



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Análisis de Modo y Efecto de Fallas: línea mercantil 2 para incrementar la productividad. Empresa SIDERPERÚ S.A.A. Chimbote, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:

BENITES CASTILLO, Marcos Antony (ORCID: 0000-0001-6319-8593)

PERALTA CABELLO, Deybi Hilton (ORCID: 0000-0002-1035-5214)

ASESOR TEMÁTICO:

DR. ING. ARÉVALO DAZA, Jorge Luis (ORCID: 0000-0001-5516-8642)

ASESOR METODOLÓGICO:

MGTR. VARGAS LLUMPO, Jorge Favio. (ORCID: 0000-0002-1624-3512).

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial Y Productiva

CHIMBOTE – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios por darme las fuerzas y el entendimiento que necesito para realizar este trabajo. A mis padres cuyo apoyo y comprensión incondicional estuvieron siempre a lo largo de mi vida universitaria, A mi esposa por ser como es y a mis hijos que son mi inspiración. A mis maestros y asesor, por la formación y enseñanza dada ya que gracias a ellos pude desarrollar mi tesis.

AGRADECIMIENTO

Quiero empezar agradeciendo a Dios por permitirme lograr esta importante meta en mi vida, dándome constancia, sabiduría, mucha fortaleza para culminar mis estudios universitarios y obtener mi título de Ingeniero Industrial. A quienes forman parte de los pilares fundamentales que me ayudaron a construir la estructura en mi vida profesional, mi familia. También a mi querida Institución UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO haberme recibido en sus aulas y prepararme con ética y responsabilidad, a mis maestros por sus enseñanzas, a mi asesor de investigación y desarrollo de tesis, Doctor Ing. Jorge Luis Arévalo Daza, por su apoyo y conocimientos.

Página del Jurado

| | | |
|--|---------------------------------------|--|
|  UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS | Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 16 |
|--|---------------------------------------|--|

ACTA N° 085-0-2019 - EII / UCV-CH

El Jurado encargado de evaluar la tesis denominada "ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS: LÍNEA MERCANTIL 2 PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD. EMPRESA SIDERPERU S.A.A. CHIMBOTE, 2019", presentada por los estudiantes PERALTA CABELLO DEYBI HILTON / BENITES CASTILLO MARCOS, reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

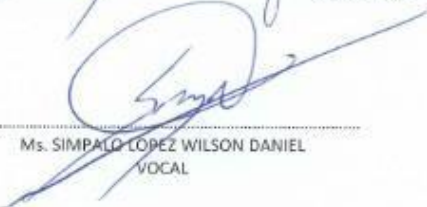
NOTA: 18 (Número) Dieciocho (Letras).

Por lo tanto, el estudiante aprueba por UNANIMIDAD

Chimbote, 13/07/2019


Ms. GALARRETA OLIVEROS GRACIA ISABEL
PRESIDENTE


MgR. JORGE FAVO VARGAS LLUMPO
SECRETARIO


Ms. SIMPALO LOPEZ WILSON DANIEL
VOCAL

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Marcos Antony Benites Castillo con DNI N° 41767704 y Deybi Hilton Peralta Cabello con DNI N° 44376230, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Titulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Nuevo Chimbote, Julio del 2019.



Marcos Antony Benites Castillo.

DNI: 41767704



Deybi Hilton Peralta Cabello.

DNI: 44376230

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento..... | iii |
| Página del Jurado | iv |
| Declaratoria De Autenticidad..... | v |
| Índice | vi |
| Índice De Figuras..... | vii |
| Índice De Tablas | viii |
| Índice De Anexos..... | ix |
| Resumen..... | x |
| Abstract | xi |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| II. MÉTODO | 28 |
| 2.1. Tipo y diseño de investigación..... | 28 |
| 2.2 Operacionalización de variables..... | 28 |
| 2.3 Población, muestra y muestreo..... | 31 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..... | 33 |
| 2.5. Procedimiento..... | 33 |
| 2.6. Métodos de análisis de datos..... | 34 |
| 2.7. Aspectos éticos | 36 |
| III. RESULTADOS..... | 37 |
| IV. DISCUSIÓN..... | 58 |
| V. CONCLUSIONES | 59 |
| VI. RECOMENDACIONES | 60 |
| VII. REFERENCIAS | 61 |
| VIII. ANEXOS | 69 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Producción de los laminadores I y II correspondiente al periodo 2009-2018 expresada en toneladas | 38 |
| Figura 2. Rendimiento metálico de los laminadores I y II correspondiente al periodo 2009-2018 expresado en porcentaje | 39 |
| Figura 3. Disponibilidad de los equipos de los laminadores I y II correspondiente al periodo 2009-2018 expresada en porcentaje | 40 |
| Figura 4. Costo de materia prima de los laminadores I y II correspondiente al periodo 2009-2018 expresada en dólares por tonelada producida..... | 41 |
| Figura 5. Comparación de la producción antes (oct-dic 2018) y después (feb- abr 2019) de la aplicación del análisis AMEF en el laminador II (En toneladas)..... | 52 |
| Figura 6. Comparación del rendimiento metálico antes (oct-dic 2018) y después (feb- abr 2019) de la aplicación del análisis AMEF en el laminador II (En porcentaje) | 52 |
| Figura 7. Comparación de la disponibilidad antes (oct-dic 2018) y después (feb- abr 2019) de la aplicación del análisis AMEF en el laminador II (En porcentaje)..... | 53 |
| Figura 8. Comparación del costo de materia prima antes (oct-dic 2018) y después (feb- abr 2019) de la aplicación del análisis AMEF en el laminador II (En dólares por tonelada)..... | 53 |
| Figura 9. Distribución t de cola izquierda con 2 grados de libertad para determinar ubicación del t observado respecto al t critico | 54 |
| Figura 10. Distribución t de cola izquierda con 2 grados de libertad para determinar ubicación del t observado respecto al t critico | 55 |
| Figura 11. Distribución t de cola izquierda con 2 grados de libertad para determinar ubicación del t observado respecto al t critico | 56 |
| Figura 12. Distribución t de cola izquierda con 2 grados de libertad para determinar ubicación del t observado respecto al t critico | 57 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Tabla de Operacionalización de variables..... | 29 |
| Tabla 2. Técnicas e instrumentos | 33 |
| Tabla 3. Aplicación del cuestionario de RENOVETEC para evaluar la gestión del mantenimiento en la planta de laminación largos SIDERPERÚ S.A.A | 37 |
| Tabla 4. Estadísticos descriptivos de la producción de los laminadores I y II correspondiente al periodo 2009-2018 expresada en toneladas | 38 |
| Tabla 5. Estadísticos descriptivos del rendimiento metálico de los laminadores I y II correspondientes al periodo 2009-2018 expresado en porcentaje | 39 |
| Tabla 6. Estadísticos descriptivos de la disponibilidad de los laminadores I y II correspondientes al periodo 2009-2018 expresado en porcentaje | 40 |
| Tabla 7. Estadísticos descriptivos del costo de materia prima de los laminadores I y II correspondientes al periodo 2009-2018 expresado en dólares por tonelada | 41 |
| Tabla 8. AMEF (Análisis de modos y efectos de fallas) – MESA DE ENFRIAMIENTO 1 de la línea mercantil 2..... | 42 |
| Tabla 9. Tabla 9: AMEF (Análisis de modos y efectos de fallas) – TREN 500 de la línea mercantil 2..... | 43 |
| Tabla 10. AMEF (Análisis de modos y efectos de fallas) – TREN 330 caja 10 de la línea mercantil 2..... | 44 |
| Tabla 11. AMEF (Análisis de modos y efectos de fallas) – MOTOR PRINCIPAL TREN 500 de la línea mercantil 2 | 45 |
| Tabla 12. AMEF (Análisis de modos y efectos de fallas) – PRENSOR de la línea mercantil 2..... | 46 |
| Tabla 13. Acción correctora correspondiente a la mesa de enfriamiento de la línea mercantil 2..... | 47 |
| Tabla 14. Acción correctora correspondiente del Tren 500 de la línea mercantil 2..... | 48 |
| Tabla 15. Acción correctora correspondiente del Tren 330 caja 10 de la línea mercantil 2..... | 49 |
| Tabla 16. Acción correctora correspondiente del motor principal tren 500 de la línea mercantil 2..... | 50 |
| Tabla 17. Acción correctora correspondiente del prensor de la línea mercantil 2. | 51 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Check list de cambio de caja. | 69 |
| Anexo 2. Hoja de registro Tiempo medio entre Fallas 2018 | 70 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 3. Hoja de registro Cantidad de Fallas 2018..... | 70 |
| Anexo 4. Anexo 04: Hoja de registro, tiempo total de reparaciones Año 2018 | 71 |
| Anexo 5. Diagrama de Pareto. | 71 |
| Anexo 6. Esquema de elaboración del AMEF..... | 72 |
| Anexo 7. Registro de patrones | 73 |
| Anexo 8. Check list de caja de laminación..... | 74 |
| Anexo 9. Matriz de determinación de productividad 2018..... | 75 |
| Anexo 10. Diagrama de Ishikawa. | 75 |
| Anexo 11 Constancia de Validación..... | 76 |
| Anexo 12 Cuestionario de Auditoria de Gestión de Mantenimiento | 79 |
| Anexo 13 Elaboración de análisis de modos y efectos de fallas | 87 |
| Anexo 14 Plan de mantenimiento de mesa de enfriamiento 1 | 92 |
| Anexo 15 Cumplimiento de Check List de equipos del mercantil 2 | 93 |
| Anexo 16 Check List de caja | 94 |
| Anexo 17 Criterios de Valorización para el AMEF..... | 98 |
| Anexo 18 Acta de aprobación de originalidad de tesis | 100 |
| Anexo 19 Captura pantalla TURNITIN..... | 101 |
| Anexo 20 Autorización para Repositorio | 102 |
| Anexo 21 Autorización Versión Final | 104 |

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue aplicar el análisis de modos y efectos de fallas, línea mercantil 2, para incrementar la productividad. Empresa SIDERPERÚ S.A.A. En ese sentido, se aplicó un diseño pre experimental con pre y post prueba teniendo como población los 02 mercantiles del área de laminación de largos y como muestra se seleccionó 01 mercantil a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia en función a la baja disponibilidad del equipo. Entre los resultados obtenidos se determinó que la gestión del mantenimiento estaba en un nivel de cumplimiento del 58.41% según la auditoria aplicada. Respecto a los índices de productividad inicial se determinó la producción estaba en un promedio de 14.07, el rendimiento metálico en 89.77%, la disponibilidad en 67.33% y el costo de la materia prima en 466 dólares por tonelada. Posteriormente, se calculó el número de prioridad de riesgos de 5 equipos críticos pertenecientes a la línea mercantil 2 y se diseñaron las acciones correctivas correspondientes con mayor incidencia en la productividad. A continuación, el post test mostro que la producción se incrementó en 3.7 toneladas por mes, el rendimiento metálico en 3.1%, la disponibilidad en 5.67% y el costo de materia prima se redujo en 30 dólares la tonelada. Finalmente, como conclusión general del estudio se determinó que el análisis de modos y efectos de fallas, línea mercantil 2, incrementó la productividad significativamente.

Palabras clave: AMEF, productividad, siderúrgica, laminación

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to apply the analysis of modes and effects of failures, mercantile line 2, to increase productivity. company SIDERPERÚ S.A.A. In that sense, a pre-experimental design was applied with pre and post test having as a population the 02 mercantiles of the area of long lamination and as a sample 01 Mercantil was selected through a non-probabilistic sampling for convenience according to the low availability of the team. Among the results obtained, it was determined that maintenance management was at a compliance level of 58.41% according to the applied audit. Regarding the initial productivity indexes, the production was determined to be an average of 14.07, the metallic yield was 89.77%, the availability was 67.33% and the cost of the raw material was 466 dollars per ton. Subsequently, the risk priority number of 5 critical equipment belonging to the commercial line 2 was calculated and the corresponding corrective actions were designed with greater impact on productivity. Next, the post test showed that production increased by 3.7 tons per month, metal yield by 3.1%, availability by 5.67% and the cost of raw material was reduced by \$ 30 per ton. Finally, as a general conclusion of the study it was determined that the analysis of modes and effects of failures, mercantile line 2, increased productivity significantly.

Keywords: AMEF, productivity, steel, rolling

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el avance de la tecnología y la globalización causan gran impacto en las organizaciones, sobre todo en las empresas de manufactura, sin embargo, también impactan en las empresas que brindan servicios, es por ello que se ha desatado un gran interés en que todas las organizaciones cumplan con los estándares de calidad y a su vez poder brindar los mejores productos a los clientes en general, garantizando de esta forma, la más óptima resistencia y durabilidad de los mismos, acompañados de un bajo precio, generando en el mercado una ventaja competitiva por sobre las otras empresas competidoras, para que de ese modo se puedan lograr mantener en el mercado a la altura de los cambios y la modernización seguidos de la mejor aceptación por parte de los clientes. Por lo expuesto recientemente, la alta dirección y los colaboradores de alto rango, son los obligados a mantener un óptimo manejo de los procesos, con una buena gestión en cuanto a la generación de valor agregado a los productos y servicios que se ofrece, para de esta manera cumplir a cabalidad con las exigencias de los clientes.

El mencionado avance tecnológico no exime a la gran industria del acero, donde día con día se incrementan a pasos agigantados la cantidad de toneladas con las que se trabajan, para lo cual es de vital importancia el contar con un sistema de producción para garantizar la calidad óptima de los productos, que sean confiables, que duren y aseguren cumplir con los altos estándares requeridos, no solo por necesidad de los clientes sino también porque la normatividad así lo exige como requisito indispensable para la producción legal del acero comercial, puesto que todas las organizaciones están obligadas a llevar a cabo el desarrollo de sus procesos maximizando el rendimiento de los materiales, materia prima entre otros, lo mínimo fundamental para producir adecuadamente dichos productos.

Por todo lo antes dicho, se llega a implementar el Programa de Mantenimiento Preventivo en Sider Perú planta de laminación largos Chimbote-Perú, el cual, busca comprobar que el proceso sea continuo en el tren mercantil de laminaciones largas, todo esto gracias a la creación de la política para darle mantenimientos óptimos a las principales maquinarias con mayor uso, es decir las que son de uso frecuentes para evitar sucesos inesperados que disminuyan la calidad, productividad y disponibilidad inmediata de los mismos, para cumplir con los más altos estándares de calidad, para ello es de vital importancia tener definidas las acciones donde se evidencia el requerimiento de tener establecidos los mantenimientos, para así crear un plan de contingencia a fin de no entorpecer las labores, y

cimentar bases para llevar a cabo el crecimiento del programa con el objetivo principal de optimizar el rendimiento de la vida útil de la maquinaria y pronosticar el riesgo posible en las fallas que puedan dar pie a gastos innecesarios en recursos tanto humanos como económicos.

En los últimos años, la industrialización viene tomando gran impulso, lo que está llevando a las organizaciones a la búsqueda de los mejores indicadores en cuanto a la producción para el óptimo funcionamiento de todos los equipos que forman parte de cada proceso, es por ello que se han desarrollado nuevas metodologías mucho más avanzadas para intervenir en los procesos de mantenimiento que a su vez se integren satisfactoriamente en la producción, logrando darle un buen control y seguimiento a todas las venideras fallas que están latentes a presentarse durante el desarrollo de los procesos. Durante los últimos tiempos, contamos cada día con empresas más globalizadas, aquellas empresas que empezaron en una ciudad ahora con la globalización del mundo estas empresas ya cuentan con sucursales en varios lugares del mundo, ello genera que cada día tengan que competir con empresas cada vez más exigentes y competitivas donde la productividad es un gran indicador para comparar el mejor usos de sus recursos y de esta manera poder lograr ser competitivas según el rubro empresarial en el cual se desarrollan, la productividad en las empresas depende de la utilización de sus recursos, ahora esta utilización de sus recursos depende entre otras cosas de que tan bien realizamos el aprovechamiento de las máquinas, para su buen aprovechamientos estas máquinas deben estar siempre disponibles para su uso y evitar reparaciones como consecuencia de no haberseles hecho mantenimientos preventivos ni haber identificado cuales son las causas de sus fallas ni las consecuencias de las mismas.

La mayoría de los modelos de mantenimiento preventivo (PM) asumen que la función de peligro de un sistema después de cada aparición de PM se restaura como nuevo o en algún nivel específico. Por lo tanto, no hay provisión para la degradación del sistema con el tiempo. La operación de muchos sistemas causa estrés que resulta en la degradación del sistema y por lo tanto un aumento en el nivel de la función de peligro con el tiempo. Se supone que el PM alivia el estrés temporalmente y, por lo tanto, disminuye la velocidad de degradación del sistema. Sin embargo, este tipo de actividad no revierte la degradación; por lo que la función de riesgo es monótona. El caso especial para el cual PM reduce la tensión operativa a la de un nuevo sistema se considera con mayor detalle (por ejemplo, un nuevo sistema comienza a operar con el beneficio total de una actividad de PM; cada PM

subsiguiente restaura completamente los beneficios). Se muestra para este caso que la función de peligro en PM es aproximadamente un Weibull de 2 parámetros con el parámetro de forma 2 para sistemas con riesgo estrictamente creciente sin PM. La optimización de costos del intervalo de intervención de PM se obtiene al determinar la tasa de costo promedio de la operación del sistema. Cuando se desconoce la función de peligro sin PM, la optimización se puede lograr a través de un proceso iterativo. Esto evita la necesidad de estimar las características de falla del sistema sin PM; tales pruebas pueden ser destructivas o usar equipo costoso.

Los avances tecnológicos en equipos y el aumento en la automatización de procesos han llevado a que la función de mantenimiento tenga un papel en la competitividad empresarial. La contribución del mantenimiento preventivo se discute, como una parte importante de esta función, con cierto énfasis en los métodos para planificar el reemplazo, en el sentido del intervalo de tiempo del mantenimiento preventivo. El enfoque de optimización clásico se utiliza para ilustrar el problema de mantenimiento preventivo original, lo que permite conocer y analizar las características principales que requieren el uso de enfoques MCDM / A para estas decisiones y, por lo tanto, considerar el espacio de consecuencias multidimensionales. Se presenta un marco estructurado para construir un modelo de decisión multicriterio para apoyar la selección del intervalo de tiempo. Se aplican dos métodos MCDM / A diferentes dependiendo de las preferencias del tomador de decisiones (DM). El primero ilustra la aplicación de la teoría de la utilidad de atributos múltiples (MAUT) como un ejemplo de método compensatorio; el segundo detalla la aplicación de un método PROMETHEE no compensatorio, que considera relaciones de outranking (Sahin & Polatoglu, 2012)

La empresa SIDERPERÚ S.A.A es considerada dentro del mercado peruano como la empresa que ocupa el primer lugar en la fabricación y comercialización de acero. Tiene, como parte de su infraestructura, un completo de tipo industrial con una ubicación en la ciudad de Chimbote, y cuya extensión física tiene un valor aproximado de 600 hectáreas y con una capacidad productiva que supera las 650 mil toneladas de acero. La manufactura y venta de sus principales productos se enfoca a los aceros con elevados estándares de calidad para empresas con actividades en el rubro de construcción, minería y manufactura. Como parte de su gestión empresarial cuenta con una certificación ISO 9001 versión 2008. La empresa es parte de una corporación internacional desde el año 2006, denominada GERDAU, y la cual lidera la fabricación de aceros largos en Sudamérica convirtiéndose de

esta forma en el proveedor principal de muchas empresas. El alcance del integrado sistema de gestión de la empresa SIDERPERÚ S.A.A. comprende las actividades de los centros operativos de Chimbote, Lima y Callao.

Es necesario comentar acerca de la producción del acero en el mundo pues de los 67 países en total que han presentado su informe a la World Steel Association (acero mundial), fue de 145,000 millones de toneladas (Mt) en marzo de 2017, un 4,6% más que en el mismo período de 2016, el crecimiento se situó en un 5,7% en los tres primeros meses del año, la producción en Asia, fue de 280,6 Mt, la UE 42,5 Mt, América del Norte 29,3 Mt, CEI 25,9 Mt, China 72,0 Mt, Japón 8,9 Mt, Alemania 3,9 Mt, Italia 2,2 Mt, España 1,4 Mt, Francia 1,3 Mt, Turquía 3,1 Mt, Estados Unidos 7,0 Mt y Brasil con 2,9 millones de toneladas.

En la actualidad los mercados son el resultado de la gran competencia, lo cual se debe al nuevo ingreso de gran cantidad de competidores tanto nacionales como extranjeros, es por ello que el mercado peruano no está exento de esto. En cuanto a las barras de construcción para el año 2017 la Siderúrgica del Perú S.A.A representó el 46.6%, Aceros Arequipa un 43.4% y otros el 10%, con respecto a los periodos previos, donde se puede denotar claramente que las importaciones de acero se incrementan año tras año. La empresa SIDERPERÚ S.A.A y Corporación Aceros Arequipa S.A son las dos únicas empresas en todo el Perú, productoras de acero, las cuales anualmente producen en promedio 1200 toneladas para abastecer todo el mercado nacional.

La industria siderúrgica, el acero, representa en Rumania una parte muy importante del PIB. En esto La rama de la industria de la crisis parece estar en la final. En agosto de 2010 en comparación con agosto de 2009 en cifras brutas. El índice de producción industrial aumentó un 5,7% debido al aumento de la producción de electricidad, gas y vapor. y sector de suministro de aire acondicionado (+ 8,5%) y en fabricación (+ 6,2%). Las ramas industriales que Determinados especialmente los incrementos del índice bruto de manufactura fueron: Metalurgia (+ 27.0%). La producción de acero en Rumania pertenece a los propietarios internacionales, más del 95% y la tendencia internacional de la industria siderúrgica también se aprehende en Rumania. En la industria siderúrgica, el volumen y los costos de producción son muy importantes para una actividad rentable es importante ver el panorama completo para tomar las decisiones correctas y seguir la estrategia correcta. El mantenimiento es socio operativo para la eficiencia; Especialidad en la industria siderúrgica, operativa. Debe reconocer los beneficios de trabajar junto con el

mantenimiento, como un equipo de apoyo para reducir averías no planificadas, incrementar la efectividad de la maquinaria y disminuir los costos generales en mantenimiento.

En los últimos años, el mantenimiento, especialmente su tipo preventivo, se ha considerado como un factor efectivo y considerable para mejorar las funciones de las máquinas. El mantenimiento desempeña un papel vital en las organizaciones al mantener y aumentar la confiabilidad, la accesibilidad, la calidad de los productos, la mitigación de riesgos, la mejora del rendimiento y la seguridad. Se puede realizar un programa de mantenimiento efectivo implementando una estrategia de mantenimiento adecuada. Por lo tanto, el mantenimiento y sus estrategias tienen un estatus especial en las industrias. Sin embargo, seleccionar una estrategia de mantenimiento adecuada siempre ha sido un proceso complejo porque el mantenimiento no es una tarea repetitiva. Del mismo modo, la falta de registros de fallos y los cambios constantes en las condiciones de las máquinas lo complica aún más. Por lo tanto, la toma de decisiones también depende de las opiniones de los expertos y debido a que siempre existe algún tipo de riesgo e incertidumbre en las evaluaciones de los expertos, la fiabilidad de las evaluaciones es cuestionable.

A nivel local, la empresa SIDERPERÚ S.A.A actualmente cuenta con 3 plantas de producción para planos y derivados, laminación, acero y laminación largos, es por ello que el presente estudio se desarrollará en la planta de laminación largos, la cual cuenta con 2 líneas, el área mercantil 1 donde se elaboran barras de diversos tamaños como de ½”, 5/8”, ¾”, 1” y 1.3/8” y el área de mercantil 2 en donde se fabrican barras de construcción de diámetro 3/8”, 12 mm y ½”. En el mercantil 2 el cual produce 140000 toneladas por año de barras de construcción.

La cantidad de producción mensual se da de acuerdo al diámetro del producto laminado, cuan mayor es el diámetro total de las barras de construcción, es menor el tiempo de su proceso, comparado con la producción de barras de construcción de menor diámetro. A partir de las palanquillas de sección 100x460 x 4660 mm, se obtienen las barras de construcción de 1/2” diámetro, en la cual ocurren ciertos inconvenientes de origen mercantil en el tren debastador N°1 (caja1) puesto que no cumplen con los estándares establecidos para el proceso requerido, por ejemplo, para el proceso de laminado de una palanquilla de 100 x100, en el primer pase de la caja del mercantil 2 del tren debastador 500 a si, como del tren de terminado 330 para obtener un cajón de 62 x 107 mm, puesto que a pesar de que el manual estándar menciona que obligatoriamente tiene que haber una

luz entre cilindros de 10 mm para la obtención de resultados óptimos, el colaborador en la realidad designa 12mm de luz entre cilindros para tener un mayor agarre del producto casi terminado, lo cual genera se dé una conformidad.

Dentro de los parámetros de lo mencionado, la investigación demostró que, contando con estándar diferente, el cual se acerque más a la realidad del proceso, es lo que se necesitaba se evita la presencia de fallas por una mala calibración, programación y mantenimiento los cuales origina el problema de las paradas no programadas en la producción afectando de esta manera la eficiencia y eficacia. Dentro de la empresa SIDERPERÚ S.A.A., existían problemas en la calibración y estos ocurren todos los días cuando el laminador (trabajador) no se calibraba bien la altura entre cilindros, al armar mal su caja, cuando no se utilizaba bien los patrones para calibrar las guías de los cilindros, cuando los laminadores no respetan los estándares de calibración por ejemplo; cuando se inicia a calibrar las cajas de laminación (caja 1, caja 2) se le diferente medida que hace que el producto salga grueso o delgado, otro problema en la programación sucede todos los días, una mala calibración sucede cuando el programador comunica que va a parar en una hora determinada y esta parada lo realiza antes en este problema vemos que no existe una buena coordinación la cual causa que las paradas se alarguen por una mala programación, hay una mala programación cuando por ejemplo, el propagador quiere realizar cambio de caja de laminación pero no se pone de acuerdo con el laminador.

No había una buena coordinación con los que maquinaban los cilindros de laminación y maquinan cilindros que no están muy críticos, también existían problemas cuando el encargado de caja de laminación no revisa los elementos de la caja de laminación (distribuidor de lubricación, chumaceras, brazo de reguladores, sombreros, cuñas, contra cuñas, somieres, templadores, calas de laminación), no se verifica constantemente el sistema de lubricación cuando el tren esta laminando, que la calibración de las placas laterales estén en buen estado por que el producto terminado (1/2, 3/8 y 12”), otro problema sucede cuando no hay una buena refrigeración los canales de los cilindros de laminación son ineficaces porque solo dura un día cuando debería durar dos días, se desgastan y causa que los canales duren menos y el producto terminado salga con defectos (porosidad), cuando el caudal de la refrigeración disminuye su presión esto genera que los cilindros se rompan y cause una parada no programada.

También se presentaban problemas en las duchas de refrigeración ya que sus dispersoras no funcionaban adecuadamente por causa de la tubería obstruidas, y finalmente genera el mal armado de guiado y esto ocurre cuando no se respeta el estándar para armar guiado, cuando se utiliza polines de guiados desgastados, también se produce este problema por el mal lubricado de polines, guías secas desgastadas, caja porta tubos en mal estado, estos problemas influyen directamente sobre los costos, consecuentemente influyen sobre la productividad, es necesario en la empresa la utilización de las técnicas de la ingeniería que permitan eliminar estas paradas innecesarias que generan pérdidas a la empresa y pueda lograr que la productividad aumente; Que en la gestión del mantenimiento existe un procedimiento para llevar a cabo el análisis causa y consecuencia de cada uno de los errores, con la finalidad de determinar los estándares de trabajo y al mismo tiempo definir con exactitud lo que es una falla dentro de un proceso productivo. Otro punto importante son los RCM, que dentro del contexto de los que es un AMEF se podría definir como un determinado evento que de alguna manera podría ocasionar una falla dentro del funcionamiento de una maquinaria o de un proceso. A pesar de ello, también es necesario notar que el uso simple del termino falla no es adecuado; por el contrario, es recomendable distinguir entre un tipo de falla funcional o también denominado como un estado de falla y, por otro lado, un tipo de modo de falla el cual puede conceptualizarse como aquel evento que un determinado tiempo podría derivar en un estado de falla.

Luego del análisis de todos los problemas mencionados previamente, SIDERPERÚ S.A.A, consideró conveniente aplicar la metodología de modo y efecto para fallas en la Línea mercantil 2 que permitió disminuir la para innecesaria y para de esa forma incrementar el funcionamiento de la línea mercantil 2 así como la obtención de un aumento en la productividad en la empresa Siderúrgica.

Varios otros investigadores realizaron estudios acerca de las mismas variables abordadas por esta investigación. Como HERNÁNDEZ (2016), quien en su tesis titulada “Aplicación de la metodología análisis de modos y efectos de fallas y criticidad, en una maquina sacheteadora de colágeno tipo vertical en el laboratorio farmacéutico ROCNARF S.A.”, realizada en la Universidad de Guayaquil de Ingeniería industrial, la cual tuvo como principal objetivo proponer aplicar la metodología de análisis de modos y efectos de fallas y criticidad para cada uno de los sistemas de las máquinas sacheteadoras de colágeno para identificar y llevar a cabo la evaluación los modos de errores, efectos y criticidad, y dar como resultado logra reducir las horas de paradas no programadas, optimizando la

producción y disminuyendo los desperdicios producidos por los efectos de las fallas, en el estudio económico se analizó que con la aplicación de la metodología propuesta se obtuvo un valor de \$ 18,484.85 en el año 0 y para el siguiente año disminuirá a un valor de \$ 10,374.85, esto quiere decir que se obtiene un ahorro de \$ 1,227.32 que a partir del segundo año el costo disminuye a \$ 5,974.85, donde el autor concluye que la metodología identifica y evalúa los modos de las fallas, efectos y criticidad que se muestran, analizando la gravedad, el índice de ocurrencia y de no hallazgo con la cantidad de prioridades de los riesgos para cada uno de los sistemas de las máquinas sacheteadoras verticales siendo ese su tipo, mencionado lo anterior lograron disminuir el tiempo de las paradas, reduciendo varias horas perdidas las cuales no estarían programadas, lo cual permitió un gran incremento en cuando a la eficiencia de toda la producción, puesto que se redujeron desperdicios y se optimizaron recursos como mano de obra directa, repuestos.

AGUIAR, L. y RODRIGUEZ, H. (2014), en su tesis titulada “Análisis de modos y efectos de fallas para mejorar la disponibilidad operacional en la línea de producción de gaseosas” realizada en la Universidad Libre en Cali, Colombia Facultad de Ingeniería Mecánica. Presentó su objetivo general proponer acciones de mejora a través de ejecutar las tareas de mantenimiento preventivo en una de las líneas productivas de la empresa orientada a la elaboración de bebidas gaseosas, para lo cual identificó una serie de debilidades que tenían incidencia directa en la productividad y al mismo tiempo afectaban los índices de confiabilidad. Y como resultado logra identificar la maquinaria más crítica, las cuales fueron, la llenadora y el inspector, puesto que los mencionados presentaron el más alto número de fallas y tiempos muertos durante la producción, mostrando el 60% y 70% de entre todos los tiempos de parada de la línea respectivamente y, de la misma manera, se determinó que la media correspondiente al índice de eficiencia mecánica en la línea número 3 fue de 82.40% el cual fue medido durante el periodo de noviembre del 2011 hasta el mes de julio del año 2012, y al compararlo con la media propuesta de 88% se obtuvo una diferencia de 6.6% calificando el resultado como positivo para la productividad, asignación de tareas de mantenimiento, aprovechamiento de la materia prima y eficiencia energética, donde el autor concluye que la evaluación de los modos y los efectos en las fallas que se llevó a cabo en los equipos más críticos de la producción, teniendo en consideración la asignación de la prioridad de riesgo es decir del RNP, se ejecutaron modificaciones al plan de mantenimiento previamente propuesto según sus

etapas, en consecuencia se recuperaron los tres puntos porcentuales con respecto a la disponibilidad de las operaciones en la línea de producción.

GALEANO, H. y PEREZ, H. (2017), en su tesis titulada “Análisis de modos y efectos de fallas en el proceso de extrusión – soplado en la empresa Placa S. A.”, realizada en la Facultad Tecnológica del Programa de Ingeniería de Producción. Tuvo como objetivo general implementar la metodología análisis de modos y efectos de fallas a fin de llevar un estricto control de la variabilidad de todo el proceso de la extrusión – soplado en la empresa Placa S.A. y como resultado logra determinar el nivel prioritario del riesgo (NPR), donde el autor concluye que los factores técnicos tanto como (máquina) y factores humanos (operarios) son los más significativos al momento de diagnosticar el proceso, al realizar el análisis de dichas variables se determinó que las dos fallas más relevantes de todo el proceso, fue la contaminación final del producto a lo largo de todo el proceso y la malformación específica de la boca del producto debido a las variaciones de la maquinaria, a su vez se evidenció que el proceso presenta variaciones en la mayoría de sus etapas, ya que sus controles no son efectivos (control por atributos) y en algunos casos son inexistentes o no están normalizados; Al aplicar la herramienta para el Análisis de los modos y los efectos de las fallas a las inconformidades más críticas de todo el proceso de extrusión soplado es decir del contaminado y la boca malformada, se halló que el nivel de riesgo más alto de la inconformidad del contaminado es directamente proporcional con el manejo de la materia prima y el producto que se reprocesará, por otro lado, en la disconformidad de la boca malformada con un nivel de riesgo que está estrechamente relacionado con los lineamientos técnicos de la máquina. Al identificar las etapas del proceso que tuvieron un nivel prioritario de riesgo mayor o igual a 200 se generan una serie de acciones correctivas con lo que se busca disminuir la incidencia del producto no conforme en el proceso productivo.

MERCHAN, A. (2015), en su tesis titulada “Análisis de modo y efectos de fallas en el proceso de producción de tableros eléctricos de la Empresa EC BOX”, realizada en la Facultad de ingeniería, en la Producción y Operaciones, de la Universidad del Azuay. Tuvo como objetivo general realizar el análisis de modo y efectos de fallas, en el proceso de producción de tableros eléctricos de la empresa EC BOX. Donde el autor concluye que, para lograr una mejor participación de ventas en el mercado local, debe mostrar y brindar a los clientes un aseguramiento óptimo de la calidad en todos los productos brindados para lo cual es sumamente necesario la ejecución a cabalidad de todos los procesos de manera

eficiente, cerciorándose no solo de la calidad de los productos sin también de la optimización de los recursos, logrando así una mejora en la productividad del área de producción y en sus ventas, para lo cual en este estudio se determinó el uso de herramientas para la mejora continua y de calidad. El análisis mencionado, es el más óptimo e indicado para realizar un adecuado control y aseguramiento de la eficiencia y calidad de todos sus procesos, esto gracias a que dicha herramienta permitió la identificación de los modos del fallo para luego evaluarlos y reestablecer acciones correctivas con el único objetivo de prevenirlos o erradicarlos, la antes mencionada herramienta, ya fue aplicada a todos los procesos de producción de los tableros, dicho análisis al ser un instrumento para conseguir la maximización de la calidad se orienta a que toda la empresa, cuente con una cultura de prevención y de mejora continua, logrando evolucionar al mismo tiempo que cambia y evoluciona todo el mercado debido al avance tecnológico y la globalización.

ALVAREZ, E. (2013), en su tesis titulada “Análisis de fallas de una máquina extrusora de electrodos”, realizada en el Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas, de la Universidad de Piura-Perú. Tuvo como objeto general hallar el origen de las causales de las fallas en todo el proceso de prensado, así mismo mostrar planes que mejoran procesos para la obtención de los mejores resultados en el menor plazo esperado, para lo cual se debe denotar a la empresa el óptimo análisis de lo antes mencionado, el cual de forma correcta debe ser implementado exitosamente en cada proceso de producción de la empresa, el mismo que presenta los pasos a seguir detalladamente para facilitar el hallazgo y la evaluación de los problemas, para que todo esto funcione se requiere información detallada sobre paradas no previstas, las cuales se consiguen mediante entrevistas a los técnicos y supervisores vinculados al proceso de prensado, para lo cual se obtuvo como resultado que se logró el aumento de la disponibilidad para noviembre y diciembre, siendo estos los mejores de los 4 meses totales de estudio pues se logró el aumento del 10.8% con respecto a los meses anteriores, donde el autor concluye que la estructura realizada para alcanzar los objetivos trazados al inicio de este análisis se demostró que el análisis de modos y efecto de fallas es lo suficientemente necesario para realizar a cualquier equipo, sistema o proceso.

GARCIA, S. (2016), en su tesis titulada “Implementación del análisis de modos y efectos de fallas en la recepción de la chatarra a producción para incrementar la productividad en el área de acería de Corporación Aceros Arequipa, Lima, 2016.” realizada en la escuela

Académica Profesional de la Universidad César Vallejo. Presentó como principal objetivo, la determinación de la manera en que se aplicó la metodología de modos y efectos de fallas para el recibimiento de la chatarra en el proceso de producción para incrementar la producción del área de acería en la empresa Corporación Aceros Arequipa S.A. donde el autor obtuvo como resultado la reducción del tiempo en la recepción de la chatarra de 183 minutos en noviembre del 2016 a tan solo 1 hora en marzo del 2017, el cual disminuyó la cantidad de las operaciones de 11 a tan solo 8, presentando un evidente ahorro de 106 minutos la recepción, principalmente por el nuevo almacén de chatarra, reubicación de las grúas en los almacenes, la rapidez en la emisión los tickets y ordenes de compras por parte del balancero, así mismo se mantuvo la misma cantidad de actividades de inspección (2), pero se redujo el tiempo de las actividades de 23 minutos a 6 minutos, se refleja en la calificación de chatarra en línea, realizada por los calificadores de chatarra y por la rapidez en la inspección de los camiones de chatarra al momento de ingreso a planta por parte del personal de vigilancia, donde el autor concluye que el resultado del análisis descriptivo de la variable independiente, metodología análisis de modos y efectos de fallas, se demostró que del total de modos de fallas potenciales encontrados antes de la implementación fueron 2,246 y con las acciones correctoras disminuyeron a 142 fallas y además la reducción de fallas del 94%, con el resultado del análisis inferencial de la variable dependiente a través del análisis de normalidad se demostró que los datos de la productividad antes fue 0.506 y la productividad después fue 0.146, ambos mayores a 0.05, por lo tanto, tienen un comportamiento paramétricos.

CORONADO, J. (2015), en su investigación titulada “Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad basado en el análisis de modo y efecto de fallas a unidades de bombeo mecánico de pozos de extracción de petróleo crudo del Lote I, para aumentar su disponibilidad - Provincia de Talara, realizada en la Universidad César Vallejo. Tuvo como objetivo general; aumentar la disponibilidad de las unidades de bombeo mecánico de pozos de extracción de petróleo crudo del lote I, mediante el diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad basado en el AMEF, el autor obtuvo como resultado que en el desarrollo de la investigación mediante un análisis de criticidad a los principales componentes en falla de las unidades de bombeo, resultaron críticos el motor, la caja de engranajes y la prensa estopa y a través de un análisis de modos y efectos de fallos a las 22 fallas de los 3 componentes críticos, se evaluaron 45 efectos potenciales. Se proyectaron los indicadores de mantenimiento obteniendo: 95.74% en disponibilidad, 96.55% en

confiabilidad y 54.58% en mantenibilidad, donde el autor concluye que, con la implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad, dando solución a los componentes críticos de las unidades de bombeo los costos se redujeron hasta el valor 4 298 864 US\$/año, con un beneficio de 6 916 608 US\$/año.

ALVAREZ, D. (2017), en su investigación titulada “El análisis de modos y efectos de fallas para aumentar la disponibilidad de la flota vehicular de la empresa ENTRAFESA SAC.”, realizada en la Universidad Nacional de Trujillo. Tuvo objetivo general del estudio, la elaboración de un documento de planificación de actividades de mantenimiento centralizado en un AMEF para lograr un aumento en los valores de disponibilidad correspondiente a las unidades de transporte de la empresa EMTRAFESA S.A.C. Como parte del proceso de investigación, se inició con la detección de los puntos problemáticos que dificultaban la optimización la funcionabilidad de las unidades de transporte de la empresa analizada para luego aplicar el AMEF y obtener mejoras en la gestión de las tareas de mantenimiento de cada uno de los buses pertenecientes a la empresa y sus respectivos indicadores (mantenibilidad, disponibilidad operativa y confiabilidad). Entre las conclusiones del autor, se puede citar que la evaluación entre el pre y post prueba mostró un aumento del 19% correspondiente a la disponibilidad, un 12% perteneciente al indicador de la confiabilidad y un 4% asignado a la mantenibilidad. Dicha mejora en los indicadores de mantenimiento se reflejó en la minimización de 22 fallas, 315 reparaciones, 892.17 horas por trabajos de mantenimiento y con una mejora en el tiempo promedio de fallas equivalente a 162.14 horas.

CERNA, K. Y CORONEL, O. (2018), en su tesis titulada “Efecto del mantenimiento preventivo en el nivel de riesgo falla en equipos críticos, JADA S. A., 2018”. Realizada en la Universidad Cesar Vallejo, Chimbote – Perú. Presento como objetivo general de investigación, evaluar el nivel de riesgo de falla en equipos críticos de la empresa JADA SAC, aplicando el mantenimiento preventivo”, entre los resultados más resaltantes tiene, que los equipos involucrados en el proceso, resultan críticos y que presentan la mayor cantidad de fallas, son el Caldero y la Selladora, obteniendo un 20 y 24% relativamente. Además determina el valor RPN para cada modo de falla de estos equipos, el caldero con 26.1 y 22.95 en la selladora Ángelus respectivamente donde concluyo que, mediante el diagnóstico situacional, se logró determinar que la línea de producción de conservas mostró una deficiencia particularmente en las máquinas de calderería y selladora con un índice de RPN a 20 en fallas tales como: la corrosión de tubos en el caldero (26.1) o sobre

carga de productos en la selladora (22.95), se concluye que: Implantado el plan de mantenimiento preventivo, sobre la maquinaria crítica, se pudo determinar que a través del mantenimiento preventivo se logró incrementar la eficiencia con ayuda del Software MP9, con el que se obtuvo un cumplimiento de un 81%. A través del Análisis de Modo y Efectos de Falla (AMEF), se evaluó los índices de RPN inicial y final, que permitió reducir los riesgos por fallas luego de la implementación del mantenimiento preventivo, obteniendo como resultado un 72%.

COSSIOS, S. (2018), en su tesis titulada “Gestión del mantenimiento para incrementar la confiabilidad en los equipos de la casa de fuerza del hospital regional, Chimbote 2018, realizada en la Universidad Cesar Vallejo, Nuevo Chimbote – Perú. Presento como objetivo general de investigación, implementar un modelo de gestión de mantenimiento que permita incrementar la confiabilidad de los equipos de la casa de fuerza del Hospital Regional”. Entre los resultados más resaltantes obtuvo, el valor porcentual correspondiente a 42.53% en la cual indicaba que la gestión del mantenimiento se encontraba en un rango aceptable pero mejorable, además mostró los resultados del análisis de criticidad de los equipos del área de la casa de fuerza en donde los equipos más críticos son el grupo electrógeno y la caldera con un valor de 404 de criticidad para ambos, donde concluyo que la implementación del plan de mantenimiento en los equipos críticos utilizando el software MP9 obtuvo como valor un 70 % en el caldero y 72% en el grupo electrógeno, además incremento el valor de la confiabilidad final de la gestión de mantenimiento de la casa de fuerza en 2.71% en el caldero y 2.89 % en el caldero.

CASILIMAS, C y POVEDA. R (2014), en su tesis titulada “Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (Overall Effectiveness Equipment) en la línea tubería en Corpacero S.A, realizada en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica Tecnología Industrial Bogotá D.C. Presentó como objetivo general de investigación, la identificación e implementación de mejoras de las OEE en la línea de producción de tuberías en la empresa Corpacero S.A. Entre los resultados más resaltantes, el cálculo inicial de la OEE mostró valores porcentuales fluctuantes que iban desde el 19.3% hasta llegar el 78.4%; así mismo logró identificar que la tarea de cambio de piezas por montaje representaba la causa más común como pérdida de tiempo durante el proceso productivo. Debido a que el proceso de decisión recae sobre la alta dirección de la empresa, el diseño de las mejoras quedó pendiente de implementación y se realizó una simulación pudiendo determinar que la OEE mejorarían en un 8.4% lo cual representaría,

ponderando el salario de los operadores de maquinaria, un ahorro de \$ 3, 862, 836 durante el intervalo de tiempo analizado. Teniendo en cuenta lo descrito, el autor pudo concluir que la propuesta de mejora para la OEE era viable y beneficiosa para la empresa.

PATERNINA, M y VIANA, A (2016), en su tesis titulada “Diseño de un método de trabajo para mejorar la productividad en una maquina papelera, realizado en la Universidad de San Buenaventura Seccional Cali Facultad de Ingeniería Industrial. Presentó como objetivo general de la investigación, el diseño de una metodología de trabajo para obtener mejoras en los indicadores de productividad de la estación de trabajo dedicada a la producción de papel para lo cual aplicó herramientas de lean manufacturing six sigma. En ese sentido, el autor concluyó que el diseño propuesto a través del lean manufacturing six sigma brindó la posibilidad de mejorar sustancialmente el proceso productivo desde la forma en la que se hacia el trabajo, así como en las ratios cuantitativas obtenidos como parte de la evaluación de la productividad.

QUISPE, D (2014), en su tesis titulada “Propuesta de mejora de productividad en el área de tejeduría de una empresa textil Universidad: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Tuvo como objetivo general; mejorar la productividad en el área de tejeduría de una empresa textil, donde el autor concluye que a partir de la nueva codificación para las máquinas tejedoras se podrá realizar un seguimiento adecuado y un registro más preciso al momento de solicitar repuestos e insumos necesarios para su funcionamiento. La hoja de Control de Paradas permitirá que la clasificación de los tiempos muertos, el cálculo del tiempo total perdido, la máquina donde se dio la falla, entre otros sea pueda realizar con más facilidad y ya no sea necesario estar revisando el cuaderno de incidencias y buscar manualmente los tiempos perdidos.

VASQUEZ, L. (2015). Titulada “Propuesta para aumentar la productividad del proceso productivo de cajas porta-medidores de energía monofásicas en la industria metálica Cerinsa E.I.R.L., aplicando el Overall Equipment Effectiveness (OEE)” en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Industrial. Tuvo como objetivo general aumentar la productividad del proceso productivo de cajas porta-medidores de energía monofásicas en la industria metálica Cerinsa E.I.R.L. donde el autor concluye que respecto al diagnóstico de la situación actual de las máquinas industriales y del proceso productivo de cajas porta-medidores de energía monofásicas, se obtuvo que actualmente se producen 11 cajas porta medidores de energía por hora, además

se identificó que uno de los mayores problemas que se presentan en las máquinas industriales, se dan por una mala disponibilidad (mano de obra), un mal rendimiento (máquinas) y una mala calidad (métodos de trabajo y ambiente) al momento de operar las mismas, el autor obtuvo como resultado reducir de 76 días de trabajo a 64 días de trabajo, con ello se podrá producir ahora las 8 000 cajas porta-medidores de energía monofásicas en 12 días menos, haciendo que los indicadores de productividad aumenten y, a su vez la eficiencia física aumente en un 0,46%, además se logró incrementar en un 10% el aumento del OEE por mejora global relacionado con la reducción de paros no planificados, esto ocasionó que el OEE actual de 82,06% aumente a 87,74%.

OROZCO, E. (2016), en su tesis titulada “Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport Chiclayo”, desarrollada en la “Universidad Señor de Sipán”. Tuvo como primordial objetivo la elaboración del plan de mejora continua para el área de producción, para incrementar la productividad en dicha empresa de confecciones, donde el autor concluye que elaborar e implementar un plan para la mejora continua en la empresa a través del estudio de los tiempos y utilizando herramientas como el VSM y las 5S`s, permitió a la productividad parcial de mano de obra aumentara en aproximadamente un 6% y en cuanto a la productividad total de toda el área de producción se incremente hasta en un 15%. Finalmente se analizó costo beneficio para poder establecer que la propuesta inicial de mejora era la mas conveniente, puesto se obtuvo una ganancia de S./1.09 soles en la empresa por cada sol invertido previamente.

GOMEZ, M. (2017), en su investigación Titulada “Aplicación del SMED para incrementar la productividad en la línea de producción de los enchufes planos tropicalizados en la Empresa Corporación Visión SAC., Lima 2017” desarrollada en la Universidad César vallejo. Tuvo como principal objetivo; la determinación de la forma óptima en la que se tiene que aplicar el SMED para incrementar la productividad en la línea de producción de enchufes en la empresa Corporación Visión SAC, la presente investigación describe las herramientas que se aplicaron con el único objetivo de hallar resultados idóneos sobre el comportamiento de la producción de la línea antes mencionada para la ejecución de la propuesta que será de mucha ayuda para la empresa en la toma de decisiones, en la presente el autor concluye que tras realizar el análisis de todos los procesos productivos correspondientes a la eficacia del alcance de la meta se encuentra por debajo de lo esperado para el 2016 sobre todos los productos finales puesto que alcanzaban un promedio del 78%

luego de aplicada la herramienta de mejora llamada SMED, sin embargo, la eficacia aumentó a un 93% según la última evaluación Pos-Test llevada a cabo en la última toma de datos del 2017.

Asimismo, también se realizó un análisis de las teorías disponibles en la bibliografía especializada. Sobre dicho punto, la teoría sobre el análisis de modos y efectos de fallas (AMEF), también conocida como AMEF o FMEA por sus siglas en inglés Failure Mode Effect Analysis (Carlson, 2012), es una herramienta muy importante y utilizada, que genera grandes beneficios por su efectividad en diferentes empresas y compañías. Se fundamenta en la primicia de la Calidad, donde su objetivo principal es la erradicación de fallas antes de cometerlos. En primera parte nos permite examinar las posibles fallas del producto o proceso para identificar cada uno de sus efectos. Donde una vez reconocido la posible falla se elabora o realiza una serie de medidas que permitan que las fallas encontrada se erradicar o se minimicen y con el fin de que el impacto final en el producto o servicio sea el mínimo. Se aplica por medio de estudio sistemático de las fallas (que se denomina “modo de fallas”) y su causa partiendo de sus efectos. El estudio tendrá como objetivo la corrección de los diseños para evitar la aparición de fallas, estableciendo en lo necesario un plan de control dimensional, como resultado del estudio de fallas, estableciendo en lo necesario un plan para evitar la aparición de los mismos. “El AMEF, es una metodología que permite analizar la calidad, seguridad y/o fiabilidad del funcionamiento de un sistema, tratando de identificar los fallos potenciales que presenta su diseño y, por tanto, tratando de prevenir problemas futuros de calidad” (Cuatrecasas, 2010, p. 152). “Es una herramienta de prevención que permite identificar las posibles fallas de un producto o proceso, bien sea nuevo o ya existente, determinando sus causas, con su utilización se pueden evaluar la gravedad de los efectos de las fallas” (Camisión, Cruz y Gonzales, 2006, p. 1302).

Para realizar la elaboración, en primer lugar, se debe considerar el análisis de modo de fallas y efectos de fallas; se requiere una recolección de información de un trabajo previo donde en estés punto el avance debe contar de archivos de documentación referente a todos los principios que componen el (AMEF), es necesario estar al tanto cómo se debe llevar a cabo, es decir, el orden racional en que se lleva las operaciones; donde esta secuencia se observa mejor a través del flujo grama. Por ende, el análisis de modos y efectos de fallas es un procedimiento sistemático cuyos pasos se describen a continuación “la elaboración del análisis de modos y efectos de fallas (AMEF), concierne a un equipo pluridisciplinar

constituido por todos los departamentos involucrados en el diseño de un producto, proceso, extendiendo el concepto a todos los relacionados con el producto” (Cuatrecasas, 2010, p.152).

Fases para el análisis de modos y efectos de fallas: FASE 1: Formar el equipo, la alta dirección debe tener disponible un equipo altamente capacitado y que posea las cualidades y conocimientos sobre el sistema de análisis de modos y efectos de fallas, que será implementado. Puede ser que el proceso tenga varias partes, el representante de la alta dirección de la empresa debe desasnar un equipo responsable y altamente calificado para responder en cualquier situación o anomalía. También agregar a un representante de cada uno de tus proveedores y a un representante del cliente, esto es fundamental porque se cubren todos los posibles puntos de falla del producto. Si bien debe tener un responsable de la preparación, el Análisis de modos de fallas y efectos debe basarse en el esfuerzo de un equipo de expertos, ingenieros con experiencia en Diseño, Manufactura, Ensamble, Servicio, Calidad y Confiabilidad; En esta primera fase se identificará el proceso de estudio, referidas a cada una de las actividades del proceso, representada a través de un diagrama de operaciones (Mobley, 2013)

FASE 2: Enunciación de los modos de fallos potenciales, se inspeccionará cada actividad de los modos de fallos permisibles, donde estos dependerán el propósito del bienestar y perspectivas del cliente y será medidas a través del tiempo que durará la atención. Exponer los modos de fallas permisibles de la manera que el proceso puede fallar en el cumplimiento de los requerimientos, donde en este periodo es preciso anotar todos los modos potenciales de falla, sin tomar en cuenta la probabilidad de su ocurrencia y un analista debe ser capaz de contestar las siguientes preguntas; ¿Cómo el proceso puede fallar en su desempeño o en el cumplimiento de especificaciones? De forma independiente de las especificaciones de la ingeniería, ¿qué consideraría un cliente como objetable? Hacer una revisión en todos procesos muy similares, reportes de problemas de calidad y de las quejas de clientes, así para realizar AMEF previos sobre los procesos similares para realizar un buen punto de inicio para detectar las fallas.

FASE 3: Enunciación de los efectos de los fallos potenciales, todos los fallos potenciales de cada fallo se identificará las posibles causas que afecte directamente al consumidor del proceso, si los potenciales fallos tienen varios desperfectos, donde se elegí el mayor impacto hacia el cliente, los más graves; estos efecto perjudiciales pueden dañar la

secuencia del proceso mismo, sobre una operación extrema o sobre el consumidor final de esta manera, conjeturando que la falla ha ocurrido, en esta etapa se deben describir todos los efectos permisibles de los modos de falla señalados en el paso previo. Una pregunta clave para esta actividad es, ¿qué ocasionará el modo de falla identificado? La descripción debe ser tan determinada como sea viable donde las descripciones típicas de los efectos potenciales de falla desde la óptica del consumidor final del producto, son: eficiencia final reducida, calentamiento excesivo.

FASE 4: Determinar las causas de los modos potenciales de fallos, en esta punto del AMFE, el conjunto inspecciona todas las fuentes de desviación del proceso que hacen que el modo de fallo que ocurren, las causas potenciales de los modos de fallo están relacionadas endeble en el proceso donde las causas son el propio modo de fallas, por lo tanto las causas presentan el origen de los incumplimientos específicos del proceso, esto requiere hacer una lista de todas las posibles causas para cada modo de falla además entendiendo como causa de falla a la manera como podría ocurrir ésta, cada causa ocupa un renglón es preciso asegurarse de que la lista sea lo más completa posible, por ejemplo, si un rodamiento no funciona correctamente, la organización examinará todas las variables posibles, incluyendo si el mantenimiento de engrasar el rodamiento, temperatura, etcétera, para el fabricante de azulejos, la causa del fracaso fue un problema de cableado.

FASE 5: Enunciación de los controles actuales, donde los controles actuales son descripciones del proceso que ya sea, prevengan en un alcance posible la ocurrencia del modo de la falla o la causa/mecanismo de la falla misma, detecten la ocurrencia del modo de la falla, la causa/mecanismo de la falla misma. Estos controles pueden ser controles de proceso tales como a prueba de errores, control estadístico de los procesos, pueden ser evaluaciones posteriores del proceso, la evaluación puede ocurrir en la operación misma o en operaciones subsecuentes. Existen 2 tipos de controles de proceso a considerar: como primer control (prevención), previenen la ocurrencia de la causa/mecanismo de la falla o modo de la falla misma o reducen la proporción de la ocurrencia y como segundo control (detección), detectan la causa/mecanismo de la falla o modo de la falla misma y conducen a acciones correctivas.

FASE 6: Stamatis (2015) menciona que la determinación de los índices de evaluación, una vez realizado el paso anterior se obtendrá a partir de una lista de los posibles modos de fallos del proceso, donde deberían ser incluidos en una tabla como las que se presentan al

inicio, donde los índices que se utilizan para la evaluación de cada modos de fallas que son evaluados con mucho criterio de especialista, los valores serán identificados por el grupo especialista en análisis de modos y efectos de fallas (AMEF), esto tendrá una calificación entre uno al diez (1 a 10), y de acuerdo a los criterios encontrados, cuando llega el momento de especificar según su importancia se usa el modo de falla donde se debe dar una asignación de tres valores: nivel de severidad (gravedad de la falla percibida por el usuario), nivel de incidencia (probabilidad de que ocurra la falla), nivel de detección (probabilidad de que no detectemos el error antes de que el producto se use).

En esta tabla se puede reflejar una estimación del grado de la severidad de los efectos de las fallas potenciales se evalúa en una escala del uno al diez (1 al 10) para representar la gravedad de la falla para el cliente o para una operación posterior, una vez que esta falla ha ocurrido. Los efectos pueden manifestarse en el cliente final o en el proceso de manufactura. Esto siempre se debe considerar primero al cliente final. Si el efecto ocurre en ambos se debe usar la severidad con nivel más alto. Debe existir un equipo de trabajo altamente capacitado para responder a los de acuerdo en los criterios de evaluación y en que el sistema de calificación sea consistente “La severidad sólo se refiere o se aplica al efecto. Se puede consultar a ingeniería del producto para grados de severidad recomendados o estimar el grado de severidad aplicando los criterios de evaluación necesarios” (Gutiérrez y De la Vara 2013, p. 386).

“Severidad es el rango asociado con el más serio efecto para un modo de falla dado. La Severidad es un rango relativo dentro del alcance del AMEF particular” (Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008, p.37). Puede lograrse una reducción en el índice del rango de Severidad a través de un cambio en el diseño del sistema, subsistema o componente, o a través de rediseño del proceso mismo. Si el cliente afectado por un modo de falla es una planta de manufactura o ensamble o el usuario del producto, la evaluación de la Severidad puede extenderse fuera del campo de experiencia o conocimiento inmediato del equipo/ingenieros de procesos.

En la tabla número 2 se puede observar que para estimación tiene una posibilidad de que ocurra cada causa potencial, (que se active el mecanismo de falla) esto estima en una escala de medición de uno al diez (1 a 10). Si hay registros estadísticos adecuados, éstos deben utilizarse para asignar un número a la frecuencia de ocurrencia de la falla. Es importante ser consistente y utilizar los criterios de evaluación pertinentes para asignar tal

número. Si no hay datos históricos puede hacerse una evaluación subjetiva. Donde la incidencia por artículo/producto es utilizada para indicar el número de fallas que son previstas durante la operación de un proceso. “La frecuencia, está relacionada a las probabilidades de las ocurrencias de las causas, su valoración se da en base a datos estadísticos o matemáticos de este tipo” (Gutiérrez & De la Vara, 2013, p.387).

Ocurrencia es la probabilidad de que una causa/mecanismo específico ocurra, resultando en un modo de falla dentro de la vida del diseño. La probabilidad de un número de rango de ocurrencia tiene un relativo más que un valor absoluto. Un sistema de rangos de ocurrencia consistente debiera ser usado para asegurar continuidad. El número de ocurrencia es un rango relativo dentro del alcance del AMEF y puede no reflejar la probabilidad de ocurrencia actual” (Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation, 2008, p.45).

En detección, en el sentido de que entre más preventivos y mejores sean los controles reciben una calificación más baja, mientras que los peores controles reciben una puntuación más alta. Cuando se tiene más de un control para un modo de falla o su causa, se recomienda que revaloren todos los controles, y que se registre la puntuación más baja. Se debe suponer que la falla ha ocurrido y entonces evaluar la eficacia de todos los “Controles actuales” para prevenir el embarque de la pieza que tiene tal modo de falla. No suponer de manera automática que la puntuación de la Detección es baja porque la posibilidad de ocurrencia de la falla es también baja; pero sí evaluar la capacidad de los controles del proceso para detectar que modos de falla con baja frecuencia avancen en el proceso. Verificaciones de calidad hechas de manera aleatoria, son poco eficientes para detectar la existencia de un problema aislado y no debe influir la puntuación de la Detección. Es importante que el equipo concuerde con los criterios de evaluación y los apliquen de manera consistente. Además, la defectibilidad, es la probabilidad de las detecciones de todas las causas de las fallas, difíciles de detectar, pero con gran impacto en la satisfacción del cliente, se evaluará los controles para detectar las causas de los modos de fallas, si el resultado es menor la capacidad de detección será mayor el índice de defectibilidad. “En detección, se trata de valorar la posibilidad de que los mejores controles actuales detecten el modo de falla o su causa. La posibilidad se expresa en una escala inversada de 1 a 10” (Gutiérrez y De la Vara, 2013, p. 388).

La confiabilidad, la capacidad de mantenimiento y la disponibilidad (RAM) son tres atributos del sistema que son de gran interés para los ingenieros de sistemas, logísticos y usuarios. En conjunto, afectan tanto a la utilidad como a los costos del ciclo de vida de un producto o sistema. Los orígenes de la ingeniería de confiabilidad contemporánea se remontan a la Segunda Guerra Mundial. Las primeras preocupaciones de la disciplina fueron los componentes electrónicos y mecánicos (Ebeling, 2010). Sin embargo, las tendencias actuales apuntan a un aumento dramático en la cantidad de productos industriales, militares y de consumo con funciones informáticas integradas. Debido a la rápida y creciente integración de las computadoras en los productos y sistemas utilizados por los consumidores, la industria, los gobiernos y los militares, la confiabilidad debe Considerare tanto el hardware como el software. Los modelos de mantenibilidad presentan algunos retos interesantes. El tiempo para reparar un artículo es la suma del tiempo requerido para la evacuación, el diagnóstico, el ensamblaje de los recursos (piezas, bahías, herramientas y mecánicos), la reparación, la inspección y la devolución. La demora administrativa (como los feriados) también puede afectar los tiempos de reparación. A menudo, estos subprocesos tienen un tiempo mínimo para completar que no es cero, lo que da como resultado que la distribución utilizada para modelar la capacidad de mantenimiento tenga un parámetro de umbral (Palmer, 2019).

Disponibilidad es la probabilidad de que los componentes, piezas y sistemas realicen sus funciones requeridas durante un período de tiempo deseado sin fallas en entornos específicos con la confianza deseada. La confiabilidad, en sí misma, no tiene en cuenta ninguna acción de reparación que pueda tener lugar. La confiabilidad representa el tiempo que tardará el componente, la pieza o el sistema en fallar mientras está funcionando. No refleja cuánto tiempo tomará para que la unidad en reparación vuelva a funcionar correctamente. Como se indicó anteriormente, la disponibilidad representa la probabilidad de que el sistema sea capaz de llevar a cabo su función requerida cuando se le solicita, dado que no ha fallado o está en una acción de reparación. Por lo tanto, no solo la disponibilidad es una función de confiabilidad, sino que también es una función de mantenibilidad. (Mora, 2009, p. 67). Un parámetro de umbral se define como el tiempo mínimo probable para reparar. La estimación de la capacidad de mantenimiento puede complicarse aún más por los efectos de la cola, lo que da como resultado tiempos de reparación que no son independientes. Esta dependencia con frecuencia hace que la

solución analítica de problemas relacionados con la mantenibilidad sea intratable y promueve el uso de la simulación para respaldar el análisis.

El dimensionado de la importancia de los modos de falla se obtiene a partir de tres coeficientes cuyo producto dará lugar a un índice final que permitirá calibrar la falla y sus consecuencias, y que denominaremos índice de Prioridad de Riesgo, también se puede decir que es un enfoque que apoya en la priorización (Cuatrecasas, 2010, p 161).

La acción correctora es el enfoque de dirigir evaluaciones de Ingeniería para acciones correctivas o preventivas en aquellos ítems de alta severidad, alto índice de prioridad de riesgo o cualquier otro ítem designado por el equipo, la intención de cualquier acción recomendada es reducir los rangos en el siguiente orden: severidad, ocurrencia y detección (Gutiérrez & De la Vara, 2013, p 391). Para la acción correctora se usará la fórmula.

Herramienta de ingeniería industrial para la implementación. Se usara el diagrama de Pareto el cual consiste en la representación gráfica de los datos recogidos en el papel, para eso se apreciara cuáles son las fallas ocurridas con más continuidad y estas se representan en el radical izquierdo, junto al eje vertical, por medio de una barra ancha que va a tener la altura correspondiente a su continuidad más adelante de se representa la segunda falla en una secuencia continua y de esta forma así sucesivamente ; Antes de dibujar el diagrama de Pareto hay que determinar la ubicación de las fallas en orden decreciente con respecto a la del número de funcionalidad que se sete analizando.

La medida de la eficiencia en una persona, máquina, fábrica, sistema, etc., en la conversión de entradas en salidas útiles. Es por ello que la productividad se calcula dividiendo la producción promedio por período entre los costos totales incurridos o los recursos (capital, energía, material, personal) consumidos en ese período. La productividad es un determinante crítico de la eficiencia de costos. La productividad es una medida de la eficiencia de una persona que realiza una tarea. A menudo asumimos que la productividad significa hacer más cosas cada día. Incorrecto. La productividad es lograr que las cosas importantes se hagan constantemente. Y no importa en qué esté trabajando, solo hay algunas cosas que son verdaderamente importantes. (Gutiérrez & De la Vara, 2013, p 7).

Es la relación entre los productos logrados y los insumos que fueron usados o los causantes de la producción que intervinieron. El índice de productividad expresa el buen

aprovechamiento de todos y todos los causantes de la producción, los críticos más indispensables, en un tiempo definido (García, 2011, p. 17).

Los economistas han demostrado que las grandes y persistentes diferencias en los niveles de productividad en las empresas son omnipresentes. Este hallazgo ha dado forma a las agendas de investigación en varios campos, que incluyen (pero no se limitan a) la macroeconomía, la organización industrial, el trabajo y el comercio. Este documento examina y evalúa el trabajo empírico reciente que aborda la pregunta de por qué las empresas difieren en sus niveles de productividad medidos. Las causas son múltiples y difieren según la configuración particular. Incluyen elementos derivados de las prácticas de producción y, por lo tanto, sobre los cuales los productores tienen algún control directo, al menos en teoría, así como de los entornos operativos externos de los productores. Después de evaluar el estado actual del conocimiento, expongo lo que veo que son las principales preguntas que la investigación en el área debe abordar en el futuro. (García, 2011, p. 25).

Cada vez más, las empresas están considerando la adopción de nuevas prácticas de trabajo, como equipos de resolución de problemas, comunicación mejorada con los trabajadores, seguridad laboral, flexibilidad en las asignaciones de trabajo, capacitación de trabajadores para múltiples trabajos y una mayor dependencia en el pago de incentivos. Los resultados empíricos respaldan de manera consistente la siguiente conclusión: la adopción de un sistema coherente de estas nuevas prácticas de trabajo, incluidos los equipos de trabajo, las asignaciones de trabajo flexibles, la seguridad del empleo, la capacitación en múltiples trabajos y la gran dependencia en el pago de incentivos, produce niveles sustancialmente más altos de productividad que los enfoques más "tradicionales" que incluyen definiciones de puestos de trabajo estrechos, reglas de trabajo estrictas y pago por hora con supervisión cercana. En contraste, la adopción aislada de prácticas de trabajo individuales no tiene ningún efecto sobre la productividad. Interpretamos esta evidencia como apoyo a modelos teóricos recientes que enfatizan la importancia de las complementariedades entre las prácticas de trabajo de una empresa. (García, 2011 p. 25)

Investigaciones recientes que utilizan datos de establecimientos y empresas han planteado una variedad de preguntas conceptuales y de medición con respecto a nuestra comprensión del crecimiento de la productividad agregada. Varios hallazgos clave relacionados son de interés. Primero, hay una reasignación continua de productos a gran escala e insumos a través de productores individuales. En segundo lugar, el ritmo de esta reasignación varía

con el tiempo (tanto secularmente como cíclicamente) y entre sectores. En tercer lugar, gran parte de esta reasignación se refleja en lugar de entre la reasignación del sector. En cuarto lugar, hay grandes diferenciales en los niveles y las tasas de crecimiento de la productividad en los establecimientos dentro del mismo sector. El rápido ritmo de producción y la reasignación de insumos junto con las diferencias en los niveles de productividad y las tasas de crecimiento son los ingredientes necesarios para que el ritmo de la reasignación juegue un papel importante en conjunto (es decir, industria) crecimiento de la productividad (Machado & Davim, 2017).

Dentro del ámbito de la producción industrial, existe una extensa literatura, tanto empírica como teórica, que abarca el crecimiento, la productividad, la eficiencia y la competencia en diferentes niveles de agregación (Kleindorfer, 2013). En los últimos años, la investigación de producción, así como la externalización de tecnología, se ha ampliado. La evidencia empírica sobre este último se basa muy a menudo en datos agregados a nivel de país o industria, originados en países industrializados. Si bien los problemas de crecimiento y competitividad se han aplicado principalmente a los estudios de país (Barro y Sala-i-Martin, 1995), los estudios de productividad y eficiencia son principalmente micro orientado. Los últimos temas se utilizan con frecuencia en estudios de desempeño que se concentran en gran medida en los sectores y servicios agrícolas y manufactureros. La creciente importancia del sector de servicios ha provocado una creciente preocupación por su desempeño. En los últimos años, la crisis financiera mundial ha afectado significativamente al Sistemas bancarios de los países en transición. Por lo tanto, la eficiencia es de gran importancia para la estabilidad de las entidades de crédito. Los resultados de nuestra investigación resaltan algunos aspectos importantes. Los puntajes de eficiencia metafrontier revelan diferencias significativas entre los bancos comerciales, lo que indica un potencial para aumentar estos puntajes, así como una alta heterogeneidad. Nuestros hallazgos muestran un mayor rendimiento para los sistemas bancarios en la República Checa y los países bálticos, mientras que en Croacia y Rumania se están quedando atrás. También encontramos tasas de crecimiento de productividad muy bajas durante el período de muestra, lo que señala un estancamiento. La dimensión de la eficiencia (García, 2011, p.16).

La eficiencia de un productor o una industria se puede definir de dos maneras: como una capacidad para economizar en las entradas, o como una capacidad para obtener una alta producción con entradas determinadas. La forma más directa de medir el crecimiento de la

eficiencia en la producción de un producto es observar la tasa de aumento del precio del producto. Un problema más serio es que el uso directo de los precios en la medición de la eficiencia es posible solo cuando estamos midiendo la eficiencia de toda la economía en la producción de un producto en particular. Otro enfoque para la medición de la eficiencia se basa en los índices de productividad. La productividad de los insumos tiene una ventaja sobre los precios como medida de eficiencia: pueden computarse en base a la industria. Las estadísticas sobre insumos laborales en la industria de la construcción están disponibles. Los índices de precios confiables están disponibles para ciertos tipos de construcciones pesadas con un rendimiento relativamente fácil de medir. (García, 2011, p. 17).

Eficiencia y efectividad según lo declarado por Peter Drucker “La eficiencia es hacer las cosas bien; La efectividad es hacer lo correcto”. Una organización sobrevive en base a la eficiencia y efectividad de un gerente / gerencia. La eficiencia es el uso de recursos financieros, humanos, físicos y de información, de manera que la producción se maximiza para cualquier conjunto dado de entradas de recursos, o la entrada se minimiza para cualquier cantidad y calidad de producción. Un gerente eficiente puede estar haciendo el trabajo correcto pero no el trabajo correcto. Hacer el trabajo correcto no requiere mucho tiempo ni recursos. Un trabajo se puede hacer de manera muy rápida y eficiente en el tiempo. En este caso, el objetivo principal del gerente es hacer el trabajo dentro del tiempo asignado utilizando los recursos dados. Pero hacer un trabajo efectivamente implica tiempo y planear la estrategia correcta. En este caso, el gerente se concentra más en el resultado que en la entrada. Tanto la eficiencia como la eficacia son una parte integral de una gestión exitosa. (García, 2011 pág. 17).

Entonces, al considerar lo expuesto se estipuló el siguiente problema general de investigación: ¿En qué medida la aplicación del análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 incrementará la productividad de la empresa SIDERPERU S.A.A. en la ciudad de Chimbote, año 2018? De la misma manera, se plantearon los siguientes problemas específicos: ¿En qué medida el diagnóstico de la gestión de mantenimiento y los niveles de productividad incrementará la productividad en la línea mercantil 2 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A. en la ciudad de Chimbote, año 2018? ¿En qué medida la determinación del índice de prioridad de riesgo en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 incrementará la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A. en la ciudad de Chimbote, año 2018? ¿En qué medida la evaluación de la acción correctora

en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 incrementará la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A. en la ciudad de Chimbote, año 2018?

Es por ello que la presente investigación tuvo una importancia de manera práctica, debido a los problemas se detectaron en las paradas innecesarias de línea mercantil 2 de la empresa productora de acero en el Perú , y mediante la aplicación de la herramienta de análisis de modo y efecto de fallas, ayudará a la empresa, seguida de su metodología permitirá hacer que disminuyan las paradas innecesarias, y aumente el tiempo de funcionamiento, generando para ello el incremento de la productividad y aumento del rendimiento de la línea mercantil 2 de la empresa en estudio. Teóricamente, la aplicación el análisis de modos y efectos de fallas de la línea mercantil 2 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A permitirá ofrecer como la adecuación de esta herramienta puede ser utilizada en empresas del rubro siderúrgico, para lo cual se aplicarán todas las metodologías ajustando a ello conocimiento que será de vital importancia en el estudio de nuevas investigaciones orientadas al mantenimiento de equipos y maquinarias. Económicamente, permitirá a la empresa SIDERPERÚ S.A.A disminuir los tiempos de paradas y evitará realizar paras intempestivas, ello traerá como consecuencia que la empresa se beneficiará porque permitirá a que la empresa disminuya sus costos orientados a las paradas no programadas, consecuentemente aumentará su productividad lo que permitirá ser más competitivo en el rubro. Por otro lado, la metodología permitirá a futuros investigadores tomar como referencia dicha investigación con la aplicación de la metodología usada para poder comparar y discernir en su utilización para brindar soluciones en sus futuras investigaciones, lo que acelera la realización de sus investigaciones relacionada a la aplicación de la herramienta análisis de modos y efectos de fallas en equipos de empresas siderúrgicas.

Respecto a la hipótesis general, se planteó comprobar que la aplicación del análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 incrementa la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018. Y, en el caso de las hipótesis específicas, se plantearon las siguientes: H1 = El diagnóstico de la gestión de mantenimiento y los niveles de productividad incrementa la productividad en la línea mercantil 2 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A. en la ciudad de Chimbote, año 2018, H2 = La determinación del índice de prioridad de riesgo en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 incrementa la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018 y la H3 = La evaluación de la acción correctora

en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 incrementa la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018.

Para el objetivo general de la presente investigación se determinó: Aplicar el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 para incrementar la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018. Mientras que los objetivos específicos fueron: 1. Diagnosticar la gestión de mantenimiento y los niveles de productividad de la línea mercantil 2 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018, 2. Determinar el índice de prioridad de riesgo en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 que incrementa la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018, 3. Evaluar la acción correctora en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 que incrementa la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Estudio.

Tipo aplicativo porque tomara en cuenta la herramienta del análisis de modos y efectos de fallas para solucionar la problemática de la línea mercantil 02 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A que guarda relación con la productividad. Además de ello es experimental porque estudia comparativamente disminuir la indisponibilidad operativa de los equipos antes y después de la modificación de la realidad con la ejecución del análisis de modos y efectos de fallas. El diseño para la contratación de la hipótesis es pre-experimental, se ejecutará el análisis de modos y efectos de fallas para disminución de las paradas de equipos elegidos con fundamento enfocado a la indisponibilidad operacional que estos obtienen en su desempeño de sus funciones operacionales dentro de la población de estudio, a esta población se le aplicara el tratamiento para obtener “Pre Prueba – Post Prueba”.

G - O1 - X - O2

G: Línea mercantil n° 2 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote.

O_1: Productividad en la Línea mercantil n° 2 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A antes de la implementación del análisis de modos y efectos de fallas en el año 2018.

X: Tratamiento del análisis de modos y efectos de fallas.

O_2: Productividad en la Línea mercantil n° 2 de la Empresa SIDERPERÚ S.A.A después de la implementación del análisis de modos y efectos de fallas en el año 2019.

2.2 Operacionalización de variables

- **Variable Independiente**

Análisis de modos y efecto de fallas

- **Variable Dependiente**

Productividad

Tabla 1. Tabla de Operacionalización de variables

| Análisis de modos y efectos de fallas, en la línea mercantil 2 para incrementar la productividad. Empresa SIDERPERÚ S.A.A Chimbote, año 2018. | | | | | | | |
|---|--|---|------------------------------------|--|---|--|--------|
| variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Fórmulas | Técnicas e instrumentos | Escala |
| V. Independiente (X) Análisis de modos y efecto de fallas | La metodología del análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF, FMEA, Failure Mode and Effects Analysis; en España también se le conoce como análisis modal de fallos y efectos (AMFE) permite identificar las fallas potenciales de un producto o un proceso y, a partir de un análisis de su probabilidad de ocurrencia, formas de detección y el efecto que provocan; estas fallas se jerarquizan, y para aquellas que vulneran más la confiabilidad del producto o el proceso será necesario generar acciones para eliminarlas o reducir el riesgo asociado con las mismas. (Gutiérrez & De la Vara, 2013, p. 388). ISBN: 9786071509291. | Un Análisis de modos y efectos de fallas es una técnica analítica usada por ingenieros/equipos responsables de manufactura/ensamble, como un medio para asegurar que, y en un alcance posible los modos de fallas potenciales y sus causas/mecanismos asociados, hayan sido considerados y abordados. En su forma más rigurosa, un AMEF es el resumen de ideas de un equipo (incluyendo el análisis de ítems que pudieran fallar en base a experiencia) conforme el proceso en cuestión se desarrolle. (Benites & Peralta, 2018). | D1: Disponibilidad. | Tiempo medio entre fallas. Tiempo medio de reparación. | $D = \frac{MBTF}{(MBTF + MTTR)} * 100$ Donde: D=Disponibilidad. MBTF=Tiempo medio entre falla. MTTR= Tiempo medio de reparación. | Técnicas: Observación. -Análisis documental. -Análisis de datos Instrumentos: -Hoja de registro | Razón |
| | | | D2: Índice de prioridad de riesgo. | Índice de la frecuencia de ocurrencia de la falla. Índice de la severidad de efecto de falla. Índice de detectabilidad de los controles. | $IPR = (O * S * D)$ Donde: IPR= Índice de prioridad de riesgo. O= Índice de la frecuencia de ocurrencia de la falla. S= Índice de la severidad de efecto de falla. D= Índice de detectabilidad de los controles. | tiempo medio entre fallas año 2018. -Hoja de registro cantidad de fallas año 2018. -Hoja de registro tiempo total de reparación. -Hoja de registro de disponibilidad. | Razón |
| | | | D3: Acción correctora. | Índices de prioridad de riesgo. | $AC = (IPR \geq 100)$ Donde: AC= Acción correctora. IPR=Índice de prioridad de riesgo. | -Matriz de elaboración del AMEF. -Diagrama de operaciones. -Diagrama de Pareto | Razón |

| | | | | | | | |
|----------------------------------|---|---|------------------|-------------------------|--|---|-------|
| V. Dependiente (y) Productividad | <p>En general, la productividad se entiende como la relación entre lo producido y los medios utilizados; por lo tanto, se mide mediante el cociente: resultados logrados entre recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, piezas vendidas, clientes atendidos o en utilidades. Mientras que los recursos empleados se cuantifican por medio del número de trabajadores, tiempo total empleado, horas-máquina, costos, etcétera. (Gutiérrez Humberto & De la Vara Román, 2013, p. 07). ISBN:9786071509291.</p> | <p>La productividad se relaciona con la optimización del desarrollo productivo, además la optimización significa una comparación conveniente entre la proporción de elementos usados y la proporción de bienes y servicios producidos, por lo tanto, la productividad en términos en general, es la relación entre productos e insumos, realizando de este indicio una medida de la eficiencia y la eficacia con la cual la organización usa sus elementos para producir bienes finales. (Benites & Peralta, 2018).</p> | d1: Eficiencia. | Eficiencia de recursos. | $EP = (RP/RU)$ Donde: ET= Eficiencia. RP= cantidad de recursos programados. RU= Cantidad de recursos utilizados. | Técnicas: -Observación. -Análisis documentario. -Análisis de datos Instrumentos: -Matriz de determinación de la productividad. | Razón |
| | | | d2: Eficacia. | Eficacia de unidades | $ET = (PL/M)$ Donde: ET= Eficacia. PL= Productos logrados. M= Meta. | | Razón |
| | | | d3: Efectividad. | productividad | $EF = (EP*ET)$ Donde: EF= Efectividad EP= Eficiencia. ET= Eficacia. | | Razón |

2.3 Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población

Para determinar la población para este estudio de investigación se realizará un análisis de interrupción de mantenimiento, este análisis conformado por las paradas de los mercantiles mercantil 01 y mercantil 02, que influye sobre la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A. la cual fundamentaremos para la selección de la población de estudio.

2.3.2 Muestra

La muestra para este estudio de investigación estará conformada por 20 equipos de la línea mercantil 2 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A, Se muestra en la tabla siguiente:

| Estrato | Cantidad | % |
|----------------------------|-----------------|---------------|
| Tren de caja de laminación | 10 | 0.50 |
| Motores | 5 | 0.25 |
| Otros | 5 | 0.25 |
| TOTAL POBLACIÓN | N=20 | 100,00 |

Fuente: Elaboración propia.

2.3.3 Muestreo

El muestreo será no probabilístico (no aleatorio), el estudio se efectuará realizando el diagnostico de disponibilidad a los equipos que forman parte de la línea mercantil 2 cuales son importantes en la producción, estos están determinados por los siguientes equipos.

n1=Tren 500 caja1

n2= Tren 500 caja 2

n3=Tren 330 caja 3

n4=Tren 330 caja 4

n5=Tren 330 caja 5

n6=Tren 330 caja 6

n7=Tren 330 caja 7

n8=Tren 330 caja 8

n9=Tren 330 caja 9

n10=Tren 330 caja 10

n11=Mesa de enfriamiento 1

n12=Horno ampilado

n13=Dobladora

n14=Cizalla 51

n15=Motor principal

n16=Motor 51

n17=Mesa de enfriamiento 2

n18=Motor 17

n19=Motor 18

n20=Motor 19

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

Tabla 2. Técnicas e instrumentos

| | Variable | Técnica | Instrumento | Fuente |
|------------------------|-------------------------------------|-------------|--------------------------------|---|
| Variable independiente | | Observación | Ficha técnica de mantenimiento | Archivos históricos De la planta de laminación largos de la empresa SIDERPERÚ S.A.A. |
| | Análisis de modos efectos de fallas | Entrevista | Guía de entrevista | Gerente de producción de la planta de laminación largos de la empresa SIDERPERÚ S.A.A |
| Variable dependiente | | Observación | Ficha datos | Archivos históricos históricos de la planta de laminación largo de la empresa SIDERPER S.A.A. |
| | Productividad | Entrevista | Guía de entrevista | Gerente de producción de la planta de laminación largos de la empresa SIDERPERÚ S.A.A |

Fuente: Requerimientos de la investigación

2.5. Procedimiento

Diagnosticar la disponibilidad de equipos a través del análisis de modos y efectos de fallas que incrementa la productividad en la línea mercantil 2 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018, 2. Determinar el índice de prioridad de riesgo en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 que incrementa la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018, 3. Evaluar la acción correctora en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 que incrementa la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018.

2.6. Métodos de análisis de datos

| OBJETIVOS ESPECÍFICOS | TÉCNICA | INSTRUMENTO | RESULTADO |
|---|--|--|---|
| El diagnóstico de la disponibilidad de equipos a través del análisis de modos y efectos de fallas incrementa la productividad en la línea mercantil 2 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018. | Observación. Análisis documentario. Análisis de datos. | *ANEXO 01: Check list de cambio de caja. *ANEXO 02: Hoja de registro Tiempo medio entre Fallas. *ANEXO 03: Hoja de registro cantidad de falla. *ANEXO 04: Hoja de registro, tiempo total de reparaciones. | Determinar la disponibilidad operacional de los equipos para implantar líneas de acción que permita incrementar la productividad en la línea mercantil 2 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A. |
| El análisis del índice de prioridad de riesgo en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 incrementa la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018. | Observación. Análisis documentario. Análisis de datos. | *ANEXO 05: Diagrama de Pareto. *ANEXO 06: Matriz de elaboración del AMEF. *ANEXO 07: Registro de patrones. * ANEXO 08: Check list de caja de laminación. | Determinar la prioridad para trazar acciones a los efectos de las fallas dirigidas con respecto a la severidad, ocurrencia y detectabilidad que permitirán aumentar la productividad. |

| | | |
|--|---|---|
| <p>La evaluación de la acción correctora en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 incrementa la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018.</p> | <p>Observación. Análisis documentario. Análisis de datos.</p> | <p>* ANEXO N°09: Matriz de determinación de productividad</p> <p>ANEXO 10: Incrementar la productividad a través de las acciones correctivas en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 de la auditoria de gestión empresa SIDERPERÚ S.A.A.</p> <p>ANEXO 11: Constancia de Validación.</p> <p>ANEXO 12: Cuestionario de mantenimiento.</p> <p>ANEXO 13: Elaboración de análisis de modos y efectos de fallas.</p> <p>ANEXO 14: Plan de mantenimiento de mesa de enfriamiento 1.</p> <p>ANEXO 15: Cumplimiento de check list de equipos de la línea mercantil 2.</p> <p>ANEXO 16: Check list de caja.</p> <p>ANEXO 11: Criterios de valorización para el AMEF</p> |
|--|---|---|

2.7. Aspectos éticos

Como estudiantes de la universidad Cesar Vallejo, cumplimos a cabalidad con el reglamento y la resolución que estipula que la empresa tiene pleno conocimiento del estudio realizado, a su vez la investigación está comprometida con el correcto citado para la autenticidad de las frases dando el reconocimiento a los autores sin ánimos de plagio o usurpación de ninguna frase anteriormente mencionada, también el presente estudio se realizó con el consentimiento de todos los entrevistados y de todas las personas que colaboraron con la investigación.

III. RESULTADOS

Diagnóstico de la gestión de mantenimiento y los niveles de productividad de la línea mercantil 2 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018

Se inició con el diagnóstico referente a la gestión de mantenimiento llevada a cabo en la planta de laminación largos de SIDERPERÚ S.A.A. y de esa manera poder determinar las desventajas organizacionales o funcionales del área que podían estar incidiendo de manera negativa en la productividad.

Tabla 3. Aplicación del cuestionario de RENOVETEC para evaluar la gestión del mantenimiento en la planta de laminación largos SIDERPERÚ S.A.A.

| Gestión del mantenimiento: SIDER | Preguntas del cuestionario | Puntaje Máximo | Punta Obtenido | % cumplimiento |
|--|----------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Análisis del personal de mantenimiento | 1 al 28 | 84 | 37 | 44.05% |
| Medios técnicos empleados para el mantenimiento | 29 al 42 | 42 | 26 | 61.90% |
| Mantenimiento preventivo y plan de mantenimiento | 43 al 49 | 21 | 14 | 66.67% |
| Organización del mantenimiento correctivo | 50 al 66 | 51 | 28 | 54.90% |
| Análisis del sistema de información | 67 al 78 | 36 | 23 | 63.89% |
| Gestión del stock de repuestos | 79 al 90 | 36 | 26 | 72.22% |
| Análisis de los resultados de mantenimiento | 91 al 105 | 45 | 30 | 66.67% |
| TOTALES | | 315 | 184 | 58.41% |

Leyenda

| | |
|--|--|
| < 40% de índice de conformidad | Sistema muy deficiente |
| 40-60% de índice de conformidad | Aceptable pero mejorable |
| 60-75% de índice de conformidad | Buen sistema de mantenimiento |
| 75-85% de índice de conformidad | El sistema de Mantenimiento es muy bueno |
| > 85% de índice de conformidad | El sistema de Mantenimiento puede considerarse excelente |

Fuente: Cuestionario de Auditoria de Gestión de Mantenimiento (Anexo 12)

En la Tabla 3, se puede identificar que los aspectos con menor puntaje estuvieron enfocados en el personal de mantenimiento y en la organización del mantenimiento correctivo. Asimismo, otros ítems no lograron superar el 70% de cumplimiento del puntaje máximo esperado, y en términos generales, el sistema fue calificado como aceptable pero mejorable.

Luego de haber analizado la gestión del mantenimiento, se procedió a determinar los niveles de producción y a calcular los indicadores de productividad de la planta de laminación.

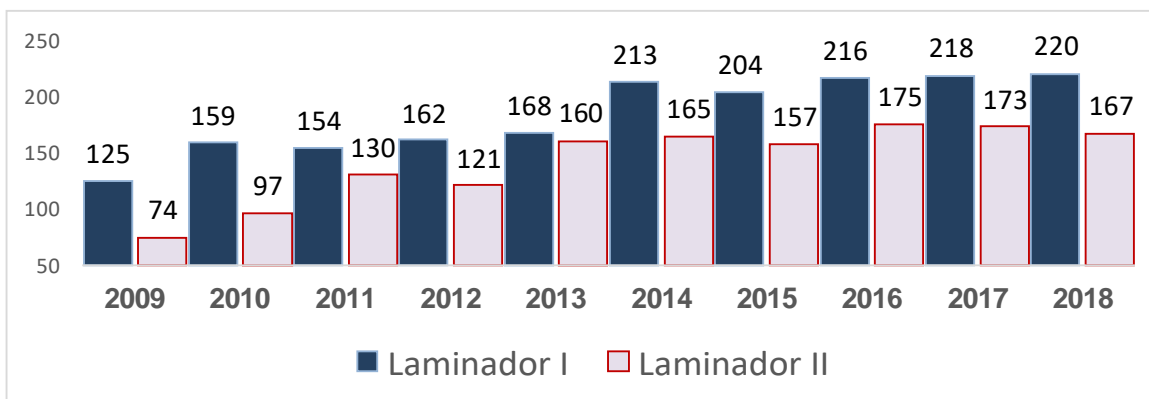


Figura 1. Producción de los laminadores I y II correspondiente al periodo 2009-2018 expresada en toneladas

Fuente: SIDERPERU

La producción de los laminadores se mide en toneladas producidas por año. Un análisis visual de la Figura 1 demuestra que los niveles de producción del laminador I han sido superiores a los volúmenes producidos por el laminador II.

Tabla 4. Estadísticos descriptivos de la producción de los laminadores I y II correspondiente al periodo 2009-2018 expresada en toneladas.

| Estadística | Laminador I | Laminador II | Lam I- Lam II | Variación % |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|-------------|
| Promedio anual | 183.80 | 142.01 | 41.79 | 22.74 |
| Mediana/año | 185.90 | 158.69 | 27.21 | 14.64 |
| Máximo 2009-2018 | 220.00 | 175.24 | 44.76 | 20.34 |
| Mínimo 2009-2018 | 124.61 | 74.42 | 50.19 | 40.28 |
| Tasa incremento/año | 9.54 | 9.25 | 0.29 | 3.09 |

Fuente: Elaboración propia a partir de la Figura 1

La Tabla 4 muestra que la producción promedio mensual del laminador I ha sido mayor que la producción del laminador II en 41.79 toneladas promedio cada año, lo cual representa un 22.74% de diferencia. También se observa que el laminador I alcanzó un pico de producción superior en 20.34% respecto al volumen de producción más alto obtenido por el laminador II, y en el caso del valor mínimo obtenido por el laminador I, éste fue mayor en 40.28% en comparación con el mínimo registrado por el laminador II. Durante el periodo analizado, ambos laminadores incrementaron su producción, pero el laminador I mostró un crecimiento anual mayor que el laminador II en un 3.09%.

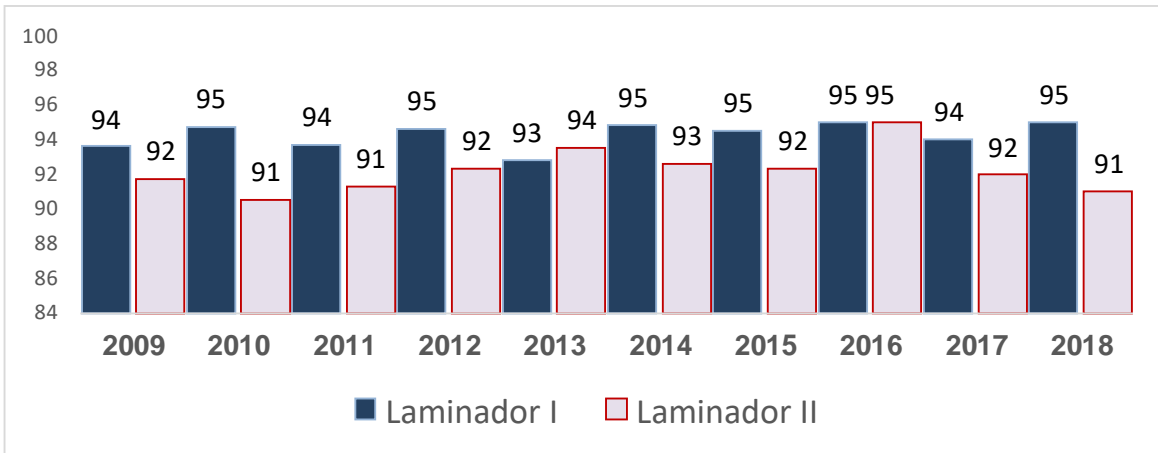


Figura 2. Rendimiento metálico de los laminadores I y II correspondiente al periodo 2009-2018 expresado en porcentaje

Fuente: SIDERPERU

El rendimiento metálico expresa el aprovechamiento de la materia prima, es decir, relaciona la materia ingresante y el producto terminado resultante. Un análisis visual de la Figura 2 permite identificar que el Laminador II ha tenido un rendimiento metálico menor en comparación con los valores mostrados por el laminador I.

Tabla 5. Estadísticos descriptivos del rendimiento metálico de los laminadores I y II correspondientes al periodo 2009-2018 expresado en porcentaje

| Estadística | Laminador I | Laminador II | Lam I- Lam II |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|
| Promedio anual | 94.27 | 92.22 | 2.05 |
| Mediana/año | 94.55 | 92.15 | 2.40 |
| Máximo 2009-2018 | 95.00 | 95.00 | 0.00 |
| Mínimo 2009-2018 | 92.80 | 90.50 | 2.30 |
| Tasa incremento/año | 0.14 | -0.07 | 0.21 |

Fuente: Elaboración propia a partir de la Figura 2

La Tabla 5 muestra que el laminador I tiene un promedio superior al laminador II en 2.05%, asimismo, cada uno de los laminadores han obtenido un valor máximo de 95%. En el caso de los valores mínimos, se puede apreciar que el laminador II ha tenido un mínimo de 90.5%, siendo 2.3% menos que el laminador I. Tomando en cuenta el periodo analizado, se pudo identificar que el rendimiento metálico del laminador I se incrementó a una tasa de 0.14% por mes mientras que el laminador II tuvo un valor negativo de -0.07% por año.

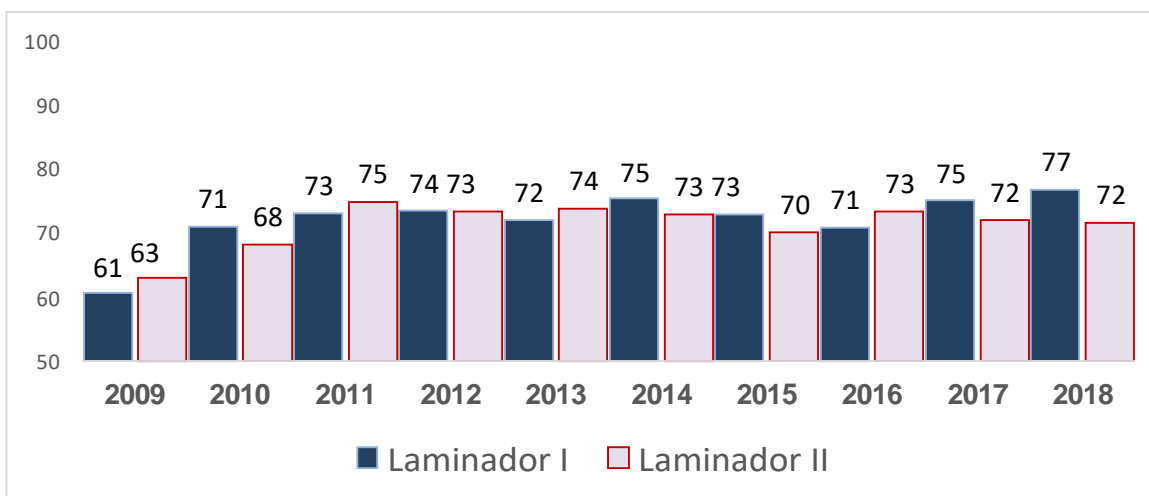


Figura 3. Disponibilidad de los equipos de los laminadores I y II correspondiente al periodo 2009-2018 expresada en porcentaje

Fuente: SIDERPERU

La disponibilidad de los laminadores es un indicador que expresa el aprovechamiento de las horas disponibles de cada equipo. Un análisis visual de la Figura 3, muestra que el laminador I ha tenido un mejor indicador de utilización respecto al comportamiento mostrado por el laminador II.

Tabla 6. Estadísticos descriptivos de la disponibilidad de los laminadores I y II correspondientes al periodo 2009-2018 expresado en porcentaje

| Estadística | Laminador I | Laminador II | Lam I- Lam II |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|
| Promedio anual | 72.15 | 71.36 | 0.79 |
| Mediana/año | 73 | 72.5 | 0.5 |
| Máximo 2009-2018 | 76.8 | 74.9 | 1.9 |
| Mínimo 2009-2018 | 60.7 | 63.1 | -2.4 |
| Tasa incremento/año | 1.61 | 0.85 | 0.76 |

Fuente: Elaboración propia a partir de la Figura 3

En la Tabla 6, se puede observar que el indicador promedio de utilización del laminador I ha sido superior en 0.79% respecto al laminador II. Por otro lado, el laminador I ha tenido un máximo de utilización de 76.8% mientras que el laminado II solo ha alcanzado un 74.9%; sin embargo, respecto a valores mínimos el laminador II registró un mínimo de utilización de 63.1% el cual fue superior en 2.4% respecto al mínimo obtenido por el laminador I. Durante el periodo analizado, el laminador I tuvo una mejora superior en 0.76% respecto a la tasa de crecimiento del indicador de utilización presentado por el laminador II.

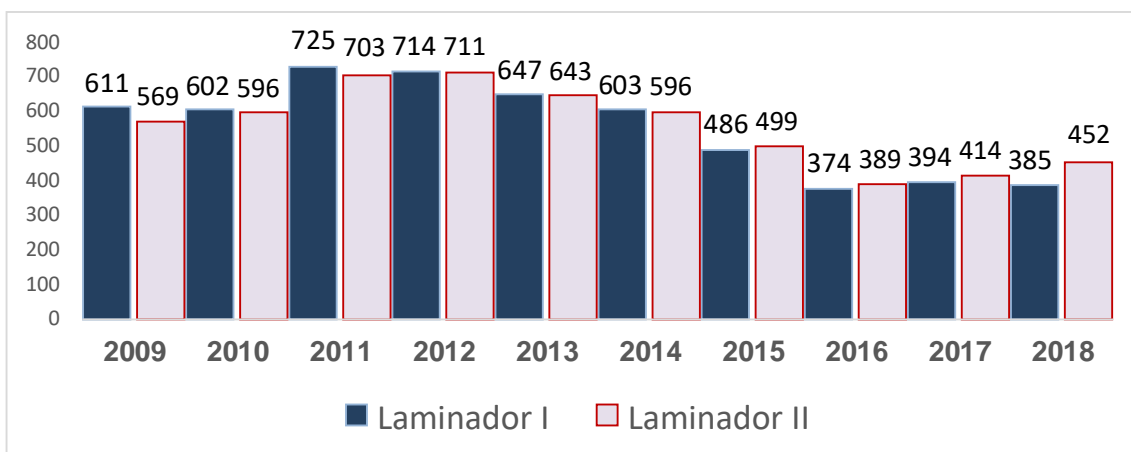


Figura 4. Costo de materia prima de los laminadores I y II correspondiente al periodo 2009-2018 expresada en dólares por tonelada producida

Fuente: SIDERPERU

El costo de materia prima es un indicador de productividad que la relaciona el dinero invertido por concepto de acero y la obtención de producto terminado, obtenido de esa manera una eficiencia económica. Un análisis visual de la Figura 4 demuestra que los costos han tenido una tendencia a disminuir durante los últimos años, sin embargo, el laminador I presenta un indicador menor respecto al laminador II.

Tabla 7. Estadísticos descriptivos del costo de materia prima de los laminadores I y II correspondientes al periodo 2009-2018 expresado en dólares por tonelada

| Estadística | Laminador I | Laminador II | Lam I- Lam II | Variación % |
|---------------------|-------------|--------------|---------------|-------------|
| Promedio anual | 554.09 | 557.12 | -3.03 | -0.55 |
| Mediana/año | 602.5 | 582.25 | 20.25 | 3.36 |
| Máximo 2009-2018 | 725.3 | 711 | 14.3 | 1.97 |
| Mínimo 2009-2018 | 374.2 | 389 | -14.8 | -3.96 |
| Tasa incremento/año | -22.65 | -11.7 | -10.95 | 48.34 |

Fuente: Elaboración propia a partir de la Figura 4

La Tabla 7 muestra que el laminador I presentó un costo de materia prima promedio 0.55% menor respecto al laminador II. Por otro lado, el laminador I registró un máximo de 725 U\$/tn mientras que el laminador II tuvo un máximo 711 U\$/tn siendo 1.97% menor. En el caso de valores mínimos registrados, el laminador II obtuvo un valor mínimo que fue 3.96% menor que el mínimo alcanzado por el laminador I. En el periodo analizado, ambos indicadores han mejorado casi en la misma proporción, pero el laminador I mostró un valor mensual superior en un 48.34% respecto al laminador II.

Determinación del índice de prioridad de riesgo en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 que incrementa la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018.

Para determinar el índice de prioridad de riesgo en los equipos críticos que conforman la planta de laminación largos en la empresa SIDERPERÚ, se utilizó el formato del AMEF el cual permitió identificar las fallas las cuales se caracterizan por generar altos costos de mantenimiento, tiempos muertos, paradas repentinas, costos de mantenimiento correctivo mediante este análisis se obtuvo las fallas más críticas de los equipos los cuales presentan el mayor índice.

Tabla 8. AMEF (Análisis de modos y efectos de fallas) – MESA DE ENFRIAMIENTO 1 de la línea mercantil 2

| Descripción de modo de Falla | Cálculo del RPN | | | |
|--|-----------------|------|------|-----------|
| | Sev. | Ocu. | Det. | Valor RPN |
| Desalineamiento de los rodillos de la mesa de enfriamiento 1. | 6 | 10 | 8 | 480 |
| Desgaste de los rodillos de la mesa de enfriamiento 1. | 6 | 6 | 3 | 108 |
| Desalineamiento de los peines de la mesa de enfriamiento 1. | 6 | 2 | 6 | 72 |
| Fallas de los prensos de la mesa de enfriamiento 1. | 7 | 4 | 2 | 56 |
| Falta de ventilación de la mesa de enfriamiento 1. | 8 | 9 | 9 | 648 |
| Desalineamiento de la zapata de la mesa de enfriamiento 1. | 7 | 9 | 9 | 567 |
| Deficiencia en el sistema hidráulico de la mesa de enfriamiento 1. | 6 | 7 | 3 | 126 |

Fuente: Anexo 13.

De acuerdo a la Tabla 8, mediante un análisis visual podemos determinar que las fallas más críticas en la mesa de enfriamiento 1 son: Falta de ventilación de la mesa de enfriamiento con un RPN de 648, desalineamiento de zapata con un RPN de 567 y desalineamiento de los rodillos de la mesa de enfriamiento con un RPN de 480 con los resultados obtenidos podemos demostrar las fallas más crítica.

Para la mesa de enfriamiento n°1 se realizó el AMEF tomando en cuenta factores que generan paradas en la línea mercantil 2 factores como por falta de conocimiento del

personal a cargo al como montar la zapata de mesa de enfriamiento y también se considera en esta valoración la exposición a altas temperatura. Una vez obtenidos esos datos del software GEMIS se procedió a valorar y determinar RPN (Número de prioridad de riesgo) y saber cuál de todas las fallas es la más crítica dentro del equipo.

Tabla 9. Tabla 9: AMEF (Análisis de modos y efectos de fallas) – TREN 500 de la línea mercantil 2

| Descripción de modo de falla | Cálculo del RPN | | | |
|---|-----------------|------|------|-----------|
| | Sev. | Ocu. | Det. | Valor RPN |
| Desalineamiento de los cilindros del tren 500. | 4 | 6 | 4 | 96 |
| Fallas en el sistema de lubricación del tren 500. | 6 | 4 | 4 | 96 |
| Cuñas desgastadas del tren 500. | 6 | 4 | 5 | 120 |
| Deficiencia en el sistema de refrigeración de los cilindros del tren 500. | 4 | 4 | 4 | 64 |
| Recalentamiento de la chumacera del tren 500. | 10 | 7 | 10 | 700 |
| Mal montaje de guiados del tren 500. | 10 | 8 | 8 | 640 |
| Deficiencia en el montaje del tren 500. | 9 | 9 | 8 | 648 |

Fuente: Anexo 13.

De acuerdo a la Tabla 9, mediante un análisis visual podemos determinar que las fallas más críticas en el tren 500 de la línea mercantil 2 son: Recalentamiento de chumacera con un RPN de 700, deficiencia en el montaje del tren 500 con un RPN 648 y mal montaje del guiado del tren 500 con RPN de 640 con los resultados obtenidos podemos demostrar las fallas más crítica.

Para el tren 500 se realizó el AMEF tomando en cuenta las fallas que ocasionan la parada de los equipos en la línea mercantil 2. Dentro de las frecuentes son el recalentamiento de chumaceras, mal montaje de guiado y mal armado de la caja estos datos son obtenidos del software GEMIS utilizado por el área para registrar estos problemas, se realizó este análisis para determinar el RNP y saber cuál de estas es la más crítica las cuales inciden en la utilización de los equipos y estas fallas por consecuente generan costos de mantenimiento que representa de forma negativa a la productividad del área. Cabe resaltar que con este

análisis se aplicara propuestas viables para mejorar los indicadores de productividad como la reducción de los costos de mantenimiento y la utilización de los equipos.

Tabla 10. AMEF (Análisis de modos y efectos de fallas) – TREN 330 caja 10 de la línea mercantil 2

| Descripción de modo de falla | Cálculo del RPN | | | RPN |
|--|-----------------|------|------|-----|
| | Sev. | Ocu. | Dgt. | |
| Desalineamiento de los cilindros del tren 330 | 6 | 5 | 4 | 120 |
| Fallas en el sistema de lubricación del tren 330 | 8 | 9 | 8 | 576 |
| Mal montaje de las cuñas del tren 330 | 9 | 9 | 8 | 729 |
| Deficiencia en el sistema de refrigeración de los cilindros del tren 330 | | 5 | 6 | 120 |
| Recalentamiento de la chumacera del tren 330 | 4 | 4 | 5 | 80 |
| Mal montaje de guiados del tren 330 | 9 | 9 | 8 | 648 |
| Deficiencia en el montaje del tren 330 | 6 | 5 | 4 | 120 |

caja 10.

caja 10.

Fuente: Anexo 13.

De acuerdo a la Tabla 10, mediante un análisis visual podemos determinar que las fallas más críticas en el tren 330 caja 10 de la línea mercantil 2 son: Mal montaje de las cuñas del tren 330 con un RPN de 729, mal montaje del guiado del tren 330 con un RPN de 648 y falla en el sistema de lubricación del tren 330 con un RPN de 576, con los resultados obtenidos podemos demostrar las fallas más crítica.

Para el tren 330 se realizó el AMEF tomando en cuenta factores que generan paradas, según los datos obtenidos del área estos son por falta de experiencia y desconocimiento al montar la caja 10 y colocar guiados de forma empírica por parte del colaborador. Una vez obtenidos los datos de las fallas en el software GEMIS, se realizó el AMEF para poder determinar el RPN (Número de prioridad de riesgo) y saber cuál de todas las fallas es la más crítica dentro del equipo que afectan de manera negativa a los costos de mantenimiento y productividad de utilización de los equipos ya que cada equipo tiene un tiempo esta estándar para su reparación.

Tabla 11. AMEF (Análisis de modos y efectos de fallas) – MOTOR PRINCIPAL TREN 500 de la línea mercantil 2

| Descripción de modo de falla | Cálculo del RPN | | | |
|--|-----------------|------|------|-----------|
| | Sev. | Ocu. | Det. | Valor RPN |
| Recalentamiento del motor principal del tren 500. | 9 | 6 | 6 | 324 |
| Desaliniamiento del motor principal. | 8 | 6 | 8 | 384 |
| Deficiente en la ventilación del motor principal del tren 500. | 7 | 8 | 7 | 392 |
| Desenganche del motor principal del tren 500. | 6 | 4 | 5 | 120 |
| Fallas en los terminales de conexión del motor principal del tren 500. | 4 | 6 | 4 | 96 |
| Falla en el reóstato del motor principal del tren 500. | 5 | 4 | 6 | 120 |
| Deficiente lubricación del motor principal del tren 500. | 8 | 4 | 4 | 128 |

Fuente: Anexo 13.

De acuerdo a la Tabla 11, mediante un análisis visual podemos determinar que las fallas más críticas en motor principal tren 500 de la línea mercantil 2 son Deficiente ventilación en el motor principal del tren 500 con un RPN de 392, Desaliniamiento del motor principal tren 500 con un RPN de 384, recalentamiento del motor principal del tren 500 con un RPN de 324 con los resultados obtenidos podemos demostrar las fallas más crítica.

Para motor principal se realizó el AMEF tomando la información del conocimiento de los electricistas en cuento a los factores que generan paradas en la línea mercantil 2 según los datos obtenidos en el software GEMIS se consideró que estos eventos se generan por una mala programación. Una vez obtenidos esos datos, se realizó el AMEF para poder determinar el RPN (Número de prioridad de riesgo) y saber cuál de todas las fallas es la más crítica dentro del equipo al momento de montar y de instalar el sistema eléctrico de la cual genera fallas al momento de encender y genera paradas en el mercantil.

Tabla 12. AMEF (Análisis de modos y efectos de fallas) – PRENSOR de la línea mercantil 2

| Descripción de modo de falla | Cálculo del RPN | | | |
|--|-----------------|------|------|-----------|
| | Sev. | Ocu. | Det. | Valor RPN |
| Deficiencia en el montaje del prensor. | 8 | 9 | 8 | 576 |
| Desgaste de los rodillos del prensor. | 6 | 4 | 4 | 96 |
| Deficiencia del sistema neumático de los pistones del prensor. | 4 | 6 | 4 | 96 |
| Mal alineamiento del motor del prensor. | 8 | 8 | 8 | 512 |
| Fallas en el sistema de lubricación del prensor. | 4 | 4 | 4 | 64 |
| Desenganche del motor del prensor. | 5 | 6 | 4 | 120 |
| Desgaste de los embudos de salida del prensor. | 7 | 7 | 8 | 392 |

Fuente: Anexo 13.

De acuerdo a la Tabla 12, mediante un análisis visual podemos determinar que las fallas más críticas en el prensor de la línea mercantil 2 son: Deficiencia en el montaje del prensor con un RPN de 576, mal alineamiento del motor del prensor con un RPN de 512 y desgaste de los embudos de salida con un RPN de 392 con los resultados obtenidos podemos demostrar las fallas más crítica.

Para los prensores de la línea mercantil 2 se realizó el AMEF tomando en cuenta factores que generan paradas por un mal montaje del compresor y mala calibración al momento de encender el compresor, esta falla genera paradas por falta de conocimiento y utilizar material inadecuado para la fabricación del rodillo del prensor. Después de obtener los datos del área de mantenimiento, se realizó el AMEF para poder determinar el RPN (Número de prioridad de riesgo) y saber cuál de todas las fallas es la más crítica dentro del equipo y determinar la vida útil de los equipos, estas fallas por consecuente generan costos de mantenimiento que representa de forma negativa a la productividad del área como la utilización de los equipos, rendimiento metálico, se aplicara propuestas viables para mejorar los indicadores de productividad y gestionar el desperdicio de materia prima.

Evaluación de la acción correctora en el análisis de modos y efectos de fallas en la línea mercantil 2 que incrementa la productividad de la empresa SIDERPERÚ S.A.A en la ciudad de Chimbote, año 2018.

Tabla 13. Acción correctora correspondiente a la mesa de enfriamiento de la línea mercantil 2

| Falla | Mantenimiento ejecutado | Acción Correctora | Sev. | Ocur. | Detc. | Npr. | Incidencia en la productividad |
|---|---|--|------|-------|-------|------|---|
| Falta de ventilación de la mesa de enfriamiento 1. | En la planta de laminación largos, línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo. | Se implementó sensores de temperatura que detecten el sobrecalentamiento para que la mesa se mantenga en temperatura adecuada. | 4 | 5 | 5 | 100 | Esta acción incide positivamente a los costos de mantenimiento, para obtener las metas obtenidas de la producción. |
| Desalineamiento de zapata de la mesa de enfriamiento 1. | En la planta de laminación largos, línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo | Se implementó equipos o sensores que identifique cuando se presenta una falla de desalineamiento de la zapata y capacitar al personal en el tema de alineamiento de equipos. | 4 | 5 | 5 | 100 | Esta acción incide de manera positivamente a los cotos por mantenimiento, reduciendo las paradas no programadas. |
| Desalineamiento de rodillos de la mesa de enfriamiento 1. | En la planta de laminación largos, en la línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo | Se implementó equipo como sensores para identificar los desalineamientos de los rodillos de la mesa de enfriamiento, mejorar las bases que soportan los rodillos de la mesa y termómetros infrarrojos para medir la temperatura. | 2 | 6 | 2 | 24 | Esta acción incide positivamente en la utilización y aprovechamiento de los costos de materia prima, en la utilización de los equipos, en la producción, mano de obra, costos de mantenimiento. |

Fuente: Anexo 13.

A través de los datos ya obtenidos, se realizó la acción correctora para mejorar el mantenimiento del equipo de la mesa de enfriamiento 1, que se realiza en la línea mercantil 2, con estas propuestas ayudaremos a controlar los costos, utilización de los equipos, el rendimiento metálico que se tiene dentro de la producción.

Tabla 14. Acción correctora correspondiente del Tren 500 de la línea mercantil 2.

| Falla | Mantenimiento ejecutado | Acción Correctora | Sev. | Ocur. | Detc. | Npr. | Incidencia en la productividad |
|---|---|--|-------------|--------------|--------------|-------------|---|
| Recalentamiento de las chumaceras del tren 500. | En la planta de laminación largos, línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo | Se implementó eficientemente la metrología para saber las medidas de los equipos y capacitación a los colaboradores, realizar un check list adecuado para el armado de chumaceras y aplicar equipo como termómetro infrarrojo, elaborar un plan de mantenimiento de la chumacera. | 3 | 3 | 4 | 36 | Esta acción incide positivamente en el aprovechamiento en las horas de producción, costo de materia prima en costo de mantenimiento y la productividad, mano de obra. |
| Deficiencia en el montaje del tren 500. | En la planta de laminación largos, línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo | Se implementó un plan de mantenimiento que reduca el tiempo de demora de montaje, hacer un check list para determinar la conformidad del montaje y elaborar un procedimiento para realizar el montaje del tren 500. | 4 | 4 | 4 | 64 | Esta acción correctora incide positivamente en los costos de mantenimiento, costos de producción, disponibilidad del equipo, tiempos de paradas no programadas. |
| Mal montaje de guiados del tren 500. | En la planta de laminación largos, línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo | Se implementó sensores que identifique que el guiado este alineado, elaborar un check list para controlar en qué situación se encuentra los guiados, elaborar un nuevo plan de mantenimiento, capacitar al personal y evitar la rotación del colaborador a cargo del armado de guiado. | 5 | 4 | 4 | 80 | Esta acción correctora incide positivamente en el rendimiento metálico, reduciendo el tiempo de paradas no programadas, en costos de producción, costos de mantenimiento. |

Fuente: Anexo 13.

A través de los datos ya obtenidos, se realizó la acción correctora para mejorar el mantenimiento del equipo del tren 500, que se realiza en la línea mercantil 2, con estas propuestas ayudaremos a controlar los costos, utilización de los equipos, el rendimiento metálico que se tiene dentro de la producción

Tabla 15. Acción correctora correspondiente del Tren 330 caja 10 de la línea mercantil 2.

| Falla | Mantenimiento ejecutado | Acción Correctora | Sev. | Ocur. | Detc. | Npr. | Incidencia en la productividad |
|---|--|--|------|-------|-------|------|--|
| Mal montaje de las cuñas del tren 330 caja 10. | En la planta de laminación largos, línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo | Se implementó tuercas hidráulicas en la caja del tren 330, utilizar metrología, capacitación para el montaje de las tuercas hidráulicas. | 4 | 4 | 4 | 64 | Esta acción correctora incide positivamente reduciendo los costos de producción, en paradas no programadas, costos de mantenimiento. |
| Mal montaje de los guiados del tren 330 caja 10. | En la planta de laminación largos, línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo | Se implementó equipos hidráulicos para el montaje (pistolas hidráulicas), hacer un check list del montaje, capacitar al colaborador, aplicación de laser de alineación para el montaje. | 4 | 4 | 3 | 48 | Esta acción correctora incide positivamente en los costos de mantenimiento, costos de producción, costos de mano de mano, costos de materia prima, chatarra, no se cumple las metas de producción por día. |
| Fallas en el sistema de lubricación del tren 330 caja 10. | En la planta de laminación largos, línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo. | Se implementó sensores que identifiquen cuando hay una falla de lubricación, elaborar un plan de mantenimiento, cambio de equipo de lubricación, instalación de tuberías de lubricación, check list de lubricación, capacitación del personal. | 4 | 3 | 5 | 60 | Esta acción correctora incide positivamente en costos de mantenimiento, aprovechando eficientemente las horas de producción y disponibilidad de la máquina, utilización de los equipos, paradas de producción. |

Fuente: Anexo 13.

A través de los datos ya obtenidos, se realizó la acción correctora para mejorar el mantenimiento del equipo del tren 330 caja 10, que se realiza en la línea mercantil 2, con estas propuestas ayudaremos a controlar los costos, utilización de los equipos, el rendimiento metálico que se tiene dentro de la producción.

Tabla 16. Acción correctora correspondiente del motor principal tren 500 de la línea mercantil 2.

| Falla | Mantenimiento ejecutado | Acción correctora | Sev. | Ocur. | Detc. | Npr. | Incidencia en la productividad |
|--|--|---|------|-------|-------|------|--|
| Deficiencia en el ventilador del motor principal tren 500. | En la planta de laminación largos, línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo. | Se implementó sensores que emitan alarmas cuando el ventilador del motor no funcione, capacitar a los colaboradores, elaborar un plan de mantenimiento para el motor principal del tren 500 y realizar un check list para determinar el estado del equipo. | 4 | 4 | 4 | 64 | Esta acción correctora incide positivamente reduciendo los costos de mantenimiento, en la utilización de los equipos, costos de producción. |
| Desaliniamiento del motor principal tren 500. | En la planta de laminación largos, línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo. | Se implementó sensores y alarmas que identifiquen un desaliniamiento del motor principal del tren 500. | 4 | 5 | 4 | 80 | Esta acción correctora incide positivamente reduciendo en los costos de producción aprovechamiento de la mano de obra, utilización del equipo, costos de mantenimiento |
| Recalentamiento de motor principal tren 500. | En la planta de laminación largos, línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo. | Se implementó sensores cuando el motor principal presenta vibración y alarma cuando el motor incrementa su temperatura debido a esfuerzo, capacitación al personal acerca del mantenimiento del motor principal del tren 500, realizar check list, elaborar un plan de mantenimiento. | 5 | 4 | 4 | 80 | Esta acción correctora incide positivamente en la reducción de las paradas no programadas, incumplimiento de las metas de producción. |

Fuente: Anexo 13.

A través de los datos ya obtenidos, se realizó la acción correctora para mejorar el mantenimiento del equipo del motor principal tren 500, que se realiza en la línea mercantil 2, con estas propuestas ayudaremos a controlar los costos, utilización de los equipos, el rendimiento metálico que se tiene dentro de la producción.

Tabla 17. Acción correctora correspondiente del prensor de la línea mercantil 2.

| Falla | Mantenimiento ejecutado | Acción correctora | Sev. | Ocur. | Detc. | Npr. | Incidencia en la productividad |
|---|---|---|------|-------|-------|------|---|
| Deficiencia del montaje del prensor | En la planta de laminación largos, mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo | Se implementó sensores que identifiquen cuando hay una falla de los prensores, mejorar el check list de prensor, capacitar a los colaboradores con respecto al montaje de los prensores. | 4 | 4 | 4 | 64 | Esta acción incide positivamente reduciendo los costos de mantenimiento, en la utilización de los equipos, en costos de producción. |
| Mal alineamiento del motor del prensor. | En la planta de laminación largos, mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo | Se implementó sensores que identifiquen cuando se presenta la falla de alineamiento, elaborar un plan de mantenimiento, check list de alineamiento de motor, capacitar al personal. | 4 | 4 | 4 | 64 | Esta acción correctora incide positivamente al cumplimiento de las metas de producción, costos de producción. disponibilidad de los equipos |
| Desgaste de embudos de entrada y salida de prensor. | En la planta de laminación largos, en la línea mercantil 2 aplican el mantenimiento preventivo por equipo | Se implementó embudos con material que soporten desgaste, temperatura, hacer un chekc list para determinar la conformidad del funcionamiento del embudo del prensor, colocar un estándar para determinar la vida útil del embudo. | 4 | 4 | 5 | 80 | Esta acción incide positivamente en costos de mantenimiento, costos de producción, utilización de los equipos. |

Fuente: Anexo 14.

A través de los datos ya obtenidos, se realizó la acción correctora para mejorar el mantenimiento del equipo prensor, que se realiza en la línea mercantil 2, con estas propuestas ayudaremos a controlar los costos, utilización de los equipos, el rendimiento metálico que se tiene dentro de la producción.

Luego de haber aplicado el mantenimiento propuesto, se procedió a determinar los valores del post test respecto a los indicadores de productividad del laminador II.

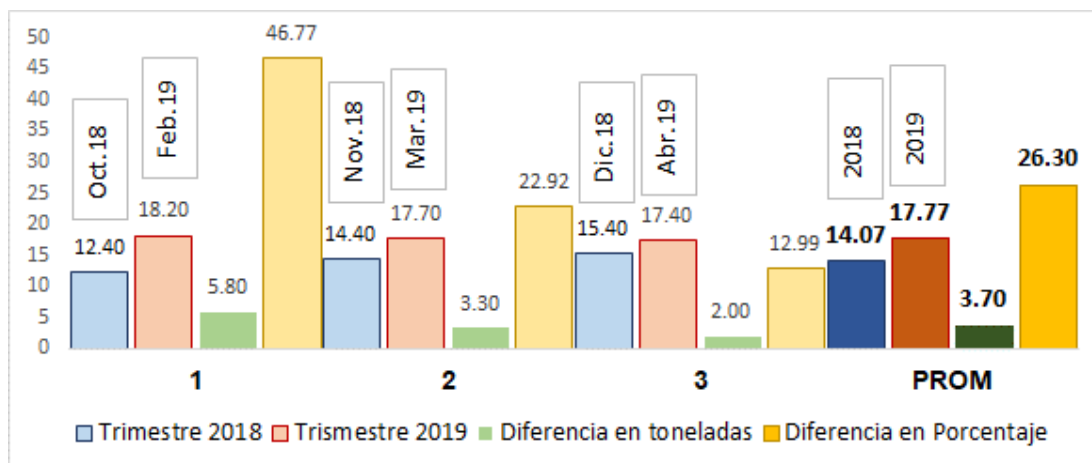


Figura 5. Comparación de la producción antes (oct-dic 2018) y después (feb-abr 2019) de la aplicación del análisis AMEF en el laminador II (En toneladas)

Fuente: SIDERPERU

En la Figura 5, se puede observar que la producción tuvo un incremento de 3.7 miles de toneladas luego de haber aplicado las mejoras en los trabajos de mantenimiento preventivo respecto al laminador II.

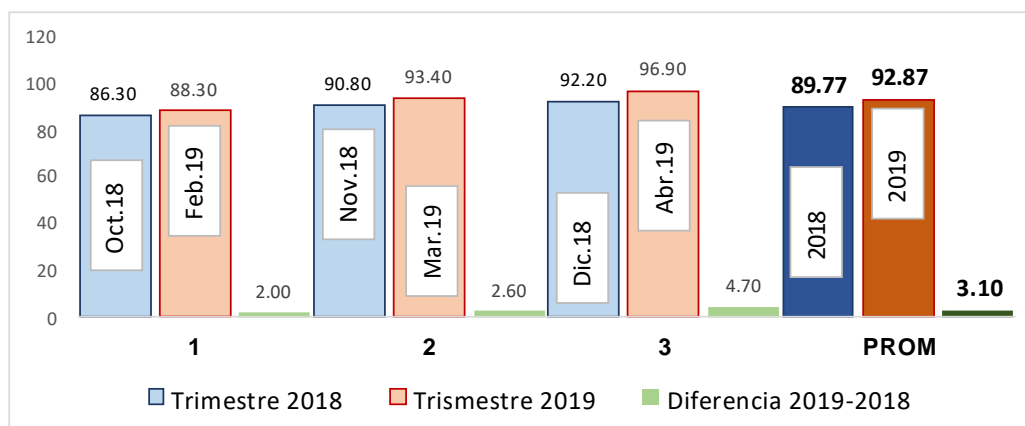


Figura 6. Comparación del rendimiento metálico antes (oct-dic 2018) y después (feb-abr 2019) de la aplicación del análisis AMEF en el laminador II (En porcentaje)

Fuente: SIDERPERU

En la Figura 6, se puede observar que el rendimiento metálico tuvo un incremento de 3.1% luego de haber aplicado las mejoras en los trabajos de mantenimiento preventivo respecto al laminador II.

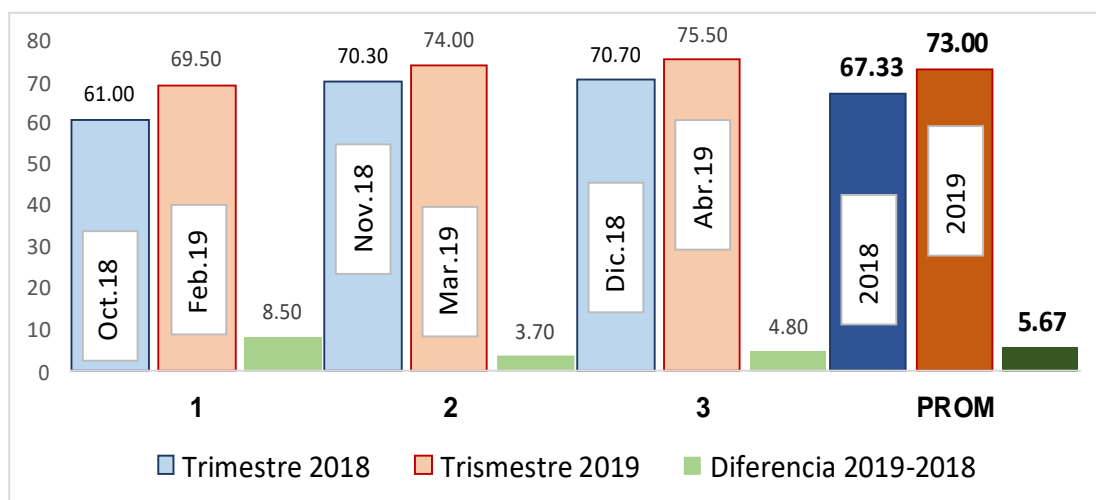


Figura 7. Comparación de la disponibilidad antes (oct-dic 2018) y después (feb- abr 2019) de la aplicación del análisis AMEF en el laminador II (En porcentaje)

Fuente: SIDERPERU

En la Figura 7, se puede observar que la disponibilidad tuvo un incremento de 5.67% luego de haber aplicado las mejoras en los trabajos de mantenimiento preventivo respecto al laminador II.

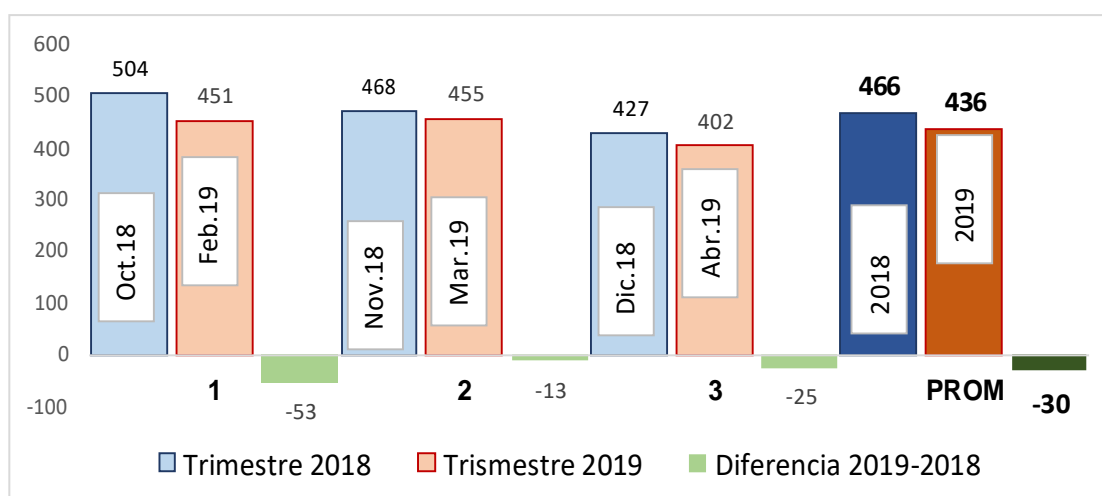


Figura 8. Comparación del costo de materia prima antes (oct-dic 2018) y después (feb- abr 2019) de la aplicación del análisis AMEF en el laminador II (En dólares por tonelada)

En la Figura 8, se puede observar que el costo de materia prima tuvo una reducción de 30 dólares por tonelada luego de haber aplicado las mejoras en los trabajos de mantenimiento preventivo respecto al laminador II.

Comprobación de hipótesis

Hipótesis (H1): El análisis de modos y efectos de fallas, línea mercantil 2 incremento la productividad en su dimensión de producción. Hipótesis nula (H0): El análisis de modos y efectos de fallas, línea mercantil 2 no incremento la productividad en su dimensión de producción

Tabla 18. Estadísticos descriptivos respecto a la producción (En toneladas)

| Producción | Observaciones | Mínimo | Máximo | Media | Desv. típica |
|------------|---------------|--------|---------|--------|--------------|
| 2018 | 3 meses | 12.400 | 15.400 | 14.067 | 1.528 |
| 2019 | 3 meses | 17.400 | .18.200 | 17.767 | 0.404 |

Fuente: XLSTAT

Tabla 19. Cálculo del valor t observado y nivel de significancia experimental para la comparación de medias entre la producción 2018 y 2019

| | |
|--------------------------|--------|
| Diferencia de las medias | -3.700 |
| t (Valor observado) | -3.318 |
| t (Valor crítico) | -2.920 |
| Grados de libertad | 2 |
| valor-p (unilateral) | 0.040 |
| alfa | 0.05 |

Fuente: XLSTAT

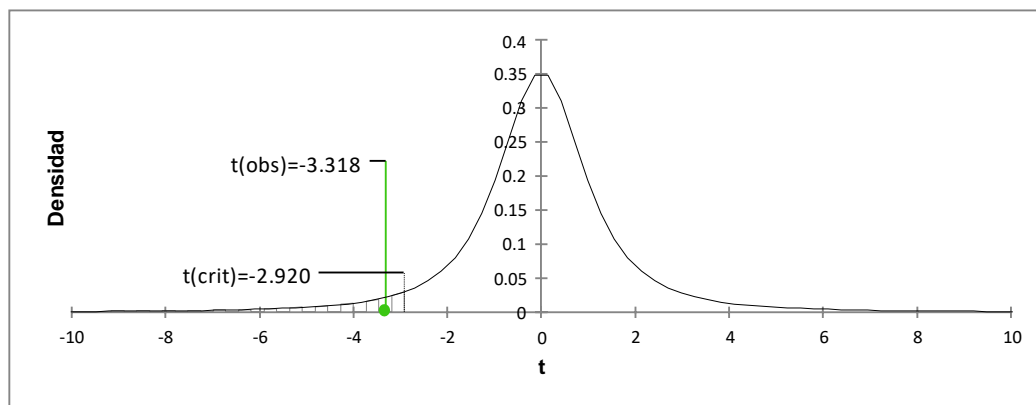


Figura 9. Distribución t de cola izquierda con 2 grados de libertad para determinar ubicación del t observado respecto al t crítico

Fuente: XLSTAT

En la Tabla 18 se puede observar que la producción tuvo una media inicial de 14.07 toneladas mientras que luego de aplicar las acciones correctivas alcanzó una media de 17.77 toneladas. Posteriormente, en la Tabla 19 se obtuvo un valor t observado de -3.318 asimismo estableció un valor t crítico de -2.920 el cual delimitaba la zona de rechazo de hipótesis. En la Figura 9, se observa que el valor t observado cae en la zona de rechazo de H0 por lo cual se aceptó H1. Como último punto, el valor-p (unilateral) es menor al alfa de 0.05 lo que indicó que la probabilidad de error era menor al 5%.

Hipótesis (H1): El análisis de modos y efectos de fallas, línea mercantil 2 incremento la productividad en su dimensión de rendimiento metálico. Hipótesis nula (H0): El análisis de modos y efectos de fallas, línea mercantil 2 no incremento la productividad en su dimensión de rendimiento metálico

Tabla 20. Estadísticos descriptivos respecto al rendimiento metálico (En porcentaje)

| Rendimiento metálico | Observaciones | Mínimo | Máximo | Media | Desv. típica |
|----------------------|---------------|--------|--------|--------|--------------|
| 2018 | 3 meses | 86.300 | 92.200 | 89.767 | 3.083 |
| 2019 | 3 meses | 88.300 | 96.900 | 92.867 | 4.325 |

Fuente: XLSTAT

Tabla 21. Cálculo del valor t observado y nivel de significancia experimental para la comparación de medias entre el rendimiento metálico 2018 y 2019

| | |
|----------------------|--------|
| Diferencia de medias | -3.100 |
| t (Valor observado) | -3.787 |
| t (Valor crítico) | -2.920 |
| Grados de libertad | 2 |
| valor-p (unilateral) | 0.032 |
| alfa | 0.05 |

Fuente: XLSTAT

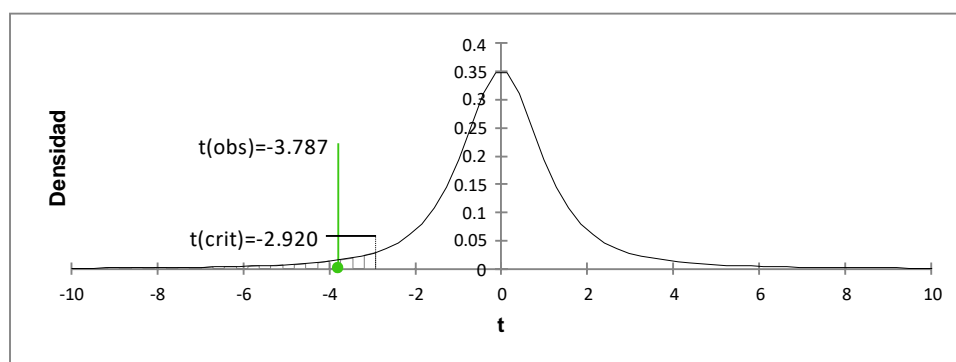


Figura 10. Distribución t de cola izquierda con 2 grados de libertad para determinar ubicación del t observado respecto al t crítico

Fuente: XLSTAT

En la Tabla 20 se puede observar que el rendimiento metálico tuvo una media inicial de 89.77% mientras que luego de aplicar las acciones correctivas alcanzó una media de 92.87%. Posteriormente, en la Tabla 21 se obtuvo un valor t observado de -3.787 asimismo estableció un valor t crítico de -2.920 el cual delimitaba la zona de rechazo de hipótesis. En la Figura 10, se observa que el valor t observado cae en la zona de rechazo de H0 por lo cual se aceptó H1. Como último punto, el valor-p (unilateral) es menor al alfa de 0.05 lo que indicó que la probabilidad de error era menor al 5%.

Hipótesis (H1): El análisis de modos y efectos de fallas, línea mercantil 2 incremento la productividad en su dimensión de disponibilidad. Hipótesis nula (H0): El análisis de modos y efectos de fallas, línea mercantil 2 no incremento la productividad en su dimensión de disponibilidad

Tabla 22. Estadísticos descriptivos respecto a la disponibilidad (En porcentaje)

| Disponibilidad | Observaciones | Mínimo | Máximo | Media | Desv. típica |
|----------------|---------------|--------|--------|--------|--------------|
| 2018 | 3 meses | 61.000 | 70.700 | 67.333 | 5.488 |
| 2019 | 3 meses | 69.500 | 75.500 | 73.000 | 3.122 |

Fuente: XLSTAT

Tabla 23. Cálculo del valor t observado y nivel de significancia experimental para la comparación de medias entre la disponibilidad 2018 y 2019

| | |
|----------------------|--------|
| Diferencia de medias | -5.667 |
| t (Valor observado) | -3.903 |
| t (Valor crítico) | -2.920 |
| Grados de libertad | 2 |
| valor-p (unilateral) | 0.030 |
| alfa | 0.05 |

Fuente: XLSTAT

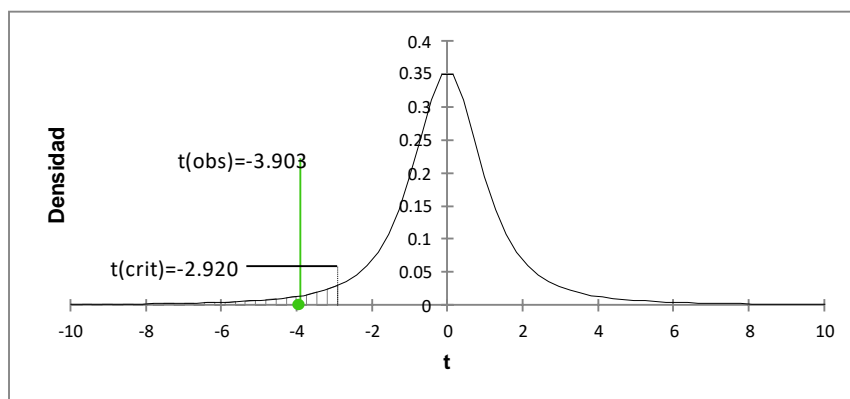


Figura 11. Distribución t de cola izquierda con 2 grados de libertad para determinar ubicación del t observado respecto al t crítico

Fuente: XLSTAT

En la Tabla 22 se puede observar que la disponibilidad tuvo una media inicial de 67.33% mientras que luego de aplicar las acciones correctivas alcanzó una media de 73.00%. Posteriormente, en la Tabla 23 se obtuvo un valor t observado de -3.903 asimismo estableció un valor t crítico de -2.920 el cual delimitaba la zona de rechazo de hipótesis. En la Figura 11, se observa que el valor t observado cae en la zona de rechazo de H0 por lo cual se aceptó H1. Como último punto, el valor-p (unilateral) es menor al alfa de 0.05 lo que indicó que la probabilidad de error era menor al 5%.

Hipótesis (H1): El análisis de modos y efectos de fallas, línea mercantil 2 incremento la productividad en su dimensión de costo de materia prima. Hipótesis nula (H0): El análisis de modos y efectos de fallas, línea mercantil 2 no incremento la productividad en su dimensión de costo de materia prima.

Tabla 24. Estadísticos descriptivos respecto al costo de materia prima (En dolares por tonelada)

| Costo de materia prima | Observaciones | Mínimo | Máximo | Media | Desv. típica |
|------------------------|---------------|---------|---------|---------|--------------|
| 2018 | 3 meses | 427.000 | 504.000 | 466.333 | 38.527 |
| 2019 | 3 meses | 402.000 | 455.000 | 436.000 | 29.513 |

Fuente: XLSTAT

Tabla 25. Cálculo del valor t observado y nivel de significancia experimental para la comparación de medias entre el costo de materia prima 2018 y 2019

| | |
|----------------------|--------|
| Diferencia | 30.333 |
| t (Valor observado) | 2.560 |
| t (Valor crítico) | 1.886 |
| GL | 2 |
| valor-p (unilateral) | 0.042 |
| alfa | 0.05 |

Fuente: XLSTAT

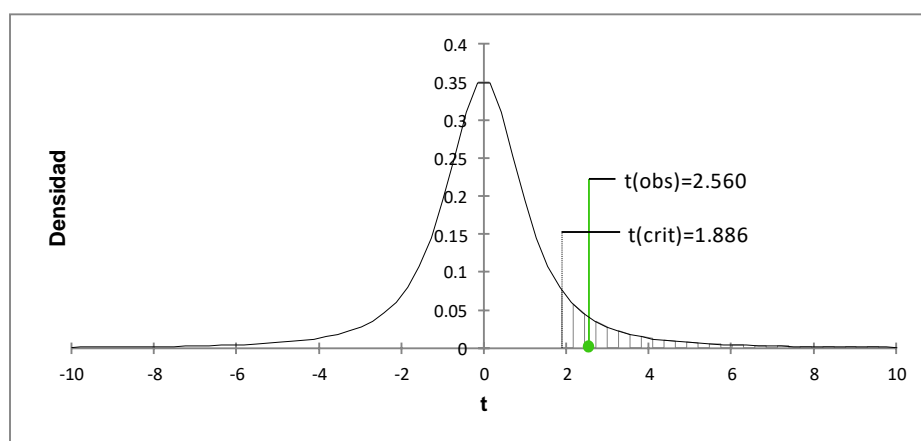


Figura 12. Distribución t de cola izquierda con 2 grados de libertad para determinar ubicación del t observado respecto al t crítico

Fuente: XLSTAT

En la Tabla 24 se puede observar que el costo de materia prima tuvo una media inicial de 466.33 \$/tn mientras que luego de aplicar las acciones correctivas alcanzó una media de 436 \$/tn. Posteriormente, en la Tabla 25 se obtuvo un valor t observado de 2.560 asimismo estableció un valor t crítico de 1.886 el cual delimitaba la zona de rechazo de hipótesis. En la Figura 12, se observa que el valor t observado cae en la zona de rechazo de H0 por lo cual se aceptó H1. Como último punto, el valor-p (unilateral) es menor al alfa de 0.05 lo que indicó que la probabilidad de error era menor al 5%.

IV. DISCUSIÓN

Respecto a la aplicación de un diagnóstico inicial sobre la gestión de mantenimiento, Cossios (2018) llevó a cabo una auditoría inicial, siguiendo lo establecido por RENOVETEC, como parte de una evaluación sobre la gestión de mantenimiento efectiva en el área de casa de fuerza del hospital regional correspondiente al primer semestre del 2018. La auditoría que llevó a cabo mostró que el mantenimiento ejecutado en dicha organización dedicada a servicios de salud públicos presentaba deficiencias en la gestión de la información (Informes, Indicadores y GMAO) ya que obtuvo un puntaje de 34 de un total de 84, lo mismo sucedió con los procedimientos (existencia, estructura, implementación real) donde alcanzó 9 puntos de 24 y otro punto crítico fue el plan de mantenimiento: (elaboración e implementación) ya que registró 9 puntos de 36 posibles. Dichos resultados fueron muy similares a los obtenidos por la presente investigación, donde se utilizó el mismo instrumento y se pudo determinar que SIDERPERÚ S.A.A. presentaba algunos aspectos por mejorar, dentro de su gestión de mantenimiento. Del total de puntos alcanzables, equivalentes a 315, solo se llegó a cumplir plenamente con 184, representando un nivel de cumplimiento del 58.41%.

Por otro lado, respecto a los valores obtenidos en la aplicación del AMEF, Cerna y Coronel (2018) llevaron a cabo un proceso de evaluación AMEF considerando los modos de falla de 8 equipos en una empresa de producción de conservas de pescado. Entre algunos de sus hallazgos, pudieron determinar que la autoclave 1 presentaba fallas en el control eléctrico sucio registrando un RPN más elevado que los demás componentes y cuyo valor alcanzó los 9 puntos, en la autoclave 2 se identificó la caída brusca de presión al momento del enfriamiento con un RPN de 3.5 y en el caso de la autoclave 3 las fallas por válvula obstruida tuvieron el índice máximo de RPN ya que llegó a 8. Sin embargo, entre los valores más críticos que se analizaron se identificaron fallas en el caldero, tales como, corrosión en el sistema de refrigeración (RPN 22.5) y corrosión en los tubos (RPN 26.1); así como fallas en la selladora, tales como, la sobre carga de productos (RPN 22.95) y fallos en los fusiles (RPN 14.7). Sin embargo, en la presente investigación los valores obtenidos como RPN fueron más elevados: 576 para fallas en el sistema de lubricación del tren 330 caja 10 o 648 de RPN para el mal montaje de guiados del tren 330 caja 10.

V. CONCLUSIONES

Al cumplir con el objetivo del diagnóstico, se logró concluir que la gestión del mantenimiento en la planta de laminación largos se aplicaba de manera correcta al haber obtenido un índice de conformidad de 58.41% en la auditoría realizada, sin embargo, se lograron identificar puntos donde se debían mejorar ya que estaban teniendo un impacto negativo en la productividad de dicha área. Respecto a la productividad, el diagnóstico permitió concluir que el laminador (mercantil) II era la línea de producción con menor índice de productividad respecto a los valores del laminador I: 22.74% menos en producción, 2.05% menos en rendimiento metálico, 0.79% menos en disponibilidad y un costo de materia prima 0.55% mayor.

La aplicación del análisis de modo y efectos de falla en la línea mercantil II conllevó a concluir que los componentes críticos era la mesa de enfriamiento, el tren 500, el tren 300 caja 10, el motor principal del tren 500 y el prensor. Cada uno de los equipos mencionados presentaba fallas con un alto número prioritario de riesgo (RPN) ya que oscilaban entre 324 y 700, lo que a su vez sirvió con indicador para plantear las mejoras en las tareas de mantenimiento preventivo del área.

Posteriormente, la implementación de acciones correctivas en las tareas de mantenimiento preventivo del mercantil II, incrementaron los indicadores de productividad de manera significativa. Dicha mejora se vio reflejada en las ratios de productividad mensuales que se calcularon: la producción incrementó 3.7 toneladas, el rendimiento metálico 3.1%, la disponibilidad un 5.67% y el costo de materia prima se redujo 30 dólares por tonelada.

Finalmente donde se concluyó que la aplicación del análisis de modos y efectos de fallas es una metodología que permitió el incremento de la productividad en la línea mercantil 2 de la empresa SIDERPERÚ S.A.A.; asimismo, el análisis inferencial a través de la prueba t de Student corroboró que los resultados tenían un nivel de confianza del 95%.

VI. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta los resultados del diagnóstico inicial, se recomienda a la empresa emplear la auditoria de mantenimiento de manera constante para monitorear el progreso o las mejoras en la gestión del mantenimiento preventivo no solo de la línea mercantil 2 sino para otras líneas de producción de la empresa SIDERPERÚ S.A.A.

Al haber obtenido resultados positivos respecto al segundo objetivo específico, se recomienda a la empresa SIDERPERU S.A.A. Ejecutar la metodología del análisis de modos y efectos de fallas en las diferentes áreas de producción que se encuentren relacionadas a las áreas de mantenimiento, en donde se encuentran línea mercantil 1, línea mercantil 3, motores principales, mesa de enfriamiento, aplicando ya que a través de la ejecución del análisis de modos y efectos de fallas se podría elevar la productividad de tal manera que tenga impacto en los resultados globales de la empresa.

Por otro lado, tomando en cuenta los resultados de la evaluación y aplicación de acciones correctoras, se recomienda a la empresa involucrar de manera activa a los operarios y mecánicos que diariamente trabajan con la maquinaria afectada, implementado a su vez una cultura de mejora continua e incentivando a que de manera constante se reciba alternativas para incrementar la operatividad de los equipos y optimizar los rendimientos de todos los recursos disponibles.

Como recomendación general, se propone a la empresa la adquisición de un software especializado para mejorar la gestión del mantenimiento en la empresa SIDERPERU S.A.A. Dicho software deberá recopilar todas las tareas de planificadas y su nivel de cumplimiento, así como la gestión de repuestos, y los indicadores de productividad; de esa manera se podrá asegurar buenos resultados de forma continua en el tiempo.

VII. REFERENCIAS

AGUIAR Guzmán, Leonardo Javier Alfredo, RODRIGUEZ Borja, Hender Armando. Análisis de modos y efectos de fallas para mejorar la disponibilidad operacional en la línea de producción de gaseosas. Tesis (Ingeniero Industrial). BOGOTÁ: UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO INGENIERÍA MECÁNICA, 2014. 81 pp.

ÁLVAREZ Campos, Linder David. El análisis de modos y efectos de fallas para aumentar la disponibilidad de la flota vehicular de la empresa ENTRAFESA SAC. Tesis (Título de ingeniero mecánico). Trujillo – Perú: universidad nacional de Trujillo, 2017. 189 pp.

CASILIMAS Macías, Carlos Leonardo y POVEDA Quintero, Roberth Adrián. Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (Overall Effectiveness Equipment) en la línea tubería en Corpacero S.A. Tesis (Ingeniero Industrial) Bogotá: Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2012. 80 pp.

CERNA Olivo, Kattia Miluska y CORONEL Gálvez, Osmara Antuane. Efecto del mantenimiento preventivo en el nivel de riesgo falla en equipos críticos, JADA S. A., 2018. Tesis (Ingeniero industrial). Chimbote – Perú: Universidad Cedar Vallejo, 2018. 160 pp.

CORONADO Juárez, Geancarlo Junior. Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad basado en el análisis de modo y efecto de fallas a unidades de bombeo mecánico de pozos de extracción de petróleo crudo del Lote I, para aumentar su disponibilidad - Provincia de Talara. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima – Perú: Universidad Cesar Vallejo lima, 2015. 85 pp.

COSSIOS Risco, Samuel Josué Oliver. Gestión del mantenimiento para incrementar la confiabilidad en los equipos de la casa de fuerza del hospital regional, Chimbote 2018. Tesis (ingeniero industrial). Nuevo Chimbote – Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 143

EDA Álvarez, Arturo. Análisis de fallas de una máquina extrusora de electrodos. Tesis (Ingeniera Industrial). Piura-Perú: UNIVERSIDAD DE PIURA, 2013. 115 pp.

GARCIA Paz, Susana Eliana. Implementación del análisis de modos y efectos de fallas en la recepción de la chatarra a producción para incrementar la productividad en el área de acería de Corporación Aceros Arequipa, Lima, 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima – Perú: Universidad César Vallejo Lima, 2016. 188 pp.

GALEANO Hernández, Edward y PÉREZ Carrillo, Hawyn Humberto. Análisis de modos y efectos de fallas en el proceso de extrusión – soplado en la empresa Placa S. A. Tesis (Ingeniero Industrial). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica Programa de Ingeniería de Producción, 2017. 72 pp.

GÓMEZ Domínguez, Mijaíl Yosip. Aplicación del SMED para incrementar la productividad en la línea de producción de los enchufes planos tropicalizados en la Empresa Corporación Visión SAC., Lima 2017. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima-Perú: Universidad César vallejo Lima, 2017. 199 pp.

HERNÁNDEZ Jiménez, Gersson Antonio. Aplicación de la metodología análisis de modos y efectos de fallas y criticidad, en una maquina sachetadora de colágeno tipo vertical en el laboratorio farmacéutico ROCNARF S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Guayaquil – Ecuador: Universidad de Guayaquil facultad de Ingeniería industrial, 2016. 88 pp.

MERCHAN Ulloa, Alexandra Catalina. Análisis de modo y efectos de fallas en el proceso de producción de tableros eléctricos de la Empresa EC BOX. Tesis (Ingeniero de la producción y operaciones). Cuenca-Ecuador: Facultad de Ciencia y Tecnología, 2015. 88 pp.

OROZCO Cardozo Eduard Saúl. Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport Chiclayo. Tesis (Ingeniero Industrial). Pimentel-Perú: Facultad De Ingeniería, Arquitectura Y Urbanismo, 2016. 202 Pp.

PATERNINA Rendón, Manuel Enrique y VIANA Beltrán, Jhon Alexander. Diseño de un método de trabajo para mejorar la productividad en una maquina papelera. Tesis (Ingeniero Industrial) Santiago De Cali: Universidad de San Buenaventura Seccional Cali, 2017. 78 pp.

QUISPE Antiporta, Diego Abel. Propuesta de mejora de productividad en el área de tejeduría de una empresa textil. Tesis (Ingeniero Industrial). Universidad Perruna de Ciencias Aplicadas, 2013. 138 pp.

VASQUEZ Contreras, Luis Martin. Propuesta para aumentar la productividad del proceso productivo de cajas porta-medidores de energía monofásicas en la industria metálica Cerinsa E.I.R.L., aplicando el Overall Equipment Effectiveness (OEE). Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, 2015. 111 pp.

Bibliografía.

CAMISÓN Cesar, CRUZ Sonia, GONZALES Tomás. Análisis de modo falla y efectos. En su: Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoque, modelos y sistemas. 2º ed. España, Pearson educación S.A, 2006. pp. 1302-1303.
ISBN 13:9788420542621.

CAMISÓN Cesar, CRUZ Sonia, GONZALES Tomás. Diagrama de Pareto. En su: Gestión de la Calidad: Conceptos, enfoque, modelos y sistemas. 2º ed. España, Pearson educación S.A, 2006. pp. 1234-1239.
ISBN 13:9788420542621.

CARLSON, Carl. Effective FMEAs: Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes using Failure Mode and Effects Analysis. New Jersey: John Wiley & Sons, 2012, 464 pp.
ISBN: 9781118312582

CUATRECASAS, Lluís. Análisis Modal de Fallos y Efectos. AMFE. En su: Gestión Integral de la Calidad. Barcelona, Profit Editorial Inmobiliaria, S.L., 2010. pp. 151-185.
ISBN: 9788496998520.

CUATRECASAS Arbós, Lluís. Organización de la producción y dirección de operaciones: sistema actual de gestión eficiencia y competitividad. España: Díaz de Santos, 2011, pp. 757.

ISBN: 9788479789978.

Chrysler LLC, Ford Motor Company y General Motors Corporation. Análisis de modos y efectos de fallas potenciales. [s.l.]. 4° ed. [s.n.]. 2008. pp. 151.

ISBN 9781605341361.

DALE H. Besterfield. Análisis de Modo de Falla y Efecto. En su Control de la Calidad, 8°ed. México, Pearson Educación, 2009. p. 92.

ISBN 9786044421217.

GARCÍA, Alfonso. Productividad y reducción de costos: Para la pequeña y mediana industria. 2° ed. México: Trillas, 2011. 304 pp.

ISBN: 9786071707338.

GUTIÉRREZ Pulido, Humberto. Calidad total y productividad. 3° edición. México: McGraw-HILL, 2010. 363 pp.

ISBN: 9786071503152.

GUTIÉRREZ, Humberto y DE LA VARA, Román. Control estadístico de la calidad y seis sigmas. 3° ed. México: McGraw-HILL, 2013. 467 pp.

ISBN: 9786071509291.

GUTIERREZ, Humberto, DE LA VARA, Román. Análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF). En su: Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigmas. México. D.F. 2013, capítulo 14, pp. 380-395.

ISBN: 9786071509291.

KLEINDORFER, Paul R. The Management of Productivity and Technology in Manufacturing. New York: Springer Science & Business Media, 2013, 346 pp.

ISBN: 9781461325079

SAHIN, Izzet & POLATOGLU, Hakan. Quality, Warranty and Preventive Maintenance. New York.: Springer Science & Business Media, 2012, 298 pp.

ISBN: 9781461555575

MACHADO, Carolina & DAVIM, Paulo. Productivity and Organizational Management. New York: Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2017, 180 pp.
ISBN: 9783110355796

MOBLEY, Keith. Maintenance Engineering Handbook. New York: McGraw Hill Professional, 2013, 672 pp.
ISBN: 9780071826648

MORA, Luis. Mantenimiento. Planeación ejecución y control. Bogotá-Colombia: Alfaomega Colombia S.A., 2009.
ISBN: 9780596827690.

PALMER, Palmer. Maintenance Planning and Scheduling Handbook. New York: McGraw-Hill Education, 2019, 960 pp.
ISBN: 9781260135282

STAMATIS, D. H. The ASQ Pocket Guide to Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). New York: ASQ Quality Press, 2015, 272 pp.
ISBN: 9780873898881

Linkografía

AGUIAR Guzmán, Leonardo Javier Alfredo, RODRIGUEZ Borja, Hender Armando. Análisis de modos y efectos de fallas para mejorar la disponibilidad operacional en la línea de producción de gaseosas. Tesis (Ingeniero Industrial). BOGOTÁ: UNIVERSIDAD LIBRE DE COLOMBIA FACULTAD DE INGENIERIA DEPARTAMENTO INGENIERÍA MECÁNICA, 2014. 81 pp.
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7838/Doc%20Final%20Proyecto%20Armando%20y%20Leonardo%20sustentacion.pdf?sequence=1>

ALVAREZ Campos, Linder David. El análisis de modos y efectos de fallas para aumentar la disponibilidad de la flota vehicular de la empresa ENTRAFESA SAC. tesis (Título de ingeniero mecánico). Trujillo – Perú: universidad nacional de Trujillo, 2017. 189 pp.

<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9488/ALVAREZ%20CAMPOS%20C%20Linder%20David.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CASILIMAS Macías, Carlos Leonardo y POVEDA Quintero, Roberth Adrián. Implementación del sistema de indicadores de productividad y mejoramiento OEE (Overall Effectiveness Equipment) en la línea tubería en Corpacero S.A. Tesis (Ingeniero Industrial) Bogotá: Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2012. 80 pp.
<http://udistrital.edu.co:8080/documents/138588/3157626/IMPLEMENTACION+OEE.pdf>

CERNA Olivo, Kattia Miluska y CORONEL Gálvez, Osmara Antuane. Efecto del mantenimiento preventivo en el nivel de riesgo falla en equipos críticos, JADA S. A., 2018. Tesis (Ingeniero industrial). Chimbote – Perú: Universidad Cedar Vallejo, 2018. 160 pp.

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/27851/Cerna_OKM-Coronel_GOA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CORONADO Juárez, Geancarlo Junior. Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad basado en el análisis de modo y efecto de fallas a unidades de bombeo mecánico de pozos de extracción de petróleo crudo del Lote I, para aumentar su disponibilidad - Provincia de Talara. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima – Perú: Universidad Cesar Vallejo lima, 2015. 85 pp.

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/9589/coronado_jg.pdf?sequence=1&isAllowed=y

COSSIOS Risco, Samuel Josué Oliver. Gestión del mantenimiento para incrementar la confiabilidad en los equipos de la casa de fuerza del hospital regional, Chimbote 2018. Tesis (ingeniero industrial). Nuevo Chimbote – Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2018. 143 pp.

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/30108/cossios_rs.pdf?sequence=1&isAllowed=y

EDA Alvarez, Arturo. Análisis de fallas de una máquina extrusora de electrodos. Tesis (Ingeniera Industrial). Piura-Perú: UNIVERSIDAD DE PIURA, 2013. 115 pp.
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1740/ING_528.pdf?sequence=1

GARCIA Paz, Susana Eliana. Implementación del análisis de modos y efectos de fallas en la recepción de la chatarra a producción para incrementar la productividad en el área de acería de Corporación Aceros Arequipa, Lima, 2016. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima – Perú: Universidad Cesar Vallejo lima, 2016. 188 pp.
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/9889/Garc%C3%ADa_PSE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GALEANO Hernández, Edward y PÉREZ Carrillo, Hawyn Humberto. Análisis de modos y efectos de fallas en el proceso de extrusión – soplado en la empresa Placa S. A. Tesis (Ingeniero Industrial). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica Programa de Ingeniería de Producción, 2017. 72 pp.
<http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/6110/1/GaleanoHern%C3%A1ndezEdward2017.pdf>

GÓMEZ Domínguez, Mijaíl Yosip. Aplicación del SMED para incrementar la productividad en la línea de producción de los enchufes planos tropicalizados en la Empresa Corporación Visión SAC., Lima 2017. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima-Perú: Universidad César vallejo Lima, 2017. 199 pp.
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/1536/G%C3%B3mez_DMY.pdf?sequence=1&isAllowed=y

HERNÁNDEZ Jiménez, Gersson Antonio. Aplicación de la metodología análisis de modos y efectos de fallas y criticidad, en una maquina sacheteadora de colágeno tipo vertical en el laboratorio farmacéutico ROCNARF S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Guayaquil – Ecuador: Universidad de Guayaquil facultad de Ingeniería industrial, 2016. 88 pp.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/18554/1/GERSSON%20ANTONIO%20HERNANDEZ%20JIMENEZ%20-%20TESIS.pdf>

MERCHAN Ulloa, Alexandra Catalina. Análisis de modo y efectos de fallas en el proceso de producción de tableros eléctricos de la Empresa EC BOX. Tesis (Ingeniero de la producción y operaciones). Cuenca-Ecuador: Facultad de Ciencia y Tecnología, 2015. 88 pp.
<http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4278/1/10836.pdf>

OROZCO Cardozo Eduard Saúl. Plan de mejora para aumentar la productividad en el área de producción de la empresa Confecciones Deportivas Todo Sport Chiclayo. Tesis (Ingeniero Industrial). Pimentel-Perú: Facultad De Ingeniería, Arquitectura Y Urbanismo, 2016. 202 Pp. <https://docplayer.es/52022971-Plan-de-mejora-para-aumentar-la-productividad-en-el-area-de-produccion-de-la-empresa-confecciones-deportivas-todo-sport.html>

PATERNINA Rendón, Manuel Enrique y VIANA Beltrán, Jhon Alexander. Diseño de un método de trabajo para mejorar la productividad en una maquina papelera. Tesis (Ingeniero Industrial) Santiago De Cali: Universidad de San Buenaventura Seccional Cali, 2017. 78 pp. https://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/3332/2/Dise%C3%B1o_metodo_trabajo_paternina_2016.pdf

QUISPE Antiporta, Diego Abel. Propuesta de mejora de productividad en el área de tejeduría de una empresa textil. Tesis (Ingeniero Industrial). Universidad Perruna de Ciencias Aplicadas, 2013. 138 pp. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/306394/quispe_ad-rest-tesis.pdf?sequence=2&isAllowed=y

VASQUEZ Contreras, Luis Martin. Propuesta para aumentar la productividad del proceso productivo de cajas porta-medidores de energía monofásicas en la industria metálica Cerinsa E.I.R.L., aplicando el Overall Equipment Effectiveness (OEE). Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio De Mogrovejo, 2015. 111 pp. http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/usat/489/1/TL_Vasquez_Contreras_LuisMartin.pdf

Anexo 2. Hoja de registro Tiempo medio entre Fallas 2018

| MAQUINA | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | TOTAL |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3. Hoja de registro Cantidad de Fallas 2018.

| MAQUINA | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | TOTAL |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4. Anexo 04: Hoja de registro, tiempo total de reparaciones Año 2018

| MAQUINA | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | TOTAL |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 5. Diagrama de Pareto.

| Nº | Factor | Frecuencia | Frecuencia Acumulada | % de Frecuencia | % de Frecuencia acumulado | Tipo |
|---------|--------|------------|----------------------|-----------------|---------------------------|--------|
| CAUSA 1 | | | | | | 80.00% |
| CAUSA 2 | | | | | | |
| CAUSA3 | | | | | | |
| CAUSA 4 | | | | | | |
| CAUSA 5 | | | | | | |
| CAUSA 6 | | | | | | 20.00% |
| CAUSA 7 | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 6. Esquema de elaboración del AMEF.

| | | Análisis de modos y efectos de fallas (AMEF) <input type="checkbox"/> Diseño <input type="checkbox"/> Proceso <input type="checkbox"/> Medios | | | | | | Código: | | | | | | |
|--------------------------|------------------------------|--|----------|-------------------------------------|----------------------------------|---|---------------|---------------------------|--|---------------------------|----------|------------|-----------|-----|
| | | | | | | | | Edición: | | | | | | |
| | | | | | | | | Fecha: | | | | | | |
| Cliente: | | | | | Denominación producto: | | | | Preparado por: | | | | | |
| Planta: | | | | | Referencia/s: | | | | Revisado por: | | | | | |
| Proveedores involucrados | | | | | Nivel de modificaciones cliente: | | | | Aprobado O.T.: | | | | | |
| Descripción de la fase | Modo/s potencial/es de falla | Efecto/s potencial/es del falla | Gravedad | Causa(s) potencial(es) del falla(s) | Ocurrencia | Verificación(es) y/o control(es) actual(es) | Detección NPR | Acción(es) recomendada(s) | Área(s) / persona(s) responsable(s) y fecha de realización | Resultado de las acciones | | | | |
| | | | | | | | | | | Acciones realizadas | Gravedad | Ocurrencia | Detección | NPR |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Chrysler LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation (2008).

Anexo 8. Check list de caja de laminación

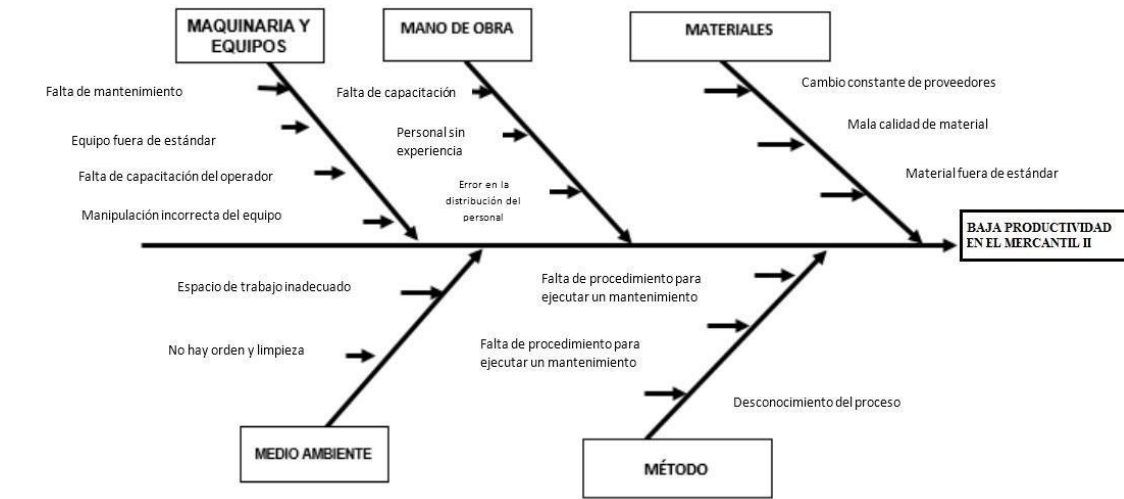
| | | CHECK LIST CAMBIO CAJA 1-2 TREN 500 | | VERSIÓN : | 0 | |
|---|---|--|----------|--------------|-------------|--|
| | | FECHA: | 08/08/17 | | | |
| | | HOJA: | 1 de 1 | | | |
| PROGRAMADOR: | | | | | | |
| FECHA: | | | | | | |
| INSPECCIÓN Y RUTINA EN PUNTOS CRITICOS | | | | | | |
| EQUIPO | QUE HACER O INSPECCIONAR | CÓMO | VERIFICO | | RESPONSABLE | |
| | | | SI | NO | | |
| Antes del Cambio | Realizar reunión de planificación 1 día antes | Según planificación | | | | |
| | Comunicar el programa de trabajo | | | | | |
| | Verificar estado y stock de repuestos de todos los pernos que se utilizan en caja 1 y 2. (1 día antes) | | | | | |
| | Verificar estado y stock de repuestos Ej: Somieres, refrigeración y accesorios en general.(1 día antes) | | | | | |
| | Verificar estado y stock de repuestos en guías de entrada y salida. (1 día antes) | | | | | |
| | Verificar estado y stock de chapas. (1 día antes) | | | | | |
| | Preparar herramientas | | | | | |
| | Coordinar frecuencia de trabajo con grúa | | | | | |
| | Coordinar el bloqueo de equipos según programa | | | | | |
| | Preparar APR. (1 día antes) | | | | | |

Anexo 9. Matriz de determinación de productividad 2018.

| mes | unidades producidas | unidades programadas | recurso programados | recursos utilizados | eficiencia | eficacia | efectividad |
|---------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|------------|-----------|--------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | (3 / 4) | (1 / 2) | eficiencia * eficacia |
| enero | | | | | | | |
| febrero | | | | | | | |
| marzo | | | | | | | |
| abril | | | | | | | |
| mayo | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 10. Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 11 Constancia de Validación

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN


Yo, Williams Estuardo Castillo Marting, con DNI N°
40104304 de profesión Ingeniero Agrónomo, ejerciendo actualmente
como Docente Universitario.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento a los efectos de su aplicación al personal que labora en la empresa SIDERPERU S.A.A.

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

| | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | EXCELENTE |
|------------------------|------------|-----------|-------|-----------|
| Congruencia de ítems | | | X | |
| Amplitud de contenido | | | X | |
| Redacción de los ítems | | | X | |
| Claridad y precisión | | | | X |
| Pertinencia | | | X | |

En Chimbote, a los 19 días del mes de Noviembre del año 2018


Sello y firma del validador
CSP: 89104

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Guillermo Miran Olivos, con DNI N° 44319159 de profesión Ingeniero Industrial, ejerciendo actualmente como Jefe de laboratorios

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento a los efectos de su aplicación al personal que labora en la empresa SIDERPERU S.A.A.

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

| | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | EXCELENTE |
|------------------------|------------|-----------|-------|-----------|
| Congruencia de ítems | | | X | |
| Amplitud de contenido | | | | X |
| Redacción de los ítems | | | X | |
| Claridad y precisión | | | | X |
| Pertinencia | | | X | |

En Chimbote, a los ____ días del mes de _____ del año 2018


 Guillermo Segundo Miran Olivos
 Sello y Firma del Autor
 R. C. P. N° 215311

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

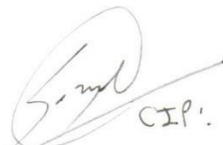
Yo, Wilson Símpalo López, con DNI N° 40186130 de profesión Ing. Agroindustrial, ejerciendo actualmente como Docente

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación del Instrumento a los efectos de su aplicación al personal que labora en la empresa SIDERPERU S.A.A.


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

| | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | EXCELENTE |
|------------------------|------------|-----------|-------|-----------|
| Congruencia de ítems | | | X | |
| Amplitud de contenido | | X | | |
| Redacción de los ítems | | | X | |
| Claridad y precisión | | X | | |
| Pertinencia | | X | | |

En Chimbote, a los ____ días del mes de _____ del año 2018


CIP: 175 0068
Sello y firma del validador

Anexo 12 Cuestionario de Auditoria de Gestión de Mantenimiento


SIDERPERU
 STAN CASTO
 Christian Susire Novoa
 Asesor de Proyectos

CUESTIONARIO DE AUDITORIA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO

| N° | C | DESF | | | FAV |
|----|---|------------------------------------|--|------------------------------------|-------------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 1 | ¿El organigrama de mantenimiento garantiza la presencia de personal de mantenimiento preparado cuando se necesite, de la forma más rápida posible? | Tiempo de respuesta muy lento | Desfavorable | Aceptable, pero con inconvenientes | Inmediato ✓ |
| 2 | ¿Hay personal que pueda considerarse 'imprescindible' cuya ausencia afecta a la actividad normal del área de mantenimiento? | Sí, varias personas | Sí, al menos una persona imprescindible. | En algunos casos, sí ✓ | No |
| 3 | ¿El organigrama garantiza que habrá personal disponible para realizar mantenimiento el mantenimiento programado, incluso en el caso de un aumento del mantenimiento correctivo? | No hay personal para m. Programad. | Si el correctivo aumenta, no | Sí, pero si aumenta mucho, no ✓ | El mto prog. es independiente |
| 4 | ¿El número de horas extraordinarias que se genera en el área de mantenimiento es habitualmente superior al máximo legal autorizado? | Sí, siempre | En general, sí ✓ | En general, no | Nunca |
| 5 | ¿La cualificación previa que se exige al personal del área de mantenimiento es la adecuada? | No | Sí, pero no se cumple ✓ | Sí, en casi todos los puestos | Sí, en todos los puestos |
| 6 | ¿Se realiza una formación inicial efectiva cuando se incorpora un nuevo trabajador al área de mantenimiento? | No | No siempre | Casi siempre ✓ | Si |
| 7 | ¿Hay un plan de formación para el personal de mantenimiento? | No | Si, pero la forma no es la adecuada ✓ | Mejorable, pero aceptable | Si |
| 8 | ¿Este plan de formación hace que los conocimientos en el mantenimiento de la planta mejoren? | No | Graves defectos | Mejor pero aceptable ✓ | Si |
| 9 | ¿El plan de formación hace que los conocimientos en otras áreas de la planta (operaciones, seguridad, medioambiente, administración, etc) mejoren? | No | Muy poca incidencia ✓ | Mejorable, pero aceptable | Si |
| 10 | ¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas ? | Ninguno ✓ | Solo alguno | Casi todos | Todos |

| | | | | | |
|----|---|------------------|-------------------------|--------------------------------|--------------------|
| 11 | ¿El personal de mantenimiento mecánico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)? | Ninguno ✓ | Solo alguno | Casi todos | Todos |
| 12 | ¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación) sencillas ? | Ninguno ✓ | Solo alguno | Casi todos | Todos |
| 13 | ¿El personal de mantenimiento eléctrico puede realizar todo tipo de tareas especializadas (mecánicas, eléctricas o de instrumentación)? | Ninguno ✓ | Solo | Casi todos | Todos |
| 14 | ¿El personal de mantenimiento está capacitado para trabajar en otras áreas (operaciones, seguridad, control químico, etc)? | Ninguno | Solo alguno ✓ | Casi todos | Todos |
| 15 | ¿Se respeta el horario de entrada y salida? | Generalmente no | A menudo, no | En general sí, excepción ✓ | Siempre |
| 16 | ¿Se respeta la duración de los descansos? | Generalmente no | A menudo, no | En general sí, excepción ✓ | Siempre |
| 17 | ¿La media de tiempos muertos no productivos es la adecuada? | No | Preocupante | Mejorable, pero aceptable ✓ | Sí |
| 18 | ¿Los tiempos de intervención se ajustan a la duración teórica estimable en que podrían realizarse los trabajos? | En absoluto | Mucho mayores ✓ | Mejorable, pero aceptable | Sí |
| 19 | ¿El personal de mantenimiento se siente reconocido en su trabajo? | En absoluto | En general, ✓ | Sí, con alguna excepción | Sí |
| 20 | ¿El personal de mantenimiento siente que la empresa se preocupa de sus necesidades para poder realizar un buen trabajo? | En absoluto | No siempre ✓ | Casi siempre | Sí |
| 21 | ¿El personal de mantenimiento considera que tiene proyección profesional dentro de la empresa? | No | Poca proyección ✓ | Lo ven posible | Sí |
| 22 | ¿El personal de mantenimiento se siente satisfecho con su horario? | Muy insatisfecho | Reclaman mejoras ✓ | Pequeños ajustes | Sí, muy satisfecho |
| 23 | ¿El personal de mantenimiento se considera bien retribuido? | En absoluto | Algunas diferencia ✓ | Reclaman pequeñas | Sí |
| 24 | ¿El personal de mantenimiento está comprometido con los objetivos de la empresa? | No | Poco ✓ | Suficiente | Muy comprometido |

| | | | | | |
|----|---|--------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------|
| 25 | ¿El personal de mantenimiento tiene un buen concepto de sus mandos? | En general no | Se detectan quejas | Pequeñas diferencias | Excelente concepto |
| 26 | ¿El personal de mantenimiento considera que el ambiente del área de operaciones es agradable? | Malo | Regular | Normal | Bueno |
| 27 | ¿El nivel de absentismo entre el personal de mantenimiento | Muy alto | Más alto de lo normal | Normal | Muy bajo |
| 28 | ¿El nivel de rotación entre el personal de mantenimiento es bajo? | Muy alto | Más alto de | Normal | Muy bajo |
| 29 | ¿Las herramientas mecánicas se corresponden con lo que se necesita? | No | Carencias importantes | Falta algo | Si |
| 30 | ¿Las herramientas eléctricas se corresponden con lo que se necesita? | No | Carencias importantes | Falta algo | Si |
| 31 | ¿Las herramientas para el mantenimiento de la instrumentación se corresponden con lo que se necesita? | No | Carencias | Falta algo | Si |
| 32 | ¿Las herramientas para el mantenimiento predictivo se corresponden con lo que se necesita? | No | Carencias importantes | Falta algo | Si |
| 33 | ¿Las herramientas de taller se corresponden con lo que se necesita? | No | Carencias importantes | Falta algo | Si |
| 34 | ¿Los equipos de medida están calibrados? | En general no | No todos | Problemas menores | Si, todos |
| 35 | ¿Existe un inventario de herramientas? | No | Sí, pero no se ajusta a la realidad | Sí, aunque no es exacto | Si |
| 36 | ¿Se comprueba periódicamente el inventario de herramientas? | No | Solo en alguna ocasión | Mejorable | Si, periódicamente |
| 37 | ¿El taller está situado en el lugar apropiado? | En el peor lugar posible | No, pero no tiene solución | Mejorable | Lugar óptimo |
| 38 | ¿Está limpio y ordenado su interior? | No, muy desordenado | Mal aspecto | Mejorable, pero aceptable | Excelente |
| 39 | ¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación interna que se necesitan? | No | Carencias importantes | Falta algo | Si |

| | | | | | |
|----|--|------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------|
| 40 | ¿Mantenimiento dispone de los medios de comunicación con el exterior que se necesitan? | No | Carencias importantes | Falta algo | Si |
| 41 | ¿Se dispone de los medios de transporte que se necesitan? | No | Carencias importantes | Falta algo | Si |
| 42 | ¿Se dispone de los medios de levación que se necesitan (carretillas levadoras, carretillas manuales, polipastos, puentes grúa, diferenciales, etc) | No | Carencias | Falta algo | Si |
| 43 | ¿Existe un plan de mantenimiento que afecte a todas las áreas y equipos significativos de la planta? | No existe Plan de Mto | Existe pero no es eficaz | Mejorable, pero aceptable | Si |
| 44 | ¿Hay una programación de las tareas que incluye el plan de mantenimiento (está claro quien y cuando se realiza cada tarea)? | No se programada | Programa inadecuado | Mejorable, pero aceptable | Si |
| 45 | ¿La programación de las tareas de mantenimiento se cumple? | No | En general, no | Mejorable, pero aceptable | Si, perfectamente |
| 46 | ¿El Plan de mantenimiento respeta las instrucciones de los fabricantes? | No | En general, no | En general, sí | Si |
| 47 | ¿Se han analizado los fallos críticos de la planta? | No | Muy pocos | Los más importante | Si |
| 48 | ¿El Plan está orientado a evitar esos fallos críticos de la planta y/o a reducir sus consecuencias? | No | En general, no | Mejorable, pero aceptable | Si |
| 49 | ¿El plan de mantenimiento se realiza? | No | En general, no | Mejorable, pero aceptable | Si |
| 50 | ¿La proporción entre horas/hombre dedicadas a mantenimiento programado y mantenimiento correctivo no programado es la adecuada? | No, todo es correctivo | Gran parte, correctivo | Mejorable, pero aceptable | Si |
| 51 | ¿El número de averías repetitivas es bajo? | Muy alto | Regular | Mejorable | Muy bajo |
| 52 | ¿El tiempo medio de resolución de una avería es bajo? | Muy alto | Regular | Mejorable | Muy bajo |
| 53 | ¿Hay un sistema claro de asignación de prioridades? | No | Si, pero tiene graves defectos | Si, pero es mejorable | Si |
| 54 | ¿Este sistema se utiliza correctamente? | No | En general, no | En general, sí | Si |

| | | | | | |
|----|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 55 | ¿El número de averías con el máximo nivel de prioridad (o averías urgentes) es bajo? | Muy alto | Regular ✓ | Mejorable, pero aceptable | Muy bajo |
| 56 | ¿El número de averías pendientes de reparación es bajo? | Muy alto | Regular | Mejorable, pero aceptable | Muy bajo |
| 57 | ¿La razón por la que las averías están pendientes está justificada? | No | En general, no | En general, sí ✓ | Sí, en todos los casos |
| 58 | ¿Se realiza un análisis de los fallos que afectan a los resultados de la planta? | No | Análisis incompleto | Mejorable, pero aceptable ✓ | Sí |
| 59 | ¿Las conclusiones de estos análisis se llevan a la práctica? | No | En general, no | En general, sí ✓ | Siempre |
| 60 | ¿Todas las tareas habituales de mantenimiento están recogidas en procedimientos? | No | Faltan procedimientos ✓ | Casi todos | Sí |
| 61 | ¿Los procedimientos son claros y perfectamente entendibles? | No | Importantes deficiencias | Pequeñas ✓ | Sí |
| 62 | ¿Los procedimientos contienen toda la información que se necesita para realizar cada tarea? | No | Importantes deficiencias | Pequeñas ✓ | Sí |
| 63 | ¿El personal de mantenimiento recibe formación en estos procedimientos, especialmente cuando se producen cambios? | No, nunca | En general, no | En general, sí ✓ | Siempre, de forma sistemática |
| 64 | ¿El proceso de implantación de un nuevo procedimiento es el adecuado? | Ningún proceso establecido | Sí, pero es incorrecto | Sí, pero es mejorable ✓ | Sí |
| 65 | ¿Cuándo el personal de mantenimiento realiza una tarea utiliza el procedimiento aprobado? | No | En general, no ✓ | En general, sí | Sí |
| 66 | ¿Los procedimientos de mantenimiento se actualizan periódicamente? | No, nunca | En general, no | En general, sí ✓ | Sí |
| 67 | ¿Todos los trabajos que se realizan se reflejan en una orden de trabajo? | Nunca | En general, no ✓ | En general, sí | Siempre |
| 68 | ¿El formato de esta orden de trabajo es adecuado? | No | Deficiencias graves | Mejorable, pero aceptable ✓ | Sí |
| 69 | ¿Los operarios cumplimentan correctamente estas órdenes? | No | En general, no ✓ | En general, sí | Sí |

| | | | | | |
|----|--|----|---------------------------------------|----------------------------------|------|
| 70 | ¿Las órdenes de trabajo se introducen en el sistema informático? | No | En general, no | En general, sí | ✓ Sí |
| 71 | ¿El sistema informático de mantenimiento resulta adecuado? | No | Carencias importantes | Mejorable | ✓ Sí |
| 72 | ¿El sistema informático supone una carga burocrática excesiva? | No | En general, no | general, sí | ✓ Sí |
| 73 | ¿El sistema informático aporta información útil? | No | En general, no | general, sí | ✓ Sí |
| 73 | ¿El sistema informático aporta información fiable? | No | En general, no | En general, sí | ✓ Sí |
| 74 | ¿El sistema informático aporta información útil? | No | En general, no | En general, sí | ✓ Sí |
| 75 | ¿Los mandos de mantenimiento consultan la información contenida en el sistema informático? | No | En general, no | En general, sí | ✓ Sí |
| 76 | ¿El personal de mantenimiento consulta la información contenida en el sistema informático? | No | En general, no | En general, sí | ✓ Sí |
| 77 | ¿Se emite un informe periódico que analiza la evolución del departamento de mantenimiento? | No | Sí, pero no contiene información útil | Mejorable, pero aceptable | ✓ Sí |
| 78 | ¿El informe aporta información útil para la toma de decisiones? | No | En general, no | Mejorable, pero aceptable | ✓ Sí |
| 79 | ¿Se ha elaborado una lista de repuesto mínimo que debe permanecer en stock? | No | Sí pero no es válida | Mejorable, pero aceptable | ✓ Sí |
| 80 | ¿Los criterios empleados para elaborar esa lista son válidos? | No | En general, no | Mejorable, pero aceptable | ✓ Sí |
| 81 | ¿Se comprueba periódicamente que se dispone de ese stock? | No | En general, no | Sí, pero no de forma sistemática | ✓ Sí |
| 82 | ¿La lista de stock mínimo se actualiza y mejora periódicamente? | No | se ha hecho alguna vez | Tendría que hacerse más a menudo | ✓ Sí |
| 83 | ¿Se realizan periódicamente inventarios de repuesto? | No | Solo se ha hecho alguna vez | Tendría que hacerse más a menudo | ✓ Sí |

| | | | | | |
|----|---|-----------------|------------------------------|-----------------------------|-----------|
| 84 | ¿Los movimientos del almacén se registran de alguna forma (sistema informático, hoja de cálculo, libro, etc.)? | No | No todos | Pequeñas deficiencias | Sí ✓ |
| 85 | ¿Coincide lo que se cree que se tiene (según los inventarios y el sistema informático) con lo que se tiene realmente? | No | Muchas discrepancias | Pequeñas deficiencias | Sí ✓ |
| 86 | ¿El almacén está limpio y ordenado? | No | En general, no | Mejorable, pero aceptable ✓ | Sí |
| 87 | ¿El almacén está situado en el lugar adecuado? | No | No, aunque no hay otro sitio | Mejorable, pero aceptable ✓ | Sí |
| 88 | ¿Es fácil localizar cualquier pieza? | No | Difícil | Mejorable, pero aceptable ✓ | Sí ✓ |
| 89 | ¿Las condiciones de almacenamiento son correctas? | No | | Mejorable, pero aceptable ✓ | Sí ✓ |
| 90 | ¿Se realizan comprobaciones de material cuando se recibe? | No, nunca | Sólo algunas veces, pocas | Casi siempre ✓ | Siempre |
| 91 | ¿La disponibilidad media de los equipos significativos es la adecuada? | No | Es baja | Sí ✓ | Excelente |
| 92 | ¿La disponibilidad media de la planta es la adecuada? | No | Es baja | Sí ✓ | Excelente |
| 93 | ¿La evolución de la disponibilidad es positiva (está aumentado la disponibilidad)? | Desciende mucho | Esta descendiendo | Se mantiene ✓ | Sí |
| 94 | ¿El tiempo medio entre fallos en equipos significativos es el adecuado? | No | Es baja | Sí ✓ | Excelente |
| 95 | ¿La evolución del tiempo medio entre fallos en equipos significativos es positiva? | Desciende mucho | Esta descendiendo | Se mantiene ✓ | Sí |
| 96 | ¿El número de OT de emergencia es bajo? | No | Es alto | Sí ✓ | Excelente |
| 97 | ¿El número de OT de emergencia está descendiendo? | No | Es baja | Sí ✓ | Excelente |

| | | | | | |
|-----|---|----------|---------------------|---------------|----------|
| 98 | ¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos es bajo? | Muy alto | Alto | Bajo ✓ | Muy bajo |
| 99 | ¿El tiempo medio de reparación en equipos significativos está descendiendo? | Aumenta | Aumenta ligeramente | Se mantiene ✓ | Sí |
| 100 | ¿El número de averías repetitivas es bajo? | Muy alto | Alto | Bajo ✓ | Muy bajo |
| 101 | ¿El número de averías repetitivas está descendiendo? | Aumenta | Aumenta ligeramente | Se mantiene ✓ | Sí |
| 102 | ¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento es el adecuado? | Muy alto | Alto | Bajo ✓ | Muy bajo |
| 103 | ¿El número de horas/hombre invertidas en mantenimiento está descendiendo? | Aumenta | Aumenta ligeramente | Se mantiene ✓ | Sí |
| 104 | ¿El gasto en repuestos es el adecuado? | Muy alto | Alto | Bajo ✓ | Muy bajo |
| 105 | ¿El gasto en repuestos está descendiendo? | Aumenta | Aumenta ligeramente | Se mantiene ✓ | Sí |

Anexo 13 Elaboración de análisis de modos y efectos de fallas

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA AMEF

Número de AMEF 01

Item:
Programa(s) del Modelo

Mesa de enfriamiento

Fecha Clave Abril del 2019

Responsabilidades de Proceso

Melisa Gonzales

| Equipo Función | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) Potencial (es) | Severidad | Causa(s) Potencial (es) de la Falla | Controles de Prevención | Ocurrencia | Controles de Detección | Detección | RPN | Acciones Correctoras | Responsabilidades y Fechas meta de Terminación | Resultados de las Acciones | | | | |
|-------------------------------|--|--------------------------|-----------|-------------------------------------|------------------------------|------------|------------------------|-----------|-----|--|--|--|-----------|------------|-----------|-----|
| | | | | | | | | | | | | Acciones Tomadas Fechas de Terminación | Severidad | Ocurrencia | Detección | NPR |
| MESA DE ENFRIAMIENTO 1 | Desalineamiento de los rodillos de la mesa de enfriamiento 1. | Parada de Proceso | 6 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 10 | Ninguno | 8 | 480 | Se implementó equipo como sensores para identificar los desalineamientos de los rodillos de la mesa de enfriamiento, mejorar las bases que soportan los rodillos de la mesa y termómetros infrarrojos para medir la temperatura. | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 2 | 6 | 2 | 24 |
| | Desgaste de los rodillos de la mesa de enfriamiento 1. | Parada de Proceso | 6 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 6 | Ninguno | 3 | 108 | | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 6 | 6 | 3 | 108 |
| | Desalineamiento de los peines de la mesa de enfriamiento 1. | Proceso Normal | 6 | Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 2 | Ninguno | 6 | 72 | Mantenimiento Preventivo | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 6 | 2 | 6 | 72 |
| | Fallas de los prensos de la mesa de enfriamiento 1. | Proceso Normal | 7 | Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 4 | Ninguno | 2 | 56 | Mantenimiento Preventivo | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 7 | 4 | 2 | 56 |
| | Falta de ventilación de la mesa de enfriamiento 1. | Parada de Proceso | 8 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 9 | Ninguno | 9 | 648 | Se implementó sensores de temperatura o colocar extractores de calor para que la mesa se mantenga en temperatura adecuada. | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 5 | 5 | 100 |
| | Desalineamiento de la zapata de la mesa de enfriamiento 1. | Parada de Proceso | 7 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 9 | Ninguno | 9 | 567 | Se implementó equipos o sensores que identifique cuando se presenta una falla de desalineamiento de la zapata y capacitar al personal en el tema de alineamiento de equipos. | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 5 | 5 | 100 |
| | Deficiencia en el sistema hidráulico de la mesa de enfriamiento 1. | Cumple con las Metas | 6 | Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 7 | Ninguno | 3 | 126 | Mantenimiento Preventivo | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 6 | 7 | 3 | 126 |

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA AMEF

Responsabilidades de Proceso

Ramón Venegas

Número de AMEF 02

Año(s)/Programa(s) del Modelo

Tren 500

Fecha Clave Abril del 2019

| Equipo Función | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) Potencial (es) | Severidad | Causa(s) Potencial (es) de la Falla | Controles de Prevención | Ocurrencia | Controles de Detección | Detección | RPN | Acciones Correctoras | Responsabilidades y Fechas meta de Terminación | Resultados de las Acciones | | | | |
|---|---|-----------------------------|-----------|---|------------------------------|------------|---------------------------|-----------|-----|--|--|---|-----------|------------|-----------|-----|
| | | | | | | | | | | | | Acciones Tomadas Fechas de Terminación | Severidad | Ocurrencia | Detección | NPR |
| T R E N 5 0 0 | Desalineamiento de los cilindros del tren 500. | Parada de Proceso | 4 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 6 | Ninguno | 4 | 96 | Mantenimiento Preventivo | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 6 | 4 | 96 |
| | Fallas en el sistema de lubricación del tren 500. | Parada de Proceso | 6 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 4 | Ninguno | 4 | 96 | Mantenimiento Preventivo | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 6 | 4 | 4 | 96 |
| | Cuñas desgastadas del tren 500. | Parada de Proceso | 6 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 4 | Ninguno | 5 | 120 | Mantenimiento Preventivo | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 6 | 4 | 5 | 120 |
| | Deficiencia en el sistema de refrigeración de los cilindros del tren 500. | Parada de Proceso | 4 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 4 | Ninguno | 4 | 64 | Mantenimiento Preventivo | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 4 | 4 | 64 |
| | Recalentamiento de las chumacera del tren 500. | Parada de Proceso | 10 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 7 | Ninguno | 10 | 700 | Se implementó eficientemente la metrología para saber las medidas de los equipos y capacitación a los colaboradores, realizar un check list adecuado para el armado de chumaceras y aplicar equipo como termómetro infrarrojo, elaborar un plan de mantenimiento de la chumacera. | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 3 | 3 | 4 | 36 |
| | Mal montaje de guiados del tren 500. | Parada de Proceso | 10 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 8 | Ninguno | 8 | 640 | Se implementó sensores que identifique que el guiado este alineado, elaborar un check list para controlar en qué situación se encuentra los guiados, elaborar un nuevo plan de mantenimiento, capacitar al personal y evitar la rotación del colaborador a cargo del armado de guiado. | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 6 | 6 | 4 | 144 |
| | Deficiencia en el montaje del tren 500. | Parada de Proceso | 9 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 9 | Ninguno | 8 | 648 | Se implementó un plan de mantenimiento que reduca el tiempo de demora de montaje, hacer un check list para determinar la conformidad del montaje y elaborar un procedimiento para realizar el montaje del tren 500. | Melisa Gonzales Saravia-Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 6 | 6 | 4 | 144 |

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA AMEF

Número de AMEF 03

Item:

Responsabilidades de Proceso

Deyvi Peralta Venegas

Año(s)/Programa(s) del Modelo Tren 330

Fecha Clave Abril del 2019

| Equipo Función | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) Potenciales | Severidad | Causa(s) Potencial (es) de la Falla | Controles | | | | RPN | Acciones Correctoras | Responsabilidades y Fechas meta de Terminación | Resultados de las Acciones | | | | |
|---|---|-----------------------|-----------|-------------------------------------|------------------------------|------------|------------------------|-----------|-----|---|--|--|-----------|------------|-----------|-----|
| | | | | | Controles de Prevención | Ocurrencia | Controles de Detección | Detección | | | | Acciones Tomadas Fechas de Terminación | Severidad | Ocurrencia | Detección | NPR |
| T R E N 3 3 0 | Desalineamiento de los cilindros del tren 330 caja 10. | Proceso Normal | 6 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 5 | Ninguno | 4 | 120 | Mantenimiento Preventivo | Deyvi Peralta Cabello – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 6 | 5 | 4 | 120 |
| | Fallas en el sistema de lubricación del tren 330 caja 10. | Parada de Proceso | 8 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 9 | Ninguno | 8 | 576 | Se implementó equipos hidráulicos para el montaje (pistolas hidráulicas), hacer un check list del montaje, capacitar al colaborador, aplicación de laser de alineación para el montaje. | Deyvi Peralta Cabello – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 3 | 5 | 60 |
| | Mal montaje de las cuñas del tren 330 | Parada de Proceso | 9 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 9 | Ninguno | 9 | 729 | Se implementó tuercas hidráulicas en la caja del tren 330, utilizar metrología, capacitación para el montaje de las tuercas hidráulicas. | Deyvi Peralta Cabello – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 4 | 4 | 64 |
| | Deficiencia en el sistema de refrigeración de los cilindros del tren 330 caja 10. | Proceso Normal | 4 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 5 | Ninguno | 6 | 120 | Mantenimiento Preventivo | Deyvi Peralta Cabello – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 5 | 6 | 120 |
| | Recalentamiento de las chumacera del tren 330 caja 10. | Proceso Normal | 4 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 4 | Ninguno | 5 | 100 | Mantenimiento preventivo | Deyvi Peralta Cabello – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 4 | 5 | 100 |
| | Mal montaje de guíados del tren 330 caja 10. | Parada de Proceso | 9 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 9 | Ninguno | 8 | 648 | Se implementó equipos hidráulicos para el montaje (pistolas hidráulicas), hacer un check list del montaje, capacitar al colaborador, aplicación de laser de alineación para el montaje. | Deyvi Peralta Cabello – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 4 | 3 | 48 |
| | Deficiencia en el montaje del tren 330 caja 10. | Proceso Normal | 6 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 5 | Ninguno | 4 | 120 | Mantenimiento preventivo | Deyvi Peralta Cabello – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 6 | 5 | 4 | 120 |

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA AMEF

Número de AMEF 04

Responsabilidades de Proceso Eliseo Gomez Torres

Año(s)/Programa(s) del Modelo Motor Principal Tren 500

Fecha Clave Abril del 2019

| Equipo Función | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) Potencial (es) | Severidad | Causa(s) Potencial (es) de la Falla | Controles de Prevención | Ocurrencia | Controles de Detección | Detección | RP N | Acciones Correctoras | Responsabilidades y Fechas meta de Terminación | Resultados de las Acciones | | | | |
|---------------------------------|--|--------------------------|-----------|-------------------------------------|------------------------------|------------|------------------------|-----------|------|---|--|--|-----------|------------|-----------|-----|
| | | | | | | | | | | | | Acciones Tomadas Fechas de Terminación | Severidad | Ocurrencia | Detección | NPR |
| MOTOR PRINCIPAL TREN 500 | Recalentamiento del motor principal del tren 500. | Parada de Proceso | 9 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 6 | Ninguno | 6 | 324 | Se implementó sensores cuando el motor principal presenta vibración y alarma cuando el motor incrementa su temperatura debido a esfuerzo, capacitación al personal acerca del mantenimiento del motor principal del tren 500, realizar check list, elaborar un plan de mantenimiento. | Eliseo Gómez torres – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 5 | 4 | 4 | 80 |
| | Desalinamiento del motor principal. | Parada de Proceso | 8 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 6 | Ninguno | 8 | 384 | Se implementó sensores y alarmas que identifiquen un desalinamiento del motor principal del tren 500. | Eliseo Gomez torres – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 5 | 4 | 80 |
| | Deficiente en la ventilación del motor principal del tren 500. | Parada de Proceso | 7 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 8 | Ninguno | 7 | 392 | Se implementó sensores que emitan alarmas cuando el ventilador del motor no funcione, capacitar a los colaboradores, elaborar un plan de mantenimiento para el motor principal del tren 500 y realizar un check list para determinar el estado del equipo. | Eliseo Gomez torres – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 4 | 4 | 64 |
| | Desenganche del motor principal del tren 500. | Proceso Normal | 6 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 4 | Ninguno | 5 | 120 | Mantenimiento Preventivo | Eliseo Gomez torres – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 6 | 4 | 5 | 120 |
| | Fallas en los terminales de conexión del motor principal del tren 500. | Proceso Normal | 4 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 6 | Ninguno | 4 | 96 | Mantenimiento Preventivo | Eliseo Gomez torres – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 6 | 4 | 96 |
| | Falla en el réostato del motor principal del tren 500. | Proceso Normal | 5 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 4 | Ninguno | 6 | 120 | Mantenimiento Preventivo | Eliseo Gomez torres – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 5 | 4 | 6 | 120 |
| | Deficiente lubricación del motor principal del tren 500. | Proceso Normal | 8 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 4 | Ninguno | 4 | 128 | Mantenimiento Preventivo | Eliseo Gomez torres – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 8 | 4 | 4 | 128 |

ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA AMEF

Número de AMEF 05
 Página _____ de _____
 Responsabilidades de Proceso Brenda Gonzales


Año(s)/Programa(s) del Modelo Prensor de mercantil 2 Fecha Clave Abril del 2019




| Equipo Función | Modo de Falla Potencial | Efecto(s) Potencial (es) | Severidad | Causa(s) Potencial (es) de la Falla | | | | | RPN | Acciones Correctoras | Responsabilidades y Fechas meta de Terminación | Resultados de las Acciones | | | | |
|------------------------|--|--------------------------|-----------|-------------------------------------|------------------------------|------------|------------------------|-----------|-----|---|--|--|-----------|------------|-----------|-----|
| | | | | | Controles de Prevención | Ocurrencia | Controles de Detección | Detección | | | | Acciones Tomadas Fechas de Terminación | Severidad | Ocurrencia | Detección | NPR |
| PRENSOR DE MERCANTIL 2 | Deficiencia en el montaje del prensor. | Parada de Proceso | 8 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 9 | Ninguno | 8 | 576 | Se implementó sensores que identifiquen cuando hay una falla de los sensores, mejorar el check list de prensor, capacitar a los colaboradores con respecto al montaje de los sensores.. | Brenda Gonzales – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 4 | 4 | 64 |
| | Desgaste de los rodillos del prensor. | Proceso Normal | 6 | Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 4 | Ninguno | 4 | 96 | Mantenimiento Preventivo | Brenda Gonzales – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 6 | 4 | 4 | 96 |
| | Deficiencia del sistema neumático de los pistones del prensor. | Proceso Normal | 4 | Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 6 | Ninguno | 4 | 96 | Mantenimiento Preventivo | Brenda Gonzales – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 6 | 4 | 96 |
| | Mal alineamiento del motor del prensor. | Parada de Proceso | 8 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 8 | Ninguno | 8 | 512 | Se implementó sensores que identifiquen cuando se presenta la falla de alineamiento, elaborar un plan de mantenimiento, check list de alineamiento de motor, capacitar al personal. | Brenda Gonzales – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 4 | 4 | 64 |
| | Fallas en el sistema de lubricación del prensor. | Proceso Normal | 4 | Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 4 | Ninguno | 4 | 64 | Mantenimiento Preventivo | Brenda Gonzales – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 4 | 4 | 64 |
| | Desenganche del motor del prensor. | Proceso Normal | 5 | Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 6 | Ninguno | 4 | 120 | Mantenimiento Preventivo | Brenda Gonzales – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 5 | 6 | 4 | 120 |
| | Desgaste de los embudos de salida del prensor. | Parada de Proceso | 7 | No Cumple con las Metas | Evaluación del mantenimiento | 7 | Ninguno | 8 | 392 | Se implementó embudos con material que soporten desgaste, temperatura, hacer un check list para determinar la conformidad del funcionamiento del embudo del prensor, colocar un estándar para determinar la vida útil del embudo. | Brenda Gonzales – Mecánico de Turno | En base a resultado, es aceptable | 4 | 4 | 5 | 80 |


Anexo 14 Plan de mantenimiento de mesa de enfriamiento 1




| Gr./Inits | | Nº opera e. | Punto Trabajo | UBICACIÓN TÉCNICA | CONJUNTO | EQUIPO | SUBEQUIPO | Descripción de operación (máx. 40 caract) | Tiempo Explicativo | Trab. total | Und. | Nº ejecut. | Durac. | Und. | Clasif. Und. | x | Paquete | Cod. Paquete | ESTADO DE EQUIPO |
|-----------------|----|-------------|--------------------|------------------------|------------------------|----------------------|-----------|---|--|-------------|------|------------|--------|------|--------------|---|---------|--------------|------------------|
| 1 | 01 | LA-MR-ME | 1020 | MESA DE ENFRIAMIENTO 2 | MESA DE ENFRIAMIENTO 1 | MESA ENFRIAM. | | COORDINAR CON OPERADOR DE LA MESA, PARA VER ANOMALIAS | PREVA COORDINACION CON OPERADOR DE LA MESA PARA VER POSIBLES ANOMALIAS SUCECIDAS DURANTE EL TURNO | M/N | 1 | 1 | 3.0 | M/N | 2 | | RUTA | DIARIO | FUNCIONAMIENTO |
| ZAPATAS CANAL 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 02 | LA-MR-ME | 1020-L2-MENF-ZAPC1 | MESA DE ENFRIAMIENTO 2 | ZAPATA CANAL 1 | ZAPATAS | | VER. LEVANTAMIENTO NORMAL, SIN RUIDOS ANORMALES | se debe verificar en proceso para ver si no hay trabamientos o posibles roturas de brazos de la zapata, o ruidos anormales en el levantamiento, de ser así programar orden para cambio de zapata | M/N | 1 | 1 | 2.0 | M/N | 2 | | RUTA | DIARIO | FUNCIONAMIENTO |
| 1 | 02 | LA-MR-ME | 1020-L2-MENF-ZAPC1 | MESA DE ENFRIAMIENTO 2 | ZAPATA CANAL 1 | ZAPATAS | | VER. LEVANTAMIENTO NORMAL, SIN RUIDOS ANORMALES | se debe verificar en proceso para ver si no hay trabamientos o posibles roturas de brazos de la zapata, o ruidos anormales en el levantamiento, de ser así programar orden para cambio de zapata | M/N | 1 | 1 | 2.0 | M/N | 2 | | RUTA | POE TURNO | FUNCIONAMIENTO |
| 1 | 03 | LA-MR-ME | 1020-L2-MENF-ZAPC1 | MESA DE ENFRIAMIENTO 2 | ZAPATA CANAL 1 | ZAPATAS | | VER. ZAPATAS SIN DESGASTE EXCESIVO | verificar que no haya acanalamiento de la zapata por fricción con el pase de barra, de ser así programar orden para cambio de la zapatas | M/N | 1 | 1 | 10.0 | M/N | | | INMA | SEMANAL | PARADO |
| 1 | 04 | LA-MR-ME | 1020-L2-MENF-ZAPC1 | MESA DE ENFRIAMIENTO 2 | ZAPATA CANAL 1 | ESCUADRAS DE ZAPATAS | | VER. LUBRICACIÓN DE ESCUADRAS | verificar correcta lubricación de las escuadras de no presentar signos de lubricación programar para su lubricación | M/N | 1 | 1 | 2.0 | M/N | 2 | | INMA | SEMANAL | PARADO |
| 1 | 05 | LA-MR-ME | 1020-L2-MENF-ZAPC1 | MESA DE ENFRIAMIENTO 2 | ZAPATA CANAL 1 | PINES | | VER. PINES, SIN DESGASTE EXCESIVO | verificar que los pines no presenten desgaste excesivo de ser así cambiarlos | M/N | 1 | 1 | 10.0 | M/N | 2 | | INMA | MENSUAL | PARADO |
| 1 | 06 | LA-MR-ME | 1020-L2-MENF-ZAPC1 | MESA DE ENFRIAMIENTO 2 | ZAPATA CANAL 1 | PINES Y PASADORES | | VER. FIAC. PINES, PASADOR SIN DESGASTE | verificar con el proceso previo bloqueo de equipos en sub estación 52 y verificar el correcto estado de pasadores que no estén rotos, verificar el estado de los pines, de encontrarse dañados o desgastados cambiarlos | M/N | 1 | 1 | 10.0 | M/N | | | INMA | SEMANAL | PARADO |
| 1 | 07 | LA-MR-ME | 1020-L2-MENF-ZAPC1 | MESA DE ENFRIAMIENTO 2 | ZAPATA CANAL 1 | REGLAS DE ZAPATAS | | VER. REGLAS SIN DEFORMACIÓN, FISURAS | verificar el estado de las reglas, que pines se encuentren en su posición junto a los pasadores, verificar que reglas no estén dañadas sin deformaciones ni fisuras | M/N | 1 | 1 | 10.0 | M/N | | | INMA | MENSUAL | PARADO |
| 1 | 08 | | 1020-L2-MENF-ZAPC1 | MESA DE ENFRIAMIENTO 2 | ZAPATA CANAL 1 | REGLAS DE ZAPATAS | | VER. REGLAS SIN DESGASTE EN SUS AGUIEROS | verificar que agujeros de las reglas no tengan desgaste excesivo, de presentar desgaste en los agujeros programar su cambio | M/N | 1 | 1 | 3.0 | | | | RUTA | MENSUAL | PARADO |
| 1 | 09 | LA-MR-ME | 1020-L2-MENF-ZAPC1 | MESA DE ENFRIAMIENTO 2 | ZAPATA CANAL 1 | ZAPATA CANAL 1 | | VERIFICAR ALTURA DE ZAPATAS | -Comenzar desde el primer regulador lado accionamiento - para ambos canales. - El mantenedor deberá ubicar el primer regulador y comenzar con la regulación teniendo en cuenta los siguientes parámetros: ALTURA DE ZAPATAS CANAL 1 Y 2: Esta altura es cuando las zapatas se encuentran en posición de reposo (en espera- zapatas abajo) con respecto a los módulos fijos. MAXIMA: Hasta 6 mm MINIMA: Hasta 2 mm *Estos parámetros se están considerando con las dilataciones en caliente de las zapatas. para esta operación se debe utilizar LLAVE BOCA FISA 46MM, PIE DE REY 200MM | M/N | 1 | 1 | 10.0 | M/N | | | RUTINA | DIARIO | PARADO |
| 1 | 10 | | 1020-L2-MENF-ZAPC1 | MESA DE ENFRIAMIENTO 2 | ZAPATA CANAL 1 | ZAPATA CANAL 1 | | REGULAR ZAPATAS DESDE EL PRIMER REGULADOR | -Ajustar contratuerca de seguridad del regulador con llave de boca 46mm. -Mantener el regulador (ajustar o aflojar) de acuerdo a las medidas tomadas (pie de rey) en las zapatas del tramo que se está regulando, hasta obtener los parámetros descritos en el paso anterior. -Una vez hecha la regulación ajustar la contratuerca *Esta operación requiere del apoyo de una persona que vaya realizando la comprobación de los parámetros con pie de rey en la propia zapata con respecto a los módulos fijos. | M/N | 1 | 2 | 10.0 | | | | RUTINA | DIARIO | PARADO |
| 1 | 11 | | 1020-L2-MENF-ZAPC1 | MESA DE ENFRIAMIENTO 2 | ZAPATA CANAL 1 | ZAPATA CANAL 1 | | PROBAR ACCIONAMIENTO DE ZAPATA | -Para realizar esta prueba el mantenedor tendrá que estar sobre los módulos de las zapatas para comprobar que las zapatas al momento de la prueba (tiempo de levantar zapata) no hayan quedado muy bajas y así garantizar que la barra calga al rastreo. -La coordinación para el accionamiento de las zapatas se hará mediante radio con el operador de la cabina del tren 500 | M/N | 1 | 2 | 10.0 | | | | RUTINA | DIARIO | PARADO |

Anexo 16 Check List de caja

| GERDAU | | FORMATO | VERSION: 0 | | SIDERPERU |
|---|---|-------------------------------------|-------------------------------------|----|-------------|
| | | CHECK LIST CAMBIO CAJA 1-2 TREN 500 | FECHA: 01/02/19 | | |
| | | | HOJA: 1 de 1 | | |
| PROGRAMADOR: | | | FECHA: | | |
| INSPECCIÓN Y RUTINA EN PUNTOS CRITICOS | | | | | |
| EQUIPO | QUE HACER O INSPECCIONAR | CÓMO | VERIFICO | | RESPONSABLE |
| | | | SI | NO | |
|  | COORDINAR CON EL OPERADOR CABINA T500 | Según planificación | <input checked="" type="checkbox"/> | | E. Gómez |
| | VER CORRECTA FIJACION, POSICION, FUNCION | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VERIFICAR FALLAS HMI T500-330, CZ 51-52 | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER TEMPERATURA RODAM. LA. MOTOR T500 | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER TEMPERATURA RODAM. LC. MOTOR T500 | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER TEMPERATURAS ESTATOR MOTOR T500 | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER PRESION AGUA M-T500 (MANOMETRO) | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER FLUJO AGUA M-T500,(VER FLUIJOSTATO) | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER PRESION DE ACEITE REDUCTOR M-T500 | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER INSTALACION MECANICA MOTOR T500 | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER CORRECTA FIJACION CARCAZA-VENT.T500 | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER TEMPERATURA DEL MOTOR VENT.T500 | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER INSTALAC.MECANICA MOTOR VENT T500 | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER FUNCIONAMIENTO CORRECTO | Según planificación | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER ESTADO SELECTOR REGULADOR CORRIENTE | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER NIVEL DE SOLUCION CORRECTO-MEDIO | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER TEMPERATURA DENSIDAD AGUA REOSTATO | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER DENSIDAD AGUA REOSTATO | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER PRESION AGUA A REOSTATO. | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER TEMPERATURA MOTOR RECIRCULACION | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER MECANISMO MOTOR RECIRCULACION | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER MECANISMO DE CONTRAPESAS | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| | VER SERVOMOTOR/POSICION ELECTRODO | | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| VER DESLIZAMIENTO ELECTRODOS NORMALES | <input checked="" type="checkbox"/> | | | | |
| Durante un proceso normal realizar la verificación de escala según procedimiento de toma de muestras. | Observar comportamiento de la motor durante el proceso, según frecuencia establecida, tomar escala y verificar calibración según diagrama, corregir si es necesario, luego registre las medidas, además debe realizar repetidamente durante el proceso. | Rutina | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

|  | | FORMATO | | <small>VERSIÓN:</small> 0 <small>FECHA:</small> 01/02/19 <small>HOJA:</small> 1 de 1 | |  | |
|--|---|---|--------------------------|--|--------------------------|---|--|
| | | CHECK LIST PRENSOR | | | | | |
| PROGRAMADOR: | | | | FECHA: | | | |
| INSPECCIÓN Y RUTINA EN PUNTOS CRITICOS | | | | | | | |
| EQUIPO | NOMBRE | CÓMO | ICO | | RESPONSABLE | | |
| | | | SI | NO | | | |
|  | | COORDINAR CON OPERADOR MESA - ANOMALIAS | Según planificación | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Beneda Gutierrez | |
| | | VERIF. QUE NO EXISTAN ZAPATAS ROTAS C1 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. QUE NO EXISTAN ZAPATAS ROTAS C2 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. CORRECTO DESPLAZAM. RASTRILLO GR1 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. CORRECTO DESPLAZAM. RASTRILLO GR2 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. ALINEAMIENTO DE PRENSOR | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. RODILLOS DETENIDOS ROD. SALIDA | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. RUIDOS, VIBRACIÓN, MOTORED ZAP. 1 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. RUIDOS, VIBRACIÓN, MOTORED ZAP. 2 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. MONTAJE DEL COMPRESOR | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. MOTOR DEL PRENSOR | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. DESPLAZAMIENTO NORMAL ZAP. 1 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. DESPLAZAMIENTO NORMAL ZAP. 2 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. RODILLOS DETENIDOS ROD. ENT. G1 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. RODILLOS DETENIDOS ROD. ENT. G2 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. RODILLOS DETENIDOS ROD. ENT. G3 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. RODILLOS DETENIDOS ROD. ENT. G4 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. FIJACIÓN EXCENRICAS-OSCILADORES | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. LEVANT. NORMAL BRAZOS OSCILADORS | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. FIJACIÓN SENSOR POSICIÓN RELEVAJE | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. LEVANTAMIENTO NORMAL RELEVAJE | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. TOTAL ROD. SAL. ESTEN GIRANDO G1 | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. SISTEMA NEUMATICO DEL PISTON DEL PRENSOR | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. EMBUDO DEL PRENSOR | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. ACCIONAMIENT ARTICULACIONES TOPES | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | | VERIF. DESGASTE ESPIRAL AMARRADORA | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| | VERIF. FIJ. CHUMACERAS ESPIRAL AMARRAD. | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | | | |
| | Durante un proceso normal realizar la verificación de escala según procedimiento de toma de muestras. | Observar comportamiento de la barra durante el proceso, según frecuencia establecida, tomar escala y verificar calibración según diagrama, corregir si es necesario, luego registre las medidas, además debe realizar reapreté del guiado durante el proceso. | Rutina | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| GERDAU | | FORMATO | | SIDERPERU | |
|--|--|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------|
| | | CHECK LIST CAMBIO CAJA 10 TREN 330 | | VERSIÓN: 0 | |
| | | | | FECHA: 01/02/19 | |
| | | | | HOJA: 1 de 1 | |
| PROGRAMADOR: | | | FECHA: | | |
| INSPECCIÓN Y RUTINA EN PUNTOS CRITICOS | | | | | |
| EQUIPO | QUE HACER O INSPECCIONAR | CÓMO | VERIFICO | | RESPONSABLE |
| | | | SI | NO | |
|  | Realizar reunión de planificación 1 día antes | Según planificación | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | D. Peralta |
| | Comunicar el programa de trabajo | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Verificar estado y stock de repuestos de todos los pernos que se utilizan en caja 1 y 2. (1 día antes) | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Verificar estado y stock de repuestos Ej: Somieres, refrigeración y accesorios en general.(1 día antes) | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Verificar estado y stock de repuestos en guías de entrada y salida. (1 día antes) | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Verificar estado y stock de chapas. (1 día antes) | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Preparar herramientas | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Coordinar frecuencia de trabajo con grúa | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Coordinar el bloqueo de equipos según programa | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Antes del Cambio | | Preparar APR. (1 día antes) | <input checked="" type="checkbox"/> | |
| Durante el cambio | Verificar desgaste de cajones y guías de cada pase, cambiar si es necesario | Según planificación | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Verificar y corregir desgastes en canaletas de Guiado de la barra en las mesas. | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Cambiar todos los pernos en mal estado | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Revisar desgaste de acople trébol | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Alineamiento de somieres | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Regulación axial eje flotante. | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Estado de refrigeración Ej: Duchas,acoples y mangueras, cambiar aquellas en mal estado. | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Lubricación general | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Después del Cambio | Verificar que cajones y guías, tengan mordaza en buen estado. | Rutina | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Revisión de foto celdas bien posicionadas | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Revisión de fin de curso. (Mesa basculante) | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Revisión de canaletas despejadas para el paso de la barra. | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Inicio de laminación después del cambio de caja | Dejar limpio y ordenado el sector | Rutina | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Ver comportamiento de la barra pasando | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Cortar muestras para verificar calibración, corregir si es necesario, luego registre las medidas | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| * Después de 30 minutos de laminación, una vez iniciado el proceso por cambio de caja, detener el tren para reajustar. | Verificar luz y centrado de cilindros | Rutina | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Ajustar:Cuñas,somieres,guías y accesorios | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| | Tomar una escala nuevamente para verificar calibración, corregir según necesidad luego registrar | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| Durante un proceso normal realizar la verificación de escala según procedimiento de toma de muestras. | Verificar Reapreté de todas las guías y accesorios, verificar luz y centrado de cilindros y posicionamiento de las duchas. | Rutina | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | D. Peralta |
| | Observar comportamiento de la barra durante el proceso, según frecuencia establecida,tomar escala y verificar calibración según diagrama, corregir si es necesario, luego registre las medidas, además debe realizar reapreté del guiado durante el proceso. | | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

|  | | FORMATO | |  | |
|---|--|-------------------------------------|----------|---|-----------------|
| | | CHECK LIST CAMBIO CAJA 1-2 TREN 500 | | VERSIÓN: 0 | FECHA: 01/02/19 |
| PROGRAMADOR: | | | FECHA: | | |
| INSPECCIÓN Y RUTINA EN PUNTOS CRITICOS | | | | | |
| EQUIPO | QUE HACER O INSPECCIONAR | CÓMO | VERIFICO | | RESPONSABLE |
| | | | SI | NO | |
|  Antes del Cambio | Realizar reunión de planificación 1 día antes | Según planificación | ✓ | | R. VENEGAS |
| | Comunicar el programa de trabajo | | ✓ | | |
| | Verificar estado y stock de repuestos de todos los pernos que se utilizan en caja 1 y 2. (1 día antes) | | ✓ | | |
| | Verificar estado y stock de repuestos Ej: Somieres, refrigeración y accesorios en general.(1 día antes) | | ✓ | | |
| | Verificar estado y stock de repuestos en guías de entrada y salida. (1 día antes) | | ✓ | | |
| | Verificar estado y stock de chapas. (1 día antes) | | ✓ | | |
| | Preparar herramientas | | ✓ | | |
| | Coordinar frecuencia de trabajo con grúa | | ✓ | | |
| | Coordinar el bloqueo de equipos según programa | | ✓ | | |
| | Preparar APR. (1 día antes) | | ✓ | | |
| Durante el cambio | Verificar desgaste de cajones y guías de cada pase, cambiar si es necesario | Según planificación | ✓ | | |
| | Verificar y corregir desgastes en canaletas de Guiado de la barra en las mesas. | | ✓ | | |
| | Cambiar todos los pernos en mal estado | | ✓ | | |
| | Revisar desgaste de acople trébol | | ✓ | | |
| | Alineamiento de somieres | | ✓ | | |
| | Regulación axial eje flotante. | | ✓ | | |
| | Estado de refrigeración Ej: Duchas,acoples y mangueras, cambiar aquellas en mal estado. | | ✓ | | |
| | Lubricación general | | ✓ | | |
| Verificar que cajones y guías, tengan mordaza en buen estado. | ✓ | | | | |
| Después del Cambio | Revisión de foto celdas bien posicionadas | Rutina | ✓ | | |
| | Revisión de fin de curso. (Mesa basculante) | | ✓ | | |
| | Revisión de canaletas despejadas para el paso de la barra. | | ✓ | | |
| | Dejar limpio y ordenado el sector | | ✓ | | |
| Inicio de laminación después del cambio de caja | Ver comportamiento de la barra pasando | Rutina | ✓ | | |
| | Cortar muestras para verificar calibración, corregir si es necesario, luego registre las medidas | | ✓ | | |
| | Verificar luz y centrado de cilindros | | ✓ | | |
| * Después de 30 minutos de laminación, una vez iniciado el proceso por cambio de caja, detener el tren para reajustar. | Ajustar:Cuñas,somieres,guías y accesorios | Rutina | ✓ | | |
| | Tomar una escala nuevamente para verificar calibración, corregir según necesidad luego registrar | | ✓ | | |
| | Verificar Reapreté de todas las guías y accesorios, verificar luz y centrado de cilindros y posicionamiento de las duchas. | | ✓ | | |
| Durante un proceso normal realizar la verificación de escala según procedimiento de toma de muestras. | Observar comportamiento de la barra durante el proceso, según frecuencia establecida,tomar escala y verificar calibración según diagrama, corregir si es necesario, luego registre las medidas, además debe realizar reapreté del guiado durante el proceso. | Rutina | | | |
| OBSERVACIONES | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Anexo 17 Criterios de Valorización para el AMEF

Criterio de valorización de la severidad de la falla.

| Severidad | Criterio | Valor |
|-------------|--|-------|
| Remota | El modo de falla es muy leve, imperceptible por el cliente | 1 |
| Escasa | El modo de falla es bajo, tiene poca importancia, menor molestias al cliente, fácil de solucionar. | 2-3 |
| Baja | El modo de falla es detectado por el cliente, produce descontento | 4-5 |
| Moderada | El modo de falla afecta relativamente al cliente, genera insatisfacción. | 6-7 |
| Elevada | El modo de falla es de gravedad, ocasiona un grado moderado de insatisfacción, y reproceso. | 8-9 |
| Muy elevada | Modo de falla es crítico, genera problemas graves para el cliente, tanto de seguridad o de no conformidades. | 10 |

Criterio de valorización de la probabilidad de ocurrencia.

| Probabilidad | Criterio | Valor |
|--------------|---|-------|
| Remota | No existe fallas anteriormente o inexistente. | 1 |
| Escasa | Pocas fallas aisladas anteriormente | 2-3 |
| Baja | La falla apareció ocasionalmente en el pasado. | 4-5 |
| Moderada | La falla se ha presentado algunas veces en el pasado de manera leve | 6-7 |
| Elevada | La falla se ha presentado de manera muy frecuentemente anteriormente. | 8-9 |
| Muy elevada | Las fallas son críticas, se presenta todo el tiempo. | 10 |

Criterio de valorización del índice de detección

| Detección | Criterio | Valor |
|-------------|---|-------|
| Muy escasa | La falla del proceso no es detectada por los controles | 1 |
| Escasa | la falla del proceso es detectada de manera superficial, no está reflejada en los controles | 2-3 |
| Moderada | La falla del proceso es regularmente detectable pero no llega al cliente | 4-5 |
| Frecuente | La falla del proceso es difícil de detectar con relativa frecuencia, el cliente lo percibe | 6-7 |
| Elevada | La falla del proceso es difícil de detectarlo por los controles actuales | 8-9 |
| Muy elevada | La falla del proceso no es detectado y es percibido de manera elevada por el cliente | 10 |

Anexo 18 Acta de aprobación de originalidad de tesis

| | | |
|---|--|---|
|  | ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS | Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1 |
|---|--|---|

ACTA N° 182-0-2019-EII/UCV-CH

Yo, Gracia Isabel Galarreta Oliveros, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo filial Chimbote, revisor de la tesis titulada "ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS: LÍNEA MERCANTIL 2 PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD. EMPRESA SIDERPERU S.A.A. CHIMBOTE, 2019" de los estudiantes PERALTA CABELLO DEYBI HILTON / BENITES CASTILLO MARCOS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 26 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 19 de diciembre del 2019



MS. GRACIA ISABEL GALARRETA OLIVEROS
DNI: 17802098

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|

Anexo 19 Captura pantalla TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1088524068&o=1237015551&is=3&lang=es

feedback studio TESIS - TURNITIN 1

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

álisis de Modo y Efecto de Fallas: línea mercantil 2 para incrementar la productividad. Empresa SIDERPERÚ S.A.A. Chimbote, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES:
BENITES CASTILLO, Marcos Antony. (ORCID: 0000-0001-6319-8593).
PERALTA CABELLO, Deybi Hilton. (ORCID: 0000-0002-1035-5214).

Página: 1 de 62 Número de palabras: 21329

Text-only Report High Resolution Activado

| Todas las fuentes | |
|---|------|
| Coincidencia 1 de 453 | |
| Entregado a Universidad... Trabajos del estudiante: 291 trabajos | 20 % |
| repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet: 79 URL | 14 % |
| www.scribd.com Fuente de Internet: 25 URL | 8 % |
| pt.scribd.com Fuente de Internet: 5 URL | 7 % |
| Entregado a Universidad... Trabajos del estudiante: 4 trabajos | 6 % |
| docslide.us Fuente de Internet: 3 URL | 5 % |
| Entregado a Universidad... Trabajos del estudiante: 11 trabajos | 5 % |
| www.slideshare.net Fuente de Internet: 3 URL | 4 % |
| Entregado a Universidad... Trabajos del estudiante: 13 trabajos | 4 % |
| www.auto-consulting.o... Fuente de Internet | 4 % |

Excluir fuentes



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

PERALTA CABELLO DEYBI HILTON

D.N.I. : 44376230

Domicilio : Dpto. Tarma, Av. 47B26-LE 15

Teléfono : Fijo : Móvil 951099219

E-mail : peraltadh@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERÍA

Escuela : INGENIERÍA INDUSTRIAL

Carrera : INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título : INGENIERO INDUSTRIAL

Tesis de Post Grado

Maestría

Grado :

Mención :

Doctorado

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

BENITES CASTILLO MARCOS

PERALTA CABELLO DEYBI HILTON

Título de la tesis:

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS: LÍNEA MERCANTIL 2 PARA
INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD. EMPRESA SIDERPERÚ S.A.
CHIMBOTE, 2019.

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma : 

Fecha : Julio 13 del 2019



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

BENITES CASTILLO MARCOS ANTONY

D.N.I. : 41767704

Domicilio : JR. MONTEVIDEO, VRS. SAN PEDRO Mc Q1 Lte. 10

Teléfono : Fijo : Móvil : 930691137

E-mail : mbenitesca@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

[X] Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERÍA

Escuela : INGENIERÍA INDUSTRIAL

Carrera : INGENIERÍA INDUSTRIAL

Título : INGENIERO INDUSTRIAL

[] Tesis de Post Grado

[] Maestría

[] Doctorado

Grado :

Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

BENITES CASTILLO MARCOS ANTONY

PERALTA CABELLO DEYBI HILTON

Título de la tesis:

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS: LÍNEA MERCANTIL 2 PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD. EMPRESA SIDERPERÚ S.A.A. CHIMBOTE, 2019.

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis. [X]

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis. []

Firma : [Handwritten Signature]

Fecha: SABADO 13 Julio 2019

Anexo 21 Autorización Versión Final



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

BENITES CASTILLO MARCOS

INFORME TÍTULADO:

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS: LÍNEA MERCANTIL 2 PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD. EMPRESA SIDERPERU S.A.A. CHIMBOTE, 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 13/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 18

Ms. RUTH M. QUILICHE CASTELLARES
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA INDUSTRIAL





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

PERALTA CABELLO DEYBI HILTON

INFORME TITULADO:

ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE FALLAS: LÍNEA MERCANTIL 2 PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD, EMPRESA SIDERPERU S.A.A. CHIMBOTE, 2019

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

SUSTENTADO EN FECHA: 13/07/2019

NOTA O MENCIÓN: 18

Ms. RUTH M. QUILICHE CASTELLARES
ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE E.P. INGENIERÍA INDUSTRIAL

