out in order to identify the main problem of the failures incurred in the company's machinery. To improve the aforementioned problems, it was proposed to apply actions according to the pillars of TPM such as preventive maintenance, autonomous, training to employees, in addition to implementing the 5S' methodology to solve the problem of order and cleanliness in which ERSA incurs; with the aforementioned proposal, the productivity of labor increased to 23.76 liters / hour, the cost of labor to 7.20 liters / sun, the productivity of machinery operation to 28.45 liters / hour machine, among others. Therefore, it can be concluded that with the proposed improvement plan the company obtains a cost benefit of 1.32 soles.

Key words: Plan, Improvement, Lean manufacturing, Productivity, TPM, 5S'.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Como bien se sabe actualmente existe una alta competitividad empresarial, la cual acompañada a los cambiantes requerimientos de los usuarios o clientes generan cierta incertidumbre a las empresas manufactureras, con respecto a ello estas tienen la obligación de adaptar sus procesos hacia el cumplimiento de las demandas requeridas, además de producir bienes de calidad que superen las expectativas del mundo actual. Este caso no es ajeno a las PYME pues para que estas perduren en el tiempo deben adaptarse y modificar con frecuencia su ejercicio productivo además de emplear herramientas lean para optimizar sus recursos y así generar mayor competitividad [1].

En razón de lo anteriormente expuesto surge la pregunta ¿Cómo estas herramientas pueden ser implementadas? Y para dar respuesta a la misma Lopes *et al.* [2], indica que el lean manufacturing es un avance muy importante para gestionar las operaciones y que su implementación puede realizarse de dos formas distintas, la primera se basa en la implementación de todas las prácticas ajustadas y la segunda es implementarla de manera parcial es decir aplicando solo algunas de las técnicas de esta metodología, para ello la decisión de implementarla parcialmente dependerá de la especialidad, conocimiento y características del sector industrial al que pertenezca la organización. Por otro lado es necesario recalcar que para que dicha implementación logre el éxito esta debe ser sistemática, alineada a los principios y prácticas propios de la metodología para crear un círculo virtuoso enfocado en la mejora continua de la producción [2, p. 58].

El empleo de herramientas Lean como las 5s, TPM, Kanban y otras generan en la organización grandes beneficios empresariales entre los cuales se encuentra el aumento de la productividad, la reducción de mermas, minimización de errores y fallos en maquinarias pues dichas herramientas permiten optimizar los recursos que se son empleados logrando así una producción ajustada. Sin embargo a pesar de los beneficios antes mencionados a

nivel internacional son pocas las empresas que acogen esta metodología para lograr la optimización de sus procesos. Tal cual lo manifiesta en su estudio Sarria *et al.* [36], indicando que en Colombia y en el mundo el nivel de implementación del Lean manufacturing es reducido a causa de falta de métodos y la variabilidad de tiempo (pocos meses o años) para lograr dicha implementación, ya que estas dos causas implican inversiones extras que impactan en el presupuesto de las organizaciones.

Cabe resaltar que una organización orientada al cumplimiento de sus objetivos debe tener en cuenta su mano de obra, porque ésta brinda valor agregado al producto o servicio, estableciendo su posicionamiento y continuidad como organización en el tiempo. Frente a lo mencionado Baca [17], resalta la importancia del factor de la automotivación como un medio para aumentar el desempeño, el cual debe de ser una tarea de implantación de la empresa, ya que muchas dejan este tema a criterio del trabajador, o no muestran interés en ese aspecto. Por ello es necesario recalcar que a una persona de cualquier nivel en la empresa que sea automotivado, se le puede aprovechar al máximo su potencial. Potencial que se vería reflejado notoriamente en los niveles de productividad.

Otro factor a tratar son los indicadores claves, los cuales nos dan una percepción acertada sobre el estado en que se encuentra una empresa, y la productividad es una de ellas, la misma que muestra la correspondencia de los medios empleados en un proceso de producción y el producto o servicio final a ofrecer. Se puede decir que las organizaciones, hoy en día hacen uso del análisis de la productividad, pero de manera parcial, es decir en base a un determinado factor que interviene en el producto final, el mismo que resultaría errado, ya que no permitiría hacer un buen análisis, proporcionando una mala percepción que afectaría si es que se tomaría decisiones de mejora en base a ello, por lo que es recomendable hacer uso de un análisis global o multifactorial, de la productividad, siendo necesario su control permanente, para adquirir y garantizar una ventaja competitiva [18].

Por otro lado, es preciso recalcar que las empresas además de contar con el conocimiento, experiencia, habilidades y muchas otras capacidades de sus colaboradores para funcionar de manera integral, cuentan con herramientas y equipos que le permiten un desempeño correcto y acorde lo planificado, razón por la que se debe gestionar y mantener su operatividad en toda su capacidad. Sin embargo, a pesar de lo mencionado la gestión de mantenimiento y confiabilidad operacional es poco aplicada en el sector manufacturero y especialmente en las pymes de Colombia a pesar que este sector de la industria es uno de los más significativos con respecto al PBI de algunas ciudades del mencionado país [3].

En Chile un estudio realizado por Dimitroff *et al.* [27], indican que las actividades de mantenimiento tienen un impacto relativo sobre la productividad, por ello existen diversos aportes que generan y proponen posibles alternativas para mejorar los resultados de las ya mencionadas actividades de mantenimiento, dentro de estas alternativas se encuentra el mantenimiento correctivo, el cual consiste en reparar los equipos cuando se ha interrumpido su funcionamiento. Añadido a ello, económicamente resulta más atractivo aplicar mantenimiento programado ya que bajo su enfoque las actividades son debidamente planificadas a fin de lograr minimizar los tiempos de parada de la producción.

Manzano y Gisbert [20], manifiestan para lograr una implementación exitosa de las herramientas lean se debe contar con el involucramiento total de los operarios de cada puesto de trabajo, para combatir de esta manera los problemas relacionados a los desperdicios más comunes de inventarios, esperas, movimientos, problemas de calidad, etc. Problemas que no suman valor agregado al producto final, por ello tal cual el autor menciona es necesario la participación e involucramiento total de los colaboradores, para lograr así optimizar el servicio, los costos y obtener mayores beneficios para la organización.

En cuanto a los problemas antes expuestos, nuestro país no es ajeno a ello pues Aucasime *et al.* [37], en su investigación aseguran que Perú presenta una varianza negativa en la producción del caucho a raíz de la baja productividad, la cual se genera por problemas

relacionados al bajo rendimiento de los equipos y maquinarias de algunas manufactureras. Por ello aplicaron un modelo de reducción de desperdicios basado en la metodología lean en una fábrica de llantas, con el cual lograron aumentar el OEE de la misma en un 13% y reducir el lead time en un 22.5% generando así un aumento de la capacidad de sus componentes.

Es necesario señalar que, una empresa para su funcionamiento debe tener buenas relaciones con sus clientes externos e internos, siendo estos últimos los que le dan ese plus al producto, pero que muchas veces es difícil alcanzar potenciar sus capacidades debido a que si bien están formados profesionalmente, la mayoría desempeñen labores de baja calificación, que son inferiores a sus capacidades, y por lo tanto sus ingresos económicos son muy bajos, y paradójicamente los ingresos económicos de aquellos trabajadores menos educados son más altos, siendo frecuente en Lima, donde existe una discordancia entre la educación del trabajador y lo que se requiere para su trabajo, por lo que resulta vital especialistas que determinen la aptitud y el nivel del trabajador durante el reclutamiento, para garantizar aprovechar y explotar al máximo su capacidad, con impactos positivos en su desempeño, y en la productividad [4].

Un trabajo coordinado e integrado de las capacidades, gestión, y evaluación constante en una empresa permite tener el control y disminuir el riesgo de amenazas, adelantándose a escenarios, donde primen las decisiones adecuadas. Así en un artículo donde se relacionan entre otros aspectos la productividad laboral, Tello [19], indica que para lograr impulsar la capacidad tecnológica e innovación es necesario el financiamiento de capital y herramientas, asistencia técnica y capacitación de los colaboradores de la organización, asimismo el autor asegura que en el 2012 solo un 4.6% de una muestra de agricultores comerciales cuentan la mencionada capacidad, la cual unida a certificaciones orgánicas y control de plagas permite aumentar significativamente su productividad.

Por otro lado, cabe mencionar que el funcionamiento constante de una máquina origina defectos y baja de eficiencia si es que no se realiza un mantenimiento adecuado, o se

tiene un programa establecido, de inspección, Jara [9], menciona en su investigación que la empresa Cartavio S.A.A. la cual produce un total de 760 toneladas diaria de azúcar presenta dificultades y falencias en la gestión del mantenimiento de su maquinaria por lo que en ciertas ocasiones se genera una parada de fabrica la misma que trae a consecuencia desperdicios de recursos afectando la productividad y economía de la empresa.

En base a lo ya tratado Ames *et al.* [38], señala que en nuestro país la demanda del sector plástico es mayor a la oferta ofrecida por las Pymes, y esto se debe al alto índice de baja productividad la cual es generada por la gran cantidad de horas de para a causa de fallas en las maquinarias, las cuales son es el desenlace de la carencia de una buena diligencia en la gestión del mantenimiento. Por ello los autores plantearon un modelo de gestión del mantenimiento basado en el TPM, el SMED y 5S , en el cual detallan existió cierta rigidez al cambio pero con constancia lograron adaptar a los colaboradores y a la empresa al modelo planteado con el que finalmente lograron aumentar un 20% de la capacidad instalada de JAIPLAST (empresa mediana del sector plástico en Perú).

En Lambayeque, Pérez y Supo [10], mencionan que el Hospital Regional Lambayeque no cuenta buena gestión de mantenimiento con la cual se pueda monitoree el óptimo funcionamiento de sus equipos electromecánicos, lo que trae a consecuencia tiempos prolongados de para de los mismos y costos excesivos por la contratación de personal externo de mantenimiento, costo que en diversas ocasiones no pueden ser cubiertos por la entidad. Por ello el autor plantea como alternativa de solución implementar el TPM dentro del área de electromecánica del nosocomio y así lograr reducir los costos, disminuir los fallos de los sistemas de calderas, refrigeración, aire medicinal, etc. Y a la vez lograr el crecimiento de la confiabilidad y operacionalidad de los equipos del área.

Cadena y Vásquez [21], en Chiclayo mencionan que en una empresa dedicada a la elabariación de hielo (LIMARICE S.A.) , presentó dentro de su problemática principal fallas frecuentes en su maquinaria debido a que la fábrica contaba con una gestión de

mantenimiento adecuada y a que la maquinaria tenía más dos décadas antigüedad, frente a lo mencionado para dar solución al problema señalado, los autores propusieron un plan de mejora en cuanto a la capacitación del personal, mantenimiento y compras, plan que permitió acrecentar la productividad de Limarice en un 14.3% obteniendo un beneficio económico de 0.17 soles.

Asimismo Guimarey *et al.* [39], indica que una empresa textil de la región Lambayeque en donde realizaron su estudio presentaba problemas de baja productividad la cual era generada por constantes reprocesos en las prendas, retrasos en la producción, gran cantidad de mermas en su proceso productivo, carencia de limpieza y orden en la zona de corte, entre otros. Por lo que los autores plantearon implementar dentro de la organización la metodología DMAIC en la cual aplicaron exactamente las 5s, un plan de mantenimiento preventivo y un plan de capacitaciones para mejorar la problemática de la textilera, logrando así incrementar la productividad promedio de mano de obra de 1.93 a 2.17 unid/h-h y la de materia prima de 4.4 a 4.85 unid/kg con un beneficio costo de S/. 1.85.

La empresa en estudio (ERSA Transportes y servicios S.R.L). Localizada en la ciudad de Ferreñafe dedicada a la destilación de alcohol presenta problemas de fugas de melaza en las tuberías de la bomba de alimentación durante el funcionamiento, excesivo ruido de las máquinas durante su trabajo, fugas de vapor por las tuberías a causa de la oxidación de las grietas. Asimismo, inoperación de equipos como es el caso de ventiladores y piezas obsoletas, que obstaculizan la transitabilidad, o acceso a algunas máquinas, y es propicio resaltar que se ejecutaba en la empresa el uso del mantenimiento correctivo a las continuas paradas ocasionadas por fallas, el mismo que a su vez ocasionaba gastos innecesarios, pérdida de horas de producción afectando los plazos de entrega del producto, adquisición de repuestos y otros. Además, se hace evidente que el área de producción no cuenta con señalización adecuada en materia de seguridad industrial, además de visualizarse desorden y falta de limpieza en el almacén de materia prima, y en el proceso productivo, que dicho sea de paso pueden influir en su calidad del producto.

1.2. Formulación del problema

¿Un plan de mejora utilizando la filosofía Lean Manufacturing permitirá incrementar la productividad de la empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L.?

1.3. Hipótesis

Un plan de mejora utilizando la filosofía Lean Manufacturing contribuye a incrementar sustancialmente la productividad de la empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Elaborar un plan de mejora utilizando la filosofía Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L.

1.4.2. Objetivos específicos.

- a. Diagnosticar la situación actual de la empresa ERSA Transportes y servicios S.R.L.
- b. Proponer el plan de mejora a la empresa para aumentar su productividad de la empresa ERSA Transportes y servicios S.R.L.
- c. Evaluar el costo/beneficio de la propuesta de la empresa ERSA Transportes y servicios S.R.L.

1.5. Teorías relacionadas al tema

1.5.1. Productividad

Este término según Jiménez y Castro [16], es aquel que muestra la relación del resultado numérico de bienes o servicios obtenidos en un ejercicio productivo y recursos que fueron necesarios para lograr dicho resultado. Cabe señalar que el resultado de la producción entre los recursos utilizados, reflejan un indicador sobre el manejo y aprovechamiento eficiente que se lleva a cabo, así en el libro “Gestión Total de la Productividad” se resalta su impacto en el desarrollo de un país y su relación estrecha con los niveles de calidad de vida, la inflación, desempleo, y un gran número de indicadores económicos, que son una representación del estado o nivel de vida, bienestar Lefcovich [18].

Entonces la productividad es un indicador que históricamente ha contribuido en el progreso de las naciones, en ese sentido, es fundamental desarrollar estrategias que involucren su aplicación, así Mas y Robledo [31], en el libro “Productividad: una perspectiva internacional y sectorial” sostiene que el incremento de la productividad depende relativamente del aumento de la economía y la inversión de capital, añadido al aumento de la fuerza de trabajo y la optimización tecnológica de las industrias. Además, el autor indica que es necesario distinguir las diferencias existentes en la acumulación de capital las cuales giran en torno a el esfuerzo realizado por los inversionistas con respecto al ritmo de acumulación de capital, el tipo de activos en los que se ha invertido y la trayectoria que sigue dicha inversión (crecimiento o estancamiento).

Abordar el tema de la productividad entonces relaciona los inputs (entradas) y los outputs (salidas) que están ya determinados e involucrados en el sistema, ya sea con una, varias o en conjunto las entradas, que en suma son los productos y servicios que se han obtenido a partir de los recursos que se han empleado. [5]

Así mismo Biasca [6], establece al momento de la aplicación de la productividad es necesario tener en cuenta a qué área, proceso, o sistema se desea establecer, dicho de otra manera, es necesario definir el sistema, ya que al hacerlo correctamente se puede visualizar fácilmente los recursos que están involucrados, y por ende ya la solución del mismo, puesto que puede ser tan simple o complejo como sea necesario. Luego de haber definido el sistema se debe precisar el índice de productividad que se va a utilizar, de la misma manera como se van a expresar las entradas y salidas, su relación en la fórmula a emplear, tanto en numerador y denominador, y finalmente el cociente, que es el resultado del indicador que se quiere determinar.

Finalmente, al determinar el cociente de la productividad, se determina su resultado final, para posteriormente analizarlos con otros índices del mismo sector o rubro, y en base a ello tomar decisiones. Dichos resultados pueden ser expresados de acuerdo a los recursos analizados, tal como Gutiérrez [32], afirma que el logro de dichos resultados puede ser medidos mediante la utilidad obtenida, el total unidades obtenidas en la producción o el número de piezas que han sido vendidas mientras que los recursos empleados pueden ser medidos de acuerdo al número de colaboradores requeridos, el tiempo total empleado en un ejercicio productivo, las horas máquina, entre otros.

1.5.1.1. Importancia de la productividad

En el contexto empresarial hablar de productividad, es hablar de un adecuado aprovechamiento de los elementos (recursos) empleados para producir ya sea un bien o servicio, en otras palabras, su relevancia reside en su eficiencia y eficacia como indicador de un sistema.

La eficiencia como parte de la productividad, se refiere básicamente a la relación del resultado obtenido en la producción entre los recursos empleados para lograr dicha producción. Asimismo, la eficacia hace referencia al grado de la capacidad (nivel) con las que

se llevan a cabo las actividades previamente se han organizado, y como en el transcurso del tiempo se van alcanzando. Entonces la productividad es importante porque mediante ella se busca optimizar los recursos empleados, además de minimizar desperdicios, en base a los objetivos trazados, Gutiérrez [32, p. 253].

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción total}}{\text{insumo total}} = \frac{\text{resultados totales logrados}}{\text{recursos totales consumidos}} = \frac{\text{efectividad}}{\text{eficiencia}}$$

Fig. 1 Relación de eficiencia y eficacia de la Productividad [32]

En la Fig. 1, se establece una manera práctica de la definición de la eficiencia y productividad, y su conjunto, como recursos, tiempo, productos o resultados, en la misma figura se detalla la acción de reducir los tiempos de los desperdicios por diversas razones, que involucran material, paros, fallas, mantenimiento, compras, etc. el cual se resume en el hecho de que producir más rápido es factible siempre y cuando se logre reducir los tiempos de desperdicios Gutiérrez [32, p. 255].

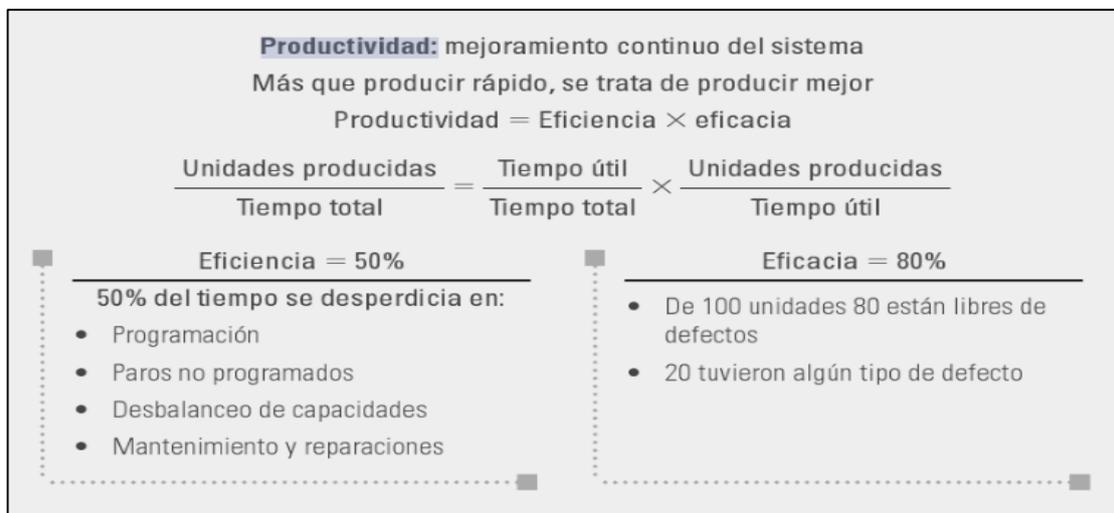


Fig. 2 La Productividad y sus componentes [32]

Biasca [5, p. 105], sostiene que la productividad es importante de acuerdo al impacto que ejerza en el contexto que sea aplicada. Es decir, la productividad puede aumentar la calidad de vida de un país, en aumento del salario de la mano de obra, y contrariamente gestiona desocupación en el largo plazo debido a que se requiere personal calificado para las tareas, en un trabajo paralelo con la tecnología. Por el lado empresarial, la productividad es beneficiosa ya que disminuye los costos operativos por concepto de mano de obra y logra una disminución de los tiempos de trabajo para los operarios, lo que se traduce de manera general en mayor competitividad.

Bian [33], hace resaltar el término productividad, indicando que esta logra conducir a los negocios hacia un mejor servicio, pues inclina a los mismos a satisfacer los intereses de los clientes, además de lograr mejores rendimientos en los activos y utilidades de la organización.

1.5.1.2. Indicadores de productividad

Productividad Parcial

Biasca [5, p. 112], define la productividad parcial señalando que esta es la relación dada entre las unidades producidas (salidas) y los recursos utilizados (entradas).

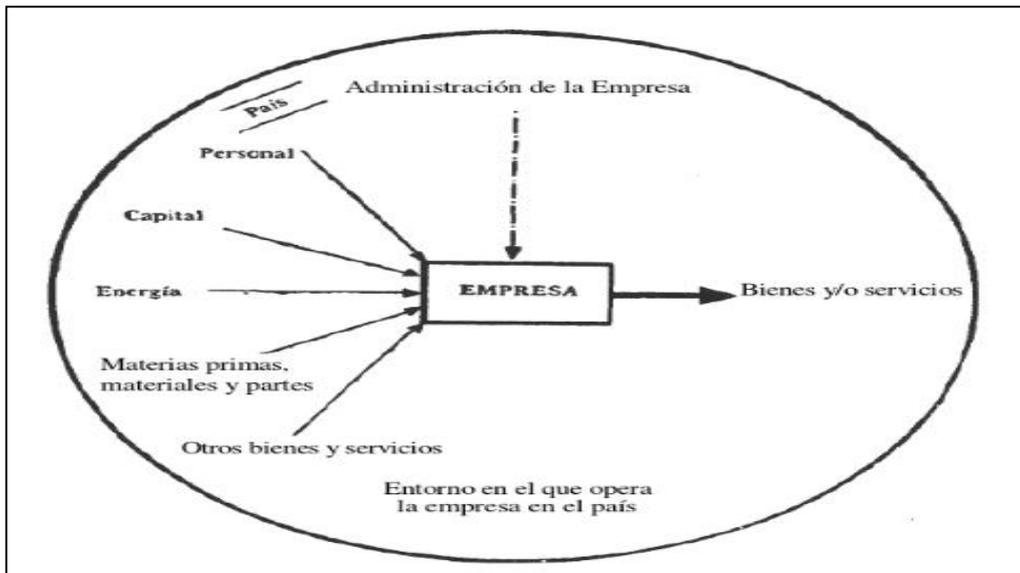


Fig. 3 Factores de productividad [5]

Para el cálculo de la productividad se tienen en cuenta factores, que de acuerdo al tipo de empresa variarán, pero generalmente son los mismos, los cuales para efecto de fácil utilización se representan con la nomenclatura señalada en la figura 4.

| | | |
|-------------------|---|---|
| — B | : | Salida total del sistema (bienes y/o servicios totales producidos). |
| — R | : | Entrada total al sistema (insumos totales, o sea el total de los recursos empleados). |
| — I | : | Esta letra se utiliza para mencionar genéricamente un insumo cualquiera. |
| — P | : | Personal total. |
| — E | : | Empleados. |
| — MO | : | Mano de Obra Directa. |
| — C | : | Capital. |
| — MP | : | Materias Primas, Materiales y Partes. |
| — E | : | Energía. |
| — O | : | Otros insumos utilizados además de P, C, MP y E. |
| — Prod.: | : | Costo de producción. |
| — AC | : | Gastos generales de administración y comercialización. |
| — MP ₁ | : | Materias Primas, Materiales y Partes compradas para esa entrada I. |

Fig. 4 La nomenclatura de índices de productividad [5]

| <i>Por Tipo de Insumo</i> | | <i>Por Centro de Consumo de Recursos</i> | |
|---|------------------|--|---------------------------|
| — Del Personal total | $= \frac{B}{P}$ | — De Producción | $= \frac{B}{\text{Prod}}$ |
| — De Empleados | $= \frac{B}{E}$ | | |
| — De Mano de Obra | $= \frac{B}{MO}$ | — De administración y Comercialización | $= \frac{B}{AC}$ |
| — De Capital | $= \frac{B}{C}$ | | |
| — De materias primas, materiales y partes | $= \frac{B}{MP}$ | — De Capital | $= \frac{B}{C}$ |
| — De energía | $= \frac{B}{E}$ | | |
| — De otros insumos | $= \frac{B}{O}$ | | |

Fig. 5 Índices de productividad parcial [5]

De acuerdo a la figura 5, se puede establecer que la productividad parcial se calcula de la siguiente manera:

$$Productividad\ parcial = \frac{Salida\ total}{Entrada} = \frac{Bienes\ o\ Servicios}{Entrada}$$

Productividad Total

Biasca [5, p. 121], afirma que la productividad total es aquella que en general involucra al total de recursos empleados en el sistema y que en concreto resulta dividiendo las salidas entre el conjunto de entradas agregadas.

| |
|--|
| $Productividad\ Total = \frac{Salida\ Total}{Entrada\ Total}$ |
| $\frac{Bienes\ y/o\ servicios\ producidos}{Mano\ de\ obra + Capital + Materias\ Primas + Energía + Otros}$ |

Fig. 6 Índices de productividad total [5]

En la figura 6 se visualiza como la suma de las diferentes entradas participan para determinar el resultado global, y esa suma puede hacerse de manera lineal, geométrica, etc., que más allá de involucrar las entradas totales, también lo hace con el precio, lo que significa que es necesario su cálculo global, que permite comprender y analizar los insumos y su participación, ya que de manera global se puede tergiversar los resultados cometer errores [5, p. 158].

1.5.2. Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing o manufactura esbelta actualmente es definido como el grupo de técnicas y/o herramientas que emulan una producción que posea valor agregado, pensando en una mejora integral y continua de los procesos con el fin de ajustarse a la utilización de los mínimos recursos a utilizar [5, p. 165].

1.5.2.1. Definición

Rajadell y Sánchez [34], mencionan que Lean Manufacturing significa “producción ajustada”, entonces se puede decir que este busca el seguimiento de la mejora de la producción, eliminando los despilfarros y desperdicios del sistema productivo, ya que estos generan problemas con el producto terminado.

El origen de este término está asociada al desarrollo de la cultura japonesa en la fabricación, precisamente al modelo ajustado de Toyota, la cual ha generado una atracción de las industrias de los diversos países, debido a la exitosa aplicación y resultados que se obtienen.

1.5.2.2. Beneficios del Lean Manufacturing

El conjunto de procesos y operaciones del Lean Manufacturing logra que las organizaciones mejoren su competitividad, ya que reduce los costos, los tiempos, y despilfarros de producción.

López [35], sostiene que la competitividad que genera la filosofía Lean Manufacturing otorga mayor rapidez en la entrega de productos porque esta elimina tiempos muertos, asimismo minimiza costos mediante la eliminación de despilfarros, generando productos con un alto nivel de calidad que se encuentran ajustados a la demanda en cantidad y tiempo requerido.

La filosofía Lean Manufacturing enfoca hacia maximizar la productividad, la adecuada gestión de los costes, tiempo, calidad, flexibilidad, que como se mencionó anteriormente en su conjunto relaciona a la competitividad, basados en producir lo necesario conforme a la cantidad y tiempo demandado [35, p. 18].

Principios del Lean Manufacturing

Valor

Este principio significa que las acciones estratégicas organizacionales deben tener una firme orientación hacia el cumplimiento de los requerimientos demandados específicamente por los clientes, para que ellos, capturen ese valor y paguen por ello justamente [35, p. 25].

Flujo de Valor

Este principio establece que se debe de identificar el flujo de valor para la producción, de manera que se logre planificar ese proceso para identificar las principales actividades en la organización que sumen ese valor al producto final, las que no generan valor pero que

necesariamente deben de estar debido a las circunstancias y las que necesariamente deben de eliminarse ya que generan desperdicios [35, p. 32].

Flujo

Que significa que se debe de crear continuidad en el flujo de valor. [35, p. 35).

1.5.2.3. Herramientas y técnicas del Lean Manufacturing

Para lograr la mejora continua de la cadena de valor asociada a la línea de producción se debe establecer técnicas acordes al tipo de organización y al tipo de problema que se pretende dar solución. Con respecto a lo mencionado respaldándonos en la filosofía del Lean manufacturing las herramientas que permiten lograr soluciones efectivas y que constituyen esta filosofía son mencionadas a continuación:

- a. Herramienta Lean 5s
- b. Herramienta Lean Heijunka
- c. Herramienta Lean Kanban
- d. Herramienta Lean SMED
- e. Herramienta Lean TPM
- f. Herramienta Lean Jidoka

1.5.2.3.1. HEIJUNKA

Significa producción nivelada, “trabajo lleno”, es decir adaptar la producción hacia el cumplimiento de la demanda requerida por los clientes, ya que usualmente esta demanda en las empresas es variante, por lo que con esta técnica se busca reducir los grandes lotes de producción a pequeños lotes producidos, de manera que involucren ciclos de producción más cortos, que minimicen o reduzcan los desperfectos, tiempos de cambios que involucran operarios, máquinas, etc [34, p. 58].



Fig. 7 Nivelación Heijunka de la producción [34]

1.5.2.3.2. Kanban

Es la técnica que Toyota emplea para producir, basándose en mantener y asegurar la calidad de la producción durante tiempos relativamente cortos, pero con la precisión para lograr los objetivos trazados. Kanban se traduce como “señal o cartel de tienda”. Kanban tiene por objetivo simplificar las tareas administrativas, reducir los niveles de stocks, y simplificar el flujo de producción [34, p. 65].

1.5.2.3.3. SMED

Rajadell y Sánchez [34, p. 68], afirma que la herramienta SMED se enfoca en la mejora continua por tanto requiere constancia para la aplicación del método. Asimismo, el autor señala que SMED traducido significa “cambio rápido de herramienta”, además indica que esta técnica es empleada con el propósito de disminuir el desfase de tiempo entre un producto y otro.

1.5.2.3.4. Jidoka

La técnica de Jidoka es sinónimo de garantía de calidad, el cual implica una producción libre de defectos, permitiendo a la empresa satisfacer las demandas y/o

requerimientos generados por parte de la clientela interna y externa de una organización. Su objetivo es que cada proceso tenga un control adecuado de la calidad, en base a un sistema integrado por toda la empresa [34, p. 70].

1.5.2.3.5. Las 5S

La metodología 5S consiste en la aplicación de herramientas que garanticen el orden, la limpieza, organización, y la mejora continua, es así [34, p. 75], señalan como objetivos de esta filosofía EVITAR lo siguiente.

- a. Que las instalaciones, espacios, maquinarias, herramientas y equipos de una organización carezcan de una limpieza adecuada.
- b. Desorden en los equipos e instalaciones de la organización.
- c. Elementos innecesarios para la empresa (objetos o elementos rotos u obsoletos).
- d. Falta de señalética instructiva.
- e. Inadecuado empleo de elementos de seguridad (EPP).
- f. Desorganización y compromiso del personal con su área de trabajo.
- g. Transporte innecesario de personas, materiales o equipos.
- h. Falta de espacio y desorden en las áreas de almacenaje.

Ventajas

Esta metodología permite a las organizaciones ordenar cada cosa donde le corresponde, es decir un ambiente limpio para usar, de manera que sea fácilmente puesto en práctica y convertido en un hábito. Esta técnica tiene un efecto sinérgico que permite involucrar a todos los trabajadores, además que su implementación requiere de un periodo corto de tiempo (máximo 3 meses), para que los resultados sean visibles y cuantificables para todos, además cabe señalar que su aplicación puede ser replicada en cualquier área de la empresa [34, p. 77].

En la metodología de las 5S se aplican los principios: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, los cuales serán detallados y definidos a continuación:

Seiri (Eliminar)

Esta S la cual es considerada como el primer paso de aplicación de la metodología 5S', consiste en realizar la clasificación y eliminación elementos innecesarios u obsoletos del área de trabajo, con el propósito de eliminar desperdicios que generen actividades innecesarias de manipulación y transporte, accidentes, tiempos ocios, costos por exceso de inventarios y falta de espacio [34, p. 80].

Asimismo, [34, p. 83], por otro lado, destacan que lo más importante de esta primera S, es priorizar lo que se tiene que hacer en el mismo momento, y a consecuencia ir eliminando lo innecesario o lo que sobra ya sea máquinas, herramientas, piezas, ficheros, información, etc. Además, los autores señalan que al aplicar el principio de la primera S (Seiri) en la organización se logrará obtener cuantiosos beneficios en cuanto a la liberación de espacios, reducción de tiempos y aumento de la seguridad del área de trabajo.

Seiton (Ordenar)

Esta segunda S, significa clasificar lo necesario para que se pueda encontrar con facilidad, teniendo en cuenta su lugar donde deben de ser ubicados, para que luego de ser utilizados regresen al mismo lugar con facilidad, para ello es necesario que se imponga con la consigna de que debe de ser convertido en un hábito en el momento preciso [34, p. 88].

Los beneficios de la implantación de este método generan un impacto favorable y necesario para implantar la siguiente S, dichos beneficios generan un mayor acceso a elementos u objetos requeridos para el ejercicio productivo, un aumento en la productividad

global y mayor seguridad en los procedimientos del departamento de producción, además de mejorar el de nivel de información para acceder y localizar los elementos requeridos por los colaboradores para ejercer sus labores.



Fig. 8 Círculo de frecuencia de uso [34]

Seiso (Limpieza)

Seiso consiste en realizar la limpieza del entorno a fin de identificar defectos para proceder a su eliminación, dándonos una idea anticipada en la prevención de futuros defectos [34, p. 92].

La aplicación de esta técnica abarca pautas que deben de llevarse a cabo necesariamente, las cuales consisten en crear un hábito diario de limpieza, el cual deberá ser inspeccionado constantemente para eliminar las causas que originan suciedad y evitar consecuencias problemáticas en el futuro [34, p. 95].

Seiso dentro de sus ventajas destaca lograr la reducción de la probabilidad de accidentes e incrementar la duración de los equipos al reducir sus averías, etc.

Seiketsu (Estandarizar)

Esta S, es un punto importante, ya que permite que lo aplicado anteriormente se pueda sistematizar con un método, para asegurar así su correcto funcionamiento y facilidad de aplicación. Es indispensable que la clasificación de los materiales, la limpieza, sean los que se resalten como mejora [34, p. 98].

Cabe recalcar que es necesario el involucramiento y compromiso de todos los colaboradores para realizar a cabalidad esta S ya que, si se realiza el trabajo a medias, o cometiendo errores no se llegará a la meta trazada. Los beneficios que se pueden obtener giran en torno a un mayor conocimiento de las instalaciones, haciendo de la limpieza un hábito con el cual se eviten errores que puedan ocasionar accidentes, además de asegurar tiempos mínimos en la intervención de averías. [34, p. 100].

Shitsuke (Disciplina)

Rajadell y Sánchez [34, p. 104], afirman que esta última S se traduce como disciplina, que busca un hábito de lo que ya está estandarizado, y asumirlo en toda la organización, basados en un principio básico, como es el autocontrol, y autodisciplina, para que perdure en el tiempo, definiéndola a la vez como fácil de aplicar inicialmente, y difícil porque dependerá del compromiso general de todos.

1.5.2.3.6. TPM

El mantenimiento productivo total (TPM), es importante en una organización ya que está relacionado con el funcionamiento de las máquinas y equipos, buscando siempre eliminar las averías y problemas que puedan presentarse, e involucrando al personal a cargo, para que esta técnica perdure en el tiempo [34, p. 108].

Sánchez y Enríquez [41], en su investigación realizada afirma lo mismo, sobre el TPM, que permite al igual que las otras herramientas Lean, el involucramiento de todo el personal de trabajo, que ejecutado exitosamente hacia las maquinarias permitiría mejorar la eficiencia de las líneas productivas

Objetivos

El fin principal de este método es asegurar que los equipos y máquinas no presenten fallas, es decir que funcionen con normalidad, exigiendo que cada equipo siempre esté listo para producir en cualquier momento, garantizando la fiabilidad en todo su funcionamiento [34, p. 112].

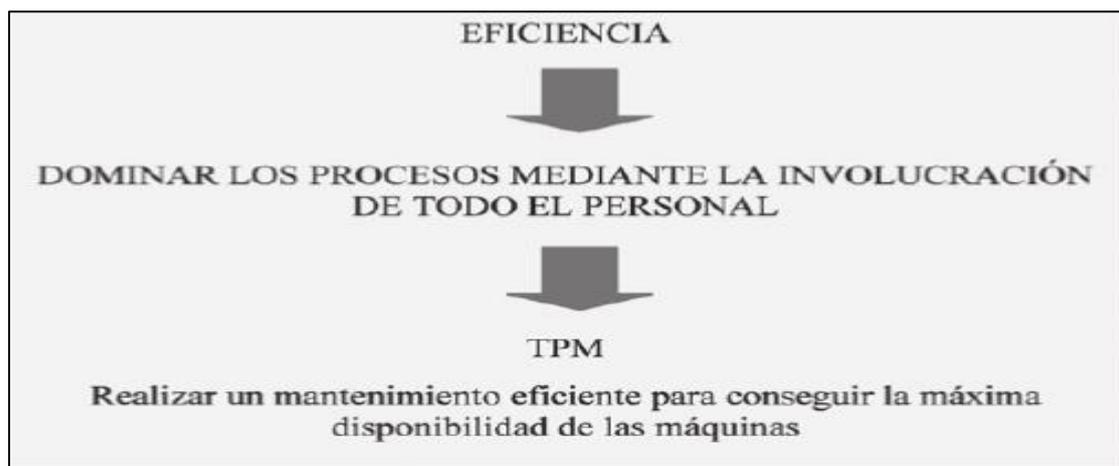


Fig. 9 Objetivo principal del TPM [34]

La fiabilidad según Lefcovich [18, p. 14], afirma que es un indicador del estado de conservación de las máquinas, expresadas en la frecuencia en que se producen las averías. La aplicación del TPM se ejecuta a fin de lograr la reducción de las averías en los equipos, minimizar el lead time de preparación de equipos y lograr un control preciso herramientas y equipos, acompañado del entrenamiento eficaz del personal [18, p. 18].

Mudas de los equipos

Las mudas (que en japonés significa “desperdicio”) representan un porcentaje considerable de los problemas más frecuentes ocurridos en las empresas, los cuales son señales de que el sistema productivo no es del todo eficiente, es así que para poder eliminarlos es vital poder identificarlos. Por ello siguiendo la definición de [18, p. 25], se puede decir que estos se deben a la presencia de averías y el tiempo de preparación que en muchas ocasiones generan tiempos de ocio; por otro lado, las mudas o desperdicios son relacionadas u ocasionadas a los tiempos en vacío que generan producciones mínimas, así como a la pérdida de recursos dada por productos defectuosos o de baja calidad.

Sánchez [18, p. 35], señala que el TPM está enfocado básicamente en 3 principios los cuales son: preventivo, cero defectos y participación de todos, dichos principios permiten lograr la excelencia de esta herramienta.

TABLA I
PRINCIPIOS DEL TPM

| Principios | Acción |
|------------------------|---|
| Preventivo | Prevenir: Fallas de equipos, problemas ocultos, pérdidas, accidentes, defectos de calidad |
| Cero Defectos | Es decir, lograr una producción 100% de calidad, sin paradas, fallas u accidentes. |
| Participación de Todos | En donde se logre el involucramiento total del personal con el TPM |

Nota: Detalle de los principios pertenecientes al TPM [18]

Así como el TPM está basado en 3 principios básicos, también posee una gama de pilares que le permiten a esta herramienta alcanzar los principios antes mencionados con total éxito, así los 10 grandes pilares según [18, p. 38], son los siguientes:

- a. Liderazgo
- b. Organización
- c. Enfoque en el mejoramiento continuo
- d. Mantenimiento autónomo
- e. Mantenimiento progresivo
- f. Educación y entrenamiento
- g. Mantenimiento inicial del equipo
- h. Calidad del mantenimiento
- i. Administración y soporte
- j. Higiene, seguridad industrial y manejo ambiental

| Tipo | Pérdidas | Tipo y características | Objetivo |
|--|---|---|---|
| Tiempos muertos y de vacío | 1. Averías | Tiempos de paro del proceso por fallos, errores o averías, ocasionales o crónicas, de los equipos | Eliminar |
| | 2. Tiempos de reparación y ajuste de los equipos | Tiempos de paro del proceso por preparación de máquinas o útiles necesarios para su puesta en marcha | Reducir al máximo |
| Pérdidas de velocidad del proceso | 3. Funcionamiento a velocidad reducida | Diferencia entre velocidad actual y la de diseño del equipo. Mejoras en el equipo para superar su velocidad de diseño | Anular o hacer negativa la diferencia con el diseño |
| | 4. Tiempo en vacío y paradas cortas | Intervalos de tiempo en que el equipo está en espera para poder continuar. Paradas cortas por desajustes varios | Eliminar |
| Productos o procesos defectuosos | 5. Defectos de calidad y repetición de trabajos | Producción con defectos crónicos u ocasionales en el producto resultante y consecuentemente, en el modo de desarrollo de sus procesos | Eliminar productos y procesos fuera tolerancias |
| | 6. Puesta en marcha | Pérdidas de rendimiento durante la fase de arranque del proceso, que pueden derivar de exigencias técnicas | Minimizar según técnica |

Fig. 10 Clasificación de los tipos de problemas originados por las Seis grandes pérdidas [42]

Implementación del mantenimiento Productivo Total

En ese sentido Cuatrecasas [42, p. 12], sugiere que para implementar el Mantenimiento Productivo Total se debe de seguir cuatro fases, y dentro de cada una de ellas un total de doce actividades o etapas, que permitan desarrollar exitosamente el mantenimiento.

| Fase | Etapas | Actividades de Gestión |
|-------------------------|--|--|
| 1. Preparación | 1. Decisión de aplicar el TPM en la empresa. | La alta dirección informa que va a implantar un programa TPM a través de reuniones internas, boletines de la empresa, etc. |
| | 2. Información sobre TPM | Campañas informativas para introducir el TPM. |
| | 3. Estructura para la promoción del TPM | Formar comités especiales en cada nivel para promover TPM. Crear una oficina de promoción del TPM. |
| | 4. Objetivos y políticas básicas TPM | Analizar la situación actual, fijar objetivos, prever resultados. |
| | 5. Plan maestro de desarrollo del TPM | Preparar planes detallados con las actividades a desarrollar y los plazos de tiempo que se prevean para ello. |
| 2. Introducción | 6. Arranque formal del TPM | Con gran información e invitando a clientes, proveedores y empresas o entidades relacionadas. |
| 3. Implantación | 7. Mejorar la efectividad del equipo | Seleccionar un(os)equipo(s) con pérdidas crónicas y analizar causas y efectos para poder actuar. |
| | 8. Desarrollar un programa de <i>Mantenimiento Autónomo</i> | Implicar en el mantenimiento diario a los operarios que utilizan el equipo, con un programa básico y la formación adecuada. |
| | 9. Desarrollar un programa de <i>Mantenimiento Planificado</i> | Incluye el <i>Mantenimiento Periódico</i> o con parada, el <i>Correctivo</i> y el <i>Predictivo</i> . |
| | 10. Formación para elevar la capacidad de operación y de mantenimiento | Entrenar a los líderes de cada grupo que después enseñarán a los miembros del grupo correspondiente. |
| | 11. <i>Gestión temprana</i> de equipos. | Diseñar y fabricar equipos de alta fiabilidad y mantenibilidad. |
| 4. Consolidación | 12. Consolidación del TPM y elevación de metas | Mantener y mejorar los resultados obtenidos, mediante un programa de mejora continua, que puede basarse en la aplicación del ciclo <i>PDCA</i> . |

Fig. 11 Fases y etapas de implantación de mantenimiento preventivo [42]

Los pilares del TPM permiten ejecutar con más criterio el mantenimiento.

Mantenimiento preventivo

Según Rajadell y Sánchez [34, p. 118], aseguran que la finalidad de este tipo de mantenimiento es garantizar las paradas a causa de fallas y averías imprevistas en la línea

productiva, más por el contrario se basa en realizar paradas programadas que minimicen las pérdidas de tiempo.

Existe un inconveniente en este tipo de mantenimiento, es que paraliza la producción, y puede ocasionar durante el mantenimiento algunas consecuencias como desequilibrios, averías, o desajustes [34, p. 125],

Lo que se resalta de este tipo de mantenimiento es su utilización con frecuencia.

a. Ventajas

Las ventajas más notables que resalta Sánchez [41, p. 85], son la disminución de paradas repentinas, debido a que se reemplazan por paros programados, sumado a ello un aumento de eficiencia que se traduce en más producción, y sobre todo disminución de fallas comunes y los costos asociados ellos.

b. Limitaciones

Las limitaciones que implica son los aumentos de los costos de realizar mantenimientos programados según fecha, así como de repuestos que supone tal actividad, costos de administración o formatos, o búsqueda de información, así como inicialmente se tendrá paradas de producción, que deben ser recuperadas y programadas, asimismo se iniciará paralelamente con mantenimiento correctivo dado que no se puede incluir a todos los equipos, y sobre todo buenos líderes con fluidez de comunicación en toda la empresa [41, p. 89].

c. Equipos considerados en un mantenimiento preventivo inicial

Los equipos a considerar en una primera aplicación serán aquellos que presenten más fallas que paren la línea de producción y afecten la materia prima, de igual manera están los equipos básicos de servicio fallosos (calderos, compresoras, bombas de agua, etc.), y por último los equipos que originen un posible riesgo para la salud de los colaboradores (equipos de alta presión, sistemas de conducción de líquidos peligrosos, etc) [41, p. 95].

d. Implementación

El mantenimiento preventivo tiene como finalidad poder adelantarse a la detección de un problema, falla, avería, que se presente en un equipo para ejecutar soluciones para que no afecte la eficiencia de la máquina.

Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo permite que los operarios tengan un mayor involucramiento activo en la prevención de las averías, desgaste y deterioro de máquinas y equipos, es por esa razón que deben ser los operarios de producción los que lideren este tipo de mantenimiento [18, p. 20].

Para poder poner en funcionamiento este mantenimiento, es necesario seguir actividades determinadas que permitan una buena implantación tal como recomienda [34, p. 126].

a. Restaurar la línea a su estado inicial

Que básicamente es poner la línea en su estado inicial, tal cual nos lo entregó el proveedor, en concreto lograr que la línea se encuentre en un estado de limpieza completa, sin manchas de aceite, grasas, abrasiones, tornillos y tuercas sueltas [34, p. 130].

b. Realizar la eliminación de las fuentes de suciedad

Es indispensable eliminar las fuentes de difícil acceso para eliminar acciones innecesarias de limpieza durante la operación, y para ello es necesario aplicar los *cinco ¿Por qué?*, además es necesario realizar actividades básicas para hacer más fácil el acceso a ciertas áreas, cambiar componentes para tener más visibilidad en la inspección, además de contar con filtros de aire y sistema de aspiración de polvo y fibras que aporten en la limpieza del área [34, p. 133].

c. Realizar la inspección del equipo

Para una óptima inspección autónoma, es necesario formar y capacitar a los operarios de la línea de producción en temas relacionados al funcionamiento y manejo de las máquinas a las cuales están asignados, a fin de incrementar sus conocimientos progresivamente (por niveles). El nivel 1 es conformado por la realización de las inspecciones, lubricación y diagnóstico de los equipos. El nivel 2 incluye acciones de cambio en las máquinas sólo con las manos, y el nivel 3 consiste en la realización de cambios de componentes u elementos afianzándose de herramientas (llaves allen, destornilladores, etc.) [34, p. 138].

d. Mejora continua

Los operarios se encargan de llevar a cabo el mantenimiento con el criterio suficiente y proponen y desarrollan mejoras necesarias en las máquinas de la línea productiva [34, p. 140].

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de la investigación

Este estudio es cuantitativo pues Hernández *et al.* [40], indica que en los estudios con este enfoque se realiza la copilación de datos siguiendo un orden riguroso para posterior a ello realizar el análisis de las mediciones y obtener así la respuesta a la hipótesis planteada. Entonces conforme a lo ya mencionado en el presente estudio se recolectaron, analizaron y determinaron los resultados cuantificables de las variables involucradas siguiendo un orden específico para demostrar la validez de la hipótesis que fue planteada.

Así también es aplicado porque tomó como base una realidad concreta, para plantear así una propuesta de mejora fundamentada en el lean manufacturing y así dar solución a la problemática de la investigación realizada.

Asimismo, es descriptivo pues tal cual Hernández *et al.* [40], indican que un estudio de este tipo se enfoca en realizar las especificaciones más resaltantes de las características de un problema o fenómeno. Así pues, en la investigación se detalla puntualmente la situación problemática de ERSA (empresa en estudio), y se indica cómo es que la variable predictora o manipulada interviene en la solución del problema.

A la vez, es No Experimental porque se analizó las variables, sin manipular la independiente; además es transversal porque la información fue recabada solo en un periodo.

2.2. Variables, Operacionalización

- **Variable Dependiente**

Productividad

- **Variable Independiente**

Plan de mejora utilizando la filosofía Lean Manufacturing.

TABLA II

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

| Variable de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Instrumento | Valores finales | Tipo de Variable | Escala de medición |
|---------------------|---|--|--|---|---|--|--|------------------|--------------------|
| Productividad | Según Jiménez y Castro [16], es aquel que muestra la relación del resultado numérico de bienes o servicios obtenidos en un ejercicio productivo y recursos que fueron necesarios para lograr dicho resultado. | Muestra la relación del resultado numérico de la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L. obtenidos en un ejercicio productivos y los recursos que fueron necesarios para el logro de resultados. | Productividad de mano de obra Productividad de maquinaria | <ul style="list-style-type: none"> • Productividad hora hombre • Productividad de costo de mano de obra • Productividad del tiempo • Productividad de mantenimientos correctivos • Productividad de los costos de mantenimientos correctivos | <ul style="list-style-type: none"> • Litros producidos/Horas hombre • Litros producidos/Costo MO • Litros producidos/Horas de funcionamiento de maquinaria • Litros producidos/Nº mantenimientos tercerizados • Litros producidos/costo de mantenimientos tercerizados | Check list, Guía de análisis documentario | <ul style="list-style-type: none"> • 26.24 litro / hora • 7.95 litro / sol • 31.41 litros/ horas maquinas • 30,911.05 litros/ mantenimiento correctivo • 12.87 litros / soles | Cuantitativa | De razón |

TABLA III
OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

| Variable de estudio | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Ítems | Instrumento | Valores finales | Tipo de Variable | Escala de medición |
|---------------------|---|---|-------------|--|---|-------------|--|--------------------------|--------------------|
| Lean Manufacturing | Significa “producción ajustada”, se busca el seguimiento de la mejora de la producción, eliminando los despilfarros y desperdicios del sistema productivo, ya que estos generan problemas con el producto terminado. [34] | Se busca el seguimiento de la mejora de la producción en la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L., eliminando los despilfarros y desperdicios del sistema productivo, ya que generan problemas con el servicio. [34]. | 5 S | <p>Seiri (Eliminar)</p> <p>Seiton (Ordenar)</p> <p>Seiso (Limpiar)</p> <p>Seiketsu (Estandarizar)</p> <p>Shitsuke (Disciplina)</p> | <ul style="list-style-type: none"> - Las herramientas, materiales y equipos se encuentran clasificadas. - Se evidencia orden en las entradas, pasillos y salidas de las instalaciones. - El área de trabajo tiene espacio suficiente. - Se encuentran correctamente señalado los equipos, máquinas e instalación. - Las normas SST (seguridad y salud en el trabajo) son cumplidas a cabalidad y con constancia. - Han sido proporcionados con EPP. - Los EPP se encuentra en buenas condiciones. - El mantenimiento a las máquinas y equipos se realizan de manera instantánea después de las averías. - Los trabajadores reciben capacitaciones constantes. - Las maquinas se encuentran en buen estado. - Dispone la empresa de una zona o área especial de mantenimiento. - Existe un plan de mantenimiento a seguir. - Hay un control del continuo funcionamiento | Check List | <ul style="list-style-type: none"> - No - No - Si - No - No - Si - No - No - Si - No - No | Cuantitativa/Cualitativa | Nominal |

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|-----------|--|---|----------------------------|---|--|---------------------------------|
| | | | .. TPM | <p>Capacitaciones al personal</p> <p>Mantenimiento</p> <p>Preventivo</p> <p>Mantenimiento autónomo</p> | <p>-¿Qué periodo de tiempo labora en ERSAs?</p> <p>-¿Tiene conocimiento de los planes de mejora que se ejecutan en la empresa?</p> <p>-¿Existe una clasificación de herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?</p> <p>-¿Cómo considera usted el orden en general en su lugar de trabajo?</p> <p>-¿Cómo califica la limpieza en su área de trabajo?</p> <p>-¿Cómo considera usted la señalización para acceder y ubicar las herramientas?</p> <p>-¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud en el trabajo?</p> <p>-¿En el área de producción se cumple con las metas establecidas?</p> <p>-¿El mantenimiento a las máquinas y equipos se realizan inmediatamente cuando fallan?</p> <p>-¿Cuenta la empresa con un método para reportar fallas o problemas cuando suceden?</p> <p>-¿Con qué frecuencia ocurren accidentes en el trabajo?</p> <p>-¿Cuál cree que sean las causas de las ocurrencias de los accidentes?</p> <p>-¿Recibe usted capacitaciones constantes?</p> <p>-¿En qué temas cree usted que debe de capacitarse?</p> <p>-¿Cómo es su conocimiento acerca de los indicadores de desempeño de su área?</p> | <p>Cuestionario</p> | <p>- Menos de 2 años</p> <p>- 2 años a 5 años</p> <p>- 5 años a mas</p> <p>- Si</p> <p>- No</p> <p>- Malo</p> <p>- Regular</p> <p>- Bueno</p> <p>- Excelente</p> <p>- Nunca</p> <p>- Casi Nunca</p> <p>- Ocasionalmente</p> <p>- Casi siempre</p> <p>- Siempre</p> <p>- Mantenimiento</p> <p>- Calidad</p> <p>- Producción</p> <p>- Seguridad en el trabajo</p> | <p>Cuantitativa/Cualitativa</p> | <p>Nominal / Ordinal</p> |
|--|--|--|-----------|--|---|----------------------------|---|--|---------------------------------|

2.3. Población de estudio, muestra, muestreo y criterio de selección

La población se encuentra constituida por la empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L., y se tomó como muestra de estudio al total del área de producción que comprende: personas, máquinas, documentación y procesos. Es necesario mencionar que el muestreo aplicado fue probabilístico por conveniencia ya que se tomó la información más relevante brindada por la organización.

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

Las técnicas e instrumentos de copilación de datos aplicados en el presente estudio son:

La Entrevista. Es el proceso comunicacional que se da entre la persona encargada del estudio y el sujeto de investigación, a fin de adquirir información de primera mano (respuestas de tipo verbal), con respecto a las interrogantes formuladas en cuanto a la problemática de la investigación. [6]

La aplicación de la entrevista en una investigación es muy importante, ya que con ella aparte de obtener resultados subjetivos de la persona en estudio en base a las preguntas, se puede evidenciar la realidad latente, lo que permite, que además de considerar las respuestas del entrevistado, se sumará aspectos que son considerados importante durante la entrevista. [6]

La entrevista puede ser Estructurada y no Estructurada.

a. Estructurada. El investigador sigue un orden establecido y un conjunto de procedimientos específicos para desarrollar la investigación. [6]

b. No estructurada. Son más manejables, debido a que el sujeto en estudio brinda respuestas amplias del tema. [6]

La forma en que se redacte las preguntas puede ser cerrada, abierta, estructuradas, directas e indirectas. [6]

Cerradas. No dan muchas alternativas para responder.

Abiertas. Se da la libertad para responder.

Estructuradas. El investigador anticipa las posibles respuestas.

Directa. Se coloca en el texto el objeto sobre el que se pretende preguntar.

Indirecta. El objeto no aparece, sino que se da un rodeo. [6]

Para el desarrollo de la entrevista es importante tener en cuenta factores como el aspecto psicológico del entrevistado, así como el lenguaje a utilizar para ello. [6]

En esta investigación la entrevista elaborada se aplicará al gerente de la ERSA Transportes y Servicios S.R.L. Por ello la lista de preguntas de las que consta el instrumento (encuesta) a aplicar permitirá conocer las causas de la actual investigación.

Observación. Es lo que se percibe de la realidad, por medios de nuestra visión, y el sentido lógico de análisis, para registrar la información percibida, que consideremos importante para nuestra investigación.

Según Calderon (2016) la observación según el medio utilizado puede ser estructurada y no estructurada.

a. Estructurada. Para ello se planifica con anticipación lo que se pretende observar en el campo, y los medios que deberán utilizarse para su realización y registro, tales como grabadoras, filmadoras, audios, etc.

b. No Estructurada. Este tipo de observación se realiza sin uso de medios.

Cabe señalar que en este estudio se usará la observación a fin de obtener información de manera rápida del proceso productivo de ERSA, mediante el empleo del instrumento Check List.

Análisis documentario. Técnica que se empleará para adquirir información detallada del sistema de producción de ERSA, para lo cual es necesario aplicar acciones de búsqueda, clasificación, anotación, extracción, procesamiento analítico y sintético de un conjunto de fuentes. Para ello su aplicación se da mediante la guía de análisis documentario (instrumento).

Validación de instrumentos

Para este proceso de validación se realizó las preguntas que se implantó en la empresa, a través de los distintos instrumentos tales como cuestionario de encuesta y de entrevista, sometidos a una revisión de viabilidad por parte del asesor metodológico, para las correcciones pertinentes.

Los instrumentos se procedieron al proceso de validación, por parte de profesionales especialistas en el tema, quienes a través de una hoja de evaluación en una escala de 1 a 20, cuya nota mínima aprobatoria es de 11, la cual determinaron la procedencia de los instrumentos, acotadas por las respectivas observaciones de los profesionales especialistas. Finalmente, una vez determinada la validación, estos fueron aplicados en la empresa. Ver Anexos.

Confiabilidad de instrumentos

La confiabilidad de una investigación debe ser respalda por la veracidad de que de los instrumentos de investigación aplicados han sido realizada de manera correcta, evitando así la incertidumbre sobre la credibilidad de los mismos. Por ello la confiabilidad de este estudio es demostrada mediante el resultado del alfa de Cronbach obtenido del instrumento

aplicado (cuestionario), para lo cual se empleó el programa SPSS dándonos un alfa de 0.83, el cual garantiza la confiabilidad del cuestionario.

Resumen del procesamiento de los casos

| | | N | % |
|-------|------------------------|----|-------|
| Casos | Válidos | 10 | 100,0 |
| | Excluidos ^a | 0 | ,0 |
| | Total | 10 | 100,0 |

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

| Alfa de Cronbach | N de elementos |
|------------------|----------------|
| 0,835 | 15 |

Fig. 12 Coeficiente Alfa de Cronbach de la encuesta

2.5. Procedimiento de análisis de datos

El procedimiento de análisis de datos significa simplificar sustancialmente la información obtenida, luego de haber clasificado, ordenado, manipulado lógicamente, para posteriormente analizar la información con herramientas estadísticas, para tratar esa información según nuestros fines.

Se empleará la estadística descriptiva, para la tabulación, análisis y descripción de la información (datos empresariales) con tablas de frecuencia, e instrumentos de visualización de información como histogramas, gráficos de barras, circulares, etc., posteriormente a la estadística inferencial, para tener una comprensión aceptable de la información, luego se procederá a determinar el rechazo o aceptación y finalmente concluir con resultados.

El análisis de datos que se desarrollará se aprecia a continuación.

a) Fuentes Primarias:

Es decir, obtención de información de primera mano brindada por el jefe de planta y los operarios sobre el proceso de elaboración de etanol de 96° a través de diagramas de flujo del proceso, datos históricos sobre la productividad, los cual serán recabará mediante entrevistas, observación directa, entre otros.

b) Fuentes secundarias:

La cual consiste en recabar información general y profunda sobre la implementación, alcance e impacto de la manufactura esbelta sobre la productividad, la cual será obtenida de investigaciones previas sobre el tema, teniendo en cuenta documentos, tesis, revistas, libros o sitios web.

Ahora bien, después de detallar el procedimiento de copilación de datos es preciso mencionar que el desarrollo de investigación finiquita con el análisis de todos los procedimientos detallados, a fin de demostrar si la hipótesis propuesta es verdadera o por el contrario debe ser rechazada.

Análisis Estadístico de Datos. El cual se realizará mediante la tabulación de datos, para lo cual se emplearán tablas y gráficos estadísticos que ayuden a interpretar el resultado de los indicadores a través de herramientas como el SPSS, Excel, Word, entre otros.

2.6. Criterios éticos

Los criterios éticos de una investigación son aquellos que involucran el respeto y confidencialidad de la información detalla en el estudio, la cual es brindada por la entidad en donde se ha aplicado los instrumentos necesarios para recabar la información requerida por el investigador. Por ello, los criterios considerados se detallan en la Tabla 4, teniendo en cuenta la ética de la investigación y la normativa nacional aplicable.

TABLA IV
CRITERIOS ÉTICOS

| CRITERIOS | CARACTERÍSTICAS DEL CRITERIO |
|----------------------------|---|
| Consentimiento informado | El sujeto a investigar (empresa y colaboradores) deberán estar de acuerdo con el propósito de la investigación para que así brinden la información requerida por el investigador. |
| Confidencialidad | El investigador resguardará la identidad de las personas (informantes) que ayudaron a realizar el estudio. |
| Entrevistas | Actividad cuya finalidad es adquirir información de primera mano de los informantes. |
| Grabación de audio o video | Información que será debidamente procesada y resguardada por los investigadores a fin de proteger la confidencialidad de los informantes. |

III. RESULTADOS

3.1. Resultados

3.1.1. Diagnóstico de la empresa - Información general

ERSA Transportes y Servicios S.R.L. con RUC 20480431431 es una productora de alcohol de 96° GL cuya materia prima es melaza de la caña de azúcar. ERSA encuentra ubicada en el Km 3.2 de la carretera a Ferreñafe, exactamente en el distrito de José Leonardo Ortiz perteneciente a la provincia de Chiclayo.

Misión

ERSA Transportes y Servicios S.R.L. es una empresa comprometida con la sociedad y el crecimiento económico de la región que elabora alcohol de calidad, para satisfacer las expectativas de sus clientes, teniendo en cuenta la responsabilidad social de su ejercicio productivo.

Visión

Al 2025 ERSA Transportes y Servicios S.R.L. será una empresa líder en el mercado de alcohol, constituyéndose como una empresa moderna e innovadora, la cual se encuentra comprometida la sostenibilidad, responsabilidad social y la satisfacción del consumidor.

Organización de la Empresa ERSA

ERSA Transportes y Servicios S.R.L. (empresa en estudio) tiene una organización que contempla dos áreas diferenciadas, una es producción y la otra es administración, dirigida por Gerencia general.

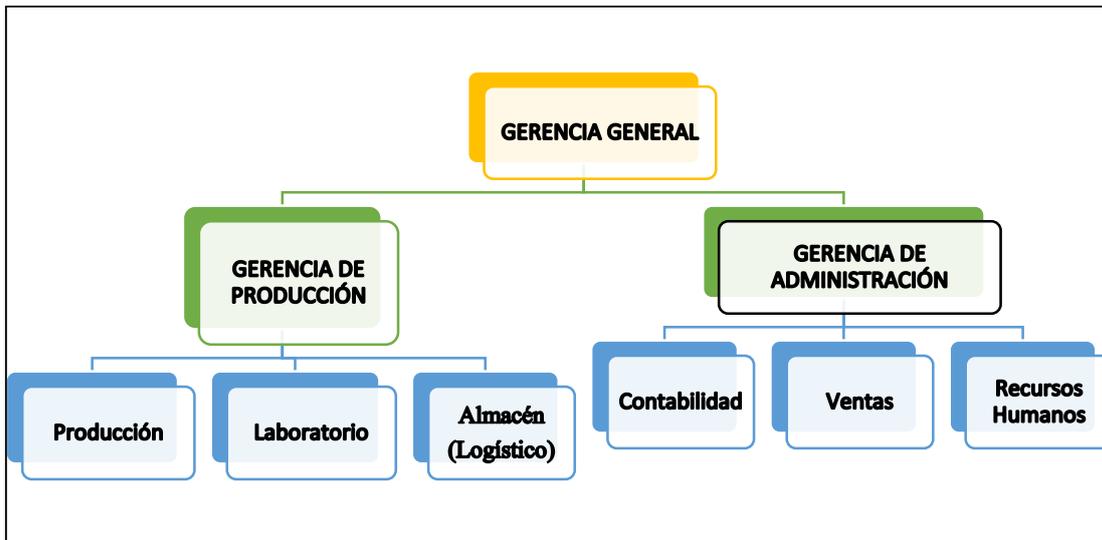


Fig. 13 Organigrama de ERSA Transportes y Servicios S.R.L.

La empresa este estudio es de tipo S.R.L., la misma que consta de dos departamentos como se puede apreciar en la figura 13 (organigrama de la empresa), dentro del cual se encuentra el área de producción, misma que está a cargo del ingeniero de planta, quien lidera a los 10 trabajadores de ambos turnos los cuales son de 12 horas respectivamente. Cabe mencionar que los colaboradores de la empresa cuentan con una notable experiencia y dentro de los más resaltantes se encuentran un operario (fermentador) encargado de vigilar y realizar el proceso de fermentación, un operario encargado de la destilación, un calderista encargado de generar vapor para la destilación y dos pajilleros los cuales se encargan de mantener la caldera encendida con el abastecimiento de pajilla.

Cabe mencionar que los trabajadores tienen solo formación secundaria, y que para el desempeño de sus funciones lo han hecho producto de la práctica y su habilidad de aprender.

El mantenimiento que actualmente ejecuta la empresa es mantenimiento correctivo, es decir que se ejecuta el mantenimiento cuando fallan las máquinas y si es mantenimiento especializado se terceriza o sino los mismos trabajadores lo realizan.

Productos

La empresa produce alcohol rectificado de 96° GL como producto principal, y alcohol industrial de 95° GL como subproducto, a base de melaza de caña de azúcar obtenida de las ciudades de Olmos, Pucalá y Tumán. El alcohol se obtiene tras fermentar la melaza de la caña de azúcar con levadura, obteniéndose mosto fermentado, que al pasar por diferentes etapas de la destilación se obtiene el producto alcohólico.

El nombre químico del alcohol de 96° es Etanol, y su fórmula es $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ cuya característica física es su inflamabilidad, así como su naturaleza incolora.

En la tabla 5 se presenta información general sobre el proceso productivo del alcohol rectificado.

TABLA V
INFORMACIÓN GENERAL DEL PROCESO PRODUCTIVO

| Datos | Descripción |
|--|--|
| Producto Principal | Alcohol rectificado de 96° GL |
| Sub Producto | Alcohol industrial de 95° GL |
| Producción diaria de alcohol rectificado | 12000 litros |
| Producción diaria de alcohol industrial | 270 litros |
| Consumo de melaza | 45 toneladas por día |
| Unidad de venta de producto | Cilindro |
| Capacidad de cilindro de alcohol | 200 litros o 170 Kg |
| Desechos del proceso | Vinaza, flemaza, agua residual, ceniza |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

Distribución de la planta

El proceso de elaboración de alcohol empieza desde el momento en que se acopia en las pozas almaceneras de melaza, de la cual se abastece para todo el proceso. Para que funcione ese proceso se hace uso de máquinas que lo hacen posible desde la generación del vapor en los calderos hasta cuando pasa por la fermentación y destilación.

3.1.2. Descripción del Proceso

Materia prima

La materia prima que se utiliza para el proceso productivo del alcohol rectificado y del alcohol industrial se detalla en la tabla 6.

TABLA VI
DESCRIPCIÓN DE MATERIA PRIMA

| Materia Prima | Descripción |
|---------------|--|
| Melaza | Sustancia dulce y espesa color oscuro compuesto por elevada cantidad de azúcares, lo que es ideal para la fabricación de alcohol |
| Agua | Sustancia líquida compuesta por hidrógeno y oxígeno (H ₂ O), de características incoloras e inodora, aptas para el proceso de fermentación, destilación, caldero. |

| | |
|-----------------|---|
| Urea | Compuesto orgánico cristalina e incolora formado principalmente por nitrógeno (CON_2H_4), que sirve de alimento para la levadura en el proceso. |
| Ácido Sulfúrico | Compuesto inorgánico altamente corrosivo con concentraciones de azufre (H_2SO_4), que sirve como equilibrador de pH. |
| Bactericida | Permite mantener libre de contaminación bacteriana |
| Levadura | Es un organismo unicelular que se alimenta de azúcares y produce etanol a partir de ello, y responsable de las características organolépticas del producto final. |

Nota: Información obtenida por empresa en estudio

Descripción del proceso productivo

El proceso productivo para obtener alcohol comprende etapas donde se fermentará la melaza de la caña de azúcar para obtener como producto final alcohol rectificado de 96° GL., etapas serán detalladas en la figura 15.

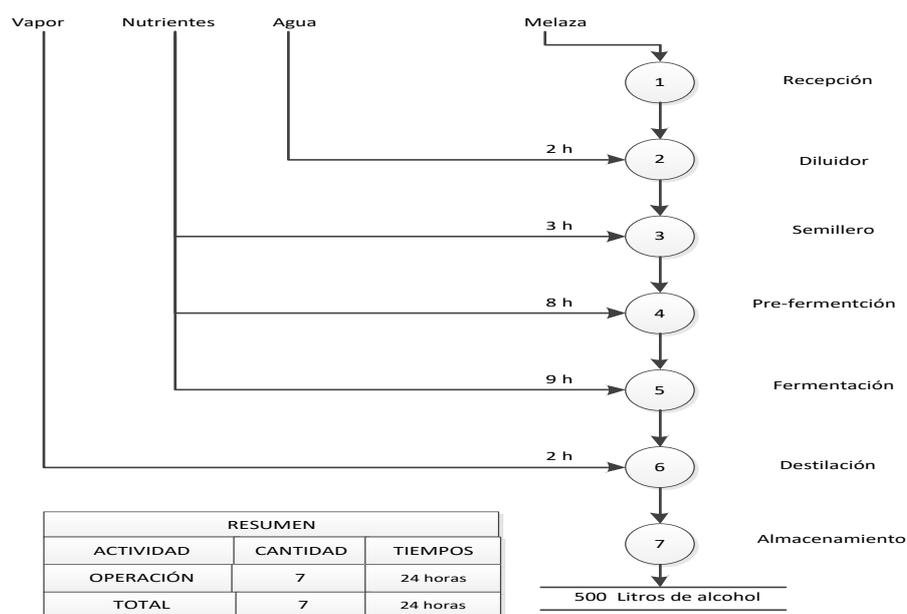


Fig. 14 Diagrama de operaciones de proceso de elaboración de alcohol.

En la empresa ERSA la producción de C_2H_6O (etanol) consta de dos etapas (fermentación y destilación), las cuales presentan operaciones unitarias que serán detalladas a continuación:

a. Fermentación

Laboratorio

La etapa de fermentación se inicia en el laboratorio con la preparación de la semilla que es la levadura hasta obtener una cantidad necesaria, y para lograrlo posteriormente se procede a colocarlo en los germinadores de capacidad de cincuenta litros por periodos de ocho a doce horas a temperaturas de 33-34°C, posteriormente se procede a cultivar la levadura en tanques de capacidad de doscientos litros por periodos de 6 a 8 horas respectivamente con la misma temperatura, para posteriormente proceder a mezclarlo con la melaza en los dos semilleros de capacidad de mil litros respectivamente con la misma temperatura por periodo de seis a ocho horas.

Almacenamiento de la melaza

La melaza que se encuentra en el pozo tiene una capacidad de 1125 toneladas con una profundidad de 2.5 metros, 17 metros de ancho y 28 metros de largo, donde en la poza, 1 centímetro equivale a 4.5 toneladas, lo cual sirve como referencia para medir el consumo.

Disolución

Es aquí donde la melaza es transportada a través de dos bombas hacia un tanque de alimentación ubicado en el tercer piso de la estructura para mezclarse con el agua y facilitar la dilución para el proceso.

Pre-fermentación

La disolución o mosto es transportada a los tanques pre fermentadores cuya capacidad son de 7000 litros donde se recibe la melaza, para sumarle el mosto de los

semilleros que contienen la levadura, es aquí que se le adiciona urea, sulfato de amonio para alimentar a las levaduras y ácido sulfúrico al proceso para disminuir la cantidad de acidez y para evitar contaminación por bacterias también se le añade antibiótico. La pre fermentación durará un promedio de 12 a 16 horas.

Fermentación

La fermentación empieza cuando ha transcurrido el periodo de tiempo de la pre fermentación es decir cuando existe la máxima cantidad de células de levadura, para luego pasar a terminar su ciclo de vida en los tanques de mosto que tienen una capacidad de 49000 litros con cantidad de alcohol de 7 a 8% aproximadamente, examinados en laboratorio.

b. Destilación

Columna mostera

La destilación es el proceso donde se separa la cantidad de alcohol que procede de los tanques mosteros mediante vapor de agua surtido a través de la columna destiladora o mostera y de paso eliminar las impurezas, el origen de los vapores se da en el caldero, que como se mencionó anteriormente se alimenta de la cascarilla de arroz. También se surte agua a temperatura ambiente para condensar el vapor propagado y terminar la separación de las impurezas obteniéndose alcohol a concentraciones más elevadas superiores a 70° GL, y en la parte inferior de la columna se genera como sobrante vinaza, que es recogido a través de un colector para darle otro uso comercial.

Columna rectificadora

El proceso continúa en una columna paralela de rectificado donde el alcohol seguirá a través de ella para ser separado de acuerdo a su concentración, y se da también con vapor de agua, donde se obtiene el alcohol a la concentración de 96°GL, aquí aún existen cantidades mínimas de alcohol, pero a concentraciones bajas, por lo que debe de seguir su proceso a través de unos condensadores para extraer el vapor de agua y obtener alcohol industrial. En

la parte inferior de la columna se obtiene el aceite “fusel” que es bombeado hacia unos tanques de almacenamiento para almacenarlo.

3.1.3. Estudio de la maquinaria del proceso productivo

La maquinaria empleada por ERSA para realizar la elaboración de alcohol rectificado e industrial se encuentra detallada en la Tabla 7.

TABLA VII
LISTADO DE MÁQUINAS

| Detalle | Etapa | Descripción |
|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| Máquinas | Fermentación | Bomba de melaza |
| | | Diluidor |
| | | Bomba de recuperación de mosto |
| | | Bomba de agua sumergible |
| | | Bomba de agua para la alimentación |
| | | Compresor de aire |
| | Destilación | Bomba de mosto |
| | | Calentavino |
| | | Columna mostera |
| | | Columna rectificadora |
| | | Condensadores |
| | | Enfriador de alcohol |
| | | Bomba de vinaza |
| | | Bomba de fusel |
| | Bomba de alcohol | |
| | Bomba de agua para condensadores | |
| | Generación de vapor | Ablandadores de agua |
| | | Bomba de agua para ablandador |
| | | Intercambiador de calor de placas |
| | | Bomba de aguas caliente para caldero |
| Caldero | | |
| Ventilador de tiro forzado | | |
| Ventilador de tiro inducido | | |

Elevador de canjilones

Motor reductor del tornillo sin fin para ceniza

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

Etapa de fermentación

En la etapa de la fermentación se encuentran 6 máquinas como se mencionó anteriormente, en la figura 16 se detallan las funciones, la descripción de la operación y la del equipo de la bomba de melaza y diluidor.

| | Bomba de melaza | Diluidor |
|-----------------------------|--|---|
| Función | Bombear la melaza hacia un tanque que se encuentra ubicado a una altura de 30 metros. | Mezclar la melaza con el agua |
| Descripción de la operación | La melaza siendo la materia prima de este proceso es transportada a un tanque y por gravedad pasa luego a ser diluida. Para el transporte de melaza la fábrica cuenta con una bomba de desplazamiento positivo de 2 ½", que succiona la melaza y lo envía hacia un tanque. Esta bomba tiene una válvula check o de retención con la finalidad de evitar el retorno de la melaza al dejar de bombear. | Luego de haber sido transportado la melaza, al tanque de almacenamiento esta es suministrada al diluidor por medio de una llave de paso que controla su flujo. Al mismo tiempo se inyecta agua por otra cañería igual controlada por una llave de paso, de esta manera se mezcla la melaza con el agua de tal manera que se pueda obtener la concentración de azúcares deseados para la alimentación y se obtiene una solución llamada mosto. |
| Descripción del equipo | Consiste en una bomba que contiene un impulsor con álabes unido a un eje horizontal, sujeto por un rodamiento, además tiene sellos mecánicos y o' ring todos encajados en una carcasa. El eje que sale de la bomba es acoplado a un motor a través de poleas y fajas. Tanto el motor como la bomba están sujetas al piso mediante unos pernos de ¾ de pulgada, el equipo opera en un sistema abierto sin ninguna protección. | Lo compone un tanque abierto, donde se mide el °Bx continuamente y se observa la concentración azúcares. Además consta de dos tuberías de entrada y de dos válvulas accionadas manualmente para hacer la mezcla. |

Fig. 15 Descripción de bomba de melaza y diluidor

En el motor bomba melaza se encontraron las fallas mencionadas en la tabla 8, y las acciones correctivas que se realizaron.

TABLA VIII
FALLAS DE BOMBA DE MELAZA

| Falla | Acciones correctivas |
|-------------------------------|-----------------------|
| Recalentamiento del motor | Revisión |
| Faja rota del motor de melaza | Cambio de fajas |
| Motor de melaza quemado | Compra de motor |
| Rodamientos desgastados | Cambio de rodamientos |
| Sello mecánico con fugas | Cambio del sello |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

En la máquina del diluidor se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 9.

TABLA IX
FALLAS DEL DILUIDOR

| Falla | Acciones correctivas |
|-----------------------------------|----------------------|
| Tubería de alimentación con fugas | Soldadura |
| válvula de entrada con fugas | Soldadura |
| válvula de melaza desgastada | Cambio |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

En la figura 16 se detallan las funciones, la descripción de la operación y la del equipo de las máquinas bomba de recuperación de mosto y bomba de agua sumergible.

| | Bomba de recuperación de mosto | Bomba de agua sumergible |
|-----------------------------|--|---|
| Función | Recircular el mosto que queda en los tanques de fermentación, hacia un tanque de recepción. | Suministrar agua para toda la planta especialmente para las operaciones del proceso. |
| Descripción de la operación | Una vez llegada la fermentación a su estado de maduración o mayormente conocida como muerte de la cuba, debe ser destilada para obtener alcohol. Cada vez que se destila un tanque de fermentación, siempre va a quedar una cierta cantidad en el fondo del tanque que debe ser recuperada. En esta operación la bomba succiona el mosto del tanque de fermentación y lo recircula hacia un tanque de almacenamiento para luego ser fermentada nuevamente. | El suministro de agua es muy esencial para las operaciones del proceso, para ello se cuenta con dos electrobomba sumergible 5 HP que abastece a toda la fábrica. En esta operación las bombas que están sumergidas en los pozos tubulares succionan el agua del subsuelo y lo bombea hacia un pozo, esta operación es continua. Al mismo tiempo el agua del pozo es bombeada por otras bombas para todo el sistema. |
| Descripción del equipo | Consiste en una bomba que contiene un impulsor con álaves unido a un eje horizontal, sujeto por un rodamiento, además tiene sellos mecánicos y o' ring todos encajados en una carcasa. El eje que sale de la bomba es acoplado a un motor de 8 HP mediante un acoplamiento de caucho sujetos con pernos. El motor consta de un estator embobinado, de un rotor unido a un ventilador, un eje, una tapa posterior y una delantera con sus respectivos rodamientos todos unidos en un carcaza. | El equipo consta de una electrobomba donde el motor y la bomba se encuentran juntas en una carcasa sellada herméticamente, está conformado por un impulsor con alavés, un eje sujeto por los rodamientos, sellos mecánicos; el motor consta de un rotor, estator, eje, rodamientos todos unidos en una carcasa hermética. |

Fig. 16 Descripción de las bombas de recuperación de mosto y agua sumergible

En el motor bomba de recuperación de mosto se encontraron las fallas mencionadas en la tabla 10, y las acciones correctivas que se realizaron.

TABLA X
FALLAS DE BOMBA DE RECUPERACIÓN

| Falla | Acciones correctivas |
|--|-----------------------|
| Sello mecánico con fugas | Cambio del sello |
| La bomba sin potencia de succión | Inspección |
| Rodajes desgastados | Cambio de rodamientos |
| Motor de recuperación de mosto inoperativo | Revisión/ diagnostico |
| Pernos de acoplamiento rotos | Cambiar pernos |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

En la máquina bomba de agua sumergible se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 11.

TABLA XI
FALLAS DE BOMBA SUMERGIBLE DE AGUA

| Falla | Acciones correctivas |
|------------------------------|----------------------------------|
| Bomba sumergible inoperativa | Revisión (cambio de rodamientos) |
| Bomba con poca presión | Revisión |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

En la figura 17 se detallan las funciones, la descripción de la operación y la del equipo de la bomba de agua con función de alimentación, así como la del compresor de aire.

| | Bomba de agua para alimentación y enfriamiento de los fermentadores | Compresor de aire |
|-----------------------------|---|--|
| Función | Bombear el agua para diluir la melaza y para enfriar los tanques de fermentación | Generar aire comprimido para el proceso de fermentación. |
| Descripción de la operación | El agua que esta almacenada en la poza es succionada por las bombas y conducido de manera continua hacia el diluidor donde se hace la mezcla de melaza con agua para empezar el proceso de fermentación, al mismo tiempo hacia los tanques de fermentación para enfriarlo. En esta operación la bomba es accionada por un motor de 5 HP. | Succiona el aire de la atmosfera y lo comprime mediante un motor de pintón y lo almacena en un tanque para luego ser utilizada en el proceso de fermentación. |
| Descripción del equipo | Consiste en una bomba que contiene un impulsor con álaves unido a un eje horizontal, sujeto por un rodamiento, además tiene sellos mecánicos y o' ring todos encajados en una carcasa. El eje que sale de la bomba es acoplado a un motor de 5 HP mediante un acoplamiento de caucho sujetos con pernos. El motor consta de un estator embobinado, de un rotor unido a un ventilador, un eje, una tapa posterior y una delantera con sus respectivos rodamientos todos unidos en un carcasa. Tanto el motor como la bomba están sujetas a una plancha metálica con unos pernos de ¾ de pulgada. | El compresor de aire, consta de un motor tipo pintón, accionado por un motor eléctrico de 8 HP, este motor está conectado a un tanque acumulador de aire comprimido, además cuenta con una válvula de seguridad y un apagado automático. El motor consta de un Carter, de un cigüeñal, pistón, una cañería de succión y otra de salida de aire comprimido, el motor es accionado por un motor eléctrico de 8 HP, que consta de un rotor, estator embobinado, un eje, rodamientos, tapa posterior y delantera todos encajados en una carcasa. |

Fig. 17 Descripción de bomba de agua para alimentadores y compresor de aire

En la bomba de agua para alimentación se encontraron las fallas mencionadas en la tabla 12, y las acciones correctivas que se realizaron.

TABLA XII
FALLAS PRESENTADAS EN LA BOMBA DE AGUA EMPELADA PARA ALIMENTACIÓN

| Falla | Acciones correctivas |
|--|-----------------------|
| Bomba de alimentación sin contacto eléctrico | Revisión del motor |
| Cañería de alimentación con fugas | Soldadura |
| Rodajes desgastados | Cambio de rodamientos |
| Sello mecánico con fugas | Cambio se sello |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

En la máquina compresor de aire se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 13.

TABLA XIII
FALLAS DE COMPRESOR DE AIRE

| Falla | Acciones correctivas |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Compresor presenta fugas de aceite | Cambio de empaquetadura |
| Automático inoperativo | Cambio del automático |
| Faja de motor rota | Cambio de faja |
| Trabajo de motor con ruidos extraños | Revisión |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

Etapa de destilación

En la etapa de la destilación se encuentran 10 máquinas como se mencionó anteriormente, en la figura 18 se detallan las funciones, la descripción de la operación y la del equipo de las máquinas bomba de mosto y calentavino.

| | Bomba de mosto | Calentavino |
|-----------------------------|--|---|
| Función | Bompear el mosto fermentado hacia la columna mostera. | Calentar el vino a una temperatura de 60°C. |
| Descripción de la operación | El mosto fermentado es bombeada por una bomba hacia el calentavino donde se va a calentar a un aproximado de 60°C para luego pasar a la columna mostera. Esta operación se realiza de forma continua, la bomba es accionada por un motor eléctrico de 15HP. | Una vez que el vino o el mosto está fermentado esté es bombeado por una bomba hacia el calentavino donde se va a calentar por medio de los vapores que sale de la columna rectificadora, una vez calentado el líquido pasa a la columna mostera para ser destilada. El líquido pasa por los tubos y el vapor que sale de la columna rodea esos tubos, saliendo por el otro extremo el líquido caliente. |
| Descripción del equipo | Consiste en una bomba que contiene un impulsor con álaves unido a un eje horizontal, sujeto por un rodamiento, además tiene sellos mecánicos y o' ring todos encajados en una carcasa. El eje que sale de la bomba es acoplado a un motor de 15 HP mediante un acoplamiento de caucho sujetos con pernos. El motor consta de un estator embobinado, de un rotor unido a un ventilador, un eje, una tapa posterior y una delantera con sus respectivos rodamientos todos unidos en un carcasa. Tanto el motor como la bomba están sujetas a una plancha metálica con unos pernos de ¾ de pulgada. | El calentavino no es más que un intercambiador de calor tipo tubular con dos entradas una superior y otra inferior. Consta de una serie de tubos encajados en una carcasa, dando la forma de un tubo con dos tapas un superior y una inferior. |

Fig. 18 Descripción de las máquinas bomba de mosto y calentavino

En la bomba de mosto se encontraron las fallas mencionadas en la tabla 14, y las acciones correctivas que se realizaron.

TABLA XIV
FALLAS DE BOMBA DE MOSTO

| Falla | Acciones correctivas |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Sello mecánico con fugas | Cambio del sello |
| Rodajes de bomba con sonidos extraños | Cambio de rodamientos |
| Motor sin contacto eléctrico | Revisión |
| Bomba de mosto con vibraciones | Revisión |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

En la máquina del calentavino se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 15.

TABLA XV
FALLAS DE CALENTAVINO

| Falla | Acciones correctivas |
|--------------------------|-------------------------|
| Tubería con picaduras | Soldado |
| Brida con fugas de mosto | Cambio de empaquetadura |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

En la figura 19 se detallan las funciones, la descripción de la operación y la del equipo de las máquinas columna mostera y columna rectificadora

| | Columna mostera | Columna rectificadora |
|-----------------------------|---|---|
| Función | Realizar la separación de las impurezas no volátiles presentes en el vino y elevar los grados alcohólicos. | Concentrar los gases alcohólicos que sale de la columna mostera a 96 °GL. |
| Descripción de la operación | Ingresa el líquido calentado a la columna mostera a un caudal de 5000- 6000 litros por hora, por la parte superior, al mismo tiempo se introduce vapor saturado a 7- 8 Bar por la parte inferior en contra corriente, para que la operación sea más efectiva y separe todas las impurezas no volátiles presentes en el líquido y eleve los grados alcohólicos. A la vez por la parte inferior se está desechando la vinaza que es conducido hacia una poza. | Los gases que salen de la columna mostera entran a la columna rectificadora por la parte superior para ser concentrados, a la vez de introduce vapor saturado de 3-4 Bar por la parte inferior en contra corriente. En esta operación se va a elevar el grado alcohólico. Los vapores salen por la parte superior hacia unos condensadores para ser condensados. El alcohol condensado ingresa nuevamente a la columna para ser concentrado un poco más y salir el alcohol de 96°GL. Por la parte inferior se libera fusel y flexamasa. |
| Descripción del equipo | Consta de una columna de bronce de 7 cuerpos, cada cuerpo tiene un visor unida a la columna por pernos. la unión entre cuerpo y cuerpo se da mediante un empaquetadura de asbesto sujetos por pernos, además cada cuerpo tiene 2 compartimientos con 14 platos cada uno. | Consta de una columna de bronce con 11 cuerpos, la unión entre cuerpo y cuerpo se da por medio de una empaquetadura de asbesto, sujetos con pernos. A demás cada cuerpo consta de 6 compartimientos con 45 platos cada uno. |

Fig. 19 Descripción de las máquinas columna mostera y columna rectificadora

En la columna mostera se encontraron las fallas mencionadas en la tabla 16, y las acciones correctivas que se realizaron.

TABLA XVI
FALLAS DE LA COLUMNA MOSTERA

| Falla | Acciones correctivas |
|-----------------------------|----------------------------|
| Cuerpo de columna con fugas | Cambio de empaquetadura |
| Válvula con fugas de vapor | Mantenimiento a la válvula |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersá transportes y servicios S.R.L

En la máquina columna rectificadora se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 17.

TABLA XVII
FALLAS DE LA COLUMNA RECTIFICADORA

| Falla | Acciones correctivas |
|-----------------------------|----------------------------|
| Cuerpo de columna con fugas | Cambio de empaquetadura |
| Válvula con fugas de vapor | Mantenimiento a la válvula |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersá transportes y servicios S.R.L

En la figura 20 se detallan las funciones, la descripción de la operación y la del equipo de las máquinas condensadores y enfriador de alcohol

| | Condensadores | Enfriador de alcohol |
|-----------------------------|--|--|
| Función | Condensar los gases alcohólicos que sale de la columna rectificadora, pasando de estado gaseoso y líquido. | Enfriar el alcohol proveniente de la columna rectificadora a un temperatura de 26°C. |
| Descripción de la operación | Recibir los gases alcohólicos proveniente de la columna rectificadora para ser condensados, en esta operación los gases pasan por la parte externa de los tubos y el agua pasa por los tubos, haciendo que estos cambios de temperatura el vapor o los gases se condensen y se forme el alcohol. Siempre esta operación se da en contra corriente para ser más efectivo su condensado. | El alcohol que sale de la columna rectificadora pasa por un enfriador de alcohol que no es más que un intercambiador de calor tupo tubular. El alcohol pasa por los tubos y el agua fría proveniente de los pozos tubulares rodea el tubo de esta manera se logra enfriar el alcohol a un temperatura de 26°C. |
| Descripción del equipo | Consta de una secuencia de tubos encajados en una carcasa, tiene una tapa superior y una tapa inferior sujetos con pernos. | Consta de un intercambiador de calor tipo tubular, que está constituido por una serie de tubos dentro de una carcasa, con una tapa inferior y otra superior. |

Fig. 20 Descripción de las máquinas condensadores y enfriador de alcohol

En los condensadores se encontraron las fallas mencionadas en la tabla 18, y las acciones correctivas que se realizaron.

TABLA XVIII

FALLA DEL CONDENSADOR

| Falla | Acciones correctivas |
|----------------|----------------------|
| Cañería picada | Cambio de tubería |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

En la máquina enfriador de alcohol se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 19.

TABLA XIX
FALLAS DE ENFRIADOR DE ALCOHOL

| Falla | Acciones correctivas |
|-------------------------------|----------------------|
| Regulador de entrada averiado | Cambiar regulador |
| Cañería picada | Cambio de tubería |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersá transportes y servicios S.R.L

En la figura 21 se detallan las funciones, la descripción de la operación y la del equipo de las máquinas bomba de vinaza y bomba de fusel.

| | Bomba de vinaza | Bomba de fusel |
|-----------------------------|--|--|
| Función | Bombear la vinaza de la poza hacia un camión | Bombear el fusel que sale de la columna rectificadora hacia un tanque de almacenamiento. |
| Descripción de la operación | La vinaza proveniente de la destilación es almacenada en una poza. Esta vinaza es succionada por una bamba que a la vez está unido a un motor de 8 Hp y bombeada hacia un camión para llevarle hacia campo. | El fusel que sale de la columna rectificadora es llevada a un tanque de almacenamiento mediante una bomba de 1 pulgada. Para luego ser mezclada con el mosto y volverla a destilar. En esta operación la bomba succiona el fusel y lo bombea hacia un tanque de almacenamiento, la bomba es accionada por un motor de 1HP. |
| Descripción del equipo | Consiste en una bomba que contiene un impulsor con álaves unido a un eje horizontal, sujeto por un rodamiento, además tiene sellos mecánicos y o' ring todos encajados en una carcasa. El eje que sale de la bomba es acoplado a un motor de 8 HP mediante un acoplamiento de caucho. El motor consta de un estator embobinado, de un rotor unido a un ventilador, un eje, una tapa posterior y una delantera con sus respectivos rodamientos todos unidos en un carcasa. Tanto el motor como la bomba están sujetas a una plancha metálica con unos pernos de 3/4 de pulgada. | |

Fig. 21 Descripción de las máquinas bomba de vinaza y bomba de fusel

En el motor bomba de vinaza se encontraron las fallas mencionadas en la tabla 20, y las acciones correctivas que se realizaron.

TABLA XX
FALLAS DE BOMBA DE VINAZA

| Falla | Acciones correctivas |
|---------------------|-----------------------|
| Motor inoperativo | Revisión |
| Bomba sin presión | Revisión |
| Fajas cuarteadas | Cambio de fajas |
| Rodajes desgastados | Cambio de rodamientos |
| Motor recalentado | Revisión |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersá transportes y servicios S.R.L

En la máquina bomba de fusel se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 21.

TABLA XXI
FALLAS DE BOMBA FUSEL

| Falla | Acciones correctivas |
|--------------------------|----------------------|
| Motor inoperativo | Revisión |
| Sello mecánico con fugas | Cambio de sello |
| Rotura de fajas | Cambio de faja |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersá transportes y servicios S.R.L

En la figura 22 se detallan las funciones, la descripción de la operación y la del equipo de las máquinas bomba de alcohol y bomba de agua para condensadores

| | Bomba de alcohol | Bomba de agua para condensadores |
|-----------------------------|---|---|
| Función | Bombear el alcohol hacia los tanques de almacenamiento. | Bombear el agua fría de la poza de almacenamiento hacia los condensadores |
| Descripción de la operación | El alcohol que sale del enfriador es bombeado mediante una bomba hacia los tanques de almacenamiento. En esta operación la bomba es accionada por un motor de 3 HP. | El agua fría que está en la poza es bombeada por dos bombas de 3 pulgadas hacia los condensadores con el objetivo de condensar los gases alcohólicos que salen de la columna rectificadora. En esta operación las bombas succionan el agua de la poza y lo transportan hacia los condensadores. |
| Descripción del equipo | Consiste en una bomba que contiene un impulsor con álabes unido a un eje horizontal, sujeto por un rodamiento, además tiene sellos mecánicos y o' ring todos encajados en una carcasa. El eje que sale de la bomba es acoplado a un motor de 3 HP mediante poleas y fajas. El motor consta de un estator embobinado, de un rotor unido a un ventilador, un eje, una tapa posterior y una delantera con sus respectivos rodamientos todos unidos en un carcasa. Tanto el motor como la bomba están sujetas a una plancha metálica con unos pernos de $\frac{3}{4}$ de pulgada. | |

Fig. 22 Descripción de las máquinas bomba de alcohol y bomba de agua para condensadores

En la bomba de alcohol se encontraron las fallas mencionadas en la tabla 2, y las acciones correctivas que se realizaron.

TABLA XXII
FALLAS DE BOMBA DE ALCOHOL

| Falla | Acciones correctivas |
|----------------------------|----------------------|
| Rotura de fajas | Cambiar faja |
| Motor sin fluido eléctrico | Revisión |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersas transportes y servicios S.R.L

En la máquina bomba de agua para condensadores se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 23.

TABLA XXIII
FALLAS PRESENTADAS EN BOMBA DE AGUA EMPLEADA EN LOS CONDENSADORES

| Falla | Acciones correctivas |
|---------------------------------|-----------------------|
| Motor con vibraciones anormales | Revisión |
| Sello mecánico con fugas | Cambio del sello |
| Rodajes desgastados | Cambio de rodamientos |
| Bomba desequilibrada | Revisión |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersas transportes y servicios S.R.L

Etapas de generación de vapor de agua

En la etapa de la fermentación se encuentran 8 máquinas como se mencionó anteriormente, en la figura 23 se detallan las funciones, la descripción de la operación

y la del equipo de las máquinas ablandadores de agua y bomba de agua utilizada en los ablandadores.

| | Ablandadores de agua | Bomba de agua para los ablandadores |
|-----------------------------|---|--|
| Función | Eliminar la dureza del agua | Recircular el agua por los ablandadores |
| Descripción de la operación | El agua dura proveniente del pozo, es pasado por uno tanques ablandadores que realizan un intercambio iónico a través de resinas que se encuentran en los interiores. Esta resina que ha sido regenerada por un tanque principal que contiene sal muera, se queda con el calcio y el magnesio suministrando el sodio. | El agua que se encuentra en un tanque mezclado con sal industrial es recirculado por los ablandadores mediante una bomba hasta que quede completamente blanda, luego es bombeada a un tanque de almacenamiento de agua blanda. |
| Descripción del equipo | El equipo consta de dos tanques, en su interior tiene unas placas de resina, que realizan el intercambio iónico. Tiene tres entradas, reguladas mediante llaves de paso, una de entrada de agua dura y otra de salmuera, y una salida de agua blanda. | Consiste en una bomba que contiene un impulsor con álaves unido a un eje horizontal, sujeto por un rodamiento, además tiene sellos mecánicos y o' ring todos encajados en una carcasa. El eje que sale de la bomba es acoplado a un motor de 2HP mediante acoplamientos de caucho unido por pernos. El motor consta de un estator embobinado, de un rotor unido a un ventilador, un eje, una tapa posterior y una delantera con sus respectivos rodamientos todos unidos en un carcasa. Tanto el motor como la bomba están sujetas a una plancha metálica con unos pernos de $\frac{3}{4}$ de pulgada. |

Fig. 23 Descripción de las máquinas ablandadores de agua y bomba de agua para ablandadores

En los motores ablandadores de agua se encontraron las fallas mencionadas en la tabla 24 y las acciones correctivas que se realizaron.

TABLA XXIV
FALLAS DE ABLANDADOR DE AGUA

| Falla | Acciones correctivas |
|---------------------------|--------------------------|
| Recalentamiento del motor | Revisión |
| Faja de motor rota | Cambio de fajas |
| Motor quemado | Compra de motor |
| Rodajes desgastados | Cambio de rodamientos |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersas transportes y servicios S.R.L

En la máquina bomba de agua para ablandadores se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 25.

TABLA XXV
FALLAS PRESENTADAS EN LA BOMBA DE AGUA EMPLEADA EN EL
ABLANDADOR

| Falla | Acciones correctivas |
|-----------------------------|--------------------------|
| Rodajes desgastados | Cambio de rodamientos |
| Bomba con sonidos anormales | Revisión |
| Sello mecánico con fugas | Cambio del sello |
| Motor inoperativo | Revisión |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersas transportes y servicios S.R.L

En la figura 24 se detallan las funciones, la descripción de la operación y la del equipo de las máquinas intercambiadores de calor y bomba de agua caliente utilizada en el caldero.

| | Intercambiador de calor de placas | Bomba da agua caliente para caldero |
|-----------------------------|--|---|
| Función | Calentar el agua blanda para ser utilizada en el caldero | Impulsar el agua caliente del tanque de almacenamiento hacia el caldero. |
| Descripción de la operación | El agua blanda que está almacenada es trasportada hacia un intercambiador de placas para ser calentado a un aproximado de 40°C, por el vapor que proviene del caldero, esta operación es continua conforme va pasando el agua se va calentado y almacenando en un tanque, listo para ser utilizada en el caldero. | En esta operación el agua caliente que esta almacenada s succionada por una bomba de 3pulgadas y es bombeada hacia el caldero, exactamente hacia el domo del caldero, donde se va a convertir en vapor mediante la quema de pajilla de arroz. |
| Descripción del equipo | El intercambiador consta de unas placas, que son unos conductos por donde van a pasar el agua, ya sea caliente o fría según la función que esté destinado, las placas están sujetas con unas planchas al costado mediante pernos. El intercambiador tiene cuatro entradas. Ingresa el agua fría por la parte inferior y sale por la parte superior, el vapor ingresa por la parte superior hacia la parte inferior en contra corriente haciendo que el agua se caliente. | Consiste en una bomba que contiene un impulsor con álaves unido a un eje horizontal, sujeto por un rodamiento, además tiene sellos mecánicos y o' ring todos encajados en una carcasa. El eje que sale de la bomba es acoplado a un motor de 10HP mediante acoplamientos de caucho unido por pernos. El motor consta de un estator embobinado, de un rotor unido a un ventilador, un eje, una tapa posterior y una delantera con sus respectivos rodamientos todos unidos en un carcasa. Tanto el motor como la bomba están sujetas a una plancha metálica con unos pernos de 3/4 de pulgada. |

Fig. 24 Descripción de las máquinas intercambiadores de calor y bomba de agua caliente utilizada en el caldero

En los intercambiadores de calor se encontraron las fallas mencionadas en la tabla 26, y las acciones correctivas que se realizaron.

TABLA 1
FALLAS EN INTERCAMBIADOR DE CALOR

| Falla | Acciones correctivas |
|--------------------------|----------------------|
| Regular de agua averiado | Cambio de regulador |
| Cañería picada | Cambio de tubería |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersá transportes y servicios S.R.L

En la máquina bomba de agua caliente para caldero se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 27.

TABLA XXVII
FALLAS DE BOMBA DE AGUA CALIENTE DE CALDERO

| Falla | Acciones correctivas |
|-----------------------------|--------------------------|
| Motor de caldero quemado | Se compró motor |
| Sello mecánico con fugas | Cambio del sello |
| Motor recalentado | Revisión |
| Bomba con sonidos anormales | Cambiar rodamientos |
| Brida con fugas | Cambiar empaquetadura |

Nota: Información obtenida mediante la evaluación a la empresa Ersá transportes y servicios S.R.L

En la figura 25 se detallan las funciones, la descripción de la operación y la del equipo de las máquinas caldero y ventilador de tiro forzado.

| | Caldero | Ventilador de tiro forzado |
|-----------------------------|---|--|
| Función | Generar vapor de agua a temperaturas y presiones elevadas para planta de alcohol | Aspirar los gases de combustión y expulsarlo hacia la atmosfera. |
| Descripción de la operación | En esta operación se va a generar el vapor, mediante la quema de la cascarilla de arroz. La cascarilla de arroz es almacenada en un tanque para luego pasar a la cámara de combustión, al mismo tiempo se inyecta aire por medio de los ventiladores para que la cascarilla de arroz se pueda quemar. El agua blanda ingresa al caldero por la parte superior hacia un domo que luego va a circular por todas las tuberías del caldero. Conforme se genera la combustión el agua que se encuentra en las tuberías se evapora y se almacena en la parte superior del domo generando así vapor de agua. | En esa operación los gases de combustión que se encuentran dentro del horno serán aspirados por un ventilador, y expulsados hacia el exterior, tanto el ventilador de tiro forzado como el inducido trabajan en sincronía para asegurar un equilibrio dentro de la cámara de combustión. Básicamente el ventilador de tiro inducido tienen las mismas exigencias que un ventilador de tiro forzado con la única diferencia que manipula gas a temperaturas elevadas. |
| Descripción del equipo | El equipo consta de un horno construido con ladrillo refractario en el interior tiene una cámara de combustión, un domo y un aproximado de 900 cañerías. | Consta de un ventilador con su rotor, cojinetes, carcasa, impulsados por un motor de 50 HP que hace girar al ventilador mediante unas fajas. El motor consta de un estator con su respectiva bobina, un rotor, rodamientos, eje, una tapa posterior y una delantera, ventilador todos encajados en una carcasa. |

Fig. 25 Descripción de las máquinas caldero y ventilador de tiro forzado

En el caldero se encontraron las fallas mencionadas en la tabla 28, y las acciones correctivas que se realizaron.

En la máquina caldero se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 40.

TABLA XXIII
FALLAS DE VENTILADOR TIRO FORAZADO

| Falla | Acciones correctivas |
|-------------------------------|----------------------|
| Regulador de entrada averiado | Cambio de regulador |

Nota: Información obtenida de la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

En la máquina ventilador de tiro forzado se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 29.

TABLA 2
FALLAS DE VENTILADOR DE TIRO FORZADO

| Falla | Acciones correctivas |
|---------------------|----------------------|
| Rodajes desgastados | Cambiar rodamientos |
| Faja de motor rota | Cambio de faja |
| Motor recalentado | Revisión |

Nota: Información obtenida de la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

En la figura 26 se detallan las funciones, la descripción de la operación y la del equipo de las máquinas elevador de cangilones y motor reductor de tonillo sin fin.

| | Elevador de canjilones | Motor reductor del tonillo sin fin para ceniza |
|-----------------------------|---|--|
| Función | Transportar la cascarilla de arroz hacia la tolva del caldero. | Conducir la ceniza que queda de la combustión hacia el exterior |
| Descripción de la operación | En esta operación la cascarilla de arroz que esta almacenada es transportada por medio de un elevador de canjilones que esta accionado por un motor de 4 HP, hacia la tolva del caldero para ser utilizada como combustible. | La ceniza que queda después de la combustión es transportada por un tonillo sin fin hacia el exterior, el tonillo es accionado por un motor reductor que hace girar el tornillo transportando la ceniza. |
| Descripción del equipo | Consta de un tornillo sin fin, que es un metal en forma de espiral sujetas a los costados por chumaceras, y un elevador de canjilones que es una cadena con unos arrastraderas donde transporta la pajilla de arroz, ambos costados tienen una rueda dentada que accionada por un motor de 4 HP. El motor consta de un estator con su respectiva bobina, un rotor, rodamientos, eje, una tapa posterior y una delantera, ventilador todos encajados en una carcasa. | |

Fig. 26 Descripción de las máquinas elevador de canjilones y motor reductor de tonillo sin fin

En el elevador de canjilones se encontraron las fallas mencionadas en la tabla 30, y las acciones correctivas que se realizaron.

TABLA XXX
FALLAS DE ELEVADOR DE CANGILONES

| Falla | Acciones correctivas |
|------------------------------|----------------------|
| Motor presentó cortocircuito | Revisión |
| Motor quemado | Se compró motor |
| Motor recalentado | Revisión |

Nota: Información obtenida de la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

En la máquina motor reductor de tonillo sin fin se encontraron las fallas producidas y las acciones correctivas para solucionar mencionadas en la tabla 31.

TABLA 3
FALLAS DE MOTOR REDUCTOR DE TORNILLO SIN FIN

| Falla | Acciones correctivas |
|---------------------------------|----------------------|
| Motor con vibraciones anormales | Revisión |
| Faja de motor desgastadas | Cambiar faja |

Nota: Información obtenida de la empresa Ersa transportes y servicios S.R.L

3.1.4. Resultado de la aplicación de instrumentos

En la empresa ERSA se aplicaron las técnicas de copilación de información a través de sus instrumentos respectivos, tales como check list, la encuesta y la entrevista.

Check list

El check list es un instrumento de copilación de datos perteneciente a la Guía de información, que fue aplicada en ERSA mediante la observación directa de la planta en funcionamiento y en parada, acorde con el criterio de diagnóstico de problemas existentes para mejorar en la empresa. Mostrado en la figura 28.

| | | | |
|---|--|-----------|-----------|
| CHECK LIST |  UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN | | |
| Check List aplicado en el área de Producción de ERSA Transportes y Servicios S.R.L. | | | |
| Título de la tesis | PLAN DE MEJORA UTILIZANDO LA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ERSA TRANSPORTES Y SERVICIOS S.R.L. | | |
| Objetivo | Recolectar datos mediante la observación directa para realizar el diagnostico situacional de ERSA. | | |
| Área de Producción | | Si | No |
| Las herramientas, materiales y equipos se encuentran clasificadas. | | | X |
| Se evidencia orden en las entradas, pasillos y salidas de las instalaciones. | | | X |
| El área de trabajo tiene espacio suficiente. | | X | |
| Se encuentran correctamente señalado los equipos, máquinas e instalación. | | | X |
| Las normas SST (seguridad y salud en el trabajo) son cumplidas a cabalidad y con constancia. | | | X |
| Han sido proporcionados equipo de protección personal (EPP). | | X | |
| Los EPP se encuentra en buenas condiciones. | | | X |
| El mantenimiento a las máquinas y equipos se realizan de manera instantánea después de las averías. | | X | |
| Los trabajadores reciben capacitaciones constantes. | | | X |
| Las maquinas se encuentran en buen estado. | | | X |
| Dispone la empresa de una zona o área especial de mantenimiento | | X | |
| Existe un plan de mantenimiento a seguir | | | X |
| Hay control del continuo del funcionamiento de las máquinas | | | X |

Fig. 27 Check list aplicado en la empresa

Mediante las visitas a ERSA se aplicó el check list con un criterio crítico con tendencia a la mejora. Los resultados del check list aplicado muestran problemas referentes a la falta de clasificación, orden y limpieza de las herramientas, máquinas en un mantenimiento no planificado, conlleva a problemas con las metas de producción, debido a la pérdida de horas máquina, horas hombre, costos asociados a requerimiento de repuestos.

Entrevista

La entrevista se aplicó al Ingeniero Gustavo Limo responsable de los procesos y el control de producción de ERSA., constó de 15 preguntas relacionadas al orden, limpieza, clasificación de máquinas, herramientas, forma de trabajo, así también estuvo enfocado al mantenimiento de sus máquinas.

Entrevista dirigida al Ingeniero de Producción de ERSA

Título de la tesis

PLAN DE MEJORA UTILIZANDO LA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA ERSA TRANSPORTES Y SERVICIOS S.R.L.

Objetivo

El objetivo de este cuestionario es recoger información relacionada al área de producción el cuál será de mucha utilidad para la investigación.

1. ¿La empresa desarrolla planes operativos?

ERSA no realiza planes operativos para visualizar lo que desea mejorar, solo se centra en registros documentarios históricos y según la experiencia se desarrolla proyecciones o mejoras.

2. ¿Existe un seguimiento de cumplimiento de los objetivos del plan operativo?

Como planes operativos no existe seguimiento debido a que un plan abarca una serie de pasos integrados, pero si se verifica que las metas que nos planteamos se cumplan.

3. ¿Ha participado en desarrollo del plan operativo?

No he participado.

4. ¿Qué parámetros utilizan para medir los resultados del plan ejecutado?

Para medir los resultados obtenidos de nuestras metas planteadas se contrastan datos históricos teniendo como prioridad el rendimiento de la materia prima, la productividad de la producción y minimización de los costos.

5. ¿En la empresa se aplican sistemas de mejoras basados en eliminar desperdicios?

No exclusivamente como sistema de mejoras centrados en eliminar desperdicios, sino como parte de las labores diarias.

6. ¿Cómo considera la idea de aplicar una herramienta que mejore las condiciones de orden y limpieza?

7. Es indispensable y una oportunidad para mejorar empezando por el orden y la limpieza, sobre todo la de formar una cultura enfocado a ello.

8. ¿Tiene conocimiento sobre el funcionamiento de la herramienta 5s?

Tengo nociones básicas, ya que anteriormente recibí una capacitación.

9. ¿Existe problemas de clasificación de materiales, herramientas y equipos en el área de producción?

Si lo hay, es común ver herramientas en algún lugar mezcladas con otras, así como algunos desperdicios que ya cumplieron su función que obstaculizan la movilidad.

10. ¿Cuentan con una guía para estandarizar funciones de orden, limpieza y seguimiento de actividades?

No lo hay, básicamente la limpieza y el orden es algo que se ejecuta cuando es prioritario, y de ahí es parte de sus labores de los trabajadores.

11. ¿Qué tipo de mantenimiento se aplica a los equipos y máquinas de producción?
Aquí el mantenimiento se aplica cuando falla la máquina, un mantenimiento correctivo.

12. ¿Tiene conocimiento sobre el Mantenimiento Productivo Total?

No, desconozco ese tema.

13. ¿Qué problemas frecuentes son los que se presentan en el área de producción?

La más significativa materia de producción es producir por periodos cortos, debidos a que las máquinas fallan de un momento a otro, siendo necesario, detener todo el proceso para solucionar.

14. ¿Cuál es el tiempo promedio que demora un mantenimiento?

El tiempo que demora es 15 días como mínimo y se va hasta inclusive un mes dependiendo la situación.

15. ¿El personal recibe capacitación constante?

No, no se desarrollan capacitaciones.

16. ¿Actualmente cuenta con un Sistema de Gestión de Salud en el trabajo?

No está implantado aun en la empresa.

La entrevista da una visión más profunda sobre cómo se encuentra la empresa, información que es muy importante para a partir de ello desarrollar el plan de mejora abordando los puntos deficientes en la empresa.

Encuesta

La encuesta se aplicó a los colaboradores de ERSA, que son un total de 10 operarios que laboran las 24 horas dividido en dos turnos de 12 horas por día, la encuesta consta de preguntas de con respuestas con alternativas, que abarca temas de diagnóstico relacionado a la clasificación y orden de herramientas, instalación de trabajo, así como lo relacionado al mantenimiento. Por ello los resultados de la encuesta serán detallados a continuación:

TABLA XXXII
PERIODO DE TRABAJO EN ERSA

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-----------------|------------|----------------------|-------------------------|
| | Menos de 2 años | 1 | 10,0 | 10,0 |
| Válidos | 2 a 5 años | 2 | 20,0 | 30,0 |
| | 5 años a más | 7 | 70,0 | 100,0 |
| | Total | 10 | 100,0 | 100,0 |

La tabla 32 indica el que el 70% de los trabajadores de la empresa tienen un periodo de trabajo superior a los 5 años, lo que significa que el personal mayoritario de ERSA es

antiguo, seguido de un 20% de operarios que labora entre 2 y 5 años, y un 10% que labora menos de años.

TABLA XXXIII
CONOCIMIENTO DE PLAN DE MEJORA

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | Si | 2 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| Válidos | No | 8 | 80,0 | 80,0 | 100,0 |
| | Total | 10 | 100,0 | 100,0 | |

En la tabla 33, se evidencia que 80% de los colaboradores de ERSa no tienen conocimiento de lo que significa un plan de mejora, ni mucho menos han sido participes de alguno, mientras que el 20% de los trabajadores si conocen en que consiste, lo que es ligeramente bueno, ya que pueden instruir a los que no conocen.

TABLA XXXIV
CLASIFICACIÓN DE HERRAMIENTAS, MATERIALES Y EQUIPOS

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | Si | 1 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| Válidos | No | 9 | 90,0 | 90,0 | 100,0 |
| | Total | 10 | 100,0 | 100,0 | |

La Tabla 34, da a conocer que un 90% de los trabajadores de ERSa asegura que no existe una clasificación adecuada de las herramientas, máquinas y equipos, lo cual genera problemas al momento de encontrarlas en un lugar fijo, así mismo un 10% de trabajadores

manifiesta, que, si existe una clasificación, lo que en general revela que la clasificación está deficiente.

TABLA XXXV
ORDEN EN GENERAL DEL ÁREA

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|---------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| | Malo | 4 | 40,0 | 40,0 | 40,0 |
| Válidos | Regular | 6 | 60,0 | 60,0 | 100,0 |
| | Total | 10 | 100,0 | 100,0 | |

La Tabla 35, muestra que el 40% de los trabajadores de ERSa manifiesta que el orden de su área de trabajo es malo, mientras que el 60 % de los trabajadores considera como regular el orden en su área de trabajo, por lo tanto, con forme a la respuesta se puede decir que en el área de producción no hay un orden establecido, por ello se puede generar pérdidas de tiempo que afecten la producción.

TABLA XXXVI
CUMPLIMIENTO DE LIMPIEZA EN LA ZONA DE TRABAJO.

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|---------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| | Malo | 4 | 40,0 | 40,0 | 40,0 |
| Válidos | Regular | 5 | 50,0 | 50,0 | 90,0 |
| | Bueno | 1 | 10,0 | 10,0 | 100,0 |
| | Total | 10 | 100,0 | 100,0 | |

En la siguiente tabla se indica que el 50% de los encuestados de la empresa afirman que la limpieza en el área de trabajo es regular, mientras que un 40 % opina que es mala a

diferencia de un 10% que piensan que es buena, lo cual significa que la limpieza en la empresa empieza a convertirse en un problema y afecta el ánimo y la motivación para el desempeño del trabajador.

TABLA XXXVII
SEÑALIZACIÓN Y ACCESO A HERRAMIENTAS

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|---------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Malo | 1 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| | Regular | 8 | 80,0 | 80,0 | 90,0 |
| | Bueno | 1 | 10,0 | 10,0 | 100,0 |
| | Total | 10 | 100,0 | 100,0 | |

El 80% de trabajadores considera que la señalización en su área y el acceso a herramientas es regular, mientras que el 10 % considera esto como malo, al igual que un 10% lo considera bueno, lo que significa que se está decayendo la importancia por mantener una adecuada señalización, razón de abordar este tema.

TABLA XXXVIII
CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE SST

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Si | 2 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| | No | 8 | 80,0 | 80,0 | 100,0 |
| | Total | 10 | 100,0 | 100,0 | |

Las normas de seguridad, higiene y salud no se cumplen en su totalidad, ya que el 80% afirma que en su área de labores hay una mínima preocupación en esos temas, debido a que realizan sus operaciones en algunas condiciones inseguras al manipular químicos, trabajar en altura sin protección adecuada, mientras que el 20% afirma que, si existe cumplimiento, y eso tal vez se debe para algunos procesos crítico hay implementos de seguridad solo para quien trabajará allí.

TABLA 4XXIX
CUMPLIMIENTO DE LAS METAS ESTABLECIDAS

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | Si | 3 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |
| Válidos | No | 7 | 70,0 | 70,0 | 100,0 |
| | Total | 10 | 100,0 | 100,0 | |

Los resultados de la Tabla 39, muestra que el 30% de operarios afirma que, si se cumple con las metas establecidas en la zona o departamento de producción ya sea total o parcial, mientras que el 70% afirma que no se cumple ya que existen factores limitantes que influyen y afecta a las metas establecidas, tales como paradas de máquinas por fallas constantes.

TABLA XL
MANTENIMIENTO INMEDIATO DE LAS MÁQUINAS

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|----|------------|------------|-------------------|----------------------|
| Válidos | Si | 10 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

En la empresa ERSA el 100% de sus trabajadores manifiestan que el mantenimiento que se realiza a las máquinas se da inmediatamente cuando fallan, lo que significa que la empresa tiene implantado el mantenimiento correctivo como solución.

TABLA XLI
MÉTODO PARA REPORTAR FALLAS

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|-------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | Si | 1 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| Válidos | No | 9 | 90,0 | 90,0 | 100,0 |
| | Total | 10 | 100,0 | 100,0 | |

Se aprecia en la tabla que del total de encuestados el 10% sostiene que, si existe un método para reportar fallas, mientras que el 90% de los trabajadores manifiestan que no existe un método, debido a que los métodos de comunicar las fallas existentes no son los apropiadas, por lo que no son considerados como métodos establecidos.

TABLA XLII5
FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE ACCIDENTES

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|----------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| | Ocasionalmente | 6 | 60,0 | 60,0 | 60,0 |
| Válidos | Casi nunca | 4 | 40,0 | 40,0 | 100,0 |
| | Total | 10 | 100,0 | 100,0 | |

La Tabla 42 exhibe que el 60% de encuestados señalan que ocasionalmente ocurren accidentes de trabajo, y el 40% afirma que casi nunca ocurren accidentes, lo que indica que a pesar que ERSA no con un SG-SST, existe en ella una cultura de prevención de accidentes en sus trabajadores.

TABLA 6
CAUSAS DE OCURRENCIA DE ACCIDENTES

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|--------------------------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válidos | Falta de EPP | 5 | 50,0 | 50,0 | 50,0 |
| | Condiciones inseguras | 5 | 50,0 | 50,0 | 100,0 |
| | Total | 10 | 100,0 | 100,0 | |

De los accidentes que han ocurrido en la empresa, el 50% de trabajadores manifiesta que fue a causa de falta de EPP (equipos de protección personal) necesarios, asimismo el otro 50% de operarios manifiesta que fue a causa de condiciones inseguras, ambas causas se relacionan, y es necesario que la empresa aborde ese tema, ya que afecta la integridad física y mental de los participantes de su ejercicio productivo.

TABLA XLIV
EXISTENCIA DE CAPACITACIONES

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|----|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válidos | No | 10 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |

En ERSA el 100% de sus trabajadores manifiesta que no existe capacitaciones para el desempeño de sus labores en la empresa, lo cual indica la necesidad de capacitar al personal en materia de producción, seguridad, o en temas necesarios, y de esa manera aumentar la productividad de la mano de obra.

TABLA XLV

NECESIDAD DE CAPACITACIÓN

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válidos | | | | |
| Mantenimiento | 4 | 40,0 | 40,0 | 40,0 |
| Calidad | 4 | 40,0 | 40,0 | 80,0 |
| Producción | 2 | 20,0 | 20,0 | 100,0 |
| Total | 10 | 100,0 | 100,0 | |

El 40% de los encuestados afirma que deberían ser capacitados en tema de mantenimiento, asimismo otro 40% manifiesta que debería ser capacitado en calidad, y un 20% manifiesta que debería ser capacitado en producción, lo cual revela la necesidad de especializarse en lo que hacen para un mejor desempeño, asimismo indica que el mantenimiento es uno de los puntos que los trabajadores desean ser instruidos debido a las constantes fallas de la máquina.

TABLA XLVI
CONOCIMIENTO DE INDICADORES DE PRODUCCIÓN

| | | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|---------|---------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válidos | Regular | 7 | 70,0 | 70,0 | 70,0 |
| | Bueno | 3 | 30,0 | 30,0 | 100,0 |
| | Total | 10 | 100,0 | 100,0 | |

La tabla 46 exhibe que el 70% de los encuestados manifiesta que tienen buen conocimiento acerca de los indicadores de producción, mientras que el 70% de trabajadores manifiesta que tiene regular conocimiento, lo que revela que se debe de capacitar para que hagan un seguimiento eficiente a la producción y se cumplan los objetivos.

3.1.5. Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Se realizó un análisis documentario de enero del 2020 a diciembre del 2020, se definieron las micro paradas a las paradas menores de 6 horas y a las paradas las que son mayores a 6 horas, de las cuales se tiene un total de micro paradas de 603 que suman 113.6 horas sin actividad productiva, y 55 paradas que suman 352 horas sin producir, estos datos se detallan en la tabla 48. Las microparadas son reparadas por los mismos operarios, y para las paradas se contrata a personal tercerizado.

TABLA 7

DETALLE DE LAS PARADAS Y MICROPARADAS EN ERSÁ

| MES | MICROPARADAS | | PARADAS | |
|------------|--------------|--------------------------------|-----------|--------------------------|
| | Nº fallas | Tiempo de micro parada (horas) | Nº fallas | Tiempo de parada (horas) |
| Enero | 44 | 18.5 | 4 | 35.1 |
| Febrero | 53 | 13.9 | 5 | 35 |
| Marzo | 56 | 12.45 | 5 | 32.05 |
| Abril | 63 | 19.25 | 4 | 33.95 |
| Mayo | 42 | 18.65 | 4 | 33.85 |
| Junio | 55 | 16.1 | 5 | 38.4 |
| Julio | 56 | 9.65 | 6 | 43.15 |
| Agosto | 54 | 11.45 | 4 | 31.75 |
| Septiembre | 38 | 17.35 | 4 | 32.25 |
| Octubre | 45 | 15.8 | 5 | 37.4 |
| Noviembre | 44 | 15.9 | 5 | 37 |
| Diciembre | 53 | 16 | 4 | 33.5 |
| TOTAL | 603 | 185 | 55 | 423.4 |

Para el mantenimiento tercerizado, se efectúa un costo por mano de obra tercerizada y un costo por los repuestos a utilizar, en la tabla 48 se detallan estos costos de enero a diciembre del 2020.

TABLA XLVIII

COSTO DE MANO DE OBRA TERCERIZADA INCLUIDOS REPUESTOS

| MES | Costo de mano de obra tercerizada (soles) | Costo de repuestos (soles) |
|---------|---|----------------------------|
| Enero | 1,180.00 | 8,240.00 |
| Febrero | 1,140.00 | 9,960.00 |
| Marzo | 1,800.00 | 9,383.00 |

| | | |
|--------------|------------------|-------------------|
| Abril | 970.00 | 8,947.00 |
| Mayo | 2,150.00 | 8,195.00 |
| Junio | 2,530.00 | 8,314.00 |
| Julio | 1,240.00 | 11,262.00 |
| Agosto | 1,320.00 | 9,872.00 |
| Septiembre | 1,120.00 | 10,886.00 |
| Octubre | 1,180.00 | 8,854.00 |
| Noviembre | 940.00 | 8,626.00 |
| Diciembre | 2,745.00 | 11,245.00 |
| TOTAL | 18,315.00 | 113,784.00 |

La producción por hora según los datos obtenidos en los registros de ERSA es de 500 litros, y en el anexo B se detallan los ingresos y costos de la empresa y con ello se determinó la utilidad de 0.69 soles por litro, con ello se calcula los costos por no producir por mes y la suma de estos costos mensuales detallados en la tabla 49.

TABLA XLIX
COSTOS POR NO PRODUCIR EN ERSA

| MES | Tiempo de no producir (horas) | Producción por hora (litros) | Utilidad (soles/litro) | Cantidad no producida (litros/mes) | Costo por no producir (soles) |
|---------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------|--|-------------------------------------|
| Enero | 53.6 | 500 | 0.69 | 26,800 | 18,492.00 |
| Febrero | 48.9 | 500 | 0.69 | 24,450 | 16,870.50 |
| Marzo | 44.5 | 500 | 0.69 | 22,250 | 15,352.50 |
| Abril | 53.2 | 500 | 0.69 | 26,600 | 18,354.00 |
| Mayo | 52.5 | 500 | 0.69 | 26,250 | 18,112.50 |
| Junio | 54.5 | 500 | 0.69 | 27,250 | 18,802.50 |
| Julio | 52.8 | 500 | 0.69 | 26,400 | 18,216.00 |
| Agosto | 43.2 | 500 | 0.69 | 21,600 | 14,904.00 |

| | | | | | |
|------------|-------|-----|------|--------|------------|
| Septiembre | 49.6 | 500 | 0.69 | 24,800 | 17,112.00 |
| Octubre | 53.2 | 500 | 0.69 | 26,600 | 18,354.00 |
| Noviembre | 52.9 | 500 | 0.69 | 26,450 | 18,250.50 |
| Diciembre | 49.5 | 500 | 0.69 | 24,750 | 17,077.50 |
| TOTAL | 608.4 | | | | 139,104.00 |

En la Tabla 50 se detalla el costo anual en el que se incurre para el pago de los operarios de la empresa ERSA.

TABLA L
PLANILLAS DE LOS OPERARIOS DE LA EMPRESA ERSA

| Nº | NOMBRES Y APELLIDOS | SUELDO | ASIGNACIÓN FAMILIAR | VACACIONES | CTS | GRATIFICACIONES | ESSALUD 9% | TOTAL A PAGAR |
|-------|--------------------------------------|---------------|---------------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|---------------|
| 1 | <i>Chinchay Chavez Henry</i> | S/. 14,400.00 | S/. 900.00 | S/. 1,200.00 | S/. 1,200.00 | S/. 2,400.00 | S/. 1,296.00 | S/.21,396.00 |
| 2 | <i>Chunga Asenjo Carlos Gabriel</i> | S/. 14,400.00 | S/. 900.00 | S/. 1,200.00 | S/. 1,200.00 | S/. 2,400.00 | S/. 1,296.00 | S/.21,396.00 |
| 3 | <i>Cruz Montes Luis Alberto</i> | S/. 14,400.00 | S/. 900.00 | S/. 1,200.00 | S/. 1,200.00 | S/. 2,400.00 | S/. 1,296.00 | S/.21,396.00 |
| 4 | <i>Diaz Flores Victor Miguel</i> | S/. 14,400.00 | S/. 900.00 | S/. 1,200.00 | S/. 1,200.00 | S/. 2,400.00 | S/. 1,296.00 | S/.21,396.00 |
| 5 | <i>Hernandez Davila Jose Orlando</i> | S/. 14,400.00 | S/. 900.00 | S/. 1,200.00 | S/. 1,200.00 | S/. 2,400.00 | S/. 1,296.00 | S/.21,396.00 |
| 6 | <i>Goicochea Huansi Juan Antonio</i> | S/. 14,400.00 | S/. 900.00 | S/. 1,200.00 | S/. 1,200.00 | S/. 2,400.00 | S/. 1,296.00 | S/.21,396.00 |
| 7 | <i>Gomez Benites Robert</i> | S/. 14,400.00 | S/. 900.00 | S/. 1,200.00 | S/. 1,200.00 | S/. 2,400.00 | S/. 1,296.00 | S/.21,396.00 |
| 8 | <i>Guerrero Burgos Danny Daniel</i> | S/. 14,400.00 | S/. 900.00 | S/. 1,200.00 | S/. 1,200.00 | S/. 2,400.00 | S/. 1,296.00 | S/.21,396.00 |
| 9 | <i>Moreno Rivera Edwin German</i> | S/. 14,400.00 | S/. 900.00 | S/. 1,200.00 | S/. 1,200.00 | S/. 2,400.00 | S/. 1,296.00 | S/.21,396.00 |
| 10 | <i>Quevedo Calderon Pedro Martin</i> | S/. 14,400.00 | S/. 900.00 | S/. 1,200.00 | S/. 1,200.00 | S/. 2,400.00 | S/. 1,296.00 | S/.21,396.00 |
| TOTAL | | | | | | | | S/.213,960.00 |

En la Tabla 51 se detalla el pago de soles por hora, el cual se va a multiplicar por el tiempo inoperativo anual del 2020 y se obtienen el subtotal de pago de mano de obra por tiempo inoperativo, el cual es un gasto para ERSA.

TABLA LI
GASTOS DE MANO DE OBRA EN TIEMPO INOPERATIVO

| OPERARIOS | COSTO (SOLES/HORA) | TIEMPO INOPERATIVO (HORAS) | SUBTOTAL (SOLES) |
|----------------|-----------------------|----------------------------------|---------------------|
| 02 Fermentador | 3.3 | 608.4 | 4,015.44 |
| 02 Destilador | 3.3 | 608.4 | 4,015.44 |
| 02 Calderista | 3.3 | 608.4 | 4,015.44 |
| 02 Pajillero | 3.3 | 608.4 | 4,015.44 |
| 02 Ayudante | 3.3 | 608.4 | 4,015.44 |
| TOTAL | | | 20,077.20 |

La Figura 29 se muestra el histórico de paradas y microparadas, teniendo picos más altos por número de fallas en los meses de abril y julio, pero los meses con mayor número de horas de inactividad son de julio y septiembre respectivamente.

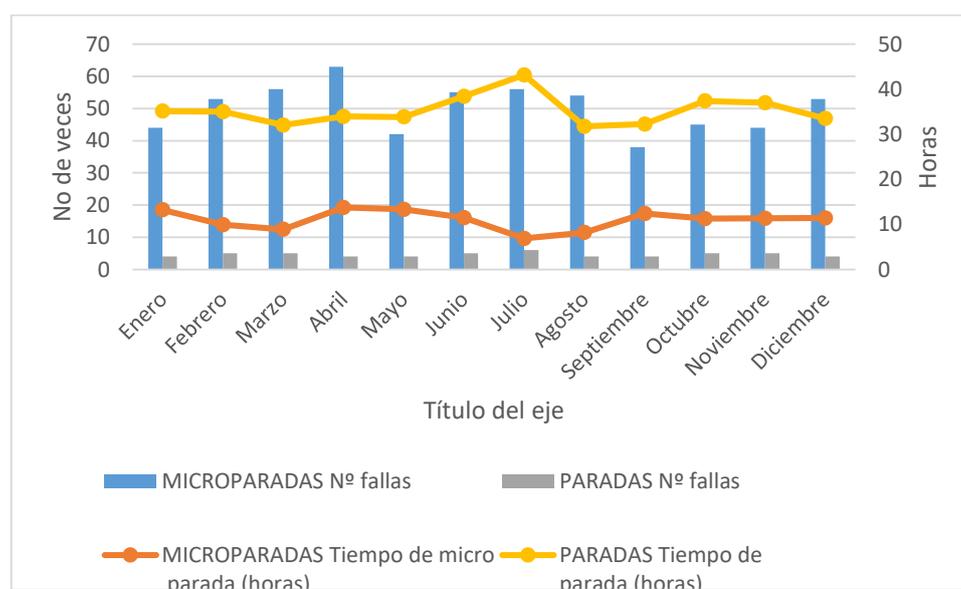


Fig. 28 Histórico de paradas y microparadas de ERSA

Debido a que ERSA (empresa en estudio). cuenta numerosas maquinarias (24) para el desarrollo del proceso de elaboración de alcohol (etanol), fue necesario realizar un diagrama de Pareto para determinar cuáles requieren mayor atención y cuidado según sus costos de mantenimiento incurridos, es así que conforme a la figura 30. Se determinó que las máquinas que representan el 80% de los costos por mantenimientos correctivos son Bomba da agua caliente para caldero, Bomba de vinaza, Bomba de recuperación de mosto, Bomba de melaza, Diluidor, Elevador de canjilones, Bomba de mosto, Compresor de aire y Bomba de agua para condensadores. Las cuáles serán tomadas en cuenta para el desarrollo del plan de mejora, debido a que son las más relevantes en cuanto a costos de mantenimiento.



Fig. 29 Diagrama 20-80 de las máquinas de ERSA realizado en base a su costo de mantenimiento

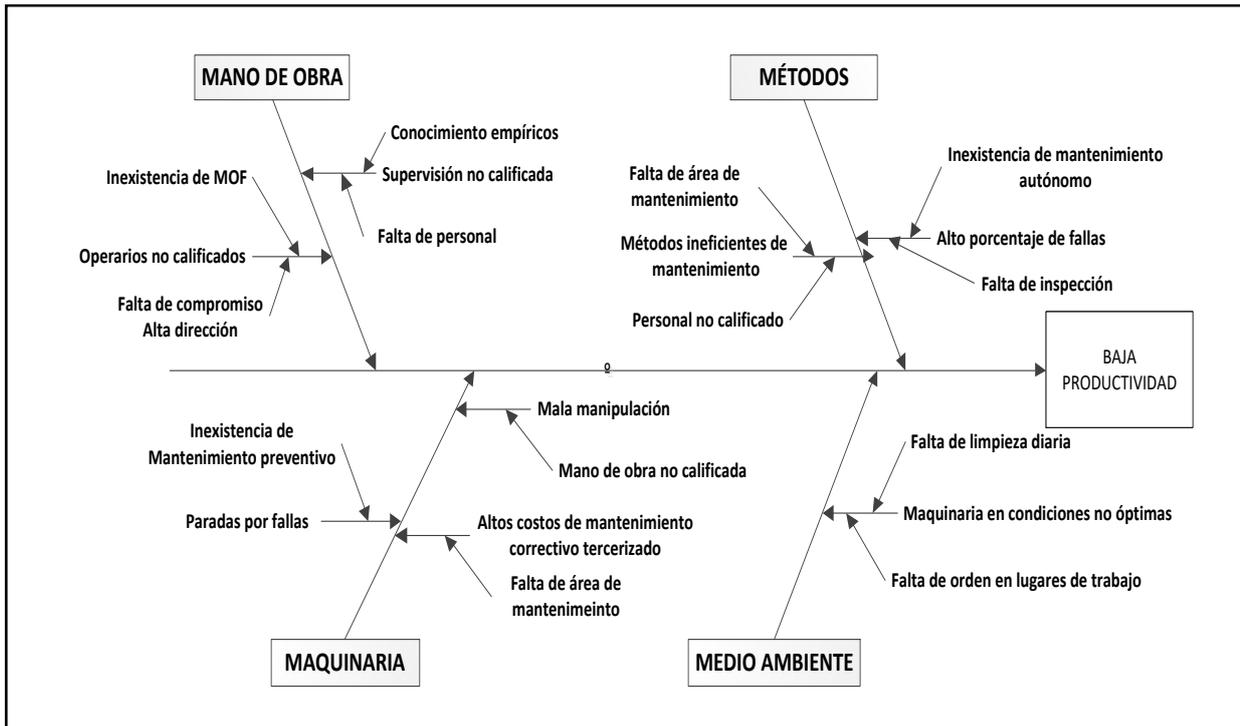


Fig. 30 Diagrama de causa efecto respecto a la baja productividad de ERSA

El diagrama de Ishikawa mostrado en la Figura 31, muestra la agrupación de los problemas (causas raíz) que originan la baja productividad de ERSA. Para ello se tomó principales categorías las 4M (máquinas, mano de obra, métodos, medio ambiente), que a su vez relacionan las causas que han sido observadas en la empresa.

El análisis realizado a la mano de obra, muestra que ERSA tiene de dentro sus colaboradores a personal poco calificado, a raíz de no contar con un MOF (Manual de Organizaciones y funciones), donde se defina el perfil de los puestos de trabajo de acuerdo a las funciones que se va a realizar, lo que muestra la carencia de compromiso de la alta dirección de ERSA con respecto a este tema. Otro problema encontrado es la supervisión deficiente, esto se origina por la falta de un supervisor que se encargue de la verificación y control de las funciones de los operarios, ya que los operarios solo cuentan con conocimientos empíricos porque su nivel académico es nivel secundario.

Métodos, existe un alto porcentaje de fallas en la maquinaria debido a que ERSA no cuenta con una adecuada gestión del mantenimiento y se hace evidente la carencia de capacitaciones con respecto a este ítem, por ello los operarios no tienen la capacidad de detectar las fallas con anticipación y no gestionan adecuadamente la inspección de las maquinarias. Otro problema es la falta de aplicación de los métodos de mantenimiento, debido a que ERSA no se cuenta con un área específica para realizar el mantenimiento adecuado y especializado a las maquinarias, por ello los encargados de realizar la reparación de la maquinaria en primera instancia son los operarios, los cuales no cuentan con los conocimientos necesarios para realizar las mejoras.

Maquinaria, la maquinaria tiene problemas de fallas constantes debido a que no se realiza un mantenimiento planificado para prevenir las mismas. mencionadas Cabe resaltar que muchas veces las fallas surgen por la deficiente manipulación realizada por parte de los operarios, los cuales no cuentan con los conocimientos necesarios y adecuados sobre la correcta operacionalización de la maquinaria. Ahora bien, dado que los operarios de producción np pueden realizar los arreglos respectivos en la maquinaria que tienen a cargo, se terceriza este servicio el cual, al ser requerido de forma inmediata y urgente, tiene un costo elevado.

Medio ambiente, la maquinaria se encuentra en condiciones no óptimas para operar, debido a la falta de limpieza diaria por parte de los operarios.

3.1.6. Cálculo de indicadores

Indicadores de mantenimiento

Disponibilidad

El tiempo programado de las 20 maquinarias por los 2 turnos al día de 12 horas cada turno, y con 45 días laborados cada 2 meses, que se convierten en 270 días anuales, el cual se obtiene como resultado de 129,600 horas anuales.

$$Tiempo\ programado\ (T_p) = 20\ máquinas * 24 \frac{horas}{días} * 270 \frac{días}{año} = 129,00 \frac{horas}{año}$$

El tiempo para reparar la maquinaria, en la tabla 65 tiene un promedio de horas incurridas en el mantenimiento de 30 horas mensuales y 355.6 horas anuales.

TABLA LII
HORAS INCURRIDAS EN MANTENIMIENTO

| MESES | Horas incurridas en mantenimiento |
|------------|-----------------------------------|
| Enero | 31.4 |
| Febrero | 30.9 |
| Marzo | 34.4 |
| Abril | 29.3 |
| Mayo | 24.8 |
| Junio | 29.7 |
| Julio | 32.5 |
| Agosto | 25.7 |
| Septiembre | 33.1 |
| Octubre | 26.4 |
| Noviembre | 30.9 |
| Diciembre | 26.5 |
| TOTAL | 355.6 |
| PROMEDIO | 30 |

$$Tiempo\ para\ reparar\ (TPR) = 30 \frac{horas\ fallas}{mes} * 12 \frac{meses}{año} = 360 \frac{horas\ fallas}{Año}$$

Para lo cual el tiempo entre fallas es de 129,244 horas.

$$\begin{aligned} \text{Tiempo entre fallas (TEF)} &= 129600 \text{ horas} - 360 \text{ horas fallas} \\ &= 129,244 \text{ horas entre fallas} \end{aligned}$$

El tiempo medio de reparación se define entre la división del tiempo que se repara la maquinaria y el promedio de n° de mantenimientos realizados, los cuales se especificados en la Tabla 52.

TABLA 8
NÚMERO DE MANTENIMIENTOS REALIZADOS

| MESES | Nº de mantenimientos |
|------------|----------------------|
| Enero | 4 |
| Febrero | 5 |
| Marzo | 5 |
| Abril | 4 |
| Mayo | 4 |
| Junio | 5 |
| Julio | 6 |
| Agosto | 4 |
| Septiembre | 4 |
| Octubre | 5 |
| Noviembre | 5 |
| Diciembre | 4 |
| TOTAL | 55 |
| PROMEDIO | 5 |

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Tiempo medio de reparación} = \frac{356 \text{ horas}}{5 \text{ reparaciones}} = 78 \text{ horas/reparación}$$

El tiempo medio de fallas se calcula entre el tiempo de fallas sobre los números de mantenimientos registrados en la tabla 53, y se obtienen 2,350 horas.

$$\text{Tiempo medio entre fallas} = \frac{129,244 \text{ horas/falla}}{55 \text{ fallas}} = 2,350 \text{ horas}$$

La disponibilidad de la maquinaria se calcula teniendo en cuenta el tiempo medio entre fallas sobre la suma de este más el tiempo medio de reparación, teniendo como resultado 96.80%.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{2350 \text{ horas}}{(2350 + 78)} \times 100 = 96.80\%$$

CONFIABILIDAD

La tasa media de fallas se calcula uno sobre el tiempo medio entre fallas, el cual ya fue calculado anteriormente y se obtiene como resultado 0.000425.

$$\text{Tasa de fallas}(\lambda) = \frac{1}{2,350} = 0.000425$$

Con ello calculamos la confiabilidad de la maquinaria, obteniendo como resultado 63.12%.

$$\text{Confiabilidad} = e^{-\frac{Tp*\lambda}{TMPR}} = 2.303^{-\frac{129600*0.000425}{78}} = 0.5527 = 55.27\%$$

MANTENIBILIDAD

La tasa media de reparaciones se calcula al dividir uno sobre el tiempo medio de reparaciones, el cual como resultado se obtuvo 0.012889.

$$Tasa\ media\ de\ reparaciones\ (\mu) = \frac{1}{78} = 0.01289$$

Con los datos obtenidos se calculó la mantenibilidad de la maquinaria, el cual nos dio un resultado de 44.73%.

$$Mantenibilidad = e^{-\frac{T_p * \mu}{T_{MEF}}} = 2.303^{-\frac{129600 * 0.01289}{2350}} = 0.4473 = 44.73\%$$

Productividad de la mano de obra

Productividad hora hombre

La tabla 54 detalla la producción de enero-diciembre (2020) del alcohol rectificado e industrial y el tiempo en el que fue elaborado en horas en los 270 días del año por las 24 horas al día, con ello se obtuvo que se produjo 45.31 litros por cada hora hombre.

TABLA LIV
PRODUCCIÓN TOTAL DE ALCOHOL

| MES | ALCOHOL RECTIFICADO (LITROS) | ALCOHOL INDUSTRIAL (LITROS) | LITROS PRODUCIDOS |
|------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Enero | 157,365 | 85,836 | 243,200 |
| Febrero | 163,479 | 82,072 | 245,550 |
| Marzo | 155,436 | 92,315 | 247,750 |
| Abril | 158,122 | 85,278 | 243,400 |
| Mayo | 167,594 | 76,156 | 243,750 |
| Junio | 166,403 | 76,347 | 242,750 |
| Julio | 177,148 | 66,453 | 243,600 |
| Agosto | 177,029 | 71,371 | 248,400 |
| Septiembre | 152,241 | 92,959 | 245,200 |
| Octubre | 171,710 | 71,690 | 243,400 |
| Noviembre | 162,486 | 81,064 | 243,550 |

| | | | |
|-----------|-----------|---------|-----------|
| Diciembre | 169,160 | 76,090 | 245,250 |
| TOTAL | 1,978,171 | 957,629 | 2,935,800 |
| PROMEDIO | 164,848 | 79,802 | 244,650 |

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad horas – hombre} &= \frac{\text{Litros producidos}}{\text{Horas hombre}} = \frac{2,949,000}{270 * 24 * 10} \\
 &= 45.31 \text{ litros/hora}
 \end{aligned}$$

Productividad costo de mano de obra

En la Tabla 56 se detallan los litros producidos en el periodo enero-diciembre del 2020, el tiempo laborado y el costo incurrido por concepto de la mano de obra, el cual incluye las remuneraciones de los 10 operarios de la planta de los 2 turnos que son dos fermentadores, dos destiladores, dos calderistas, dos pajilleros y dos ayudantes, como se muestra en la Tabla 56. Estos datos indican que por cada sol empleado por concepto en mano de obra se produjeron 7.95 litros.

TABLA LV
COSTO DEL TIEMPO LABORADO DE LA MANO DE OBRA

| MES | LITROS PRODUCIDOS | TIEMPO LABORADO (HORAS) |
|------------|----------------------|-------------------------------|
| Enero | 243,200 | 486.4 |
| Febrero | 245,550 | 491.1 |
| Marzo | 247,750 | 495.5 |
| Abril | 243,400 | 486.8 |
| Mayo | 243,750 | 487.5 |
| Junio | 242,750 | 485.5 |
| Julio | 243,600 | 487.2 |
| Agosto | 248,400 | 496.8 |
| Septiembre | 245,200 | 490.4 |

| | | |
|-----------|-----------|--------|
| Octubre | 243,400 | 486.8 |
| Noviembre | 243,550 | 487.1 |
| Diciembre | 245,250 | 490.5 |
| TOTAL | 2,935,800 | 5871.6 |
| PROMEDIO | 244,650 | 489.3 |

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad costo de mano de obra} &= \frac{\text{Litros producidos}}{\text{Costo de mano de obra}} = \frac{2,935,800}{213,960.00} \\
 &= 13.72 \text{ litros/sol}
 \end{aligned}$$

Productividad del tiempo de paradas

La productividad del tiempo de paradas de la maquinaria se calcula los litros producidos sobre las horas de funcionamiento de la maquinaria, que son los 270 días al año por las 24 horas al día el cual da un resultado de 6,480 horas al año menos el tiempo que la maquinaria estuvo parada, el cual se detalla en la tabla 56, con un promedio de 489.3 horas anuales, teniendo un resultado de 5,990.7 horas anuales.

$$\begin{aligned}
 \text{Tiempo de parada de maquinaria} &= 270 \frac{\text{días}}{\text{año}} * 24 \frac{\text{horas}}{\text{día}} - 489.3 \frac{\text{horas}}{\text{año}} \\
 &= 5,990.7 \frac{\text{horas}}{\text{año}}
 \end{aligned}$$

La productividad del tiempo de funcionamiento de las máquinas se obtuvo la cantidad de litros producidos sobre el tiempo de las 9 máquinas que se toma en cuenta en el Diagrama de Pareto, en las que se produjeron 54.45 litros por cada hora de maquinaria funcionando.

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad del tiempo de maquinaria} &= \frac{\text{Litros producidos}}{\text{Tiempo de maquinarias}} \\
 &= \frac{2,935,800}{5,990.7 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 9 \text{ máquinas}} = 54.45 \frac{\text{litros}}{\text{hora de máquina}}
 \end{aligned}$$

Productividad de mantenimientos correctivos

Las operaciones de mantenimiento correctivo en ERSA se tercerizan, por ello en la Tabla 57 se detallan las horas incurridas en el mantenimiento correctivo realizado por mano de obra tercerizada, el número de mantenimientos tercerizados y el costo de estos mantenimientos de enero del 2020 a diciembre del 2020. Al calcular la productividad de los mantenimientos correctivos tercerizados que se ha realizado en la empresa en el año 2020 se obtuvo que por cada mantenimiento correctivo tercerizado que se realizó se produjeron 53378.18 litros de alcohol.

TABLA LVI
COSTOS DE MANTENIMIENTO TERCERIZADO

| MESES | Horas incurridas en mantenimiento tercerizado | Nº de mantenimientos correctivos tercerizados | Costos de mantenimientos tercerizados |
|------------|--|--|---|
| Enero | 31.4 | 4 | 9,420 |
| Febrero | 30.9 | 5 | 11,100 |
| Marzo | 34.4 | 5 | 11,183 |
| Abril | 29.3 | 4 | 9,917 |
| Mayo | 24.8 | 4 | 10,345 |
| Junio | 29.7 | 5 | 10,844 |
| Julio | 32.5 | 6 | 12,502 |
| Agosto | 25.7 | 4 | 11,192 |
| Septiembre | 33.1 | 4 | 12,006 |
| Octubre | 26.4 | 5 | 10,034 |
| Noviembre | 30.9 | 5 | 9,566 |
| Diciembre | 26.5 | 4 | 13,990 |

| | | | |
|----------|-------|----|---------|
| TOTAL | 355.6 | 55 | 132,099 |
| PROMEDIO | 30 | 5 | 11,008 |

Productividad de mantenimientos correctivos

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Litros producidos}}{\text{Nº Mantenimientos correctivos tercerizados}} \\
 &= \frac{2,935,800}{55 \text{ mantenimientos correctivos}} \\
 &= 53,378.18 \frac{\text{litros}}{\text{mantenimiento correctivo}}
 \end{aligned}$$

Productividad de los costos de mantenimientos correctivos

La productividad de los costos de mantenimientos correctivos se calculó por los litros producidos de alcohol en el año 2020 sobre el costo total de los mantenimientos tercerizados en ese periodo, obteniendo como resultado que por cada sol gastado en mantenimientos correctivos tercerizados se produjeron 22.22 litros de alcohol.

Productividad de costos de mantenimientos correctivos

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Litros producidos}}{\text{Costos de mantenimientos correctivos tercerizados}} \\
 &= \frac{2,935,800 \text{ litros}}{132,099 \text{ soles}} = 22.22 \frac{\text{litros}}{\text{soles}}
 \end{aligned}$$

3.1.7. Propuestas de mejora

3.1.7.1. Fundamentación

La fundamentación principal de esta propuesta se basa en mejorar la economía de la empresa, por ello se proponen mejoras enfocadas en la reducción de costos por no operar y los costos por mantenimiento correctivo, los cuales impactan en la productividad de la empresa. Las propuestas se fundamentan en la metodología Lean Manufacturing, ya que es

comprobada con resultados positivos en empresas a nivel mundial. Esta sería una ventaja que la empresa ERSA podría adquirir para competir en el mercado.

3.1.7.2. Objetivos de la propuesta

La finalidad principal de esta investigación es lograr aumentar la productividad en ERSA. Para ello se realizó un estudio detallado de las fallas de la maquinaria, ya que estas retrasan la producción y aumentan los costos, es por ello que se proponen acciones según los pilares del TPM que se adecuan a la realidad de la empresa, estas son el mantenimiento autónomo, el mantenimiento preventivo y las capacitaciones a los trabajadores y analizar si es rentable económicamente la implementación de las propuestas.

3.1.7.3. Desarrollo de la propuesta

TABLA LVII
DETALLES DE LA PROPUESTA

| PROBLEMAS | CONSECUENCIAS | SOLUCIONES |
|---------------------------------|--|---|
| | Paradas de producción | Propuesta de plan de mantenimiento preventivo |
| Maquinaria con exceso de fallas | Deterioro y desgaste de maquinaria | Propuesta de plan de mantenimiento autónomo |
| | | Propuesta de implementación de las 5S |
| Mantenimiento tercerizado | Altos costos de mano de obra tercerizada y repuestos | Propuesta de implementación del área de mantenimiento |
| | | Propuesta de plan de capacitación al personal |

La Tabla 57 muestra en síntesis los dos principales problemas de ERSA, así como las consecuencias que estos generan sobre la maquinaria y la rentabilidad de la empresa, y a la vez se ha detallado la alternativa de solución propuesta para mitigar y eliminar las consecuencias antes mencionadas.

3.1.7.4. Maquinaria con exceso de fallas

Propuesta de implementación de 5S

Esta propuesta tal cual lo indica la metodología a seguir, tuvo que ceñirse a la aplicación de las 5S en su orden respectivo, por ello a continuación se detalla el proceso que se siguió en ERS, así como las acciones realizadas para lograr el cumplimiento de la S' a aplicar.

Seiri-Clasificar

En primer lugar, se realizó la clasificación de elementos separándolos como elementos de uso frecuente, uso alternado e innecesarios. Asimismo, la clasificación; se realizó mediante la evaluación de los elementos u objetos ubicados y encontrados en el área de trabajo, cabe señalar que dicha evaluación se llevó a cabo aplicando la metodología mostrada mediante el diagrama de flujo, presentado en la figura 31.

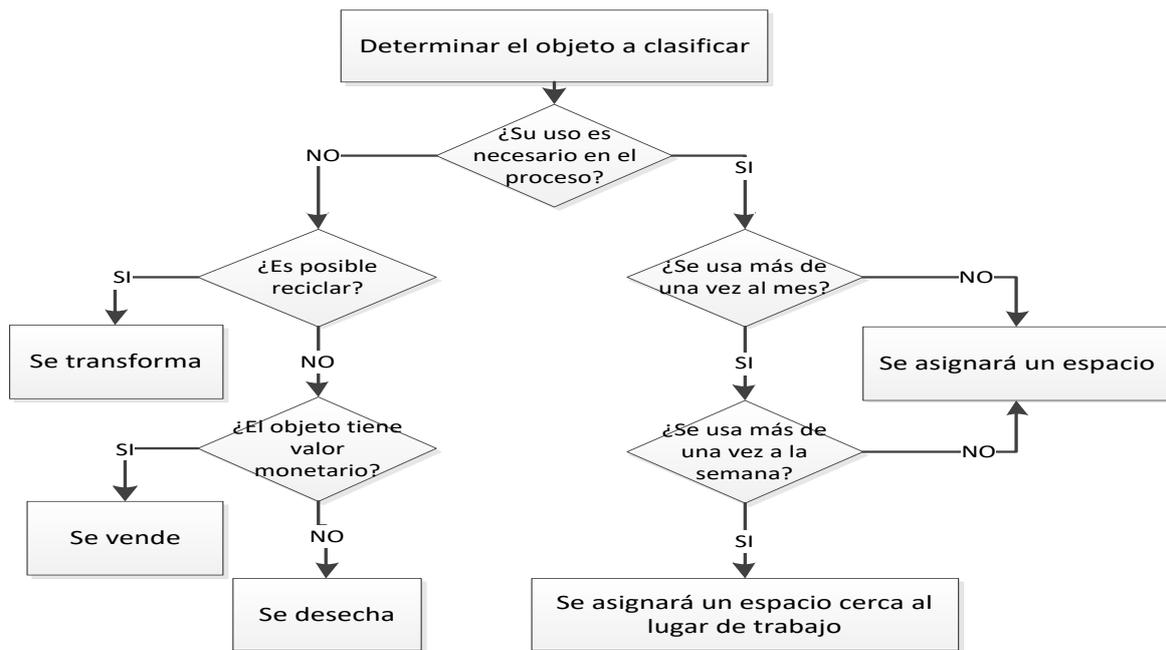


Fig. 31 Diagrama de flujo para la realización de la clasificación de productos

El flujograma mostrado en la Figura 32, muestra las acciones que se siguieron para identificar y clasificar los objetos de la empresa en necesarios e innecesarios respectivamente, para lo cual para identificar los objetos por su clasificación se colocaran tarjetas rojas a los objetos necesarios, tarjetas amarillas a aquellos que tienen una baja frecuencia de empleo y tarjetas verdes a aquellos objetos que son necesarios y empleados con una frecuencia relativamente alta. Las tarjetas mencionadas seguirán el diseño mostrado en la Figura 32.

| TARJETA ROJA | | | TARJETA AMARILLA | | | TARJETA VERDE | | |
|----------------------|-----------------------|--|----------------------|-----------------------|--|----------------------|-----------------------|--|
| Nombre del artículo: | | | Nombre del artículo: | | | Nombre del artículo: | | |
| Tipo de artículo | Materia prima | | Tipo de artículo | Materia prima | | Tipo de artículo | Materia prima | |
| | Herramientas | | | Herramientas | | | Herramientas | |
| | Máquinas | | | Máquinas | | | Máquinas | |
| | Productos terminados | | | Productos terminados | | | Productos terminados | |
| | Artículos de limpieza | | | Artículos de limpieza | | | Artículos de limpieza | |
| | Artículos de empaques | | | Artículos de empaques | | | Artículos de empaques | |
| Fecha | Ubicación | | Fecha | Ubicación | | Fecha | Ubicación | |
| | Cantidad | | | Cantidad | | | Cantidad | |
| Motivo | Inservible | | Motivo | Inservible | | Motivo | Inservible | |
| | No es necesario | | | No es necesario | | | No es necesario | |
| | Uso desconocido | | | Uso desconocido | | | Uso desconocido | |
| | Material contaminante | | | Material contaminante | | | Material contaminante | |
| | Otros | | | Otros | | | Otros | |
| Decisión | Inspeccionar | | Decisión | Inspeccionar | | Decisión | Inspeccionar | |
| | Eliminar | | | Eliminar | | | Eliminar | |
| | Transferir | | | Transferir | | | Transferir | |
| Responsable: | | | Responsable: | | | Responsable: | | |

Fig. 32 Tarjetas para clasificación de elementos

Las funciones y asignaciones a realizar, serán definidas de acuerdo al cargo que desempeñe cada colaborador involucrado en área de aplicación, por ello se plantea que estos realicen las siguientes actividades:

- a. Inspección y verificación del cumplimiento de tareas asignadas. (responsable: jefe de producción).
- b. Clasificación de elementos (herramientas u objetos) dentro del lugar de trabajo. (responsable: operario asignado al puesto)

Para la reubicación de elementos se formarán dos grupos de trabajo conformados por los operarios los cuales se turnarán para realizar dicha acción. Cabe mencionar que la reubicación de elementos será realizada por turnos para evitar la interrupción y retraso de las actividades comunes realizadas por los operarios.

La tabla 58, lista a detalle los objetos u elementos encontrados en los distintos puestos de trabajo y el lugar donde serán reubicados según el criterio de los operarios.

TABLA LVIII
CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS

| Herramientas o artículos | Ubicación previa |
|---------------------------------|-------------------------------|
| Cáscara de arroz | Trasladar a almacén |
| Sacos de nutrientes | Trasladar a almacén |
| Cilindros de melaza | Trasladar a almacén |
| Cilindros vacíos | Trasladar a almacén |
| Bancos | Trasladar a oficinas |
| Escobas, recogedor | Trasladar al área de limpieza |
| Pallets de madera | Trasladar a almacén |
| Sacos vacíos | Trasladar a almacén |
| Tinas | Trasladar al área de limpieza |
| Cargadores | Trasladar a los vestuarios |
| Radios | Trasladar a los vestuarios |
| Rodamientos viejos | Desechar |
| Cajas | Trasladar a almacén |
| Fajas rotas | Desechar |
| Motores viejos | Desechar |
| Válvulas viejas | Desechar |
| Pernos | Trasladar a almacén |
| Varillas de soldadura gastadas | Desechar |
| Tubería rota | Desechar |
| Pernos viejos | Desechar |
| Empaquetadura rota | Desechar |
| Cartones en mal estado | Desechar |

Luego de la clasificación de elementos y asignación de tarjetas (roja, amarilla o verde), se realiza la evaluación y disposición final del elemento tal cual se detalla en la Tabla 59.

TABLA LIX
DISPOSICIÓN FINAL DE LOS ARTÍCULOS

| Herramientas o artículos | Decisión Final |
|---------------------------------|-----------------------|
| Cáscara de arroz | Transferir |

| | |
|--------------------------------|------------|
| Sacos de nutrientes | Transferir |
| Cilindros de melaza | Transferir |
| Cilindros vacíos | Transferir |
| Bancos | Transferir |
| Escobas, recogedor | Transferir |
| Pallets de madera | Transferir |
| Sacos vacíos | Transferir |
| Tinas | Transferir |
| Cargadores | Transferir |
| Radios | Transferir |
| Rodamientos viejos | Desechar |
| Cajas | Transferir |
| Fajas rotas | Desechar |
| Motores viejos | Desechar |
| Válvulas viejas | Desechar |
| Pernos | Transferir |
| Varillas de soldadura gastadas | Desechar |
| Tubería rota | Desechar |
| Pernos viejos | Desechar |
| Empaquetadura rota | Desechar |
| Cartones en mal estado | Desechar |

La tabla 60 muestra las decisiones finales realizadas en la clasificación de elementos de zona o departamento de producción de ERSA.

TABLA LX

RESUMEN DE DECISIONES FINALES

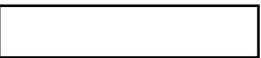
| | |
|------------------------|-----------|
| Elementos eliminados | 9 |
| Elementos | |
| inspeccionados | 0 |
| Elementos transferidos | 13 |
| TOTAL | 22 |

Seiton-Organizar

La implementación de la Segunda S' en ERSA, consiste en reubicar de manera correcta los elementos clasificados en el paso anterior a fin de que estos, tengan un mejor alcance para los operarios. Es necesario señalar que después de conseguir la reubicación óptima de los elementos clasificados y desechar aquellos elementos que no generan valor al ejercicio productivo, se requiere mantener el orden y compromiso establecido, por ello se insertaran pequeños letreros motivacionales en las distintas áreas de ERSA a fin de conservar esta metodología enfocada en la mejora continua de la organización.

Delimitación de las áreas

Es necesario realizar la delimitación de áreas a fin de optimizar espacios y lograr un oportuno desarrollo de actividades. Conforme a lo mencionado se propone delimitar las áreas de la empresa mediante el uso de líneas divisoras, con las cuales se definan con exactitud los límites de cada de área del proceso, los espacios de tránsito peatonal (pasillos), así como los de tránsito vehicular. En el caso de ERSA la delimitación de áreas serán definidos por colores, tal cual se muestra en la Figura 33.

| COLORES | LÍNEAS | ÁREAS |
|----------|---|--|
| Amarillo |  | Celdas de trabajo, pasillo y carriles de tránsito |
| Blanco |  | Materiales y aparatos (estaciones de trabajo, carros, estantes, etc.) que no estén en otro código de color |

| | | |
|------------------|--|---|
| Azul |  | Materia prima e insumos que ingresan al proceso |
| Verde |  | Productos en proceso |
| Negro |  | Productos terminados |
| Anaranjado |  | Materiales o productos para inspección |
| Roja |  | Desechos, productos observados y objetos con tarjeta roja |
| Morado |  | Áreas libres por seguridad/normativa |
| Negro y blanco |  | Áreas libres por propósitos de operaciones |
| Negro y amarillo |  | Áreas de riesgo para los empleados |

Fig. 33 Líneas divisorias para cada área

Ahora bien, para lograr la familiarización y conceptualización del significado de colores de las líneas divisorias, se colocarán letreros y anuncios con el significado de los colores de líneas en puntos estratégicos para que, mediante la visualización de estos, los colaboradores y personal externo logren comprender fácilmente el significado de las mismas.

Orden de área de trabajo

El orden de los elementos de los distintos puestos de trabajo será establecido por el operario a cargo del puesto, a fin de minimizar su tiempo de búsqueda. Para lograr facilitar el

orden y limpieza de los mismos se puede emplear métodos de etiquetado, marcado y señalizado, los cuales permiten establecer estándares de orden y limpieza.

Seiso-Limpieza

En la tercera S' se procederá a ejecutar la limpieza de elementos, áreas y máquinas de trabajo. Para lo cual se efectuarán las siguientes actividades: barrido, sacudido y desinfección de áreas y artículos, actividades que serán efectuadas con el apoyo de los colaboradores (operarios), a los cuales se les proporcionara elementos y herramientas de limpieza necesarias para realizar dicha actividad. Las actividades de limpieza de ERSA serán clasificadas de la siguiente manera:

Limpieza rutinaria: la cual será efectuada antes del inicio de labores y estará a cargo del personal de limpieza y saneamiento, los cuales realizarán la misma empleando los elementos rutinarios de limpieza (escobas, recogedores de basura, lejía, agua y otros enseres).

Limpieza e inspección: la cual estará a cargo de los operarios, quienes mediante inspección identificarán las averías presentes en los equipos o maquinarias para luego informar este suceso a su superior quien realizará el trámite necesario para controlar o eliminar dicha avería.

Propuesta del formato de evaluación

Como parte de la implementación de la 3S', se propone realizar la inspección de la correcta ejecución de las actividades de la limpieza afianzándose de un "formato de limpieza", con el cual se pueda crear un registro del estado y principales problemáticas en los equipos, se sugiere que la periodicidad de la aplicación del formato sea realizada de diariamente durante los 3 primeros meses a fin de asegurar el cumplimiento de la limpieza con inspección y lograr que esta se convierta en un hábito constante de los operarios, luego de ello su

aplicación se realizará 2 veces a la semana de forma repentina, para posterior a ello pasar a una inspección semanal de limpieza de equipo, la cual finalmente será realizada una vez cada 15 días. El mencionado formato a aplicar se puede visualizar en la Figura 34.

| EMPRESA ERSA TRANSPORTES Y SERVICIOS S.R.L. | | | | | | |
|--|-------------------------------|----------|--------------|----|-------------|--|
| INSPECCIÓN DE LIMPIEZA EN LAS ÁREAS DE TRABAJO | | | | | | |
| FECHA: | | | | | | |
| RESPONSABLE DE LA INSPECCIÓN: | | | | | | |
| ÁREA: | | | | | | |
| EQUIPOS | INSUMOS O ELEMENTOS EMPLEADOS | | CUMPLIMIENTO | | OBSERVACIÓN | |
| | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | SI | NO | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| FIRMA DEL RESPONSABLE: | | | | | | |

Fig. 34 Formato de limpieza

Seiketsu-Estandarización

A la 4S' se le conoce como "limpieza estandarizada", por ello es necesario velar por el cumplimiento y seguimiento de la S anterior, se recomienda que los colaboradores se mantengan al tanto y se comprometan a cumplir siguientes disposiciones:

- a. Revisar periódicamente la asignación de actividades de limpieza y cumplir con las mismas.
- b. Respetar el compromiso de mantener el orden, organización y limpieza de la empresa a fin de crear una nueva cultura de mejora organizacional.

Propuesta de asignación de responsabilidades para la limpieza estandarizada

Esta propuesta es realizada para determinar las responsabilidades que deberán cumplir los operarios respecto a sus áreas de trabajo, para ello serán colocados cronogramas de actividades con las asignaciones que deberán cumplir los operarios en un determinado periodo de tiempo. Para vigilar el cumplimiento de las mismas se realizarán evaluaciones quincenales de forma sorpresiva, para controlar la limpieza y orden de sus áreas de trabajo. Acompañado a esto se entregarán incentivos a los operarios que hayan destacado en el cumplimiento de las tareas asignadas para crear una mayor motivación hacia el cumplimiento de asignaciones. Además, se colocará un buzón de sugerencias con la finalidad de recoger y analizar propuestas de mejora brindadas por los colaboradores.

Propuesta para realizar la verificación de limpieza

Esta propuesta se basa en la aplicación del formato detallado en la figura 35, el cual tiene por propósito vigilar e inspeccionar el cumplimiento de limpieza de las distintas áreas ERSA.

| CHECK LIST ERSA TRANSPORTES Y SERVICIOS S.R.L. | | | | |
|---|--|--|-----------|-----------|
| FECHA: | | | | |
| INSPECTOR: | | | | |
| ÁREA A INSPECCIONAR: | | | | |
| ITEM ORGANIZACIÓN | | | SI | NO |
| Se encuentran elementos innecesarios dentro del área a inspeccionar | | | | |
| Dentro del área los elementos necesarios se encuentran mezclados con los innecesarios | | | | |
| Los operarios realizan la clasificación de elementos con facilidad | | | | |
| ITEM ORDEN DE HERRAMIENTAS | | | | |
| Los elementos tienen un orden establecido según clasificación | | | | |
| La clasificación de elementos se realiza a través de indicadores | | | | |

| ITEM LIMPIEZA | | |
|--|--|--|
| Existe un cronograma de limpieza y este es cumplido | | |
| Los ambientes y zonas de trabajo se encuentran limpios | | |
| Las maquinarias tienen una limpieza con inspección | | |

Fig. 35 Lista de chequeo de ERSA

Shitsuke-Disciplina

La 5S se basa en mantener todo lo ya implementado, tomando la disciplina como base fundamental para conservar y cumplir lo ya implementado en las S anteriores.

Propuesta de creación e implementación de patrullas 5S

La conformación de patrullas tiene por finalidad realizar inspecciones de cumplimiento de la aplicación de las 5S, para ello los grupos de trabajo (2) realizarán actividades de inspección el uno al otro bajo la supervisión del jefe de planta, dichas inspecciones serán realizadas bajo el efecto sorpresa semanalmente, es decir no serán realizadas el mismo día de la inspección anterior. Cabe señalar que dichas inspecciones se realizarán de manera interna y se utilizará el modelo de la figura 36.

| FORMATO DE 5 S | | | |
|--|--------------|--|--------------------------------|
| Auditor (es): | | Fecha: | |
| Área auditada: | | | |
| Criterios de Evaluación: 0= 5 o más problemas 1= 4 problemas 2= 3 problemas 3=2 problemas 4=1problema 5= 0 problemas | | | |
| SEIRI - Clasificar: "Mantener solo lo necesario" | | | |
| Descripción | Calificación | Observaciones y notas para una mejora | |
| ¿Hay equipos o herramienta que no se utilicen o innecesarios en el área de trabajo? | | | |
| ¿Existen herramienta en mal estado o inservible? | | | |
| ¿Están los pasillos bloqueados o dificultando el tránsito? | | | |
| TOTAL | | / 0.2 = Resultado de evaluación de clasificar | |
| SEITON -Organizar: "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar" | | | |
| Descripción | Calificación | Observaciones y notas para una mejora | |
| ¿Hay materiales fuera de su lugar o carecen de lugar asignado? | | | |
| ¿Están materiales y/o herramientas fuera del alcance del usuario? | | | |
| ¿Le falta delimitación e identificación al área de trabajo y a los pasillos? | | | |
| TOTAL | | / 0.15 = Resultado de evaluación de Organizar | |
| SEISO -Limpieza: "Una área de trabajo impecable" | | | |
| Descripción | Calificación | Observaciones y notas para una mejora | |
| ¿Existen fugas de aceite o aire en el área? | | | |
| ¿Existe suciedad, polvo o basura en el área de trabajo (pisos, paredes, ventanas, bancos, etc.)? | | | |
| ¿Están equipos y/o herramientas sucios? | | | |
| TOTAL | | / 0.15 = Resultado de evaluación de Limpieza | |
| SEIKETSU -Estandarizar "Todo siempre igual" | | | |
| Descripción | Calificación | Observaciones y notas para una mejora | |
| ¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada? | | | |
| ¿Se realiza la operación o tarea de forma repetitiva? | | | |
| ¿Las identificaciones y señalamientos son iguales y estandarizados? | | | |
| TOTAL | | / 0.15 = Resultado de evaluación de Estandarizar | |
| SHITSUKE -Autodisciplina: "Seguir las reglas y ser consistente" | | | |
| Descripción | Calificación | Observaciones y notas para una mejora | |
| ¿El personal conoce las 5S's, ha recibido capacitación al respecto? | | | |
| ¿Se aplica la cultura de las 5S's, se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza? | | | |
| ¿Se implementaron las medidas correctivas? | | | |
| TOTAL | | / 0.15 = Resultado de evaluación de Autodisciplina | |
| Puntos posibles (pp): | 80 | Puntos obtenidos: | Calificación (po / pp X 100) % |
| Criterios de aceptación No satisfactorio: Menor a 79 % Aprobado: Igual o mayor a 80 % | | | |

Fig. 36 Formato de ejecución y desempeño de las 5S

Propuesta del plan de mantenimiento preventivo

Se plantea implementar un plan de mantenimiento preventivo en ERSA, para así asegurar el buen estado y óptimo funcionamiento de la maquinaria necesaria para la elaboración de etanol, así mismo con esta propuesta se pretende disminuir los tiempos de parada y así contribuir con su economía.

Por consiguiente, para lograr el objetivo planteado e implementar el plan de PM (mantenimiento preventivo), en un inicio se establecerán lineamientos propios del programa a aplicar. Por ello el jefe de mantenimiento mantendrá comunicación constante con el jefe de producción, para que entre ambos puedan coordinar las acciones de PM requeridas y en conjunto puedan lograr un óptimo rendimiento en la maquinaria ERSA.

Cabe señalar que el jefe de mantenimiento, será responsable de ejecutar y supervisar los PM en los equipos y maquinarias de la empresa, por ello este realizará inspecciones diarias de: niveles de aceite, engrasado de partes móviles, condiciones de cableado, entre otros.

Por otro lado, los operarios serán quienes reporten al área de mantenimiento las anomalías y fallas observadas en los equipos durante el ejercicio productivo, para que así el área de mantenimiento de paso a la inspección del equipo reportado y si es necesario realice la compra de materiales e insumos requeridos para corregir la falla presentada.

Es importante mencionar que se pretende implementar equipos de bloqueo en las maquinarias para que cuando se realicen actividades de mantenimiento estas se encuentren totalmente en estado de pará y así evitar posibles incidentes. Es necesario recalcar que los mencionados equipos de bloqueo, también se encontrarán a cargo del jefe de mantenimiento de ERSA.

Finalmente, para que el plan de mantenimiento planteado sea más sencillo de entender se elaboró un diagrama de flujo con el cual se visualicen las operaciones a realizar dentro de este, las mismas que se encuentran detalladas en la figura 37.

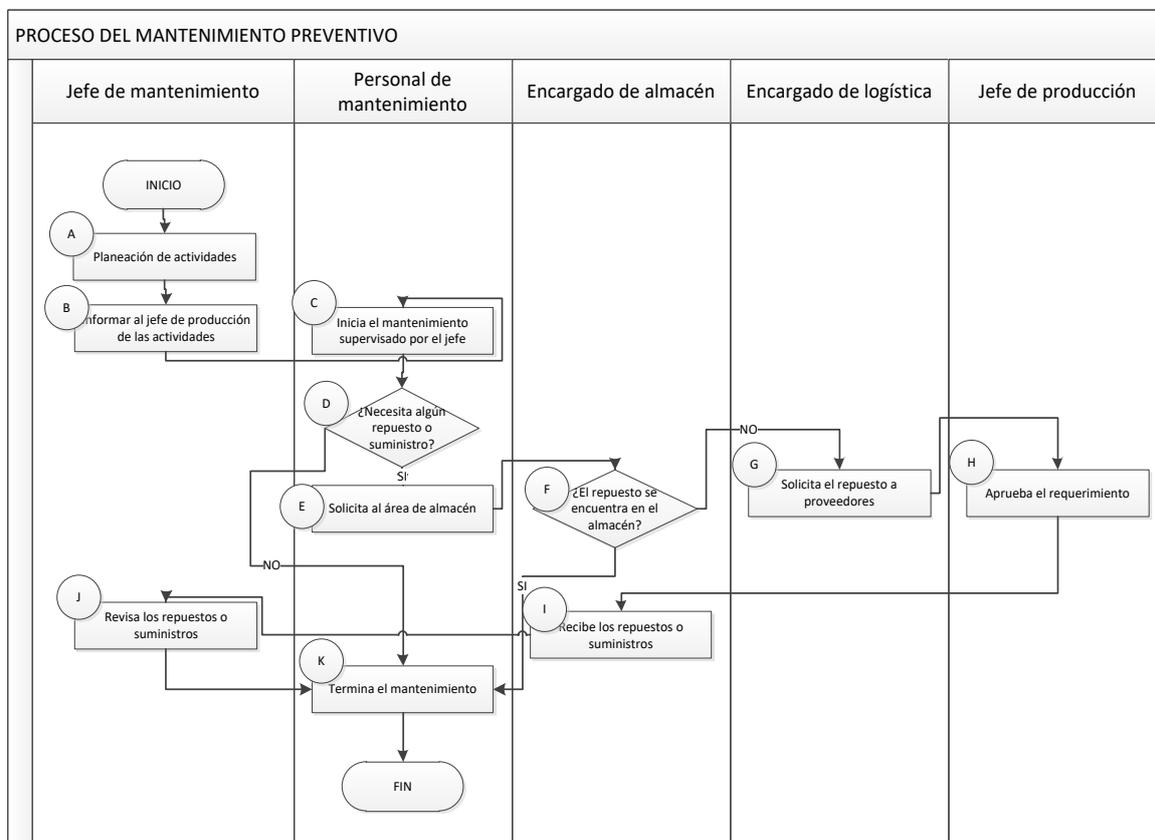


Fig. 37 Flujograma de aplicación de mantenimiento preventivo

Descripción del proceso de PM (mantenimiento preventivo) en ERSA:

A. Se realizará un cronograma de actividades de PM en donde se asignen los recursos necesarios para el mismo. La elaboración de dicho cronograma estará a cargo del jefe de mantenimiento.

B. Luego de culminar el paso anterior, la programación será enviada al jefe de producción para que esté junto a su personal, organicen la producción tomando en cuenta las paradas planificadas.

C. Las actividades de PM planificadas se encontrarán a cargo del personal del área de mantenimiento los cuales estarán bajo la supervisión constante de su jefe.

D. El equipo de mantenimiento determinará mediante la inspección si el equipo o máquina requiere el cambio de algún repuesto o suministro, si este no fuera el caso se daría por culminado el PM.

E. Si en el caso anterior, el equipo o maquinaria requiera de algún repuesto o suministro, éste será solicitado al área de almacén.

F. El encargado de almacén al recibir el requerimiento del punto anterior, revisará si este puede ser suministrado de forma inmediata por el área, si es así coordinará con la jefatura de mantenimiento su entrega.

G. Si, el requerimiento del punto E, no se encontrará disponible en almacén, el encargado de dicha área solicitará el mismo a logística para que esta área realice el requerimiento del mismo.

H. Cuando el requerimiento llegue a la empresa, este será recepcionado y salvaguardado en almacén, para posterior a ello se cubra el requerimiento inicial realizado por el área de mantenimiento.

I. Se comunicará la llegada del suministro o repuesto al área de mantenimiento, para que el jefe de dicha área se apersona a almacén a revisar y recepcionar el requerimiento inicial.

J. Cuando el suministro o repuesto sea abastecido por el área de almacén, el personal de mantenimiento realizará las actividades de PM programadas y concluirá con la tarea asignada.

Luego de plasmar el protocolo de PM a seguir en ERSa, se detallará el plan de mantenimiento de la Bomba de agua caliente para caldero, Bomba de vinaza, Bomba de recuperación de mosto, Bomba de melaza, Diluidor, Elevador de canjilones, Bomba de mosto, Compresor de aire y Bomba de agua para condensadores en las figuras 38 a 45.

| Máquina o Equipo | Actividad de mantenimiento | Tarea de mantenimiento | Materiales empleados en el mantenimiento | Herramientas empleadas en el mantenimiento | Lapso de tiempo para aplicación | Ejecutores | Estado de la máquina | Tiempo empleado | observaciones |
|--------------------------------------|---|--------------------------------|---|---|--|-----------------------------------|---|------------------------|---|
| Bomba de Agua empleada en el caldero | Verificación de desempeño de motor | Limpieza y barnizado | Barniz, pistola de pintura, trapo industrial | Llaves varias, martillo, etc | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (en paro total) | 3 horas | |
| | Limpieza rutinaria e inspección de configuración eléctrica a la bornera | Limpieza e inspección de bomba | Trapo industrial, elementos eléctricos y electrónicos | | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (en paro total) | 1 hora | |
| | Inspección de temperatura para prevenir sobrecalentamiento | Medición de temperatura | Trapo industrial | Termómetro infrarrojo | diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada parcialmente (en movimiento) | 1 minuto | Se recomienda tener precaución en la ejecución del mantenimiento pues se podrían presentar atrapamientos. |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|--|--|-----------------------------|-------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------|---|
| Bomba de Agua empleada en el caldero | Revisión de amperaje y tensión para prevenir recalentamientos y cortocircuitos | Medición de potencia | Trapo industrial, elementos eléctricos y electrónicos, EPP | Amperímetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSa | Operativa (en movimiento) | 1 minuto | A mayor del motor, mayor será el consumo de corriente. |
| | Inspección y cambio de sello mecánico | Revisión y cambio de elemento si fuera necesario | Sello mecánico (Sealco 900) | Llaves varias, palanca, etc | 6 meses | Personal de mantenimiento de ERSa | Averiadada (totalmente parada) | 3 horas | Se recomienda lijar el eje antes del cambio de sello para evitar rebaba |
| | Inspección de la bomba para evitar trabajo en vacío | Inspección de elemento | Trapo industrial | | diariamente | Operarios de ERSa | Operativa (en movimiento) | 10 minutos | |
| | Inspección de fugas en bomba | Inspección de elemento | Trapo industrial | | diariamente | Jefe de mantenimiento de ERSa | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------|------------|---|
| Bomba de Agua empleada en el caldero | Inspeccionar ajuste de los pernos en la base de la bomba para contralar las vibraciones | Inspección revisión | Trapo industrial | | semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | |
| | Limpieza inspección en bomba para prevenir desgaste en rodajes | Inspección limpieza de bomba | Trapo industrial | | semanalmente | Operarios de ERSA | Averiada (totalmente parada) | 20 minutos | Actividad necesaria para asegurar OEE de motor |
| | Medición de temperatura para prevenir recalentamiento | Inspección medición del elemento | Trapo industrial | Termómetro o infrarrojo | diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Se recomienda precaución en la ejecución para evitar quemaduras |
| | Limpieza de rodajes | Inspección limpieza del elemento | Trapo industrial, parafinas | | 3 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiada (totalmente parada) | 15 minutos | Se recomienda realizar la lubricación con aceite hasta la marca a fin de evitar recalentamiento |
| | Revisar ajuste de pernos de bridas | Inspeccionar ajuste de pernos | Trapo industrial | Llaves varias | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 20 minutos | |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|---|---------------------------------------|------------------------------|--------------|------------------------------------|------------------------------|------------|--|
| Bomba de Agua empleada en el caldero | Inspeccionar cañerías y bridas para detectar fugas o degastes | Inspección revisión | Trapo industrial | | diariamente | Personal de mantenimiento de ERSAs | Operativa (en movimiento) | 20 minutos | |
| | Inspeccionar empaquetadura para prevenir fugas | Inspección y realizar cambio si amerita | Empaquetadura, silicona, etc | Llave N° 17 | 6 mese | Personal de mantenimiento de ERSAs | Averjada (totalmente parada) | 30 minutos | Se recomienda realizar cambio de empaquetadura al desmontar cañería |
| | Medir amperaje de motor | Controlar intensidad de corriente | Trapo industrial, cinta aislante, etc | amperímetro | diariamente | Personal de mantenimiento de ERSAs | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | |
| | Realizar limpieza de ventilador | Limpiar | Trapo industrial | Llave N° 13, aire comprimido | semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSAs | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | Se recomienda destapar el motor en la ejecución para una mayor ventilación |

| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|-----------------------|---|-----------------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------|------------|--|
| Bomba de Agua empleada en el caldero | Realizar limpieza de circuitos eléctricos | Limpiar | Trapo industrial, limpiador de contacto | destornillador | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSa | Averia (totalmente parada) | 1 hora | Al término de la tarea verificar que los interruptores se encuentren activados |
| | Realizar medición de temperatura de motor | Controlar temperatura | Trapo industrial | Termómetro o infrarrojo | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSa | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Se recomienda realizar actividad con precaución para evitar atrapamientos |
| | Realizar cambio de rodajes | Cambiar elemento | Trapo industrial, rodajes SKF | Llave extractora de rodajes | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSa | Averia (totalmente parada) | 3 horas | |

Fig. 38 Plan de mantenimiento de la Bomba agua empleada en el caldero

| Máquina o Equipo | Actividad de mantenimiento | Tarea de mantenimiento | Materiales empleados en el mantenimiento | Herramientas empleadas en el mantenimiento | Lapso de tiempo para aplicación | Ejecutores | Estado de la máquina | Tiempo empleado | observaciones |
|-------------------------|---|-------------------------------|---|---|--|-------------------------------------|------------------------------|------------------------|--|
| Bomba vinaza | Inspeccionar circuito eléctrico | Revisión inspección | Trapo industrial, | multímetro | 8 semanas | Personal de mantenimiento o de ERSA | Averida (totalmente parada) | 20 minutos | |
| | Limpieza inspección en pulsadores | Limpiar | Limpia contacto | Amperímetro | 7 semanas | Personal de mantenimiento o de ERSA | Averida (totalmente parada)) | 30 minutos | |
| | Realización medición de amperaje | Control de amperaje | Trapo industrial, cinta aislante | Amperímetro | Diariamente | Personal de mantenimiento o de ERSA | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | A mayor esfuerzo del motor, mayor consumo de energía |
| | Realizar limpieza de cañería y canastilla de succión | Limpiar | Trapo industrial | Llave N° 14 | 7 semanas | Personal de mantenimiento o de ERSA | Operativa (en movimiento) | 20 minutos | |
| | Limpieza inspección del impulsador para prevenir desgaste y ruptura del mismo | Limpiar | Trapo industrial | Llave N° 24 y 19 | 7 semanas | Personal de mantenimiento o de ERSA | Averida (totalmente parada) | 1 hora | |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|---|------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------------------|------------------------------|------------|--|
| Bomba vinaza | Inspeccionar cableado eléctrico de motor | Revisión inspección | Trapo industrial | multímetro | 8 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averjada (totalmente parada) | 20 minutos | |
| | Realizar medición de temperatura | Control de temperatura | Trapo industrial | Termómetro infrarrojo | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Se recomienda tener precaución en la ejecución para evitar atrapamientos |
| | Inspeccionar alineación de motor para controlar vibraciones | Revisión inspección | Trapo industrial | Llave N° 14 y 24 | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averjada (totalmente parada) | 30 minutos | |
| | Cambio de rodajes | Cambiar | Trapo industrial, rodajes SFK | Extractor de rodamientos | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averjada (totalmente parada) | 3 horas | |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-----------------------------------|--|-------------------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------|---|
| Bomba vinaza | Realzar medición de amperaje en motor | Controlar intensidad de corriente | Trapo industrial, cinta aislante | Amperímetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | A mayor esfuerzo del motor, mayor consumo de energía |
| | Realizar limpieza en motor, ventilador para prevenir recalentamiento | limpiar | Trapo industrial, EPP | Llave mixta y aire comprimido | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 30 minutos | Se recomienda dejar destapado el motor para que este obtenga mayor ventilación |
| | Realizar limpieza de circuitos eléctricos | limpiar | Trapo industrial, limpia contacto, EPP | Destornillador | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 1 hora | Inspeccionar interruptores después de limpieza para verificar funcionamiento normal |
| | Realizar medición de temperatura | Controlar temperatura | EPP | Termómetro infrarrojo | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Preveer atrapamientos |

Fig. 39 Plan de mantenimiento de la Bomba de vinaza (Continuación)

| Máquina o Equipo | Actividad de mantenimiento | Tarea de mantenimiento | Materiales empleados en el mantenimiento | Herramientas empleadas en el mantenimiento | Lapso de tiempo para aplicación | Ejecutores | Estado de la máquina | Tiempo empleado | observaciones |
|-------------------------|---|-------------------------------|---|---|--|-----------------------------------|------------------------------|------------------------|--|
| Bomba para mosto | Inspeccionar sello mecánico | Revisión/cambio | Trapo industrial, sello (Sealco 900) | Llaves varias | 6 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiada (totalmente parada) | 3 horas | Se recomienda lijar el sello antes del cambio para evitar rebaba |
| | Inspeccionar bomba para evitar que esta trabaje en vacío | Revisión inspección | Trapo industrial | | Diariamente | Operarios de ERSA | Operativa (en movimiento) | 10 minutos | |
| | Inspeccionar elemento para evitar fugas o goteo del sello | Revisión inspección | Trapo industrial | | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | |

| | | | | | | | | | |
|------------------|--|---------------------|------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------|--|
| Bomba para mosto | Inspeccionar ajuste de pernos para reducir intensidad de vibraciones | Revisión inspección | Trapo industrial | Llaves varias | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 15 minutos | |
| | Inspeccionar alineamiento de bomba para minimizar el esfuerzo del acoplamiento de caucho | Revisión inspección | Trapo industrial | Nivel | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 20 minutos | |
| | Inspeccionar pernos de base para evitar desalineación | Revisión inspección | Trapo industrial | Llaves varias | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 15 minutos | |

| | | | | | | | | | |
|------------------|---|------------------------|------------------|-------------------------|--------------|-----------------------------------|----------------------------|------------|--|
| Bomba para mosto | Realizar limpieza rutinaria de motor para evitar desgaste en rodajes | Limpiar | Trapo industrial | | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averia (totalmente parada) | 20 minutos | Controlar limpieza de motor para mejorar OEE |
| | Realizar medición de temperatura para prevenir recalentamientos | Control de temperatura | Trapo industrial | Termómetro o infrarrojo | diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Prevenir quemaduras en ejecución |
| | Inspeccionar alineación de motor para reducir intensidad de vibraciones | Revisión inspección | Trapo industrial | Llaves varias | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averia (totalmente parada) | 30 minutos | |

| | | | | | | | | | |
|------------------|---|-----------------------|--------------------------------------|----------------------|-------------|------------------------------------|----------------------------|------------|--|
| Bomba para mosto | Realizar cambio de rodajes | Cambiar | Trapo industrial, rodajes SKF | Extractor de rodajes | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSAs | Averia (totalmente parada) | 3 horas | Controlar limpieza de motor para mejorar OEE |
| | Realizar inspección de cableado eléctrico | Revisión inspección | Trapo industrial | Multímetro | 8 semanas | Personal de mantenimiento de ERSAs | Averia (totalmente parada) | 20 minutos | Prevenir quemaduras en ejecución |
| | Inspeccionar aislamiento de cableado | Revisión inspección | Cinta aislante, elementos eléctricos | | 7semanas | Personal de mantenimiento de ERSAs | Averia (totalmente parada) | 20 minutos | |
| | Realizar medición de amperaje | Control de intensidad | Guantes, trapo industrial | Amperímetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSAs | Averia (totalmente parada) | 20 minutos | |

Fig. 40 Plan de mantenimiento de la bomba para mosto (Continuación)

| Máquina o Equipo | Actividad de mantenimiento | Tarea de mantenimiento | Materiales empleados en el mantenimiento | Herramientas empleadas en el mantenimiento | Lapso de tiempo para aplicación | Ejecutores | Estado de la máquina | Tiempo empleado | observaciones |
|-------------------------|---|-------------------------------|---|---|--|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------|--|
| Bomba de melaza | Realizar medición de amperaje para evitar recalentamiento | Revisión medición | Trapo industrial, cinta aislante | Amperímetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | A mayor esfuerzo del motor, mayor consumo de energía |
| | Realizar limpieza rutinaria de motor | Limpiar | Trapo industrial | Llaves varias | Semanal | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 30 minutos | Se recomienda destapar motor en la ejecución para mejor ventilación |
| | Realizar cambio de rodajes | Inspección cambio | Rodajes SKF | Extractor de rodajes | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 3 horas | |
| | Realizar limpieza de los elementos del circuito eléctrico | Limpiar | Guantes, trapo industrial | Destornillador | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 1 hora | En la culminación de la ejecución revisar actividad de interruptores |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|---|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------|-----------------------------------|-------------------------------|------------|--|
| Bomba de melaza | Realizar medición de temperatura del motor | Revisión medición | Trapo industrial | Termómetro infrarrojo | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Preveer atrapamientos |
| | Inspeccionar/cambiar faja de motor | Inspección cambio | Fajas V 13 x 8 mm | Llaves varias | 6 meses l | Personal de mantenimiento de ERSA | Averitada (totalmente parada) | 30 minutos | Se recomienda templar la faja nuevamente después 72 horas ya que estas seden |
| | Inspeccionar alineación de motor para Preveer desgaste o rotura de faja | Inspección | Trapo industrial | Regla y llaves varias | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | Se recomienda cambiar fajas después de realizar alineación |
| | Inspeccionar faja para evitar anomalías | Inspección cambio | Trapo industrial | | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averitada (totalmente parada) | 30 minutos | |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|--|---------------------|------------------|-----------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------|--|
| Bomba de melaza | Realizar inspección detallada de fajas | Revisión inspección | | Llaves varias | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 3 horas | |
| | Realizar limpieza de bomera e inspección de cableado | Inspección limpieza | Trapo industrial | | 7 semanas l | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 1 hora | |
| | Realizar medición de temperatura de motor | Inspección medición | Trapo industrial | Termómetro infrarrojo | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Preveer atrapamientos y lesiones |
| | Realizar limpieza de motor para evitar que los rodajes se contaminen | Inspección limpieza | Trapo industrial | | Semanalme nte | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 20 minutos | Se recomienda ejecutar actividad para mejorar OEE de motor |

| | | | | | | | | | |
|-----------------|--|-------------------------|------------------|-----------------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------|--|
| Bomba de melaza | Realizar medición de temperatura para Preveer recalentamiento | Revisión medición | Trapo industrial | Termómetro infrarrojo | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Preveer atrapamientos y lesiones |
| | Realizar lubricación de rodajes | lubricación | Trapo industrial | Grasera | Mensualmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 15 minutos | Se recomienda realizar limpieza profunda de grasera antes de realizar ejecución de tarea |
| | Inspeccionar trabajo de bomba para que esta no lo realice en vacío | Inspección verificación | Trapo industrial | | Diariamente | operario de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | |

Fig. 41 Plan de mantenimiento de la bomba de melaza (Continuación)

| Máquina o Equipo | Actividad de mantenimiento | Tarea de mantenimiento | Materiales empleados en el mantenimiento | Herramientas empleadas en el mantenimiento | Lapso de tiempo para aplicación | Ejecutores | Estado de la máquina | Tiempo empleado | observaciones |
|------------------|---|-------------------------|--|--|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------|---|
| Diluidor | Inspección cambio de empaquetadura | Inspección cambio | Empaquetadura, silicona, etc | Llave N° 17 | 6 meses | Personal de mantenimiento o de ERSA | Averida (totalmente parada) | 30 minutos | Se recomienda el cambio de empaquetadura después de desmontar cañería |
| | Realizar limpieza e inspección de tuberías | Limpiar | Trapo industrial | | Semanalmente | Personal de mantenimiento o de ERSA | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | Se recomienda pintar cañerías para prevenir corrosión-picaduras |
| | Inspección cambio y limpieza de válvula de agua | Inspección verificación | Trapo industrial, válvula de bola 2" | Llaves varias | Semanalmente (cambio en 10 meses) | Personal de mantenimiento o de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15m/1h | |
| | Realizar limpieza de válvula de melaza | Limpiar | Trapo industrial | | Semanal | Personal de mantenimiento o de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Se recomienda Preveer golpes en la válvula para evitar desgaste |
| | Inspección cambio de válvula de melaza | Verificación cambio | Válvula de bronce de 3", cinta teflón | Llaves varias | 10 meses | Personal de mantenimiento o de ERSA | Averida (totalmente parada) | 1 hora | |
| | Inspección cambio del sello de válvula | Verificación cambio | Grasa, sello | Llaves varias | 6 meses | Personal de mantenimiento o de ERSA | Averida (totalmente parada) | 30 minutos | |

Fig. 42 Plan de mantenimiento del diluidor

| Máquina o Equipo | Actividad de mantenimiento | Tarea de mantenimiento | Materiales empleados en el mantenimiento | Herramientas empleadas en el mantenimiento | Lapso de tiempo para aplicación | Ejecutores | Estado de la máquina | Tiempo empleado | observaciones |
|-------------------------|--|-------------------------------|---|---|--|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|
| Elevador de cangilones | Realizar medición de tensión y amperaje | Medición control | Trapo industrial | Amperímetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 20 minutos | |
| | Inspeccionar el aislamiento de conexiones eléctricas | Inspección verificación | Cinta aislante | | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 20 minutos | |
| | Inspeccionar cableado de motor | Inspección verificación | Trapo industrial | Multímetro | 8 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 20 minutos | |
| | Realizar limpieza y pintado de motor | Limpiar | Trapo industrial, barniz | Llaves varias | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 3 horas | |
| | Realizar limpieza de bornera | Limpiar | Cinta aislante, trapo | | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 1 hora | |
| | Medir temperatura de motor | Medición control | Trapo industrial | Termómetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Preveer atrapamientos |

| | | | | | | | | | |
|------------------------|--|-------------------------|-----------------------------------|-----------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------|---|
| Elevador de cangilones | Realizar limpieza y pintado de motor | Barnizado | Trapo industrial, barniz | Llaves varias | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averia (totalmente parada) | 3 horas | |
| | Realizar medición de amperaje | Medición control | Cinta aislante | Amperímetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | A mayor esfuerzo del motor, mayor consumo de energía |
| | Realizar limpieza rutinaria al motor | Limpiar | Trapo industrial | Aire comprimido | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averia (totalmente parada) | 1 hora | Se recomienda dejar destapado el motor al ejecutar tarea para mayor ventilación del mismo |
| | Realizar limpieza a los circuitos eléctricos | Limpiar | Trapo industrial, limpia contacto | Destornillador | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averia (totalmente parada) | 1 hora | Al culminar probar interruptores |
| | Realizar cambio de rodajes | Cambiar | Rodajes SFK | | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averia (totalmente parada)) | 3 horas | Preveer atrapamientos |
| | Inspeccionar entrada de pajilla en elevador (evitar atoro) | Inspección verificación | Trapo industrial | Termómetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 10 minutos | |

| | | | | | | | | | |
|------------------------|---|-------------------------|---------------------------|---------------|-------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------|-----------------------|
| Elevador de cangilones | Realizar medición de tensión y amperaje | Medición control | Trapo industrial, guantes | Amperímetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 20 minutos | |
| | Inspeccionar aislamiento | Inspección verificación | Cinta aislante | | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 20 minutos | |
| | Inspeccionar cableado de motor | Inspección verificación | Trapo industrial | Multímetro | 8 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 20 minutos | |
| | Realizar limpieza y barnizado de motor | Limpiar y pintar | Trapo industrial, barniz | Llaves varias | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 3 horas | |
| | Realizar limpieza de la bornera | Limpiar | Cinta aislante | | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada)) | 1 hora | |
| | Realizar medición de temperatura al motor | Medición control | Trapo industrial | Termómetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Preveer atrapamientos |

| | | | | | | | | | |
|------------------------|---|------------------|--------------------------|-----------------|--------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------|--|
| Elevador de cangilones | Realizar limpieza y pintado de motor | Limpiar y pintar | Trapo industrial, barniz | Llaves varias | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 3 horas | |
| | Realizar medición de amperaje | Medición control | Cinta aislante | Amperímetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | A mayor esfuerzo del motor, mayor consumo de energía |
| | Realizar limpieza a motor y ventilador | Limpiar | Trapo industrial | Aire comprimido | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 1 hora | |
| | Realizar limpieza a elementos eléctricos | Limpiar | Limpia contacto | Destornillador | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averida (totalmente parada) | 1 hora | Probar interruptores después de ejecutar tarea |
| | Realizar medición de temperatura al motor | Medición control | Trapo industrial | Termómetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Preveer atrapamientos y lesiones |
| | Inspeccionar ingreso de pajilla en elevadores | Inspección | Trapo industrial | | Diariamente | Operario de ERSA | Operativa (en movimiento) | 10 minutos | |

Fig. 43 Plan de mantenimiento del elevador de cangilones (Continuación)

| Máquina o Equipo | Actividad de mantenimiento | Tarea de mantenimiento | Materiales empleados en el mantenimiento | Herramientas empleadas en el mantenimiento | Lapso de tiempo para aplicación | Ejecutores | Estado de la máquina | Tiempo empleado | observaciones |
|-------------------------|---|-------------------------------|---|---|--|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------|--|
| Compresor de aire | Inspeccionar ajuste de pernos | Inspeccionar verificar | Trapo industrial | Llaves varias | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 15 minutos | Se recomienda realizar el ajuste hasta la medida ya que si se excede se dañaría la empaquetadura |
| | Realizar cambio de empaquetadura a cárter | Verificación cambio | Empaquetadura , silicona | Llave N° 14 | 4 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 20 minutos | Se recomienda ejecutar la tarea cada 4 meses |
| | Realizar cambio de aceite al motor | Cambiar | Trapo industrial, aceite 15 W40 | Calibrador | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 2 horas | Se recomienda realizar calibrado de motor después de ejecutar tarea |
| | Realizar medición de amperaje | Medición control | Guantes | Amperímetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | A mayor esfuerzo del motor, mayor consumo de energía |
| | Realizar limpieza de motor y ventilador | Limpiar | Trapo industrial, aire comprimido | Llaves varias | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 30 minutos | Dejar al descubierto motor en la ejecución para mayor ventilación |
| | Realizar limpieza de elementos eléctricos | Limpiar | Trapo industrial, guantes | Destornillador | 7 semanas | Operario de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 1 hora | Probar funcionamiento de interruptores después de ejecutar tarea |

| | | | | | | | | | |
|-------------------|---|------------------------|-----------------------------------|----------------|--------------|-----------------------------------|----------------------------|------------|--|
| Compresor de aire | Inspeccionar ajuste de pernos | Inspeccionar verificar | Trapo industrial | Llaves varias | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averia (totalmente parada) | 15 minutos | Se recomienda realizar el ajuste hasta la medida ya que si se excede se dañaría la empaquetadura |
| | Realizar cambio de empaquetadura a cárter | Verificación cambio | Empaquetadura, silicona | Llave N° 14 | 4 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 20 minutos | Se recomienda ejecutar la tarea cada 4 meses |
| | Realizar cambio de aceite al motor | Cambiar | Trapo industrial, aceite 15 W40 | Calibrador | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averia (totalmente parada) | 2 horas | Se recomienda realizar calibrado de motor después de ejecutar tarea |
| | Realizar medición de amperaje | Medición control | Guantes | Amperímetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | A mayor esfuerzo del motor, mayor consumo de energía |
| | Realizar limpieza de motor y ventilador | Limpiar | Trapo industrial, aire comprimido | Llaves varias | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averia (totalmente parada) | 30 minutos | Dejar al descubierto motor en la ejecución para mayor ventilación |
| | Realizar limpieza de elementos eléctricos | Limpiar | Trapo industrial, guantes | Destornillador | 7 semanas | Operario de ERSA | Averia (totalmente parada) | 1 hora | Probar funcionamiento de interruptores después de ejecutar tarea |

Fig. 44 Plan de mantenimiento para compresor de aire (Continuación)

| Máquina o Equipo | Actividad de mantenimiento | Tarea de mantenimiento | Materiales empleados en el mantenimiento | Herramientas empleadas en el mantenimiento | Lapso de tiempo para aplicación | Ejecutores | Estado de la máquina | Tiempo empleado | observaciones |
|---|---|-------------------------------|---|---|--|-----------------------------------|------------------------------|------------------------|--|
| Bomba de agua empleada en condensadores | Realizar limpieza de bomba | Verificación limpieza | Trapo industrial | | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averíada (totalmente parada) | 20 minutos | Se recomienda efectuar esta tarea para cuidar las buenas condiciones del motor |
| | Realizar medición de temperatura de bomba | Medición control | Trapo industrial | Termómetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Prevenir quemaduras |
| | Realizar lubricación de rodajes | Lubricación | Trapo industrial, grasa, parafinas | | 3 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averíada (totalmente parada) | 15 minutos | Realizar el lubricado hasta la medida para evitar sobrecalentamiento |
| | Realizar cambio de rodajes | Revisión cambio | Rodajes SKF | Extractor de rodajes | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averíada (totalmente parada) | 3 horas | |
| | Realizar ajuste de pernos de base | Revisión ajuste | Trapo industrial | Llaves varias | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | |
| | Inspeccionar acoplamientos de caucho | Inspeccionar | Acoplamientos | Llaves varias | 6 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averíada (totalmente parada) | 1 hora | |

| | | | | | | | | | |
|---|--|-------------------------|----------------------------------|---------------|--------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------|---|
| Bomba de agua empleada en condensadores | Realizar limpieza de bomba | Verificación limpieza | Trapo industrial, sello mecánico | Llaves varias | 6 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 3 horas | Se recomienda lijar eje de sello antes del cambio |
| | Inspeccionar trabajo de bomba de agua para evitar trabajo en vacío | Inspección verificación | Trapo industrial | | Diariamente | Operarios de ERSA | Operativa (en movimiento) | 10 minutos | |
| | Inspección de bomba para prevenir fugas | Inspección | Trapo industrial | | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | |
| | Realizar ajuste de pernos | Verificación ajuste | Trapo industrial | | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|----------------------------------|----------------------|--------------|-----------------------------------|--------------------------------|------------|--|
| Bomba de agua empleada en condensadores | Realizar medición de amperaje | Medición control | Trapo industrial, cinta aislante | Amperímetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 30 minutos | Esta tarea se realiza con frecuencia para prevenir recalentamiento |
| | Realizar limpieza rutinaria de motor y ventilador | Verificación limpieza | Trapo industrial | Llave mixta | Semanalmente | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 30 minutos | |
| | Realizar limpieza de elementos eléctricos | Limpiar | Limpia contacto | Destornillador | 7 semanas | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 1 hora | Probar funcionamiento de interruptores después de ejecutar tarea |
| | Realizar medición de temperatura de motor | Medición control | Trapo industrial | Termómetro | Diariamente | Personal de mantenimiento de ERSA | Operativa (en movimiento) | 15 minutos | Prever quemaduras |
| | Realizar cambio de rodajes | Cambiar | Rodajes SFK | Extractor de rodajes | 8 meses | Personal de mantenimiento de ERSA | Averiadada (totalmente parada) | 3 horas | |

Fig. 45 Plan de mantenimiento de la Bomba de agua para condensadores (Continuación)

Ahora bien, habiendo definido y detallado las actividades y recursos necesarios para el PM (mantenimiento preventivo) que se realizará en ERSA, es necesario recalcar que el cronograma de PM será elaborado teniendo en cuenta las actividades programadas para las maquinas con mayores costos de PM, con respecto a ello en las Figuras 47 a 53 se detallará la frecuencia de las actividades de PM a realizar en las mencionadas maquinas.

| Equipo | Actividad | SEMANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------|---------|---|---|---|----|---|----|---|---|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|--|--|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | | | | | | | | |
| ELEVADOR DE CANJILONES | A1 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | | | | | | | | | |
| | A2 | | | | | | | 8S | | | | | | | | | 8S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A3 | | | | | 6S | | | | | | 6S | | | | | | 6S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A4 | | | | | | | | | | 10S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A5 | | | | | 6S | | | | | | 6S | | | | | | 6S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A6 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | | | | | | | |
| | A7 | | | | | | | | | | 10S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A8 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | | | | | | |
| | A9 | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | | | | | | |
| | A10 | | | | | 6S | | | | | | 6S | | | | | | 6S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A11 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | | | | | |
| | A12 | | | | | | | | | | 10S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A13 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | | | | |

Fig. 51 Cronograma del mantenimiento preventivo a aplicar en elevador de cangilones

| Equipo | Actividad | SEMANAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------|-----------|---------|---|---|---|----|---|----|---|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|--|--|--|--|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | | | | | | | | |
| COMPRESOR DE AIRE | A1 | | | | | | | 8S | | | | | | | | 8S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A2 | | | | | 6S | | | | | 6S | | | | | | | 6S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A3 | | | | | | | | | 10S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A4 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | | | | |
| | A5 | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | | | | |
| | A6 | | | | | 6S | | | | | | 6S | | | | | | 6S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A7 | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | D | | | | | |
| | A8 | | | | | | | | | | 10S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A9 | | | | | 6S | | | | | | 6S | | | | | | | 6S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A10 | | | | | | | | | | 10S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A11 | | | | | 6S | | | | | | 6S | | | | | | | 6S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | A12 | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | S | | | | |
| | A13 | | | | | 6S | | | | | | 6S | | | | | | | 6S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 52 Cronograma del mantenimiento preventivo del compresor de aire

Propuesta de implementación de mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo que se realizará en ERSA, se encontrará a cargo de los operarios de la empresa para que así mediante la gestión adecuada de sus actividades diarias puedan mantener el rendimiento de sus equipos realizando inspecciones diarias en los mismos, así como engrasar y reemplazar piezas en este, además puedan realizar pequeñas reparaciones, confirmar precisión y detectar averías.

El mantenimiento autónomo requiere llevar a cabo las siguientes actividades:

a. Realizar limpieza inicial

Como ya se ha realizado la propuesta de mejora de las 5S, este paso es más sencillo de ejecutar, pues los colaboradores de ERSA se encuentran comprometidos con la ideología de la limpieza integral en su puesto de trabajo, sin embargo, es necesario recalcarles los beneficios de realizar la limpieza inicial, además de dotarlos de los materiales que serán utilizados en dicha actividad, los cuales se encuentran enlistados en la Tabla 61.

TABLA LXI

MATERIALES EMPLEADOS PARA REALIZAR EL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

| Descripción | Unidad | Cantidad | Precio Unitario | Precio Total |
|-------------------------------|--------|----------|-----------------|--------------|
| Brochas 2" | Unidad | 10 | S/. 4.25 | S/. 42.50 |
| Wypall | Unidad | 10 | S/. 12.64 | S/. 126.40 |
| Cepillos domésticos | Unidad | 20 | S/. 1.64 | S/. 32.80 |
| Fibra Scotch | Unidad | 50 | S/. 0.89 | S/. 44.50 |
| Limpiador Acero Inox. (spray) | Unidad | 5 | S/. 9.42 | S/. 47.10 |
| Wype | Kg. | 30 | S/. 2.15 | S/. 64.50 |
| TOTAL | | | | S/. 357.80 |

No se tomó en cuenta los elementos de artículos de limpieza debido a que se toman en cuenta en la propuesta de implementación de las 5S.

b. Realizar la eliminación de fuentes contaminantes y áreas inaccesibles

Como parte del mantenimiento autónomo aplicado en ERSA es necesario eliminar fuentes de contaminación del área de producción y de la empresa en general, por ello se fijó reducir los puntos de focales de suciedad, oxido y polvo de las máquinas. Para lo cual se eliminaron los excesos de grasa en el momento de lubricación y cambiaron mangueras de aire o lubricación en mal estado, con ello se eliminaron fugas de lubricante, aceite, grasa, aire etc. Logrando con esto realizar de manera más sencilla las inspecciones de los equipos.

c. Crear estándares de limpieza y lubricación

El cumplimiento de este punto, permite dejar establecidos la frecuencia de las actividades de mantenimiento a aplicar, con la finalidad de mantener en condiciones óptimas las maquinarias de ERSA. Por otro lado, con las especificaciones establecidas se disminuyen los errores en cuanto a los métodos y cantidad de recurso a emplear en cada equipo. Por ello se ha creído conveniente especificar las mismas en la Tabla 62.

TABLA LXII

FRECUENCIA Y MÉTODOS DE LUBRICACIÓN

| PUNTO | FRECUENCIA | MÉTODO | LUBRICANTE |
|-------------------|------------|-----------------------|----------------------|
| Bobina | Semanal | Lubricar con pincel | Aceite Randhon 32 |
| Motor | Mensual | Lubricadora neumática | Grassa multifack EP2 |
| Rodamientos | Semanal | Lubricadora neumática | Grassa multifack EP2 |
| Cañerías | Semanal | Lubricadora neumática | Grassa multifack EP2 |
| Bridas | Semanal | Lubricadora manual | Grassa Cassida ep2 |
| Ventilador | Mensual | Lubricadora manual | Grassa Cassida ep2 |
| Eje principal | Mensual | Lubricar con pincel | Grassa Cassida ep2 |
| Juntas cardanicas | Mensual | Lubricadora neumática | Grassa multifack EP2 |
| Fajas | Semanal | Lubricar con pincel | Grassa Cassida ep2 |
| Válvulas | Mensual | Lubricadora neumática | Grassa multifack EP2 |

d. Realizar Inspección general del equipo

El mantenimiento autónomo requiere los operarios se encuentren capacitados para enfrentar averías frecuentes en sus maquinarias, por ello es necesario que estos reciban capacitación periódica sobre la funcionalidad de los equipos y sus partes móviles, para que de esta forma se les haga fácil detectar las anomalías presentadas en su maquinaria.

Por otra parte, es necesario que estos se familiaricen con el llenado de formatos que respaldarán las actividades de mantenimiento realizadas, los cuales serán colocados en lugares visibles del conocimiento del personal de mantenimiento. Dicho formato se encuentra detallado en la figura 54.

| | | | |
|------------------------------------|--|--------------------------------|--|
| Descripción de la anomalía: | | | |
| LOCALIZACIÓN: | | | |
| | | | |
| | | | |
| Encontrado por: | | Personal de mantenimiento por: | |
| | | | |
| Fecha: | | Fecha: | |
| | | | |
| PLAZO de tratamiento: | | | |
| Inmediato: | | De 6 a 10 días: | |
| De 3 a 5 días: | | De 11 a más días: | |
| ETIQUETA DE ANOMALÍA | | | |

Fig. 54 Formato de etiqueta de anomalías

El formato presentado en la Figura 55 sirve como instrumento de ayuda en la priorización de tareas del área de mantenimiento de ERSA, pero es necesario recalcar que el personal de mantenimiento solo lo tomará como guía para realizar el diagnóstico de la falla presentada en el equipo o maquinaria.

3.1.7.5. Mantenimiento tercerizado

Propuesta de implementación del área de mantenimiento

Debido a que ERSA no cuenta con un área de mantenimiento se propone la creación de la misma, la cual requerirá de 1 jefe de mantenimiento y 3 asistentes técnicos para el área (expertos en el tema).

Los asistentes van a rotar de turno por semanas, dichos turnos serán los mismos que los de producción los cual constan de 12 horas, es por ello que se requiere de tres personas para

no tener periodos de tiempo donde no se encuentre un personal responsable de mantenimiento.

Personal que deberá cumplir con el perfil detallado en la figura 55 y 56 respectivamente.

| PERFIL JEFE DE MANTENIMIENTO ERSA |
|--|
| FUNCIÓN BÁSICA |
| Realiza planificación, coordinación, organización y evaluación de las actividades de mantenimiento en ERSA |
| SUPERVISIÓN |
| La supervisión de este puesto laboral se encontrará a cargo de la jefatura de planta |
| Por otro lado, el jefe de mantenimiento se encontrará a cargo del personal del área que representa. |
| ATRIBUCIONES DEL PUESTO |
| Tendrá la potestad para autorizar la ejecución de las labores de mantenimiento |
| Podrá supervisar y controlar las acciones y eficiencia del personal bajo su cargo en su departamento |
| Podrá convocar reuniones técnicas con el personal a su cargo |
| FUNCIONES DEL PUESTO |
| Realizar supervisión de las actividades propias del mantenimiento en ERSA |
| Coordinar con el jefe de planta las actividades de mantenimiento a realizarse en cierto periodo |
| Realizar reportes del área para mantener un estadístico de los procesos de mantenimiento |
| Programar, efectuar y controlar las actividades de mantenimiento de ERSA |
| Realizar selección de calidad en la compra de maquinarias para ERSA |
| Actividades extras asignadas al cargo |
| REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL PUESTO |
| Contar con estudios técnicos relacionados al puesto como mínimo |
| Tener capacitaciones en gestión de mantenimiento (no más de 2 años de antigüedad) |
| Contar con 1 año de experiencia en el puesto o similares. |
| HABILIDADES REQUERIDAS |
| Capacidad crítica en la solución de problemas |
| Proactividad y liderazgo |
| Control del recurso humano |
| Conocimiento de Excel intermedio |
| Capacidad para trabajar bajo presión |

Fig. 55 Perfil del jefe de mantenimiento a contratar

| PERFIL ASISTENTE DE MANTENIMIENTO ERSA |
|---|
| FUNCIÓN BÁSICA |
| Coordinar y ejecutar de las operaciones de mantenimiento en las maquinarias de ERSA |
| SUPERVISIÓN |
| La supervisión de este puesto laboral se encontrará a cargo de la jefatura de mantenimiento |
| ATRIBUCIONES DEL PUESTO |
| Será responsable de velar por el cumplimiento de las operaciones y funciones de su zona o departamento en la ausencia del jefe de mantenimiento |
| FUNCIONES DEL PUESTO |
| Realizar supervisión del estado y funcionamiento de maquinaria |
| Coordinar acciones de mantenimiento a aplicar con su jefatura |
| Preservar la OEE de los equipos que le han sido asignados |
| Actividades extras del puesto |
| REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL PUESTO |
| Contar con estudios técnicos relacionados al puesto |
| Haber cursado capacitaciones en la especialidad |
| Contar con 1 año de experiencia en el puesto o similares. |
| HABILIDADES REQUERIDAS |
| Capacidad crítica en la solución de problemas |
| Proactividad y liderazgo |
| Capacidad para trabajar bajo presión |

Fig. 56 Perfil de asistentes de mantenimiento a contratar

Propuesta de plan de capacitación y entrenamiento

El plan de entrenamiento y capacitación es un factor importante en las propuestas de implementación. Por lo tanto, los operarios deben adquirir conocimiento, motivación y habilidad.

La tabla 63 se presenta el cronograma de capacitaciones al personal en temas que son importantes para la mejora de la productividad desde enero hasta diciembre.

TABLA LXIII

PLAN DE CAPACITACIONES DEL PERSONAL

| Tema | Sub-tema | Objetivo | Dirigido a: | Duración | E | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | | |
|------------------------|--|--|---|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| 5 "S" | Clasificar | Brindar conocimientos básicos sobre la metodología 5 "S" | Personal operario y personal de mantenimiento | 2 h | X | | | | | | | | | | | | | |
| | Organizar | | | 2h | | X | | | | | | | | | | | | |
| | Limpieza | | | 2h | | | X | | | | | | | | | | | |
| | Estandarizar | | | 2h | | | | X | | | | | | | | | | |
| | Autodisciplina | | | 2h | | | | | X | | | | | | | | | |
| Mantenimiento autónomo | Criterios de mantenimiento autónomo para Bomba de agua caliente empelada en el caldero | Brindar criterios del mantenimiento autónomo respecto a la maquinaria actual de la empresa | Personal operario y personal de mantenimiento | 2h | | | | | | X | | | | | | | | |
| | Criterios de mantenimiento autónomo para Bomba de vinaza | | | 2h | | | | | | X | | | | | | | | |
| | Criterios de mantenimiento autónomo para Bomba de recuperación de mosto | | | 2h | | | | | | X | | | | | | | | |
| | Criterios de mantenimiento autónomo para Bomba de melaza | | | 2h | | | | | | | X | | | | | | | |
| | Criterios de mantenimiento autónomo para Diluidor | | | 2h | | | | | | | X | | | | | | | |
| | Criterios de mantenimiento autónomo para Elevador de cangilones | | | 2h | | | | | | | X | | | | | | | |
| | Criterios de mantenimiento autónomo para Bomba de mosto | | | 2h | | | | | | | | X | | | | | | |
| | Criterios de mantenimiento autónomo para Compresor de aire | | | 2h | | | | | | | | | X | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------|--|--|---|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|---|---|---|---|
| Mantenimiento preventivo | Mantenimiento preventivo: Definición y ventajas | Brindar conocimientos sobre el mantenimiento preventivo | Personal operario y personal de mantenimiento | 2h | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| | Criterios de mantenimiento preventivo para Bomba da agua caliente para caldero | Brindar criterios del mantenimiento preventivo respecto a la maquinaria actual de la empresa | Personal operario y personal de mantenimiento | 1.5h | | | | | | | | | | | | | | X | | | | | |
| | Criterios de mantenimiento preventivo para Bomba de vinaza | | | 1.5h | | | | | | | | | | | | | | | X | | | | |
| | Criterios de mantenimiento preventivo para Bomba de recuperación de mosto | | | 1.5h | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| | Criterios de mantenimiento preventivo para Bomba de melaza | | | 1.5h | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| | Criterios de mantenimiento preventivo para Diluidor | | | 1.5h | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| | Criterios de mantenimiento preventivo para Elevador de canjilones | | | 1.5h | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| | Criterios de mantenimiento preventivo para Bomba de mosto | | | 1.5h | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| | Criterios de mantenimiento preventivo para Compresor de aire | | | 1.5h | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |
| | Criterios de mantenimiento preventivo para Bomba de agua para condensadores | | | 1.5h | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X |

En la figura 57 se propone un formato de asistencia a las capacitaciones del personal, para tener un control de las asistencias y hacerles recordar al personal que estas capacitaciones son obligatorias y son brindadas por el empleador.

| ASISTENCIA A CAPACITACIÓN AL PERSONAL | | | | |
|--|--------|------|-------|---------------|
| TEMA: | | | | |
| FECHA: | | | | |
| NOMBRE DEL CAPACITADOR O ENTRENADOR | | | | |
| N° HORAS | | | | |
| APellidos y Nombres de los capacitados | N° DNI | ÁREA | FIRMA | OBSERVACIONES |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| RESPONSABLE DEL REGISTRO | | | | |
| Nombre: | | | | |
| Cargo: | | | | |
| Fecha: | | | | |
| Firma | | | | |

Fig. 57 Formato de asistencia a capacitaciones

3.1.7.6. Situación de la productividad con las propuestas

Productividad de la mano de obra

Productividad de horas hombre

A través de la aplicación de las propuestas se pretende lograr la producción de 3,203,710 litros en un año, en función a ello se producen 54.93 litros por hora-hombre.

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad horas – hombre} &= \frac{\text{Litros producidos}}{\text{Horas hombre}} \\
 &= \frac{3,203,710 \text{ litros}}{270 \text{ días} * 24 \text{ horas} * 9 \text{ operarios}} = 54.93 \frac{\text{litros}}{\text{hora hombre}}
 \end{aligned}$$

Productividad costo de mano de obra

Debido a que se trasladó uno de los ayudantes de producción al área de almacén, el costo de la mano de obra de los operarios es de 192,564.00 soles anuales. Como bien se había mencionado los litros producidos suman un total de 3,203,710 litros en un año, nos arroja un resultado que indica que por cada sol invertido en mano de obra directa se producen 16.64 litros de alcohol.

$$\begin{aligned} \text{Productividad costo de mano de obra} &= \frac{\text{Litros producidos}}{\text{Costo de mano de obra}} = \frac{3,203,710}{192,564.00} \\ &= 16.64 \text{ litros/sol} \end{aligned}$$

Productividad de la maquinaria

Productividad del tiempo de paradas

La productividad del tiempo de paradas de la maquinaria se calcula los litros producidos sobre las horas de funcionamiento de la maquinaria, que son los 270 días al año por las 24 horas al día el cual da un resultado de 6480 horas al año menos el tiempo que la maquinaria va a estar parada, según la planificación es de 72 con 35 minutos, que sería 72.58 horas de paradas.

$$\text{Tiempos de maquinaria} = 270 \frac{\text{días}}{\text{año}} * 24 \frac{\text{horas}}{\text{día}} - 72.58 \frac{\text{horas}}{\text{año}} = 6,407.42 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

La productividad del tiempo de funcionamiento de las máquinas se obtuvo la cantidad de litros producidos sobre el tiempo que las 9 maquinarias que se toman en cuenta para esta investigación, el cual dio como resultado que se produjeron 59.86 litros por cada hora de maquinaria funcionando.

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad del tiempo de maquinaria} &= \frac{\text{Litros producidos}}{\text{Tiempo de las maquinarias}} \\
 &= \frac{3,203,710 \text{ litros}}{6,407.42 \frac{\text{horas}}{\text{año}} * 9 \text{ máquinas}} = 55.56 \frac{\text{litros}}{\text{hora de máquina}}
 \end{aligned}$$

Productividad de mantenimientos correctivos

En las mejoras se propone un plan de PM (mantenimiento preventivo), para evitar los mantenimientos correctivos, es por ello que el número de mantenimientos correctivos será de cero, ya que, si cumplen con el cronograma de actividades, no se tendrán paradas no planificadas.

Productividad de mantenimientos correctivos

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Litros producidos}}{\text{Nº Mantenimientos correctivos tercerizados}} \\
 &= \frac{3,203,710 \text{ litros}}{0 \text{ mantenimientos correctivos}} = \text{No hay mantenimiento correctivos}
 \end{aligned}$$

Productividad de los costos de mantenimientos correctivos

La productividad de los costos de mantenimientos correctivos se calculó por los litros que se planifican producir sobre el costo del área de mantenimiento. El jefe de mantenimiento tendrá un sueldo de 1,500 soles mensuales y los 3 ayudantes de 1,000 soles mensuales cada uno, los cuales para mayor exactitud se encuentran detallados en la tabla 64.

TABLA LXIV

PLANILLAS DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO

| Nº | NOMBRES Y APELLIDOS | SUELDO | ASIGNACIÓN FAMILIAR | VACACIONES | CTS | GRATIFICACION ES | ESSALUD 9% | TOTAL A PAGAR |
|----|--------------------------------------|---------------|---------------------|--------------|--------------|------------------|--------------|---------------|
| 1 | SILVA DELGADO JUAN CARLOS | S/. 8,000.00 | S/. 900.00 | S/. 1,500.00 | S/. 1,500.00 | S/. 3,000.00 | S/. 1,620.00 | S/. 26,520.00 |
| 2 | BULNES TAPIA JOSE DEL CARMEN | S/. 12,000.00 | S/. 900.00 | S/. 1,000.00 | S/. 1,000.00 | S/. 2,000.00 | S/. 1,080.00 | S/. 17,980.00 |
| 3 | CABREJOS REQUEJO RONAL RICARDO | S/. 12,000.00 | S/. 900.00 | S/. 1,000.00 | S/. 1,000.00 | S/. 2,000.00 | S/. 1,080.00 | S/. 17,980.00 |
| 4 | CHINCHAY CHAVEZ HENRRY | S/. 12,000.00 | S/. 900.00 | S/. 1,000.00 | S/. 1,000.00 | S/. 2,000.00 | S/. 1,080.00 | S/. 17,980.00 |

El monto de 114,620.00 soles anuales por el pago del área de mantenimiento, el cual se tiene un resultado de por cada sol invertido en mantenimiento se produce 40.27 litros.

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad de costos de mantenimientos correctivos} &= \frac{\text{Litros producidos}}{\text{Costos de mantenimientos correctivos tercerizados}} \\
 &= \frac{3,203,710 \text{ litros}}{80,460.00 \text{ soles}} = 39.82 \frac{\text{litros}}{\text{soles}}
 \end{aligned}$$

Comparación de los indicadores actuales con los de la propuesta

En la tabla 65 se detallan los indicadores de productividad, en donde se observa que se obtuvo mejoras en la productividad.

TABLA LXV

INDICADORES ANTES Y DESPÚES DE LA MEJORA

| Indicadores | Actuales | Propuestas | Mejora | Acotaciones |
|--|--|--|--|---|
| Productividad de mano de obra | 45.31 <i>litros/hora</i> | 54.93 <i>litros/hora</i> | Aumentó 9.62 $\frac{\text{litros}}{\text{hora}}$ | Se cambió de área a uno de los ayudantes de producción (reducción de recursos). |
| Productividad de costo de mano de obra | 13.72 <i>litros/sol</i> | 16.64 <i>litros/sol</i> | Aumentó 2.92 <i>litros/sol</i> | Se redujeron los costos de mano de obra al tener un trabajador menos en producción. |
| Productividad de funcionamiento de la maquinaria | 54.45 $\frac{\text{litros}}{\text{hora de máquina}}$ | 55.56 $\frac{\text{litros}}{\text{hora de máquina}}$ | Aumentó 1.11 $\frac{\text{litros}}{\text{hora de máquina}}$ | Al reducir las horas de parada de la maquinaria incrementó la productividad. |
| Productividad de mantenimientos correctivos | 53378.18 $\frac{\text{litros}}{\text{mantenimientos correctivos}}$ | No hay mantenimientos correctivos | Se disminuyeron los mantenimientos correctivos | |

| | | | | |
|---|--|--|--|--|
| Productividad de costos de mantenimientos correctivos | 22.22 $\frac{\text{litros}}{\text{soles}}$ | 39.82 $\frac{\text{litros}}{\text{soles}}$ | Aumentó 17.6 $\frac{\text{litros}}{\text{soles}}$ | Al no haber mantenimientos correctivos, se logró incrementar la productividad de los |
|---|--|--|--|--|

3.1.7.7. Análisis Costo – Beneficio de las propuestas

Se realizó una evaluación económica de las propuestas basados en los pilares del TPM (mantenimiento productivo total) y en las 5S.

Costos de la propuesta

Maquinaria con exceso de fallas

Los costos de que involucran lograr la disminución de fallas en ERSA son detallados en la Tabla 66, en donde se han resumido los costos de la implementación de las señalizaciones necesarias para el desarrollo de las propuestas. También se consideran los costos de la documentación necesaria para llevar a cabo las propuestas de implementación, la difusión de los programas para que el personal tenga conocimiento, las etiquetas para la identificación de los materiales, los materiales detallados en la propuesta de mantenimiento autónomo y los artículos de limpieza necesarios.

TABLA LXVI

Costos de las propuestas de fallas en la maquinaria

| COSTOS | |
|--------------------------------------|----------|
| Señalización | 500.00 |
| Documentación | 500.00 |
| Difusión | 200.00 |
| Etiquetas de rotulación | 200.00 |
| Materiales de mantenimiento autónomo | 357.80 |
| Artículos de limpieza | 200.00 |
| Total costos | 1,957.80 |

Mantenimiento correctivo tercerizado

La tabla 68 se detalla el costo incurrido en la implementación de la planilla del área de mantenimiento y el costo de las capacitaciones brindadas al personal de ERSA.

TABLA 9

COTOS DE LA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO TERCERIAZADO

| COSTOS | |
|--------------------------------|------------------|
| Pago personal de mantenimiento | 80,460.00 |
| Capacitaciones al personal | 3,000.00 |
| Total gastos tangibles | 83,460.00 |

El coto total de las propuestas suma un total de 85,417.80 soles.

Beneficios de la propuesta

Fallas en la maquinaria

Los beneficios de esta propuesta se reflejan en la reducción de pérdidas por costo de fallas de maquinaria, el cual se tiene un beneficio promedio anual mostrado en la Tabla 68.

TABLA LXVIII

PÉRDIDAS DE FALLAS DE MAQUINARIA

| Maquinaria | Costos de repuestos y materiales para el mantenimiento |
|-------------------------------------|--|
| Bomba da agua caliente para caldero | 14,863.00 |
| Bomba de vinaza | 13,832.00 |
| Bomba de recuperación de mosto | 12,175.00 |
| Bomba de melaza | 11,723.00 |
| Diluidor | 11,578.00 |
| Elevador de canjilones | 10,564.00 |
| Bomba de mosto | 10,268.00 |
| Compresor de aire | 10,169.00 |
| Bomba de agua para condensadores | 8,075.00 |
| TOTAL | 103,247.00 |

Mantenimiento correctivo tercerizado

Los beneficios obtenidos en este ítem se reflejan en la reducción de pérdidas por costo de mantenimiento correctivo tercerizado, el cual se tiene un beneficio promedio anual detallado en la Tabla 69.

TABLA LXIX

Pérdidas de mantenimiento correctivo tercerizado

| Maquinaria | Costos de mano de obra tercerizada |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Bomba da agua caliente para caldero | 1,794.00 |
| Bomba de vinaza | 1,677.00 |
| Bomba de recuperación de mosto | 1,586.00 |
| Bomba de melaza | 1,435.00 |
| Diluidor | 956.00 |
| Elevador de canjilones | 742.00 |
| Bomba de mosto | 655.00 |
| Compresor de aire | 545.00 |
| Bomba de agua para condensadores | 497.00 |
| TOTAL | 9,887.00 |

El beneficio total de las propuestas es de 113,134.00 soles.

Al calcular el beneficio costo de las propuestas se obtiene:

$$\text{Beneficio Costo} = \frac{113,134.00 \text{ soles}}{85,417.80 \text{ soles}} = 1.32 \text{ soles}$$

3.2. Discusión

En el estudio efectuado a la empresa ERSA TRANSPORTES Y SERVICIOS S.R.L. se pudo determinar que la causa de los problemas encontrados es la falta de aplicación de mantenimiento preventivo a sus equipos, por ello se realizaron las propuestas planteadas en el cuerpo del presente estudio, los cuales estuvieron basados en la implementación del programa de las 5S y la propuesta de implementación de un área de mantenimiento en la empresa.

Numache y Zare [28], en su estudio para aumentar la productividad, aplicaron encuestas, entrevistas a los jefes y aplicaron la observación directa, identificándose problemas de baja productividad, para lo cual se aplicaron herramientas de Lean Manufacturing como las 5S. Esta mejora ayudó a reducir los tiempos improductivos de la empresa en un 10%, minimizó el tiempo de paradas de la maquinaria en un 8.62%, aplicando una gestión adecuada del mantenimiento preventivo, el cual ayudó a mejorar la eficiencia global de los equipos a un 79.59%. Con estas mejoras se logró aumentar la productividad a un 96%, y teniendo un Valor Actual Neto viable, es por ello que, al proponer las mismas herramientas de mejora, estamos seguros que nuestra productividad va a aumentar, teniendo un menor tiempo de paradas de la maquinaria y al realizar la evaluación económica resultará viable.

Cubas y Rioja [29], en su investigación en aumentar la productividad, aplicaron las 5S, con a que lograron maximizar los espacios de los lugares de trabajo, minimizaron los tiempos de transporte, establecieron una mejor distribución de los objetos. Otro problema encontrado es con respecto a la mano de obra, esta no era la adecuada y no se contaba con un perfil para los puestos de trabajo, es por ello que establecen los requisitos mínimos de acuerdo a las funciones que se van a realizar. Con estas mejoras se obtuvo un incremento en la productividad de mano de obra en 34%, un aumento del 15% en la productividad de la producción, con un costo beneficio de 1.71 soles, en este estudio se resaltó la gran

importancia de contar con personal idóneo para la realización de las funciones, entonces en base a lo mencionado se puede asegurar que al igual que en el estudio de Cubas y Riojas la productividad en la empresa Ersá también aumentará.

Carpio [30], en su investigación para el incremento de la productividad, realizó instrumentos como entrevistas y guías de observación para la recolección de la información, el cual se obtuvo como resultado que su principal problema son la gran cantidad de actividades improductivas, por ello el autor propuso las herramientas de Lean manufacturing como VSM y 5S para mejorar el panorama anteriormente vivido, con ello ayudó a incrementar la productividad en un 31.1% y obtuvo un costo beneficio de 1.88 soles.

Las investigaciones antes nombradas permiten asegurar que las propuestas de mejora en base a las herramientas de Lean Manufacturing entre las cuales se encuentran las 5S, TPM y otras, ayudan a incrementar la productividad de la empresa y brindan un resultado viable con respecto a la evaluación económica. Por ende, ya que la propuesta planteada se basa en las mismas herramientas permiten obtener un resultado positivo al incrementar la productividad de ERSA.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- El diagnóstico efectuado a ERSA permitió determinar cuál era la problemática principal de la misma, la cual gira en torno a las paradas de la producción ocasionadas por las fallas presentadas en las maquinarias que generaban un gasto total de 132,099 soles anuales por concepto de mantenimientos tercerizados, los cuales eran contratados porque ERSA no contaba con un área de mantenimiento, ni con un plan de PM (mantenimiento preventivo).
- En el desarrollo del estudio se plantearon propuestas de mejora fundamentadas en la filosofía Lean Manufacturing, las cuales consistían en aplicar el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y las 5S dentro de ERSA. Con respecto al TPM se consideraron los pilares de mantenimiento preventivo, mantenimiento autónomo y capacitaciones al personal. Adicionalmente se propuso la implementación de un área de mantenimiento la cual es necesaria para evitar las paradas no planificadas de la producción.
- La evaluación económica de las propuestas permite determinar que estas son viables de aplicar ya que con ellas se obtiene un beneficio de 0.32 soles para ERSA.

4.2. RECOMENDACIONES

- El desarrollo de la investigación muestra que existe la necesidad de efectuar un análisis detallado de los requerimientos necesarios para llevar a cabo la producción de alcohol y en base a ello reducir las mermas.
- Asimismo, se recomienda realizar un estudio de tiempos y movimientos en ERSA, con el propósito de disminuir los tiempos muertos del ejercicio productivo de ERSA.

REFERENCIAS

- [1] M. Kumar, R. Vaishya y Parag, "Real-Time monitoring system to lean manufacturing," *Procedia manufacturing*, vol. 20, pp. 133-140, 2018.
- [2] L. Lopes, M. Gohindo, G. Devós, s. Chopra, M. Thurer, M. Sacomano y G. Almeida, "Lean manufacturing implementation in regions with scare recursos," *Management Decision*, vol. 58, nº 2, pp. 313-343, 2020.
- [3] M. Gasca, L. Camargo y B. Medina, "Gestión del mantenimiento para la confiabilidad operacional," *Espacios*, vol. 41, nº 47, 2020.
- [4] E. Lozano, "Sobre la educación en el mercado laboral: Determinantes y consecuencias en el Perú, 2001-2011," *Economía*, vol. 39, nº 77, pp. 33-101, 2016.
- [5] R. Biasca, *Productividad: un enfoque integral del tema*, Macchi, 2006.
- [6] Calderon, *Metodología de la investigación científica*, Centro USS, 2016.
- [7] R. Julca y E. Ramos, "Propuesta de mejora de procesos mediante Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de Chiclayo," *Tzhoecoen*, vol. 10, nº 3, Julio-Septiembre 2018.
- [8] J. D. Martínez y J. Arboleda, "Propuesta para la reducción de tiempos y productos no conformes en el área de confecciones de la empresa Suramericana de Guantes S.A.S. mediante herramientas de Lean manufacturing," *Inventum*, vol. 16, nº 30, pp. 40-53, 2021.
- [9] N. Jara, "Gestión del mantenimiento y desempeño laboral de los trabajadores del área de mantenimiento de la empresa Cartavio S.A.S. Ascope, 2021," 2021.
- [10] J. Pérez y D. Supo, "Gestión de mantenimiento para reducir costos en el area de electromecánica en el Hospital Regional Lambayeque," *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, vol. 5, nº 1, 2018.
- [11] G. Olivera, E. Tuesta y A. Mendiburu, "Estrategia operativa basada en Lean manufacturing para optimizar los procesos productivos en la elaboración de muebles en fabricaciones Leoncito Chiclayo," *Epistemia*, vol. 1, nº 1, 2017.
- [12] A. Domínguez, D. Ortiz, I. Naranjo y J. Llugsa, "Aplicación de la metodología SMED en proceso de cambio de matrices en la industria metalmecánica:Caso Ecuador," *Risti*, 2020.
- [13] Y. Bellido, A. La Rosa, C. Torres, G. Quispe y C. Raymundo, "Modelo de optimización de desperdicios basado en Lean manufacturing para incrementar la productividad en Micro y Pequeñas empresas del rubro textil," 2018.

- [14] B. Escudero, "Mejora del Lead time y productividad en el proceso de armado de pizzas aplicando herramientas del Lean manufacturing," *Ingeniería Industrial*, nº 39, pp. 51-72, 2020.
- [15] E. Vargas y W. Camero, "Aplicación del Lean manufacturing (5s y Kayzen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera," *Industrial Data*, vol. 24, nº 2, pp. 249-271, 2021.
- [16] J. Jiménez y A. Castro, Productividad, El cid, 2009.
- [17] G. Baca, Introducción a la ingeniería industrial, Patria, 2014.
- [18] M. Lefcovich, Gestión total de la productividad, Córdoba: El cid, 2009.
- [19] M. Tello, "Productividad, capacidad tecnológica y de innovación, y difusión tecnológica en la agricultura comercial moderna en el Perú: Un análisis exploratorio regional.," *Economía*, vol. 39, nº 77, pp. 103-114, 2016.
- [20] M. Manzano y V. Gisbert, "Lean Manufacturing: Implnatación 5S," *3C Tecnología*, vol. 5, nº 4, pp. 16-26, 2016.
- [21] K. Cadena y M. Vásquez, "Plan de mejora para aumentar la productividad de la empresa Limarice S.A.," *Ingeniería: Ciencia, tecnología e innovación*, vol. 8, nº 1, pp. 15-29, 2021.
- [22] N. Canahua, "Implementación de la metodología TPM-Lean manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica," *Industrial Data*, vol. 24, pp. 49-71, 2021.
- [23] M. Carrillo, C. Alvis, Y. Mendoza y H. Cohen, "Lean manufacturing: 5S y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia.," *Signos*, vol. 11, nº 1, pp. 71-86, 2018.
- [24] N. Marmolejo, A. Mejía, I. Pérez, M. Caro y J. Rojas, "Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una empresa de confecciones," *Ingeniería Industrial*, vol. 37, nº 1, 2016.
- [25] V. Ramakrishnan, J. Jayaprakashj, C. Elanchezhian e B. Vijaya Ramnath, "Implementation of Lean Manufacturing in Indian SMEs-A case study," *Materialstoday:Proceedings*, vol. 16, nº 2, pp. 1244-1250, 2019.
- [26] G. Medina, G. Montalvo y M. Vásquez , "Mejora de la productividad mediante un sistema de gestión basado en Lean Six Sigma en el proceso productivo de pallets en la empresa maderera Nuevo Peru S.A.C, 2017," *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovavción*, vol. 5, nº 1, 2018.

- [27] M. Dimitroff, D. Pontelli, J. Zanazzi, J. Conforte e J. Zanazzi, "Mantenimiento preventivo: asignación grupal de prioridades con la metodología procesos drv.," *Ingeniería Industrial*, vol. 15, nº 2, pp. 163-177, 2016.
- [28] V. Namuche y R. Zare, "Aplicación De Lean Manufacturing Para Aumentar La Productividad De La Materia Prima En El Área De Producción De Una Empresa Esparraguera Para El Año 2016," Trujillo , 2017.
- [29] K. Cubas y M. Riojas, ""Implementación de un plan de acción en el marco de Lean manufacturing, para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Lalangue_Lambayeque 2015"," 2015.
- [30] C. Carpio, "Plan de mejora en el área de producción de la empresa Comolsa S.A.C. para incrementar la productividad, usando herramientas de Lean manufacturing - Lambayeque 2015," 2016.
- [31] M. Mas y J. Robledo, "Productividad: una perspectiva internacional y sectorial," *Fundación BBVA*, 2010.
- [32] H. Gutiérrez, *Calidad y Productividad*, Alicante: Club universitario, 2010.
- [33] E. Bian, *Introducción a la Ingeniería Industrial*, McGraw-Hill, 1985.
- [34] M. Rajadell y J. Sánchez, *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*, Madris: Díaz de Santos, 2009.
- [35] A. López, "La gestión de costes en Lean Manufacturing: Cómo evaluar las mejoras en costes en un sistema Lean.," *La Rioja: Universidad Internacional de La Rioja*, 2013.
- [36] M. Sarria , G. Fonseca y C. Bocanegra, "Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing," *EAN*, nº 83, pp. 51-71, 2017.
- [37] P. Aucasime, S. Tremolada, P. Chavez, F. Dominguez y C. Raymundo, "Waste Elimination Model Based on Lean Manufacturing and Lean Maintenance to Increase Efficiency in the Manufacturing Industry," *IOP*, 2020.
- [38] v. Ames, W. Vásquez, I. Macassi y C. Raymundo, "Modelo de gestión de mantenimiento basado en Lean manufacturing para incrementar la productividad de una empresa del sector plástico," *Consortio de Escuelas de ingeniería de Latinoamérica y del Caribe*, 2019.
- [39] F. Guimarey, L. Hernández y M. Vasquez, "Mejora de la productividad empleando la metodología DMAIC," *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e innovación*, vol. 8, nº 2, pp. 77-91, 2021.
- [40] R. Hernández , C. Fernández y M. d. P. Baptista, *Metodología de la investigación*, McGraw-Hill, 2014.

- [41] R. Sánchez y D. Enríquez. "Método de Investigación" .2007.
<https://es.scribd.com/document/464013668/1-Sanchez-R-y-Enriquez-D-2007>
- [42] L. Cuatrecasas. "Gestión del mantenimiento de los equipos productivos: Organización de la producción y dirección de operaciones". 2012. ISBN 978-84-9969-349-1.
https://books.google.com.pe/books?id=dz_nuBxcHjQC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

ANEXOS



Entrevista dirigida al Ingeniero de Producción de la empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L.

Título de la tesis

PLAN DE MEJORA UTILIZANDO LA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING
PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA ERSA TRANSPORTES Y SERVICIOS
S.R.L.

Objetivo

El objetivo de este cuestionario es recoger información relacionada al área de producción el cuál será de mucha utilidad para la investigación.

17. ¿La empresa desarrolla planes operativos?
18. ¿Existe un seguimiento de cumplimiento de los objetivos del plan operativo?
19. ¿Ha participado en desarrollo del plan operativo?
20. ¿Qué parámetros utilizan para medir los resultados del plan ejecutado?
21. ¿En la empresa se aplican sistemas de mejoras basados en eliminar desperdicios?
22. ¿Cómo considera la idea de aplicar una herramienta que mejore las condiciones de orden y limpieza?
23. ¿Tiene conocimiento sobre el funcionamiento de la herramienta 5s?
24. ¿Existe problemas de clasificación de materiales, herramientas y equipos en el área de producción?
25. ¿Cuentan con una guía para estandarizar funciones de orden, limpieza y seguimiento de actividades?
26. ¿Qué tipo de mantenimiento se aplica a los equipos y máquinas de producción?
27. ¿Tiene conocimiento sobre el Mantenimiento Productivo Total?
28. ¿Qué problemas frecuentes son los que se presentan en el área de producción?
29. ¿Cuál es el tiempo promedio que demora un requerimiento de repuestos?
30. ¿El personal recibe capacitación constante?
31. ¿Actualmente cuenta con un Sistema de Gestión de Salud en el trabajo?



Encuesta dirigida a los Trabajadores de la empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L.

OBJETIVO: Conocer la situación actual de los trabajadores de producción.

Las respuestas e información serán confidenciales e importantes para la realización de la investigación.

Instrucciones

Lea detenidamente y marque con X, la alternativa que sea correspondiente para usted:

1. ¿Qué periodo de tiempo labora en ERSA?

Menos de 2 años

b) 2 a 5 años

c) 5 años a más

2. ¿Tiene conocimiento de los planes de mejora que se ejecutan en la empresa?

a) Si

b) No

3. ¿Existe una clasificación de herramientas, materiales y equipos en su lugar de trabajo?

a) Si

b) No

4. ¿Cómo considera usted el orden en general en su lugar de trabajo?

a) Malo

b) Regular

c) Bueno

d) Excelente

5. ¿Cómo califica la limpieza en su área de trabajo?

a) Malo

b) Regular

c) Bueno

d) Excelente

6. ¿Cómo considera usted la señalización para acceder y ubicar las herramientas?

a) Malo

b) Regular

c) Bueno

d) Excelente

7. ¿Hay un cumplimiento constante de las normas de seguridad, higiene y salud en el trabajo?

- a) Si b) No

8. ¿En el área de producción se cumple con las metas establecidas?

- a) Si b) No

9. ¿El mantenimiento a las máquinas y equipos se realizan inmediatamente cuando fallan?

- a) Si b) No

10. ¿Cuenta la empresa con un método para reportar fallas o problemas cuando suceden?

- a) Si b) No

11. ¿Con que frecuencia ocurren accidentes en el trabajo?

- a) Siempre b) Casi Siempre c) Ocasionalmente d) Casi nunca e) Nunca

12. ¿Cuál cree que sean las causas de las ocurrencias de los accidentes?

- a) Falta de EPP b) Condiciones inseguras c) Falta de entrenamiento

13. ¿Recibe usted capacitaciones constantes?

- a) Si b) No

14. ¿En qué temas cree usted que debe de capacitarse?

- a) Mantenimiento b) Calidad c) Producción e) Seguridad en el trabajo

15. ¿Cómo es su conocimiento acerca de los indicadores de desempeño de su área?

- a) Malo b) Regular c) Bueno d) Excelente

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Leandro Torres Melisa

Grado Académico: Magíster

Cargo e Institución: Jefa de Grado y Título - USS

Nombre del instrumento a validar: Entrevista

Autor del instrumento: Walter Fernando Astobado Requejo

Título del Proyecto de Tesis: Plan de Mejora utilizando la Filosofía Lean Manufacturing

para incrementar la productividad en el área de Producción de la Empresa EPSA.

Transporte y Servicios E. I. R. L.

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

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 16

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

Observaciones

faltó profundizar más en el tema.

Fecha: 12-07-2018

Firma: [Firma]

No. Colegiatura 193131

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Quiroz Diego Carlos Alberto
 Grado Académico: Magister
 Cargo e Institución: Docente USS
 Nombre del instrumento a validar: Entrevista
 Autor del instrumento: Walter Fernando Astochasto Requijo
 Título del Proyecto de Tesis: Plan de Mejora mejorando la fibra de la Heav Manufacturing para incrementar la productividad en el área de Producción de la empresa GRSA Transportes y Servicio S.R.L.

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

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 16

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) Bueno

Observaciones

.....

Fecha:

Firma: [Firma]

No. Colegiatura 32013

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: LADREA COLCHADO S.S.P.

Grado Académico: MAGISTER

Cargo e Institución: DOCENTE / USS

Nombre del instrumento a validar: Entrevista

Autor del instrumento: Walter Fernando Astochado Paquejo

Título del Proyecto de Tesis: Plan de mejora utilizando la filosofía lean Manufacturing para incrementar la productividad en el área de producción de la Empresa ERSA Transpiloto y Servicios E.Z.R.L

| Indicadores | Criterios | Calificación | | | |
|--------------|---|------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|
| | | Deficiente De 0 a 5 | Regular De 6 a 10 | Bueno De 11 a 15 | Muy bueno De 16 a 20 |
| Claridad | Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible | | | 14 | |
| Organización | Existe una organización lógica en la redacción de los ítems | | | 14 | |
| Suficiencia | Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables | | | 14 | |
| Validez | El instrumento es capaz de medir lo que se requiere | | | 14 | |
| Viabilidad | Es viable su aplicación | | | 14 | |

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 14

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

Observaciones

.....

Fecha: 11 Julio 2015

Firma: [Firma]

No. Colegiatura 200049

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: LAPREA @1011900
 Grado Académico: MAESTRO
 Cargo e Institución: DOCENTE / USS
 Nombre del instrumento a validar: Enuesta
 Autor del instrumento: Walter Fernando Astorcha Paguejo
 Título del Proyecto de Tesis: Plan de Mejora utilizando la filosofía Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el área de producción de la Empresa ERSA Transportes y Servicios E.I.R.L.

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

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 15

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) Bueno

Observaciones

.....

Fecha: 14 Julio 2018

Firma: [Firma]

No. Colegiatura 200049

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: *Castro Torres Melissa*

Grado Académico: *Magister*

Cargo e Institución: *Jefa de Grados y Títulos - VSS*

Nombre del instrumento a validar: *Encuesta*

Autor del instrumento: *Walter Fernando Astachado Reguero*

Título del Proyecto de Tesis: *Plan de Mejora utilizando la Filosofía Lean*

Manufacturing para incrementar la productividad en el área de producción de la Empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L.

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

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) *18*

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

Observaciones

faltó profundidad más en el tema

Fecha: *12-07-2018*

Firma: *[Firma]*

No. Colegiatura *193131*

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Quirós Orrego Carlos Alberto

Grado Académico: Magister

Cargo e Institución: Docente USS

Nombre del instrumento a validar: Monografía

Autor del instrumento: Walter Fernando Astochado Reguejo

Título del Proyecto de Tesis: Plan de mejora utilizando la filosofía Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el área de Producción de la Empresa ERSA Transportes y Servicios S.R.L.

| Indicadores | Criterios | Calificación | | | |
|--------------|---|--------------|-----------|------------|------------|
| | | Deficiente | Regular | Bueno | Muy bueno |
| | | De 0 a 5 | De 6 a 10 | De 11 a 15 | De 16 a 20 |
| Claridad | Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible | | | | 17 |
| Organización | Existe una organización lógica en la redacción de los ítems | | | | 17 |
| Suficiencia | Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables | | | | 17 |
| Validez | El instrumento es capaz de medir lo que se requiere | | | | 17 |
| Viabilidad | Es viable su aplicación | | | | 16 |

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 17

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) Bueno

Observaciones

.....

Fecha:

Firma:

No. Colegiatura

32013