

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – CAMPUS LEON



COORDINACIÓN DE INGENIERÍAS

**Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de
Ingeniero Industrial.**

“TEMA”

**PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
ATO-KOTEI DE YAZAKI PLANTA 3 EL VIEJO CHINANDEGA DE SEPTIEMBRE
2024 A ENERO 2025**

ELABORADO POR

Br. Melvin Antonio Ortiz García	Ingeniería Industrial
Br. Irving Ezequiel Bustamante Rodríguez	Ingeniería Industrial
Br. Yeltsin Dionisio Lau Quevedo	Ingeniería Industrial

TUTOR TECNICO y METODOLÓGICO: Ing. Altamirano Ramos Maxwell Enrique

LEÓN, 26 DE ENERO DEL 2025



PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ATO-KOTEI DE YAZAKI PLANTA 3 EL VIEJO CHINANDEGA DE SEPTIEMBRE 2024 A ENERO 2025

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – CAMPUS LEON



COORDINACIÓN DE INGENIERÍAS

**Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de
Ingeniero Industrial.**

“TEMA”

**PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO
ATO-KOTEI DE YAZAKI PLANTA 3 EL VIEJO CHINANDEGA DE SEPTIEMBRE
2024 A ENERO 2025**

TUTOR TECNICO y METODOLÓGICO: Ing. Altamirano Ramos Maxwell Enrique

LEÓN, 26 DE ENERO DEL 2025

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – CAMPUS LEON



COORDINACIÓN DE INGENIERÍAS

Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de Ingeniero Industrial.

AVAL DEL TUTOR: Ing. Maxwell Enrique Altamirano Ramos tiene a bien:

CERTIFICAR

Que: El Proyecto de Investigación con el título: “**PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ATO-KOTEI DE YAZAKI PLANTA 3 EL VIEJO CHINANDEGA DE SEPTIEMBRE 2024 A ENERO 2025.**”, elaborado por los estudiantes **Br. Melvin Antonio Ortiz García, Br. Irving Ezequiel Bustamante Rodríguez, Br. Yeltsin Dionisio Lau Quevedo**, ha sido dirigida por los suscritos.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo monográfico, damos de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Para que conste donde proceda, se firma la presente en UCC Sede León, **a 26 días del mes enero del 2025.**

Ing. Maxwell Enrique Altamirano Ramos
Tutor Técnico y Metodológico

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



DEDICATORIA

Por Irving Bustamante:

Dedico mi tesis de proyecto principalmente a Dios, por darme la fuerza necesaria para culminar esta meta. A mis padres, por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante. También a mis hermanos, por brindarme su apoyo moral en esas noches que tocaba investigar y finalmente, a los que no creyeron en mí, con su actitud lograron que tomará más impulso.

Por Melvin Antonio Ortiz:

Primeramente, a Dios, por permitirme llegar a este lapso de mi vida y por darme la fortaleza y sabiduría necesarias para superar cada desafío. A mi amada esposa, Zayda Martínez Zamora, por ser mi compañera, mi apoyo constante y mi mayor inspiración. Gracias por tu paciencia, tu amor incondicional y por creer en mí en cada paso de este camino. A mis hijos, que son mi mayor motivación y alegría, cada esfuerzo y sacrificio ha valido la pena por ustedes. A mis padres, Guillermo Antonio Ortiz Calero y Carmen García Guido, por enseñarme el valor del trabajo duro y la dedicación. A todos aquellos que me alentaron y brindaron su apoyo mientras trabajaba y estudiaba, agradezco profundamente su comprensión y palabras de ánimo.

Por Yeltsin Dionosio Lau:

El presente proyecto está dedicado en primer lugar a Dios, quien nos ha brindado la fortaleza el entendimiento y la sabiduría necesaria para culminar con éxito este importante logro en nuestra carrera profesional. A mis padres, les expresamos mi más profunda gratitud por su inquebrantable apoyo, amor y sacrificio a lo largo de estos años. Gracias a ellos, he logrado completar nuestra formación académica y convertirnos en profesionales capacitados. Asimismo, extendemos nuestra gratitud a todas aquellas personas y familiares que han ofrecido su apoyo incondicional y han contribuido al éxito de este trabajo. En especial, a aquellos que nos han abierto sus puertas y han compartido generosamente sus conocimientos con nosotros.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



AGRADECIMIENTOS

Primero y, ante todo, deseo expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a mi familia. A mis padres, que con su amor, paciencia y apoyo incondicional han sido mi pilar fundamental a lo largo de estos años de estudio. Gracias por creer en mí y por brindarme las oportunidades necesarias para alcanzar mis metas. A mis hermanos, por su constante aliento y por ser una fuente inagotable de inspiración sus palabras de motivación y su fe en mis capacidades me han impulsado a seguir adelante incluso en los momentos más desafiantes. Sin su respaldo y cariño, este logro no habría sido posible.

A mis compañeros de clase, quienes han compartido conmigo este camino académico lleno de retos y aprendizajes, cada uno de ustedes ha contribuido de manera significativa a mi formación profesional y personal. Agradezco profundamente las experiencias vividas juntos, que han dejado una huella imborrable en mi vida. Sus ideas y perspectivas han enriquecido mi visión y comprensión del mundo, y estoy seguro de que nuestros caminos se cruzarán nuevamente en el futuro.

Deseo también extender mi más sincero agradecimiento a la Universidad de Ciencias Comerciales y a todo su cuerpo docente. A mis profesores, por su dedicación, compromiso y por impartir su conocimiento con tanto esmero y pasión. Gracias por desafiarne a pensar críticamente, por fomentar mi curiosidad intelectual y por guiarme en el desarrollo de mis habilidades. Sus enseñanzas han sido fundamentales para mi crecimiento académico y profesional.

Finalmente, quiero expresar mi gratitud a todos aquellos que, de una manera u otra, han sido parte de este viaje. A mis amigos, por su apoyo emocional y por ser una fuente constante de alegría y compañía. A mis mentores, por sus valiosos consejos y por ayudarme a encontrar mi camino. A todas las personas que han creído en mí y me han apoyado en este proceso, les agradezco de corazón. Este logro no es solo mío, sino de todos aquellos que han estado a mi lado, brindándome su confianza y aliento. Gracias Por hacer de este sueño una realidad.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



RESUMEN

El presente proyecto de investigación tiene como título "Propuesta de Mejora del Sistema de Mantenimiento Preventivo Ato-Kotei de Yazaki Planta 3, El Viejo, Chinandega, de septiembre 2024 a enero 2025". El objetivo general de este proyecto fue mejorar la efectividad del sistema de mantenimiento preventivo implementado en Yazaki Planta 3 durante el periodo mencionado.

La metodología del estudio empleó un enfoque cuantitativo y cualitativo, utilizando técnicas como entrevistas y observación. Se compararon los equipos físicos en las líneas de producción con el plan de mantenimiento preventivo programado, y se analizaron datos históricos de tres meses.

Los resultados mostraron que el cumplimiento del MP fue del 100%, basado en el sistema SAP PM y órdenes de trabajo programadas. Sin embargo, se identificó que un 31% de los 212 equipos en el área de ensamble deben ser revisados y agregados al plan de mantenimiento, para alcanzar una cobertura del 100% en las órdenes de trabajo individuales por equipo. El mantenimiento preventivo mantuvo una disponibilidad promedio de 99.9%, un MTTR de 12.20 minutos, un MTBF de 200.29 horas y un downtime de 0.11%. Las fallas más frecuentes fueron en microswitch, circuitos y conveyors.

Aunque el cumplimiento del mantenimiento preventivo es del 100% para cada equipo, no se lleva un documento que evalúe la efectividad de los técnicos y la cantidad de componentes revisados (checker fixture) en los equipos.

En conclusión, se propone un formato de registro por máquina para evaluar la efectividad por equipo, un plan de mantenimiento preventivo extraordinario de dos días para la prueba eléctrica PEL5501 enfocado en microswitches, y mejoras en los equipos de conveyor, ya implementadas en el conveyor de la línea 16 (CONL16). Para los equipos afectados por fallas de circuito (PEL1601 y PCL1602), se decidió no realizar acciones adicionales, ya que serán reemplazados por equipos nuevos.

Palabras clave: mantenimiento preventivo (MP), efectividad, fallas, equipos, mejora.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



ABSTRACT

The present research project is entitled "Proposal for Improvement of the Ato-Kotei Preventive Maintenance System of Yazaki Plant 3, El Viejo, Chinandega, from September 2024 to January 2025". The general objective of this project was to improve the effectiveness of the preventive maintenance system implemented at Yazaki Plant 3 during the mentioned period. The methodology of the study used a quantitative and qualitative approach, using techniques such as interviews and observation. The physical equipment in the production lines was compared with the scheduled preventive maintenance plan, and historical data for three months was analyzed.

The results showed that the compliance with the PM was 100%, based on the SAP PM system and scheduled work orders. However, it was identified that 31% of the 212 equipment in the assembly area must be reviewed and added to the maintenance plan, to achieve 100% coverage in individual work orders per equipment. Preventive maintenance maintained an average availability of 99.9%, an MTTR of 12.20 minutes, an MTBF of 200.29 hours and a downtime of 0.11%. The most frequent failures were in microswitches, circuits and conveyors.

Although preventive maintenance compliance is 100% for each equipment, a document is not kept to evaluate the effectiveness of the technicians and the number of components checked (checker fixture) in the equipment. In conclusion, a registration format per machine is proposed to evaluate the effectiveness per equipment, an extraordinary two-day preventive maintenance plan for the PEL5501 electrical test focused on microswitches, and improvements in the conveyor equipment, already implemented in the conveyor of line 16 (CONL16). For the equipment affected by circuit failures (PEL1601 and PCL1602), it was decided not to take additional actions, since they will be replaced by new equipment.

Keywords: preventive maintenance (PM), effectiveness, failures, equipment, improvement.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Indice

INTRODUCCION	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1 Antecedentes y contexto del problema.....	3
Antecedentes	3
1.1.1 Antecedentes internacionales	3
1.1.2 Antecedentes Nacionales.....	5
1.1.3 Antecedentes Locales	6
1.2 Contexto del problema	7
1.2 Objetivo	8
Objetivo General	8
Objetivos Específicos	8
1.3 Descripción del problema y preguntas de investigación.....	9
1.4 Justificación.....	10
1.5 Limitaciones y alcance de la investigación	11
Alcance.....	11
Limitaciones.	11
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	12
2.1 Generalidades	12
2.3 Marco conceptual	13
2.3.1 Mantenimiento.....	13
2.3.2 Sap.....	13
2.3.3 Sap PM.....	14
2.3.5. Mantenimiento Productivo-Preventivo Total.	14
2.3.6 Evolución del Mantenimiento Preventivo.....	15



2.3.7 Tipos de Mantenimiento	15
2.3.7.1 Evaluación mantenimiento preventivo	16
2.3.7.2 Costos de mantenimiento preventivo-correctivo.....	17
2.3.7.3 Disponibilidad	18
2.4 Marco legal.....	19
2.5 Marco Contextual	21
2.5.1 Contexto Organizacional	21
2.5.2 Contexto Legal y Normativo	21
2.5.3 Importancia del mantenimiento industrial	22
2.5.4 Tipos de Mantenimiento	23
CAPÍTULO III.-DISEÑO METODOLÓGICO	26
3.1 Tipo de proyecto.....	26
3.2 Tipo de estudio.....	27
3.3 Área de estudio	28
3.3.1 Geografía	28
3.4 Unidades de análisis población/muestra	28
3.4.1 Muestra: tamaño de la muestra y muestreo	29
3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	30
3.5.1 Confiabilidad y validez de los instrumentos.....	30
“Ficha de Validación experto del Instrumento de Investigación”	33
3.6 Procesamiento y plan de análisis de la información.....	37
3.6.1 Operacionalización de las variables	38
CAPÍTULO IV. DIAGNOSTICO SITUACIONAL	40
4.1 Diagnostico.....	40
4.2 Macro y micro localización	40



4.3 Caracterización del Entorno (natural o construido)	41
4.3.1 Infraestructura	41
4.3.2 Área construida	41
4.3.3 Área verde.....	41
4.4 Aspectos socio económicos	42
4.4.1 Actividad económica.....	42
CAPÍTULO V. ESTUDIOS DE INGENIERIA	43
5.1 Inventario de equipos en líneas de producción	43
5.2 Funciones de los equipos.....	43
5.2.1 Mesa de prueba eléctrica	43
5.2.2 Mesa de prueba de clip	44
5.2.3 Sistema de inserción de terminales guiada EMDEP (GTI) y pull system beep beep	45
5.2.4 Sistema pull Beep beep:.....	47
5.2.5 Conveyor	48
5.2.2 Equipos físicos en líneas de producción	49
5.2.3 Proporción de equipos en líneas de producción.....	51
5.2.4 Equipos en el plan de Mantenimiento preventivo (MP)	52
5.2.5 Diferencia de equipos por categoría.....	54
5.2.6 Equipos fuera de mantenimiento preventivo	57
5.3 Diagramas Ishikawa	58
5.4 Indicadores de mantenimiento (KPIs).....	62
5.4.1 MTTR (Mean Time to Repair)	62
5.4.2 MTBF (mean time between failures).....	63
5.4.3 Downtime (Tiempo de inactividad o tiempo muerto).....	64



5.4.4 Mantenimiento preventivo MP	65
5.5 Grafica de pareto.....	68
CAPÍTULO VI. ANALISIS DE RESULTADOS	69
6.1 Propuesta de mejora del sistema de mantenimiento reventivo de Yazaki planta 3 El Viejo, Chinandega.....	69
6.1.1 Introducción	69
6.1.2 Objetivos	69
6.1.3 Análisis de la Situación Actual.....	70
6.1.4 Metodología.....	70
6.1.5 Inventario de Equipos.....	70
6.1.6 Plan de Mantenimiento Preventivo	71
6.1.7 Evaluación de la Criticidad de los Equipos	72
6.1.8 Capacitación y Desarrollo del Personal.....	73
6.1.9 Implementación de Mantenimiento preventivo extraordinario	74
6.1.10 Indicadores de Desempeño (KPIs).....	74
6.1.11 Calendarización.....	75
6.1.12 Ajuste al plan de mantenimiento preventivo	77
6.1.13 Recopilación y análisis de datos.....	81
6.1.16 Mejorar eficiencia eficacia en MP.	83
6.1.18 Evaluación y mejora continua.....	87
6.1.19 Conclusión.....	87
6.2 Propuesta de mejora en equipo de conveyor de Yazaki Planta 3 El Viejo, Chinandega.	88
6.2.1. Introducción.....	88
6.2.2 Objetivos	88



6.2.3 Análisis de la Situación Actual.....	88
6.2.4 Equipo critico de conveyor	90
.....	91
6.2.5 Definición de metas y resultados esperados	91
6.2.6 Establecimiento de metas medible	91
6.2.7 Identificación de indicadores claves.	92
6.2.8 Análisis de 5 porque	92
6.2.9 Priorización de área de mejora.....	95
6.2.9.1 Layout de línea 16.....	95
6.2.10 Área de Ensamble.....	95
6.2.10.2 Área de Encintado.....	95
6.2.10.3 Área de Línea Final	96
6.2.10.4Área de Mejora - Encintado Conveyor.....	96
6.2.11 Estrategias de mejora.....	96
6.2.11.1 Definición de acciones específicas y pasos a seguir.....	96
6.2.11.2 Asignación de recursos	99
6.2.11.3 Estimación total de recursos financieros	100
6.2.12 Implemetación y ejecución	101
6.2.12 Mejora realizada en línea 16.....	103
6.2.13.1 Después de la implementación.....	103
6.2.14 Estandarización.....	104
6.2.15 Conclusión.....	105
6.3 Cronograma de ejecución	106
CAPITULO VII: CONCLUSIONES	107
CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES	108



PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ATO-KOTEI DE YAZAKI PLANTA 3 EL
VIEJO CHINANDEGA DE SEPTIEMBRE 2024 A ENERO 2025

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	109
Bibliografía	109
ANEXOS O APENDICE	111
Anexo 1 Cuestionario aplicado para entrevista	111

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Índice de Figuras

Figura1 Mantenimiento preventivo	16
Figura2 Costos de mantenimiento con relación al tiempo	17
Figura3 Costos de mantenimiento	17
Figura4 Tipos de mantenimientos	24
Figura5 Flujograma de Mantenimiento preventivo	25
Figura6 Diagrama áreas de mantenimiento	29
Figura7 Vista de planta YAZAKI S.A	41
Figura8 Mesa de pruebas eléctrica	44
Figura9 Mesa de prueba eléctrica de clip Emdep	45
Figura 10 Equipo de inserción de terminales guiadas (GTI).....	46
Figura 11 Bases beep beep	47
Figura 12 Coveyor	48
Figura13 Proporción de equipos de un total de 222.....	51
Figura14 Grafica de comparación de equipos en el plan de MP y equipos físicos en las líneas de producción, así como la diferencia y porcentaje	54
Figura15 Gráfico de equipos totales fuera del plan de mantenimiento preventivo (MP) en porcentaje.....	57
Figura16 Análisis de fallas de pruebas.....	58
Figura17 Análisis de Conveyor.....	59
Figura18 Análisis de sistema de inserción de terminales.....	60
Figura19 Análisis de pull system Beep Beep	61
Figura20 Tiempo Medio de Reparación.	62
Figura21 Confiabilidad, tiempo medio entre fallas de equipos.	63
Figura22 Tiempo muerto porcentaje	64
Figura23 Cumplimiento de mantenimiento preventivo programado	65
Figura24 Grafica de seguimiento, después del mantenimiento preventivo	66
Figura25 Disponibilidad total de los equipos en producción.....	67
Figura26 Gráfica de Pareto de las 12 Principales fallas por Frecuencia total de 215.	68



Figura27 Grafica de los equipos relevantes en fallas Microswitch	81
Figura28 Gráfica de equipos relevantes con fallas de circuitos.....	82
Figura29 Formato de mejora Mantenimiento preventivo	84
Figura30 Plan de preventivo extraordinario PEL5501	85
Figura31 Plan segundo día preventivo extraordinario PEL5501	86
Figura32 Grafica de Pareto situación actual.....	89
Figura33 Gráfica de conveyor con fallas recurrentes	90
Figura34 Fallas de conveyor línea 16	91
Figura35 Análisis de causas del problema, diagrama de Ishikawa	92
Figura36 Eslabón de cadena y perno de arrastre	93
Figura37 Layout de línea 16.....	95
Figura 38 Mejora realizada, antes de implementarla.....	103
Figura39 Implementación de la mejora	103
Figura 40 Anexo1 Visita de campo a yazaki planta 3.....	114
Figura41 Anexo2 Campo áreas verdes de recreación, cancha de básquetbol	115



Índice de Tablas

Tabla1 Marco Legal.....	19
Tabla2 Instrumento de observación	31
Tabla3 Validación experto	34
Tabla4 Operaciones de Variables	38
Tabla5 Equipos físicos en líneas de producción	50
Tabla6 Total, de equipos en plan de MP, en las líneas de producción y fuera del plan de MP.....	53
Tabla 7 Ajuste por equipos de línea 19 y 20 en proceso de baja	56
Tabla8 Análisis del personal de mantenimiento preventivo.....	78
Tabla9 Análisis de equipo	80
Tabla10 5 Por qué?	94
Tabla11 Presupuesto de materiales necesarios para la ejecución del proyecto.	99
Tabla12 Presupuesto de recursos Humanos para la implementación de la mejora	100
Tabla13 Mantener en Stock un candado con el perno de arrastre soldado para reducir el tiempo de reparación	101
Tabla14 Implementación 2. Subir altura del chasis de conveyor para que la platina de arrastre no incline el perno.	102
Tabla15 Estandarización de la mejora	104
Tabla16 Cronograma general del proyecto	106



INTRODUCCION

La presente propuesta de mejora del sistema de mantenimiento preventivo ATO-KOTEI en la Planta 3 de Yazaki, ubicada en El Viejo, Chinandega. Yazaki es una empresa multinacional reconocida por la fabricación de arneses eléctricos para la industria automotriz. En la planta 3 Ato Kotei significa “fin del proceso productivo”, aquí encontramos las líneas de producción donde convergen todos los componentes para el ensamblado de los arneses eléctricos, y cualquier interrupción puede afectar directamente la calidad del producto final y al incumplimiento de la producción.

Actualmente el área de mantenimiento enfrenta desafíos relacionados con el control de la efectividad del MP en componentes principales como checker fixture (módulos) y fallas recurrentes en equipos claves. Esto plantea la pregunta central: ¿Cómo se puede mejorar la efectividad del mantenimiento preventivo en la planta de Yazaki para reducir fallas, aumentar la vida útil de los equipos?

El objetivo principal de esta propuesta es mejorar la efectividad del sistema de mantenimiento ATO-KOTEI entre septiembre de 2024 y enero de 2025, minimizando las interrupciones en la producción mediante un control más efectivo y claro en cada uno de los equipos y técnicos que realizan las actividades de mantenimiento preventivo.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN En este capítulo se plantea los antecedentes internacionales nacionales, contexto descripción del problema y la justificación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO Este capítulo abarca el marco conceptual, legal y contextual del proyecto. Se establecen las bases teóricas necesarias para comprender el contexto y la normativa que rige el mantenimiento preventivo en la planta.



CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLÓGICO Aquí se describe el tipo de proyecto y estudio, así como el área de la investigación. Se detallan las técnicas e instrumentos de recolección de datos, incluyendo fichas de observación, visitas con el supervisor de área y recorridos explicativos en las líneas de producción para verificar los equipos existentes y su funcionamiento.

CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO SITUACIONAL En este capítulo se analiza la macro y micro localización de Yazaki Planta 3 y se caracteriza el entorno socioeconómico en el que opera.

CAPÍTULO V: ESTUDIOS DE INGENIERÍA Este capítulo se enfoca en el uso de herramientas de ingeniería como el diagrama de Ishikawa para analizar las causas de fallos en los equipos. Se presentan gráficos de indicadores clave de rendimiento (KPI) como MTTR, MTBF, MP, disponibilidad y downtime, y se elabora un diagrama de Pareto de fallas frecuentes, destacando problemas en micro switches, circuitos y conveyors.

CAPÍTULO VI: ANÁLISIS DE RESULTADOS Se describen las propuestas de mejora basadas en los resultados obtenidos.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES En este capítulo se resumen los principales hallazgos y recomendaciones como la falta de un formato para medir la efectividad de los mantenimientos preventivos y de los técnicos, entre otros.



CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes y contexto del problema

Antecedentes

Para la elaboración del estudio se realizaron consultas en diferentes fuentes de información relacionadas al tema de investigación (Propuesta de mejora del sistema de mantenimiento preventivo de yazaki planta 3 el viejo Chinandega de septiembre 2024 a enero 2025). La información se obtuvo en páginas web, páginas de búsquedas y repositorios obteniendo lo siguiente:

1.1.1 Antecedentes internacionales

El primer antecedente internacional que tiene como título: Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas de la empresa Inversiones Millma Perú SAC fue realizada por Cristhian Javier Ccoyo Castillo en 2021, en Lima, Perú. El objetivo principal fue mejorar la disponibilidad y eficiencia de las máquinas mediante un plan de mantenimiento preventivo. El enfoque fue cuantitativo y descriptivo, utilizando técnicas de criticidad para jerarquizar la prioridad de cada máquina y métodos de evaluación financiera para evaluar la viabilidad económica del plan. La metodología incluyó el análisis de datos históricos, identificación de fallos críticos y la implementación del software MP versión 10 para la planificación de las actividades de mantenimiento. Los resultados mostraron un aumento del 3% en la disponibilidad de las máquinas y una optimización de las actividades de mantenimiento. La conclusión destacó que la propuesta permitió mejorar la gestión del mantenimiento, con cinco máquinas en rangos de alerta de 85% a 90% de disponibilidad, y tres máquinas con niveles altos de criticidad, obteniendo un VAN de S/. 368,146.21 y una TIR de 80%, lo que demuestra la viabilidad económica del proyecto (Ccoyo Castillo, 2021).

El segundo antecedente fue titulado: Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo para reducir las paradas inesperadas de las máquinas en el proceso de fabricación del molde de sellado en la empresa SEPREMAC SAC, Lima, fue realizada por Jorge Armando Pardo Ballena en 2023. El objetivo principal fue mejorar la

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



disponibilidad de las máquinas y reducir los costos operativos mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo. El enfoque fue cuantitativo y descriptivo, utilizando análisis de fallos y evaluación de la criticidad de los equipos. La metodología incluyó el análisis de datos históricos, identificación de fallos críticos y la implementación de un cronograma de mantenimiento preventivo representado por un diagrama de Gantt. Los resultados mostraron una reducción del 57.2% en las paradas inesperadas para septiembre, 6.8% para octubre y 7.3% para noviembre, con una expectativa de cerrar el año con un promedio mensual de paros no programados del 7%. Además, los costos se redujeron en un 60.8% en septiembre, 11.5% en octubre y 20.4% en noviembre, con una expectativa de reducción anual del 15%. La conclusión destacó la importancia de la operatividad de las máquinas para la continuidad de la producción y la necesidad de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la toma de decisiones en la empresa (Ballena, 2023)

El tercer antecedente internacional tiene por título: Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo a los vehículos del Consorcio La Línea AL (Túnel de la Línea), realizada por José Albeiro Tafur González y José Alejandro Triana Acelas en 2024 en Bogotá, tiene como objetivo principal diseñar un plan de mantenimiento preventivo para el vehículo Toyota Hilux mediante la metodología PMO. El enfoque se centra en analizar la estructura actual del departamento técnico y el proceso de mantenimiento, revisando el cronograma de mantenimiento preventivo y las fallas recurrentes. La metodología incluye la propuesta de modificación del cronograma y formatos de órdenes de trabajo, así como la elaboración de una lista de chequeo para mejorar el diagnóstico. Los resultados mostraron una mejora del 30% en la eficiencia del mantenimiento. En conclusión, se propone una nueva estructura del departamento técnico y un plan de mantenimiento preventivo optimizado para el Toyota Hilux (Tafur Gonzales & Triana Acelas, 2024).



1.1.2 Antecedentes Nacionales

La primera tesis encontrada con el título de: Propuesta de un sistema de mantenimiento productivo total con mantenimiento centrado en la fiabilidad (RCM) para Almidones de Centroamérica S.A., realizada por Ludwin Hernández, Samuel Jarquín y Nasser Mercado en 2024, tuvo como objetivo principal mejorar la eficiencia operativa y reducir costos mediante la implementación de estrategias de mantenimiento específicas. El enfoque fue cuantitativo y descriptivo, utilizando análisis de fallos y evaluación de la criticidad de los equipos. La metodología incluyó la identificación de modos de fallo, priorización de fallos críticos y selección de tareas de mantenimiento adecuadas. Los resultados mostraron un incremento en la disponibilidad de los equipos aumento de un 15% y una reducción significativa en las paradas por fallos se redujeron en un 20%, disminuyeron los costos operativos en un 10% lo que refleja una mayor eficiencia operativa. La conclusión destacó que la implementación del RCM no solo mejoró la productividad, sino que también optimizó los recursos y redujo los costos operativos (Hernandez, Jarquin, & Mercado , 2024).

Como segundo antecedente nacional, se realizó un estudio con el título: Evaluación inicial de riesgos por puestos de trabajo en el área de mantenimiento y área de operaciones en la empresa Crowley Nicaragua, de la universidad nacional de ingeniería, Managua para obtener título de ingeniero industrial, elaborado por Josefa carballo y Tania Ruiz en el 2019; su objetivo principal es la Evaluación inicial de riesgos por puestos de trabajo en el área de mantenimiento y área de operaciones en la empresa Crowley Nicaragua. En la ciudad Inicialmente se evaluaron cada puesto identificando, todos los peligros que afectarían al personal por medio de enfermedades y accidentes. El enfoque aplicado fue cualitativo y cuantitativo, tomando datos tales como la iluminación, ruido y temperatura. La metodología fue tomada propuesta por el Ministerio del trabajo la cual involucra realizar una lista de verificación, la evaluación de riesgo y las medidas correctivas o preventivas a tomar. Primero se obtuvieron datos que fueron comparados con lo que estipula la ley 618 de Higiene y Seguridad Ocupacional. Como segundo se realizó la estimación de los riesgos identificados en el área de mantenimiento y área de operaciones, basados en la Legislación del

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



MITRAB. En conclusión, se elaboró la matriz de riesgos, logrando la elaboración de un mapa de riesgo y plan de acción para controlar los factores de riesgo en las dos áreas de estudio (Carballo & Ruíz, 2017).

Como tercer antecedente nacional titulado como, “El Mantenimiento Preventivo y Correctivo es la vida del Sistema de Agua” fue realizado por Juan Pérez y María González en 2023, en la ciudad de Managua. El objetivo principal fue mejorar la eficiencia y prolongar la vida útil de los sistemas de agua mediante la implementación de estrategias de mantenimiento preventivo y correctivo. El enfoque fue cuantitativo y descriptivo, utilizando análisis de fallos y evaluación de la criticidad de los equipos. La metodología incluyó inspecciones regulares, pruebas y acciones correctivas planificadas. Los resultados mostraron un aumento del 25% en la disponibilidad de los sistemas y una reducción del 30% en los tiempos de inactividad. La conclusión destacó que la implementación de estas estrategias no solo mejoró la eficiencia operativa, sino que también optimizó los recursos y redujo los costos operativos en un 20% (Perez & Gonzales , 2023).

1.1.3 Antecedentes Locales

Como primer antecedente local encontramos la tesis de investigación titulada como: Propuesta de mejoras a la gestión del mantenimiento de equipo de transporte de carga pesada de la Empresa Comercializadora de Maní S.A., ubicada en Chinandega, fue realizada por Goherin Wilfredo Valladares Medina, Silvio Vicente Narváez y Edwin Alejandro Armas Najares en 2023. El objetivo principal fue optimizar la gestión del mantenimiento para reducir paros inesperados y mejorar la eficiencia operativa. El enfoque fue cuantitativo y descriptivo, utilizando el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM). La metodología incluyó el análisis de la situación actual, identificación de fallos críticos y propuesta de mejoras. Los resultados mostraron un aumento del 18% en la disponibilidad de los equipos y una reducción del 22% en los tiempos de inactividad. La conclusión destacó que la implementación de estas mejoras no solo incrementó la eficiencia operativa, sino que también redujo los costos de mantenimiento en un 15% (Valladares, Vicente, & Armas , 2023).

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



1.2 Contexto del problema

El mantenimiento preventivo es crucial para garantizar la eficiencia operativa y la disponibilidad de los equipos industriales. En la planta 3 de Yazaki en El Viejo, Chinandega, se han observado varias oportunidades de mejora que indican la necesidad de mejorar el sistema de mantenimiento preventivo. Estas incluyen tiempo de inactividad de los equipos, fallos recurrentes en maquinaria crítica y un incremento en los costos de reparación. A nivel internacional, se estima que el mantenimiento preventivo puede reducir los costos operativos en un 8-12% en comparación con el mantenimiento correctivo. Además, el 60% de las empresas industriales asocian el mantenimiento preventivo con una mayor productividad y una disminución del tiempo de inactividad. (Estadísticas de Mantenimiento: Desafíos, Tendencias y Métricas, 2023).

La Planta Yazaki 3 en El Viejo, Chinandega, enfrenta serios desafíos con su sistema de mantenimiento preventivo. Los equipos muestran fallas debido a eficiencia del mantenimiento que no cubre todas las necesidades operativas, Impactando negativamente la producción y elevando los costos de reparación. Las interrupciones frecuentes y no planificadas han provocado pérdidas significativas en la eficiencia de la planta. La falta de un sistema preventivo eficaz y eficiente ha generado una dependencia excesiva del mantenimiento correctivo, lo cual no es sostenible a largo plazo.



1.2 Objetivo

Objetivo General

- Mejorar la efectividad del sistema de mantenimiento preventivo implementado en Yazaki Planta 3, El Viejo, Chinandega, durante el periodo de septiembre 2024 a enero 2025.

Objetivos Específicos

- Analizar los registros de mantenimiento preventivo para identificar patrones de fallos y áreas de mejora.
- Determinar el impacto del mantenimiento preventivo en la disponibilidad y rendimiento de los equipos.
- Proponer mejoras en el plan de mantenimiento preventivo basado en los hallazgos del análisis.



1.3 Descripción del problema y preguntas de investigación

En la búsqueda de su Visión YAZAKI quiere ser el proveedor preferido por los clientes y reconocido como un socio responsable en la comunidad.

Sin embargo, la planta 3 de Yazaki, ubicada en El Viejo, Chinandega, enfrenta serios desafíos relacionados con la efectividad del mantenimiento preventivo (MP) y el desempeño de los técnicos. Las fallas recurrentes en los equipos afectan el cumplimiento de los procesos de producción no se lleva un control eficaz para evaluar la eficiencia de los técnicos ni la cantidad de componentes revisados en equipos clave como los checker fixtures de la prueba eléctrica, clip, GTI y Beep Beep. Las consecuencias que se producen por falta de efectividad en los preventivos de los equipos son:

- No existe un documento que lleve registro de cantidad de componente revisado en un equipo.
- Pérdida de confianza al MP
- Mayor riesgo de averías
- Reducción de la vida útil del equipo
- Costos altos por reparaciones gastos por pérdidas en la producción
- Fallas en uno de los componentes del equipo microswitch 308 minutos, circuitos 206 minutos, conveyor con 184 minutos en un trimestre.

Para saber que tan efectivo es el preventivo de los equipos realizaremos una evaluación al sistema de mantenimiento, donde podremos analizar el método de ejecución, los recursos y plan de los mantenimientos a los equipos, que determinan la eficiencia en la prevención de las fallas, reduciendo el mantenimiento correctivo y paradas.

Dado el planteamiento de esta problemática proyectamos la pregunta siguiente:

¿Cómo se puede mejorar la efectividad del mantenimiento preventivo en la planta de Yazaki para reducir fallas, aumentar la vida útil de los equipos?

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



1.4 Justificación

No se ha realizado ningún análisis, estudio o evaluación específica del mantenimiento preventivo en Yazaki Planta 3, lo cual hace necesaria una evaluación del sistema actual. El problema investigado es la efectividad del mantenimiento preventivo y el desempeño de cada técnico, así como las fallas recurrentes que afectan la producción. Es urgente abordar esta problemática, ya que el mantenimiento preventivo debe llevar controles que mejoren la eficiencia de los equipos y la eficacia de los técnicos.

Reducir el riesgo de averías y el tiempo de paradas no programadas es esencial, así como mejorar la ejecución eficiente del mantenimiento en las máquinas. Esta evaluación permitirá recopilar información y analizar datos para identificar debilidades en el sistema y encontrar las causas de un mantenimiento preventivo ineficaz. Una vez evaluada la información, se implementarán contramedidas que fortalezcan el sistema y mejoren la toma de decisiones, reduciendo costos de reemplazos y tiempos de paradas no programadas.

El mantenimiento preventivo tiene como objetivo identificar señales tempranas de defectos para minimizar el riesgo de averías no programadas y reducir la necesidad de mantenimiento correctivo.

Los resultados obtenidos serán una valiosa fuente de aprendizaje para proyectos futuros. Las recomendaciones ayudarán a evitar errores imprevistos y reducir la incidencia de situaciones imprevistas, fortaleciendo así la gestión de mantenimiento.

El impacto de este proyecto radica en mejorar el control de la efectividad del mantenimiento preventivo en los componentes principales de los equipos. La importancia de llevar un control y seguimiento eficaz es fundamental para la reducción de fallas no programadas en los equipos de producción. Este proyecto beneficiará al área de mantenimiento ATO-KOTEI y al área de producción.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



1.5 Limitaciones y alcance de la investigación

Alcance

El proyecto de una propuesta de mejora del sistema de mantenimiento preventivo en la planta 3 de Yazaki en El Viejo, Chinandega, abarca desde septiembre de 2024 hasta enero de 2025, e incluirá un análisis exhaustivo del estado actual del sistema, la recolección y análisis de datos históricos de mantenimiento, la implementación de mejoras basadas en las mejores prácticas de la industria.

Limitaciones.

- Disponibilidad de tiempo de los estudiantes.
- Acceso a datos completos y precisos.
- Necesidad de coordinar con múltiples partes interesadas.
- Recursos limitados.



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades

El marco de referencia o marco referencial es un texto que identifica y expone los antecedentes, las teorías, las regulaciones y/o los lineamientos de un proyecto de investigación, de un programa de acción o de un proceso (Chen, 2020).

El presente trabajo de investigación cuenta con relaciones ODS, objetivos de desarrollo sostenible, objetivos globales para que disfruten de la paz y prosperidad, en el desarrollo empresarial en la vida laboral.

2.2 Objetivo de desarrollo sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son una serie de objetivos globales adoptados por las Naciones Unidas en 2015. Estos objetivos abarcan una amplia gama de temas, incluyendo la pobreza, el hambre, la salud, la educación, el cambio climático y la sostenibilidad ambiental, como parte de su agenda de desarrollo que tiene propuesto alcanzarse en el año 2030.

En el presente trabajo de investigación se integra perfectamente en el objetivo 9, 12, 13 y 17 de los ODS, el ODS 9: Industria, innovación e infraestructura, se centra en construir infraestructuras sostenibles y resilientes, promover la innovación y la investigación, y fomentar la adopción de tecnologías limpias y procesos industriales sostenibles, el ODS 12: Producción y consumo responsables, busca garantizar modos de producción y consumo sostenibles, reducir la generación de residuos y promover la gestión sostenible de los mismos, el ODS 13, Acción por el clima, se define en la búsqueda de tomar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos, lo cual es crucial para el mantenimiento de infraestructuras y equipos en industrias diversas, el ODS 17, Alianzas para lograr los objetivos, enfatiza la importancia de fortalecer la cooperación internacional y multilateral para lograr los demás ODS, lo cual puede ser relevante si tu investigación involucra colaboraciones internacionales o el intercambio de conocimientos y tecnologías.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



2.3 Marco conceptual

2.3.1 Mantenimiento

El mantenimiento es el conjunto de acciones y procesos realizados con el propósito de preservar, reparar, revisar y asegurar el buen funcionamiento y estado de elementos, equipos o sistemas. Su objetivo es prolongar la vida útil, minimizar fallas y garantizar la seguridad, la eficiencia y la calidad en el uso de dichos elementos. (Silvia, 2023).

Como manifiesta el autor en su libro titulado organización y gestión integral del mantenimiento, se define habitualmente mantenimiento como el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento. (Garrido, 2003).

Se entiende por Mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios. En ese sentido, de acuerdo con (Navarro, 2004) se puede decir que el mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo.

2.3.2 Sap

El nombre es la sigla del nombre alemán original de la empresa: Systemanalyse Programmentwicklung, que se traduce como "desarrollo de programas de sistemas de análisis". Hoy en día, el nombre corporativo legal de la empresa es SAP SE —SE significa "Societas Europea", una empresa pública registrada de conformidad con la legislación corporativa de la Unión Europea.

SAP ayuda a empresas y organizaciones de todos los tamaños e industrias a gestionar sus negocios de manera rentable, a adaptarse continuamente y a crecer de manera sostenible.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



2.3.3 Sap PM

SAP Plant Maintenance (PM, traducible como “mantenimiento de instalaciones”) es un componente del SAP ERP Central Component (ECC) Proporciona a las empresas apoyo para el mantenimiento de instalaciones, maquinaria e infraestructuras de varios tipos.

2.3.4 Sistema de mantenimiento Preventivo

Un sistema de mantenimiento preventivo se refiere a la planificación y ejecución de actividades regulares y programadas para prevenir fallos y averías en los equipos y maquinarias. Esto incluye inspecciones, ajustes, limpieza, y reemplazo de piezas antes de que se produzcan fallos. El objetivo principal es prolongar la vida útil de los activos, mejorar la seguridad operativa, y reducir costos por reparaciones imprevistas.

Se enfoca en la planificación y ejecución de actividades regulares y programadas para prevenir fallos y averías en los equipos y maquinarias. Esto incluye inspecciones, ajustes, limpieza, y reemplazo de piezas antes de que se produzcan fallos. El objetivo principal es prolongar la vida útil de los activos, mejorar la seguridad operativa, y reducir costos por reparaciones imprevistas. Es como darles vitaminas y chequeos regulares a las máquinas para mantenerlas en óptimas condiciones (eMaint por Fluke Corporation , 2024).

Conforme con la anterior definición se deducen distintas actividades:

1. Prevenir y/o corregir averías.
2. Cuantificar y/o evaluar el estado de los vehículos o máquinas.
3. Aspecto económico (costes).

2.3.5. Mantenimiento Productivo-Preventivo Total.

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un sistema de mejora continua basado en un concepto de origen japonés, que se centra en el mantenimiento y funcionamiento de los equipos.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



El TPM se basa en la idea de que todos los empleados deben participar en el mantenimiento de su propio entorno de trabajo. Esto significa que los miembros de los equipos individuales de todos los niveles de gestión deben participar en las inspecciones periódicas, el mantenimiento preventivo y los sistemas de revisión de cualquier máquina o equipo utilizado en el trabajo.

También requiere la aplicación de nuevos métodos para detectar posibles problemas, como el mantenimiento predictivo, mediante el estudio de las tendencias operativas o el análisis de los datos de las máquinas para adoptar medidas preventivas.

Además, la metodología TPM implica mejorar la formación de los operarios para que las máquinas funcionen con mayor eficacia y eficiencia. Por último, el TPM incluye la mejora de la comunicación entre departamentos para garantizar un flujo de información fluido entre todos los miembros del equipo. Como lo describen Tina Kanti Agustyady y Elizabeth A. Cudney (2018), en pocas palabras, “el Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un enfoque holístico del mantenimiento de equipos, que aspira a lograr procesos de producción casi perfectos”.

2.3.6 Evolución del Mantenimiento Preventivo

Desde la Revolución Industrial, el mantenimiento ha pasado de ser un enfoque reactivo (mantenimiento correctivo) a un enfoque proactivo (mantenimiento preventivo). Inicialmente, las reparaciones se realizaban solo después de que ocurriera una avería. Con el tiempo, se implementaron programas de mantenimiento preventivo para realizar tareas de inspección y reparación regularmente, evitando fallos antes de que ocurran. Hoy en día, se utilizan tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial y el análisis predictivo para optimizar aún más las tareas de mantenimiento, mejorando la eficiencia operativa y reduciendo los costos (© Lifeder 2024 | All Rights reserved, 2019).

2.3.7 Tipos de Mantenimiento

A continuación, se le brindará un breve concepto de los tipos de mantenimiento que se presentan actualmente en las industrias.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

2.3.7.1 Evaluación mantenimiento preventivo

La evaluación del mantenimiento preventivo implica analizar la efectividad de las estrategias y prácticas implementadas para prevenir fallos en los equipos y sistemas. Este proceso incluye la recopilación y análisis de datos operativos, la inspección de equipos, y la revisión de registros de mantenimiento. El objetivo es identificar áreas de mejora y asegurar que las intervenciones preventivas se realicen de manera eficiente y efectiva, reduciendo costos y aumentando la vida útil de los activos (Infraspeak Team, 2023).

El mantenimiento preventivo es el seguimiento de actividad en el proceso, es decir que previene de manera analítica toda la información recopilada de los equipos operativos, con el propósito de mejorar las operaciones, evitar pérdidas en tiempos muertos y pérdidas de materiales.

Figura1

Mantenimiento preventivo



Fuente: (Steolder, 2024)

2.3.7.2 Costos de mantenimiento preventivo-correctivo

Los costes de mantenimiento han pasado de considerarse un gasto a tratarse como una inversión. Es así como debes orientarte para lograr un correcto enfoque a la hora de tomar decisiones. Dicho esto, aunque a simple vista parece más costoso realizar un mantenimiento preventivo mediante una hoja de ruta programada - ¿para qué invertir en “arreglar” algo que no está dando problemas? -, en realidad resulta mucho más rentable a medio y largo plazo. El mantenimiento correctivo es más caro porque suele acarrear paralización -no planificada- de las tareas de la fábrica y desembocar en reparaciones más costosas, al producir daños en piezas colaterales. Y también hay que invertir más en averías que no suelen darse si se mantiene un mantenimiento preventivo (Altertecnia, 2018). Dado que no es sostenible optar por un solo sistema, ya que es imposible prever todos los percances, la recomendación es organizar así el presupuesto:

20% a mantenimiento correctivo

80% a mantenimiento preventivo

Figura3

Costos de mantenimiento

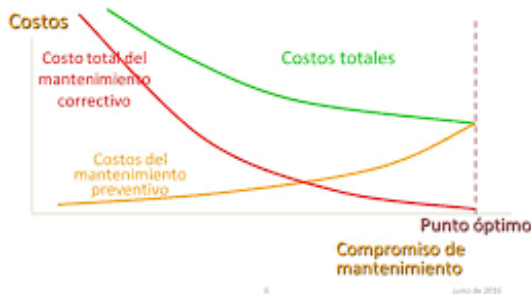
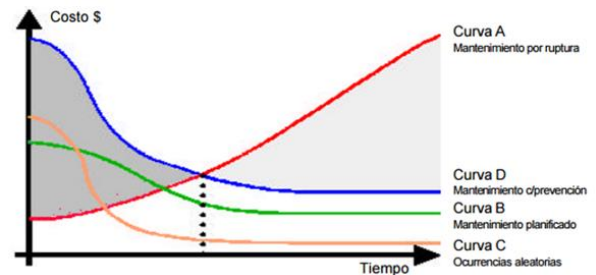


Figura2

Costos de mantenimiento con relación al tiempo



Fuente: (Ceinmant Mantenimiento-Confiabilidad, 2019)



2.3.7.3 Disponibilidad

La disponibilidad es la probabilidad de que un sistema, equipo o componente realice la función prevista cuando sea requerido. Se expresa en porcentaje y tiene en cuenta tanto la confiabilidad como la mantenibilidad del sistema.

La disponibilidad de un equipo puede calcularse usando la siguiente formula:

Disponibilidad = (Horas totales de funcionamiento planeadas - Horas en paradas) / Horas totales de funcionamiento planeadas.

Ecuación 1 Disponibilidad

$$\frac{\text{Tiempo Total Planificado} - \sum \text{Tiempo en paradas}}{\text{Tiempo Total Planificado}}$$

Fórmula para calcular la disponibilidad



2.4 Marco legal

Tabla1

Marco Legal

Norma/Ley	Artículo	Descripción
ISO 9001 (2015)	Artículo 7.1.3: Infraestructura	Asegura que la infraestructura, incluyendo los equipos, se mantenga en buenas condiciones para garantizar la calidad del producto.
ISO 9001 (2015)	Artículo 8.5.1: Control de la producción y prestación del servicio	Garantiza que los procesos de mantenimiento preventivo y correctivo se planifiquen y ejecuten de manera efectiva.
ISO 14001 (2018)	Artículo 6.1.2: Aspectos Ambientales	Identifica los aspectos ambientales significativos asociados al uso y mantenimiento de los equipos.
ISO 14001 (2018)	Artículo 7.1.3: Infraestructura y Recursos	Asegura que los recursos necesarios para el mantenimiento ambiental de los equipos estén disponibles y se gestionen adecuadamente.
ISO 45001	Artículo 6.1.2: Identificación de peligros y evaluación de riesgos	Asegura que los riesgos asociados al mantenimiento de los equipos se identifiquen y gestionen adecuadamente.
ISO 45001	Artículo 7.1.3: Recursos	Asegura que los recursos necesarios para la gestión de la seguridad y salud en el mantenimiento de los equipos estén disponibles.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Ley 618	Artículo 11	Obliga a los empleadores a proporcionar y mantener equipos de protección personal adecuados para el mantenimiento de los equipos.
Ley 618	Artículo 12	Establece la obligación de revisar y mantener los equipos de protección personal para asegurar su efectividad en el mantenimiento de los equipos.
Ley 618	Artículo 14	Requiere proporcionar capacitación sobre el uso y mantenimiento de los equipos de protección personal necesarios para el mantenimiento de los equipos.

Fuente: Elaboración de los autores

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



2.5 Marco Contextual

YAZAKI de Nicaragua S.A. es una filial de la empresa japonesa Yazaki Corporación, dedicada a la producción de arneses y partes automotrices. La Planta 3 se encuentra en Chinandega, una ciudad en el occidente de Nicaragua. Esta planta es una de las cinco instalaciones que Yazaki ha establecido en el país, con una inversión total de más de \$60 millones.

La planta en Chinandega se dedica a la manufactura de cableados y arneses para automóviles, suministrando productos de alta calidad a fabricantes de equipos originales de marcas importantes como Ford, GM y Chrysler. Yazaki se estableció en Nicaragua en el año 2001, diversificando los rubros del sector zona franca del país.

La mano de obra nicaragüense es altamente valorada por Yazaki, destacando la habilidad visual y manual de los trabajadores, especialmente las mujeres. La planta ha generado miles de empleos directos, contribuyendo significativamente a la economía.

2.5.1 Contexto Organizacional

Yazaki es una empresa multinacional que se dedica a la fabricación de componente eléctricos y electrónicos para la industria automotriz. La Planta 3 "El Viejo" en Chinandega es una de las instalaciones clave de la empresa en la región, donde se producen componentes esenciales para vehículos.

2.5.2 Contexto Legal y Normativo

- **ISO 9001:2015:** Norma internacional que establece los requisitos para un sistema de gestión de calidad, incluyendo la gestión del mantenimiento de equipos.
- **ISO 14001:2015:** Norma internacional que establece los requisitos para un sistema de gestión ambiental, incluyendo la gestión del mantenimiento de equipos.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



- **ISO 45001:2018:** Norma internacional que establece los requisitos para un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, incluyendo la gestión del mantenimiento de equipos.

Ley 618 de Nicaragua: Ley General de Higiene y Seguridad del Trabajo, que establece las disposiciones legales para la seguridad y salud en el trabajo, incluyendo la gestión del mantenimiento de equipos.

Reducción del Tiempo de Inactividad: Implementar un plan de mantenimiento preventiva que minimice las interrupciones en la producción.

Aumento de la Eficiencia Operativa: Mejorar la eficiencia operativa mediante la optimización de los procesos de mantenimiento.

Cumplimiento de Normativas: Asegurar el cumplimiento de las normas ISO y la Ley 618 en la gestión del mantenimiento de equipos.

Mejora Continua: Implementar un sistema de mejora continua en la gestión del mantenimiento preventivo.

(Segura, 2017) expresa que con la evolución de la industria, la tecnología y maquinaria en el último siglo las empresas sin importar su tipo de producción o servicio, hoy en día están enfocándose hacia el sistema de medir para controlar y controlar para mejorar utilizando diferentes métodos, estrategias, procedimientos, matrices entre otros con base en indicadores de gestión que permitan identificar a tiempo problemas y oportunidades, entender los procesos y hacer un seguimiento y control definiendo responsabilidades y acciones preventivas que ayuden con el mejoramiento continuo de las empresas.

2.5.3 Importancia del mantenimiento industrial

El mantenimiento industrial es esencial para el buen funcionamiento de cualquier sistema de producción por varios motivos:

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Maximización de la Eficiencia: equipos funcionando de forma optimizada, lo que resulta en una producción más estable, eficiente y de calidad.

Reducción del Tiempo de Inactividad: identificar y corregir problemas antes de que causen averías, reduciendo así el tiempo de inactividad y mejorando la continuidad de las operaciones.

Prolongación de la Vida Útil de los Equipos: aumentar significativamente la vida útil de los equipos, posponiendo la necesidad de inversiones en nuevos activos.

Reducción de Costes: La prevención de fallos es generalmente más económica que las reparaciones o sustituciones de emergencia. Además, el mantenimiento mejora el OEE (Overall Equipment Effectiveness), lo que impacta directamente en la reducción de costes.

Seguridad: las buenas condiciones minimizan los riesgos de accidentes en el lugar de trabajo, protegiendo la vida y la integridad física de los trabajadores.

Conformidad Regulatoria: Muchas industrias están sujetas a regulaciones que exigen un mantenimiento regular para garantizar que los equipos sean seguros y estén en conformidad con los estándares medioambientales y de seguridad.

2.5.4 Tipos de Mantenimiento

Existen varios tipos de mantenimiento industrial, entre los cuales se incluyen:

Mantenimiento Correctivo: Se realiza después de que ocurre una falla para restaurar el funcionamiento del equipo.

Mantenimiento Preventivo: Consiste en realizar inspecciones y tareas de mantenimiento programadas para prevenir fallos.

Mantenimiento Predictivo: Utiliza técnicas de monitoreo y análisis para predecir cuándo ocurrirá una falla y tomar medidas antes de que suceda.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

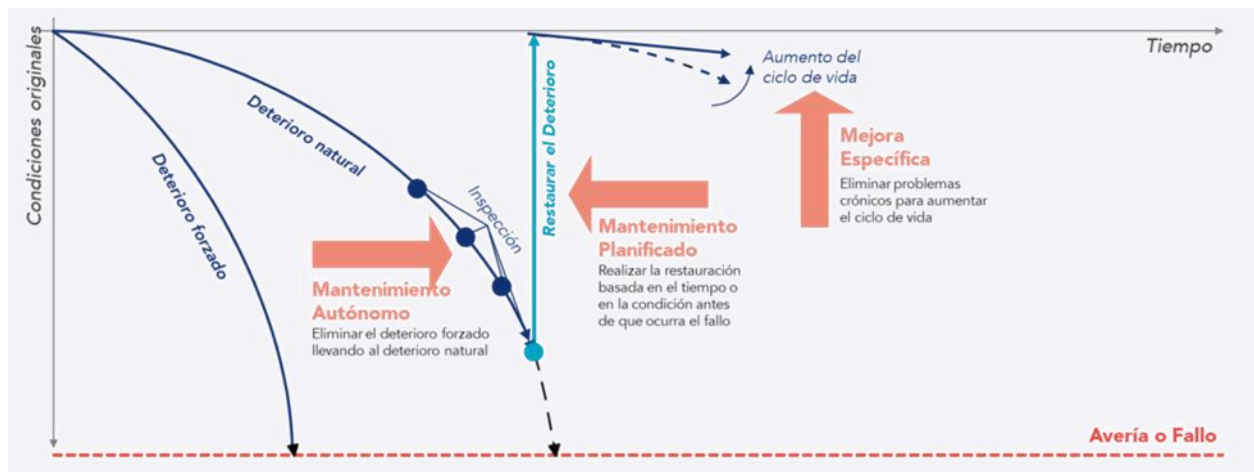
Mantenimiento Autónomo: Implica la participación de los operadores en el mantenimiento básico de sus equipos.

Mantenimiento proactivo: Se enfoca en identificar y eliminar las causas raíz de los problemas antes de que se conviertan en fallas.

Comprender los diferentes tipos de mantenimiento es fundamental para implementar un programa de mantenimiento eficaz que responda a las necesidades específicas de cada organización. Cada enfoque ofrece ventajas y, si se combinan de forma estratégica, pueden contribuir de forma sustancial a la excelencia operacional. El papel de cada tipo de mantenimiento en el rendimiento y el ciclo de vida de los equipos y sistemas.

Figura4

Tipos de mantenimientos

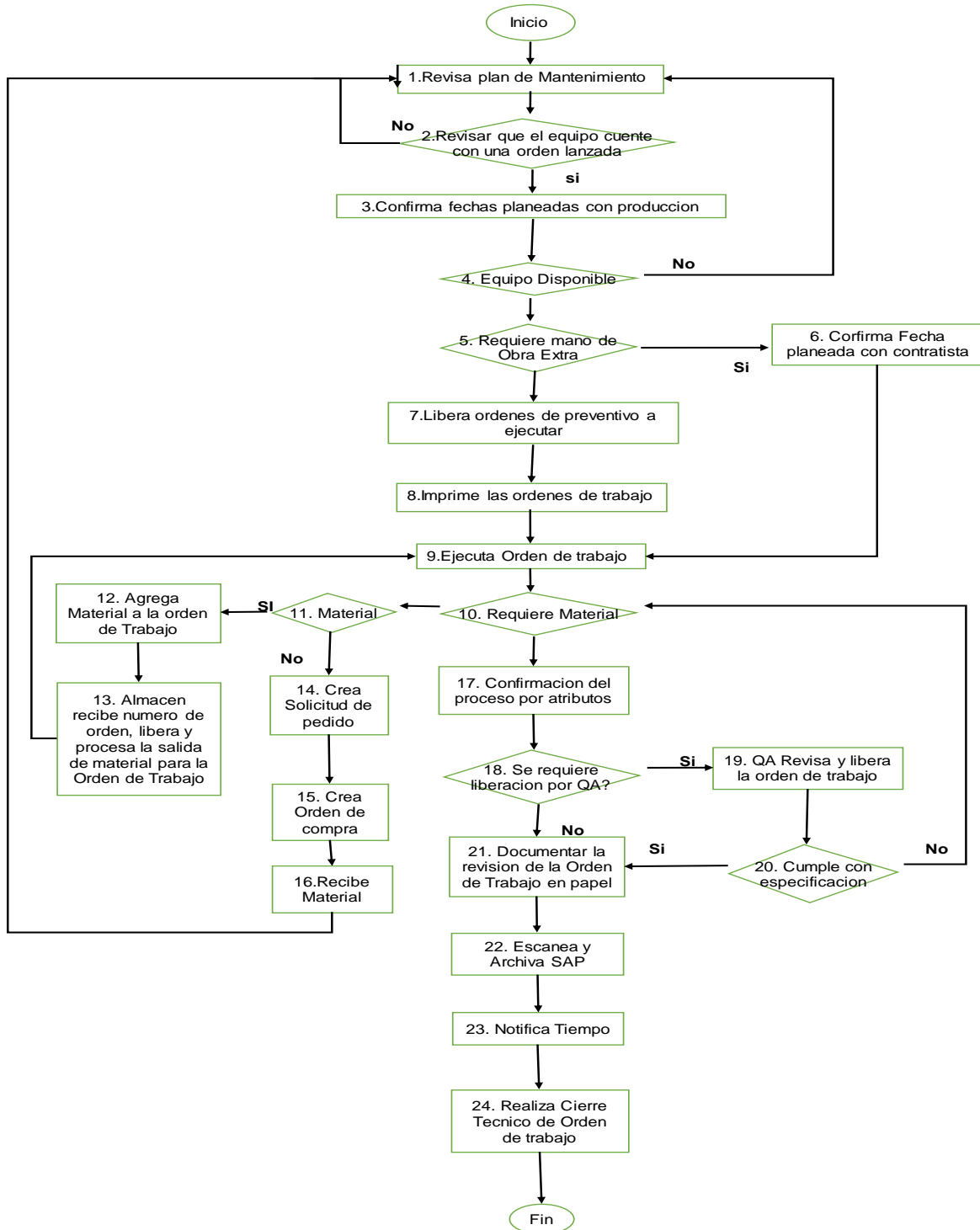


El papel de cada tipo de mantenimiento en el rendimiento y el ciclo de vida de los equipos y sistemas.



Figura5

Flujograma de Mantenimiento preventivo



Fuente: YAZAKI Mantenimiento

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



CAPÍTULO III.-DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de proyecto

El presente proyecto es de tipo cuantitativo de corte transversal, ya que se recolectaron datos en un solo momento y en un tiempo específico. Su propósito se centra en describir y analizar su comportamiento en un momento dado, y va más allá de simplemente indagar sobre la gestión del mantenimiento preventivo, buscando a mejorar la calidad de vida útil de los equipos. Utiliza una metodología cuantitativa para recopilar y analizar datos numéricos, y se enmarca en una investigación de corte transversal realizada en un periodo definido

Según la procedencia del capital es un proyecto privado, este proyecto de mejora del sistema de mantenimiento preventivo se financia principalmente con capital propio de la empresa Yazaki, aunque también puede contar con subvenciones del gobierno y posibles inversiones de socios estratégicos interesados en la optimización industrial. El financiamiento interno asegura un control más directo sobre las inversiones y la posibilidad de reinvertir los ahorros generados por la optimización en otras áreas de la empresa.

Tipo de proyecto según el sector: El proyecto pertenece al sector industrial, específicamente a la manufactura automotriz. Yazaki es un proveedor global de soluciones en sistemas de distribución eléctrica y electrónicos para la industria automotriz, por lo que este proyecto tiene un enfoque claro en la mejora de la eficiencia operativa y la reducción de costos dentro de este sector.

Tipo de Proyecto según el ámbito o perfil profesional: Desde una perspectiva profesional, este proyecto se enmarca dentro de la ingeniería industrial, abarcando áreas como la gestión de mantenimiento, la ingeniería de procesos, y la optimización de recursos. Los estudiantes de ingeniería industrial interesados en sistemas de mantenimiento y gestión de la producción encontrarán en este proyecto una aplicación práctica y relevante de sus conocimientos.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Tipo de Proyecto según su orientación: Este proyecto está orientado hacia la mejora continua. Se centra en la implementación de mejores prácticas en el mantenimiento preventivo, con el objetivo de alcanzar niveles superiores de eficiencia y productividad. La orientación es tanto técnica, mejorando los procesos y herramientas de mantenimiento.

Tipo de Proyecto según su área de influencia: El área de influencia principal de este proyecto es la planta 3 de Yazaki en El Viejo, Chinandega. Por lo que inicia como un proyecto local, Sin embargo, sus impactos se pueden extender a otras plantas y operaciones globales de la empresa mediante la difusión de los resultados y la adopción de las mejoras propuestas

3.2 Tipo de estudio.

Según su propósito: es una investigación básica y aplicada, la investigación básica se centrará en comprender los principios fundamentales del mantenimiento preventivo, mientras que la aplicada buscará implementar mejoras prácticas en el sistema actual.

Según la fuente de los datos: es de campo, se realizarán observaciones y entrevistas a personal de mantenimiento que labora en la planta.

Enfoque: Cuantitativa y cualitativa: Se utilizarán métodos cuantitativos para analizar datos numéricos y cualitativos para obtener información detallada a través de entrevistas y observaciones.

Alcance:

Descriptivo y explicativo: El estudio describirá el estado actual del sistema de mantenimiento y explicará las causas de los problemas identificados, proponiendo soluciones basadas en los datos recopilados.



3.3 Área de estudio

El área de estudio está delimitada al departamento de mantenimiento ato en yazaki planta 3 El Viejo, obteniendo información sobre los puntos críticos y las áreas problemáticas, identificando equipos y áreas con mayor frecuencia de fallos.

3.3.1 Geografía

Yazaki planta 3 está ubicada en el municipio de El Viejo, unos 6 kilómetros del departamento de Chinandega, Nicaragua. Yazaki está situada cerca del parque de la identidad viejana.

3.4 Unidades de análisis población/muestra

Población o universo: Sistema de mantenimiento ato de yazaki 3

Muestra: Se aplicó entrevista a 2 coordinadores que presentan servicio de mantenimiento preventivo y correctivo en las líneas de producción.

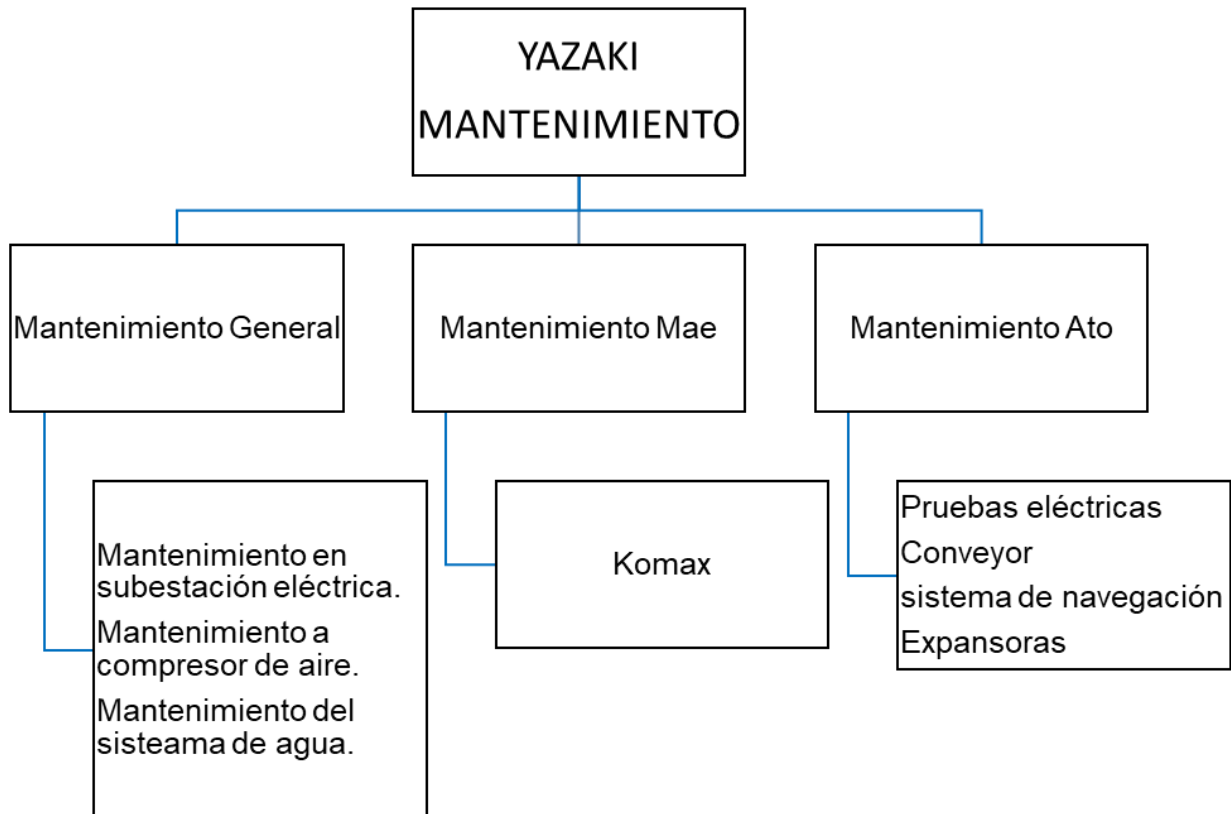
Unidad de análisis: Cada miembro relacionado en el mantenimiento preventivo.

La muestra se tomará de las áreas que complementan el departamento de mantenimiento de planta, en base a los indicadores y equipos que presentan mayores horas de fallas, incrementado el tiempo inactivo de la producción.

3.4.1 Muestra: tamaño de la muestra y muestreo

Figura6

Diagrama áreas de mantenimiento



Fuente: elaboración de los autores.



3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

Para este estudio, los métodos utilizados para la aplicación de instrumento son, síntesis de la observación y muestreo selectivo de informantes claves.

Observación: para este instrumento se realizará recorrido

Entrevista

Entrevista: Se realizará un cuestionario estructurado, diseñada con preguntas, aplicada al personal administrativo del área de estudio. Se realizará solicitud a 2 personas administrativas que laboran directamente en el área de mantenimiento Ato, una vez definida la fecha y la hora, se procederá a realizar una breve presentación del objetivo del estudio, posterior se aplicará una lista de preguntas, una vez obtenidas las respuestas se procederá al analizadas los resultados.

3.5.1 Confiabilidad y validez de los instrumentos.

Observación:

Confiabilidad: Realizar múltiples observaciones en diferentes momentos. Utilizar listas de verificación para minimizar la subjetividad.

Validez: Asegurarse de que los elementos observados estén directamente relacionados con las variables de interés en el proyecto de mantenimiento.



Tabla2

Instrumento de observación

Observación

Fecha: _____

Área: _____

Observador: _____

Equipos en las líneas de producción

Línea	Pruebas eléctricas	Pruebas de clip	Conveyor	Sistema de navegación	Bases beep	Total, de equipos físicos
1						
5						
11						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
24						
38						
45						
46						
47						
48						
49						
52						
54						
55						
TOTAL						

Fuente: Elaboración propia de los autores

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Observación

Fecha: 21- octubre 2024
 Area: lineas de producción
 Observador: Melvin A. Ortiz

Equipos en las líneas de producción

Línea	Pruebas eléctricas	Pruebas de clip	Conveyor	Sistema de navegación	Bases beep	Total de equipos físicos
1	1	0	0	0	1	2
5	1	1	1	0	5	8
11	2	1	1	9	0	13
14	1	1	1	0	7	10
15	1	1	0	0	2	4
16	1	1	1	0	8	11
17	1	1	1	0	9	12
18	1	1	1	0	10	13
19	1	1	1	0	4	7
20	1	1	1	0	0	3
21	8	1	1	0	17	29
22	5	0	1	0	11	17
24	3	1	1	0	3	8
38	1	1	1	0	2	5
45	1	1	1	13	0	16
46	1	0	1	3	0	5
47	1	0	1	7	0	9
48	2	0	1	4	0	7
49	1	0	1	5	0	7
52	2	0	1	0	1	4
54	1	1	1	13	0	16
55	1	1	1	13	0	16
TOTAL	38	15	20	67	82	222

El Viejo - chinandega -
 yasaki planta 3



Entrevista:

Confiabilidad: Preparar un guion estructurado con preguntas cerradas y abiertas. Realizar pruebas piloto para ajustar las preguntas y asegurar consistencia en las respuestas.

Validez: Validar el guion de la entrevista con expertos en el campo del mantenimiento industrial para asegurar que las preguntas abordan los temas relevantes.

Validación de Datos:

Confiabilidad: Utilizar comparación de datos obtenidos de diferentes fuentes aplicadas (observación, entrevistas, registros) para identificar y resolver inconsistencias.

Validez: Aplicar análisis estadísticos para evaluar la consistencia interna de los datos, implementando estas medidas, se puede aumentar la precisión y utilidad de los datos recopilados para tomar decisiones informadas en la mejora del sistema de mantenimiento preventivo.

"Ficha de Validación experto del Instrumento de Investigación"

PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ATO-KOTEI DE YAZAKI PLANTA 3 EL VIEJO CHINANDEGA DE SEPTIEMBRE 2024 A ENERO 2025

Objetivo del Instrumento: Identificar los problemas que afectan al cumplimiento del mantenimiento preventivo, correctivo y sus indicadores.

Descripción del Instrumento: (entrevista, Observación)

Perfil del Experto: Supervisor de mantenimiento.

Nombre: Goherin wilfredo Valladares Medina.

Área de Especialización: Ingeniero Industrial

Años de Experiencia: 18 años

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Institución: Yazaki planta 3.

Correo Electrónico: goherinvalladares03@gmail.com

Tabla3

Validación experto

Indicadores de Evaluación del Instrumento	Criterios cualitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy buena	Excelente
		(1/4)	(5/8)	(9/12)	(13/16)	(17/20)
Claridad de las Preguntas	Las preguntas están formuladas de manera clara y comprensible.					
Relevancia de las Preguntas	Las preguntas son pertinentes para alcanzar los objetivos del estudio.					
Adecuación del Lenguaje	El lenguaje utilizado es apropiado para el público objetivo.					
Coherencia Interna	Las preguntas mantienen una coherencia lógica entre sí.					
Metodología	Cumple con los lineamientos metodológicos					
Validez del Contenido	El contenido del instrumento abarca todos los aspectos necesarios.					
Subtotal						

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Total:	
Observaciones generales y comentarios del experto	

Interpretación de la validación		
Cuantitativa (total 20)	Puntaje	
Valoración del experto:		
Cualitativa		seleccionar (x)
1 al 8	Improcedente	
9 al 12	Aceptable con recomendaciones	
13 al 20	Aceptable	

Firma: _____

Elaboración propia de los autores



PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ATO-KOTEI DE YAZAKI PLANTA 3 EL VIEJO CHINANDEGA DE SEPTIEMBRE 2024 A ENERO 2025

Ficha de validación del instrumento de investigación juicio de experto

Título del Estudio: PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO ATO-KOTEI DE YAZAKI PLANTA 3 EL VIEJO CHINANDEGA DE SEPTIEMBRE 2024 A ENERO 2025

Objetivo del Instrumento: Identificar los problemas que afectan al cumplimiento del mantenimiento preventivo, correctivo y sus indicadores.

Descripción del Instrumento: (entrevista, Observación)

Perfil del Experto: Supervisor de mantenimiento.

Nombre: Goherin wilfredo Valladares Medina.

Área de Especialización: Ingeniero Industrial

Años de Experiencia: 18 años

Institución: Yazaki planta 3.

Correo Electrónico: goherinvaladares03@gmail.com

Indicadores de Evaluación del Instrumento	Criterios cualitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy buena	Excelente
		(1/4)	(5/8)	(9/12)	(13/16)	(17/20)
Claridad de las Preguntas	Las preguntas están formuladas de manera clara y comprensible.					19
Relevancia de las Preguntas	Las preguntas son pertinentes para alcanzar los objetivos del estudio.					19
Adecuación del Lenguaje	El lenguaje utilizado es apropiado para el público objetivo.					19
Coherencia Interna	Las preguntas mantienen una coherencia lógica entre sí.					19
Metodología	Cumple con los lineamientos metodológicos				16	
Validez del Contenido	El contenido del instrumento abarca todos los aspectos necesarios.				16	
SubTotal					16	19
		Total: 17.5				

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Observaciones generales y comentarios del experto	
---	--

Interpretación de la validación		
Cuantitativa (total 20)	Puntaje	
Valoración del experto:	17.5	
Cualitativa		seleccionar (x)
1 al 8	Improcedente	
9 al 12	Aceptable con recomendaciones	
13 al 20	Aceptable	X

Firma: *Gabriel Valladares*
El Viejo - chinandega
22-11-2024

3.6 Procesamiento y plan de análisis de la información

Recopilación de Información:

Fuentes Internas: Registros de mantenimiento, historial de fallos de equipos, reportes de inspección, y entrevistas con el personal de mantenimiento.

Procesamiento de la Información:

Organización: Clasificar la información en categorías relevantes (frecuencia de fallos, tiempo de inactividad, problemas de afectación en los equipos más destacados etc.).

Herramientas de Análisis: Utilizar software de análisis de datos como Excel, utilización de tablas dinámica, verificación de tiempo medio entre fallas (MTBF).

Plan de Análisis de Datos:

Se aplicará un análisis descriptivo para dar respuesta a los objetivos formulados aplicando herramientas como gráficos, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, 5 porqués.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Análisis Descriptivo: Estadísticas básicas para entender la distribución y la tendencia central de los datos. Por ejemplo, media y desviación estándar de fallos por equipo.

Análisis Comparativo: Comparar el rendimiento de los equipos con benchmarks de la industria para identificar áreas de mejora.

Visualización de Datos: Gráficos y dashboards para presentar los hallazgos de manera clara y comprensible. Herramientas como Tableau o Power BI pueden ser útiles.

Implementando este plan, se podrá obtener una visión clara del estado actual del sistema de mantenimiento preventivo y encontrar áreas específicas donde se pueden realizar mejoras significativas.

3.6.1 Operacionalización de las variables

Tabla4

Operaciones de Variables

Variables	Definición Conceptual	Dimensiones / Indicadores	Instrumento
Sistema	Un sistema industrial es un conjunto organizado de procesos donde la tecnología, el talento, la información, los equipos y las materias primas configuran productos que serán comercializados una vez se terminen de fabricar.	Proceso de mantenimiento/	



Tiempo muerto porcentaje (%)	<p>Son aquellos que ocurren cuando alguna máquina o equipo se descompone o no funciona correctamente. Esto puede deberse a falta de mantenimiento, fallos inesperados o uso prolongado de los equipos sin una revisión adecuada.</p> <p>Porcentaje de tiempo muerto = $(\text{Tiempo muerto} / \text{Tiempo total disponible}) \times 100$ (Violeta, 2024)</p>	Mantenimiento/Gráfica de tiempo muerto en porcentajes	Entrevista y recopilación de datos
Cumplimiento al preventivo (100%)	<p>Es el porcentaje de tareas de mantenimiento preventivo que se completaron a tiempo en un período determinado.</p> <p>El cálculo es el siguiente: $N.^{\circ} \text{ de PM completados} / N.^{\circ} \text{ de PM programados} \times 100 = \text{Cumplimiento de PM}$</p>	Mantenimiento preventivo/Gráfica de cumplimiento	Entrevista y recopilación de datos

Fuente: YAZAKI S.A



CAPÍTULO IV. DIAGNOSTICO SITUACIONAL

4.1 Diagnostico

La Planta 3 de Yazaki en El Viejo, Chinandega, enfrenta una serie de desafíos en su sistema de mantenimiento preventivo. Estos problemas incluyen fallas recurrentes de los equipos, lo que incrementa los costos de reparación y reduce la eficiencia operativa. El cumplimiento y efectividad al plan de mantenimiento preventivo es un aspecto crítico, debido a las fallas en el mantenimiento. Esta situación no solo afecta la productividad de la planta, sino también la seguridad y el bienestar de los trabajadores. Es esencial implementar un sistema de mantenimiento preventivo más eficaz que permita reducir los costos, aumentar la vida útil de los equipos y mejorar las condiciones de seguridad en la planta.

4.2 Macro y micro localización

Macro localización

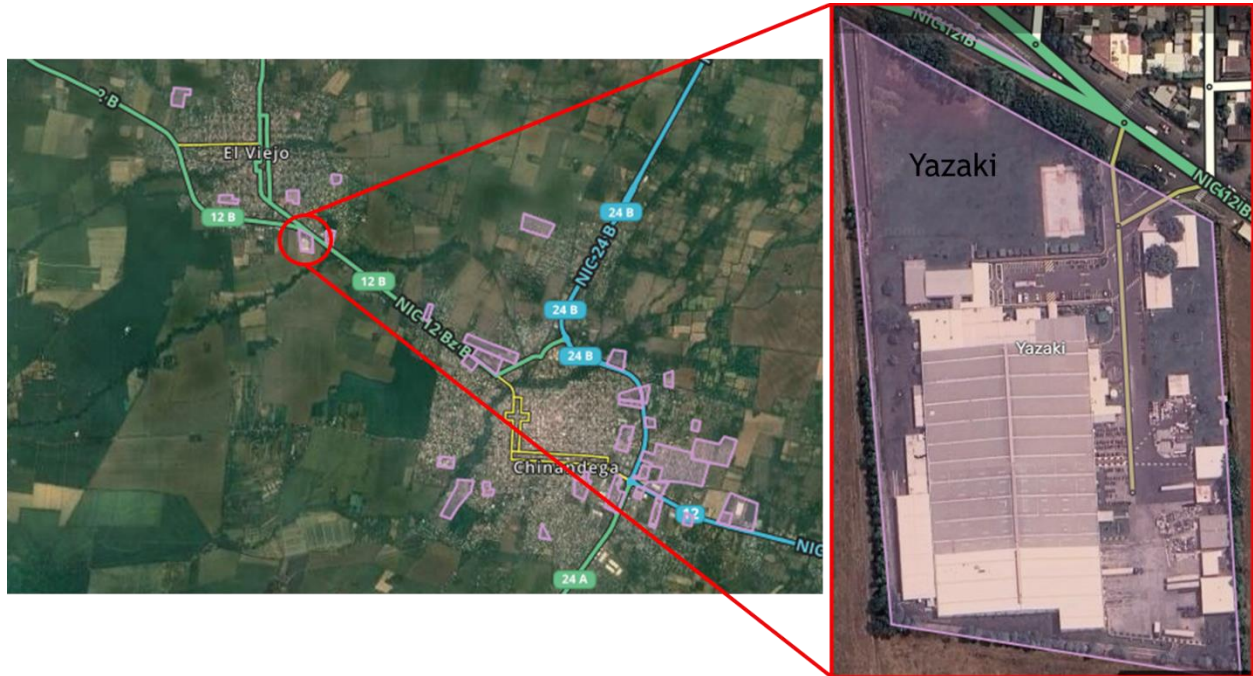
La planta de Yazaki está ubicada en El Viejo, Chinandega, Nicaragua. Esta ubicación es estratégica debido a su proximidad con los principales puertos y redes de transporte, facilitando tanto la importación de materias primas como la exportación de productos terminados.

Micro localización

El Viejo, la planta está ubicada en el sector de ingreso del Municipio a la altura del km 138 Carretera Chinandega-El Viejo. en una zona industrial con fácil acceso a las principales carreteras y servicios básicos como agua, electricidad y telecomunicaciones. A continuación, incluyo una imagen representativa de la localización.

Figura7

Vista de planta YAZAKI S.A



Fuente: Elaboración propia de los autores

4.3 Caracterización del Entorno (natural o construido)

4.3.1 Infraestructura

La planta cuenta con modernas instalaciones industriales, con áreas designadas para la producción, almacenamiento, y oficinas administrativas.

4.3.2 Área construida

Aproximadamente 20,000 metros cuadrados dedicados a la producción y almacenamiento.

4.3.3 Área verde

Alrededor de 5,000 metros cuadrados de áreas verdes y espacios abiertos que ayudan a la integración ambiental y al bienestar de los empleados. Se han implementado medidas para minimizar el impacto ambiental, como la gestión adecuada de residuos y

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



el uso eficiente de recursos naturales. Además, la planta cuenta con espacios de recreación, incluyendo cancha de básquetbol, un campo para fútbol y sóftbol, así como jardines bien cuidados que ofrecen un lugar de esparcimiento y descanso para los empleados (Anexo 2). Estos espacios no solo mejoran la calidad de vida laboral, sino que también fomentan la cohesión y el bienestar del equipo.

4.4 Aspectos socio económicos

4.4.1 Actividad económica

La empresa Yazaki, ubicada en El Viejo, Chinandega, se inauguró el 10 de marzo del 2003, se dedica a la manufactura de arneses eléctricos para automóviles. Esta actividad económica es fundamental tanto a nivel local como global, ya que Yazaki es un proveedor clave para fabricantes de vehículos en todo el mundo. La producción de arneses eléctricos es un componente esencial en la fabricación de automóviles modernos, proporcionando las conexiones eléctricas necesarias para sistemas críticos como la iluminación, la seguridad, y el entretenimiento dentro del vehículo. En Nicaragua en el occidente del país Yazaki aumentó su capacidad productiva construyendo 6 plantas industriales para producción de arneses.

Yazaki es un proveedor clave para numerosos fabricantes de automóviles a nivel mundial. Entre sus principales clientes se encuentran Ford, General Motors (GM), Stellantis, y Chrysler. Estas empresas confían en Yazaki para suministrar arneses eléctricos y otros componentes esenciales que son fundamentales para la fabricación de vehículos modernos.

La empresa contribuye significativamente a la economía local al generar empleo para cientos de trabajadores, ofreciendo estabilidad laboral y oportunidades de desarrollo profesional. Además, Yazaki impulsa la economía regional mediante la contratación de proveedores y servicios locales, lo que, a su vez, estimula otras actividades económicas en la comunidad, Identificación de riesgos y afectaciones.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



CAPÍTULO V. ESTUDIOS DE INGENIERIA

5.1 Inventario de equipos en líneas de producción

Un inventario de equipo es un registro detallado de todos los equipos y maquinaria utilizados en una planta o instalación. Este inventario es esencial para gestionar el mantenimiento, planificar reemplazos, y asegurar la disponibilidad de los equipos cuando se necesitan. Un inventario preciso ayuda a reducir el tiempo de inactividad, mejorar la eficiencia operativa y optimizar los costos de mantenimiento.

Lista Previa de Equipos:

- Mesa de pruebas Eléctricas
- Pruebas de Clip
- Conveyor
- Sistema de inserción de terminales guiada EMDEP (GTI)
- Pull System (Bases Beep)

Con estos equipos identificados y registrados, se puede proceder a una revisión física para validar la existencia, ubicación, y estado de cada elemento. Este inventario servirá como una base sólida para el plan de mantenimiento preventivo.

5.2 Funciones de los equipos

5.2.1 Mesa de prueba eléctrica

El equipo de prueba de baja tensión para mazos eléctricos es un dispositivo especializado utilizado para verificar la integridad y funcionalidad de los sistemas eléctricos en vehículos. Este equipo realiza pruebas de continuidad, resistencia y aislamiento en los mazos eléctricos, asegurando que no existan fallos como cortocircuitos, conexiones sueltas o resistencias fuera de los parámetros normales.

Figura8

Mesa de pruebas eléctrica



Fuente: (Emdep, 2022)

Nota: La imagen muestra uno de los componentes principales, los módulos de pruebas (checker fixture) que son la conexión entre la pieza sometida a pruebas y el sistema de pruebas. Debido al modelo básico de los bancos y las consolas de pruebas se trabaja, en general, con los tres tamaños estándar (50x50 mm / 50x100 mm / 100x100 mm), pero la adaptación según las especificaciones del cliente a otros formatos no representa ningún desafío especial para sus fabricantes.

5.2.2 Mesa de prueba de clip

Su función principal es asegurar la inserción dimensionada de clip's, grommet's y protectores, todo esto con el objetivo de asegurar que los componentes antes mencionados se encuentren en el lugar correcto al momento de realizar el ensamble en el automóvil.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

Figura9

Mesa de prueba eléctrica de clip Emdep



Fuente: (Emdep, 2022)

Nota: La imagen hace referencia a un banco de prueba de clip emdep su dimensión varía de acuerdo a las dimensiones de los arneses eléctricos que serán sometidos al aseguramiento de los componentes, cuenta con instalación electro neumática, la cual sirve de apoyo para asegurar la correcta posición y sujeción de los elementos, además contiene un equipo de control cuya función es guiar al operador mediante una secuencia para la inserción de los componentes.

5.2.3 Sistema de inserción de terminales guiada EMDEP (GTI) y pull system beep beep

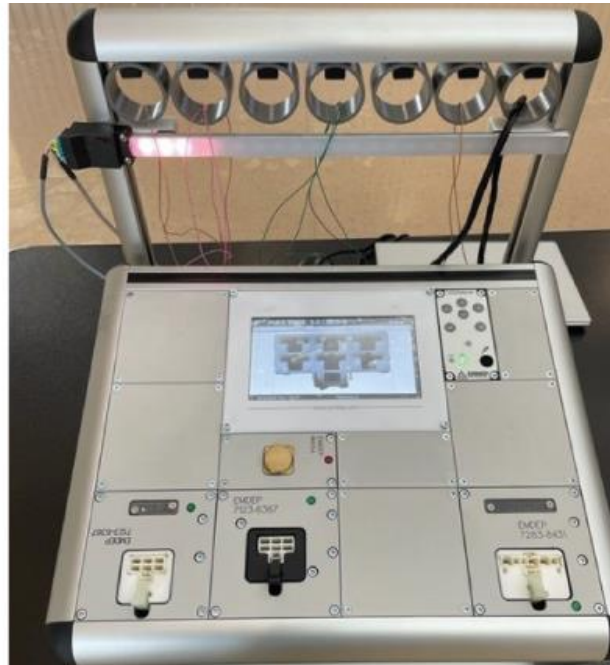
El Equipo de Inserción de Terminales Guiadas (GTI) es un sistema automatizado diseñado para facilitar la inserción de cables en conectores. Su función principal es guiar al operador paso a paso durante el proceso de ensamblaje, utilizando luces LED para

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

indicar el siguiente cable a insertar y el compartimento correspondiente. El sistema también realiza comprobaciones de continuidad eléctrica y presencia de cables, detectando errores como la ausencia de cables, cortocircuitos y fuerzas de tracción inapropiadas.

Figura 10

Equipo de inserción de terminales guiadas (GTI)



Fuente: (EMDEP, 2022)

Nota: La imagen representa un equipo de Inserción de Terminales Guiadas (GTI), las dimensiones del equipo pueden variar según el modelo y la configuración específica, pero generalmente incluyen un sistema de guiado LED, sensores de fuerza y una interfaz de software para la programación y monitoreo.

5.2.4 Sistema pull Beep beep:

Las bases beep son dispositivos utilizados en la industria automotriz para facilitar la inserción de cables a conectores de forma mecánica.

Figura 11

Bases beep beep



Fuente: Yazaki

Nota: Su función principal es asegurar que las terminales queden ensambladas correctamente al realizar un tirón. Estas bases suelen incluir componentes como diodos LED y bocinas que emiten sonido para indicar una correcta conexión.

5.2.5 Conveyor

Figura 12

Conveyor



Fuente: Yazaki

Nota: El conveyor es una máquina compuesta por un motor, una caja de transmisión Sprocket y cadenas. Su función principal es mover los carros con tableros para el armado de arneses eléctricos en el área de encintado. La velocidad del conveyor es ajustable mediante un control de velocidad marca Baldor para motores de corriente directa o variadores de frecuencia en motores trifásicos



5.2.2 Equipos físicos en líneas de producción

Esta tabla muestra el inventario de equipos físicos observados en las líneas de producción de Yazaki, clasificados en cinco categorías: Pruebas eléctricas, Pruebas de clip, Conveyor, Sistema de navegación, y Bases beep. En la tabla 5 se presentan los resultados obtenidos.

Cada fila representa una línea de producción y la cantidad de equipos en cada categoría para esa línea, Por ejemplo, la línea 21 destaca por tener un total de 29 equipos, distribuidos principalmente entre 8 equipos de pruebas eléctricas y 19 bases beep.

La fila final muestra el total de equipos en cada categoría, con 38 equipos de pruebas eléctricas, 15 de pruebas de clip, 20 de conveyor, 67 del sistema de navegación y 82 bases beep, sumando un total de 222 equipos físicos en las líneas de producción.



Tabla5

Equipos físicos en líneas de producción

VERIFICACIÓN FÍSICA DEL INVENTARIO DE EQUIPO

Línea	Pruebas eléctricas	Pruebas de clip	Conveyor	Sistema de navegación	Bases beep	Total de equipos físicos
1	1	0	0	0	1	2
5	1	1	1	0	5	8
11	2	1	1	9	0	13
14	1	1	1	0	7	10
15	1	1	0	0	2	4
16	1	1	1	0	8	11
17	1	1	1	0	9	12
18	1	1	1	0	10	13
19	1	1	1	0	4	7
20	1	1	1	0	0	3
21	8	1	1	0	19	29
22	5	0	1	0	11	17
24	3	1	1	0	3	8
38	1	1	1	0	2	5
45	1	1	1	13	0	16
46	1	0	1	3	0	5
47	1	0	1	7	0	9
48	2	0	1	4	0	7
49	1	0	1	5	0	7
52	2	0	1	0	1	4
54	1	1	1	13	0	16
55	1	1	1	13	0	16
TOTAL	38	15	20	67	82	222

Fuente: Elaboración de los autores.

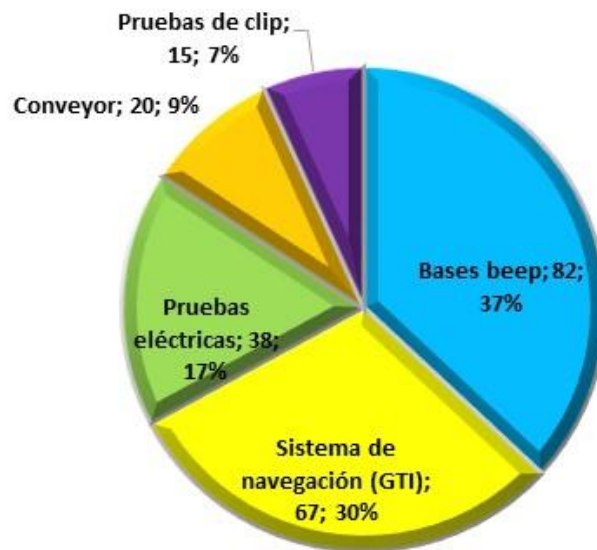
*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

5.2.3 Proporción de equipos en líneas de producción

El siguiente gráfico representa el 100% total de los equipos de las líneas de producción, esta distribución permitirá visualizar claramente la proporción de cada tipo de equipo.

Figura13

Proporción de equipos de un total de 222



Fuente: Elaboración de los autores.

Al analizar los datos de equipos físicos en las líneas de producción para una gráfica de pastel en orden de mayor a menor, se observa que las bases beep representan el 37% del total, con 82 equipos. El sistema de navegación (GTI) sigue con el 30% y 67 equipos. Las pruebas eléctricas comprenden el 17% del total, con 38 equipos, mientras que los equipos de conveyor constituyen el 9%, con 20 equipos. Finalmente, las pruebas de clip representan el 6%, con 15 equipos. Esta ordenación destaca claramente la proporción de cada tipo de equipo en las líneas de producción, facilitando una visualización efectiva de los datos.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



5.2.4 Equipos en el plan de Mantenimiento preventivo (MP)

La tabla muestra cantidad de equipos en el plan de mantenimiento preventivo (MP), en diferentes líneas de producción, comparando los equipos programados en el plan (Plan MP) con los equipos físicamente presente en las líneas de producción (Cantidad real).

En la siguiente tabla se muestra que, en varias líneas de producción, el número de equipos realmente presentes supera al número de equipos planificados para mantenimiento preventivo. Por ejemplo, en la categoría de Bases Beep, se planificaron 13 equipos, pero hay 82 equipos físicamente presentes. En total, se planificaron 149 equipos para mantenimiento, pero hay 222 equipos realmente en las líneas de producción. Esto sugiere que el inventario de equipos en uso excede el plan original de mantenimiento preventivo, indicando la necesidad de actualizar el plan para incluir todos los equipos presentes y asegurar que todos reciban el mantenimiento necesario.



Tabla6

Total, de equipos en plan de MP, en las líneas de producción y fuera del plan de MP.

Línea	Pruebas eléctricas		Pruebas de clip		Conveyor		Sistema de navegación GTI		Bases beep		Total de equipo en plan de MP	Total de equipos real	Total equipo fuera del plan MP
	Plan MP	Cant. real	Plan MP	Cant. real	Plan MP	Cant. real	Plan MP	Cant. real	Plan MP	Cant. real			
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1
5	1	1	1	1	1	1	0	0	1	5	4	8	4
11	2	2	1	1	1	1	9	9	0	0	13	13	0
14	1	1	1	1	1	1	0	0	1	7	4	10	6
15	1	1	1	1	0	0	0	0	1	2	3	4	1
16	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8	4	11	7
17	1	1	1	1	1	1	0	0	1	9	4	12	8
18	1	1	1	1	1	1	0	0	1	10	4	13	9
19	0	1	0	1	0	1	0	0	0	4	0	7	7
20	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	3
21	8	8	1	1	1	1	0	0	2	19	12	29	17
22	5	5	0	0	1	1	0	0	2	11	8	17	9
24	3	3	1	1	1	1	0	0	1	3	6	8	2
38	1	1	1	1	1	1	0	0	1	2	4	5	1
45	1	1	1	1	1	1	13	13	0	0	16	16	0
46	1	1	0	0	1	1	3	3	0	0	5	5	0
47	1	1	0	0	1	1	9	7	0	0	11	9	-2
48	2	2	0	0	1	1	4	4	0	0	7	7	0
49	1	1	0	0	1	1	5	5	0	0	7	7	0
52	2	2	0	0	1	1	0	0	1	1	4	4	0
54	1	1	1	1	1	1	13	13	0	0	16	16	0
55	1	1	1	1	1	1	13	13	0	0	16	16	0
TOTAL	36	38	13	15	18	20	69	67	13	82	149	222	73

Fuente: Elaboración de los autores.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

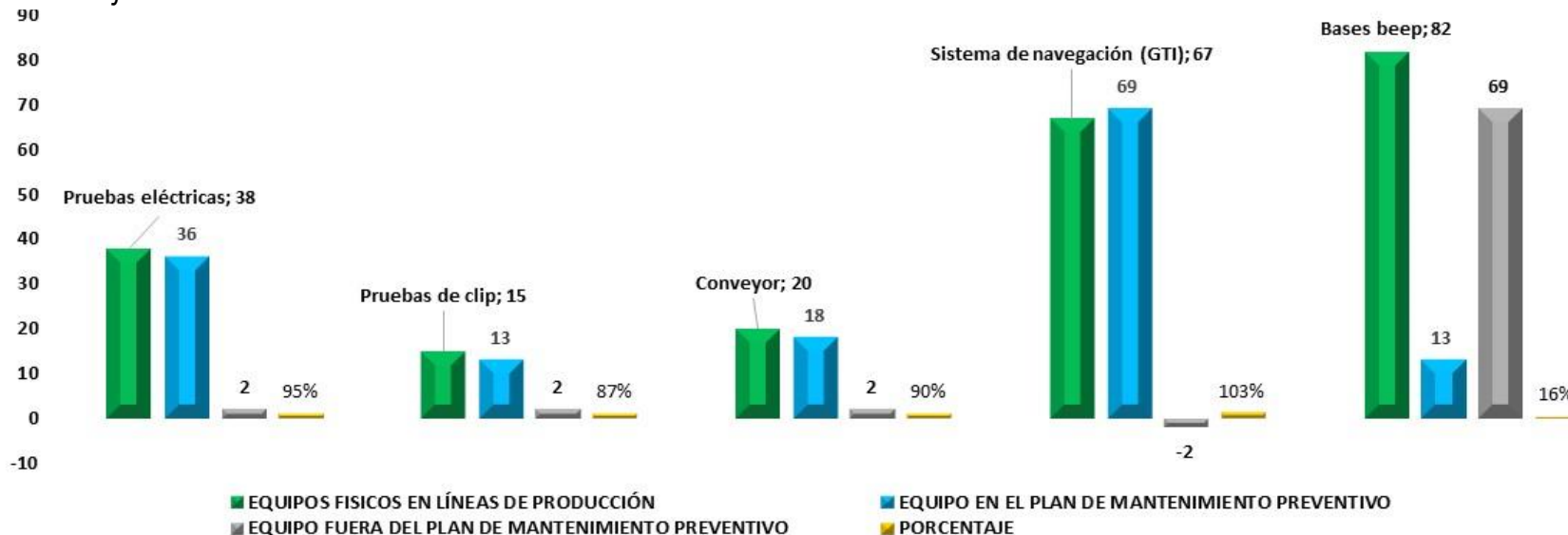


5.2.5 Diferencia de equipos por categoría

El gráfico de equipos de mantenimiento revela varias tendencias clave. En la categoría de pruebas eléctricas, pruebas clip, Conveyor, Sistema de Navegación GTI, Bases beep. Grafica de comparación de equipos en el plan de mantenimientos preventivo y equipos físicos en las líneas de producción, así como la diferencia y porcentaje.

Figura14

Grafica de comparación de equipos en el plan de MP y equipos físicos en las líneas de producción, así como la diferencia y porcentaje



Fuente: Elaboración de los autores.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



En la categoría de pruebas eléctricas, el 95% de los equipos observados están dentro del plan de mantenimiento preventivo, lo que indica un buen cumplimiento. Sin embargo, en la categoría de pruebas de clip, solo el 87% de los equipos están en el plan, mostrando una ligera desviación. Los equipos de conveyor y el sistema de navegación GTI también presentan un alto porcentaje de cumplimiento del plan con 90% y 103%, respectivamente, aunque en GTI hay una ligera discrepancia negativa, esto se debe a que 2 equipos están fuera de la línea 47 de producción, efectuado por el departamento de ingeniería al realizar ajustes por la cantidad de piezas en el plan de producción, por lo que se requiere ajustar la eficiencia de la línea. La mayor diferencia se observa en las bases beep, donde solo el 16% de los equipos observados están en el plan, indicando una falta significativa de planificación en esta categoría. En general, el total de equipos en el plan de mantenimiento preventivo es del 67%, lo que sugiere la necesidad de una revisión y ajuste del plan de mantenimiento para incluir todos los equipos físicos presentes en las líneas de producción y asegurar su correcto mantenimiento.

Esta diferencia se puede justificar en la tabla 7, por el hecho de que las líneas 19 y 20 están actualmente en proceso de baja. Este proceso de desactivación implica que los equipos asociados a estas líneas no se están incluyendo en el plan de mantenimiento preventivo, lo que resulta en una mayor cantidad de equipos fuera del plan en estas categorías.

La siguiente tabla 7 se refleja un ajuste basado en los datos recopilados debido a que dos líneas de producción (línea 19 y línea 20) están en proceso de baja. Este ajuste ha permitido una alineación más precisa de los equipos reales presentes en las líneas de producción con el plan de mantenimiento preventivo. Los datos actualizados muestran que, aunque el plan inicial de mantenimiento consideraba 147 equipos, se identificaron 212 equipos realmente presentes, de los cuales 65 no estaban inicialmente en el plan de mantenimiento preventivo. Este ajuste es crucial para asegurar que todos los equipos, están incluidos el plan de mantenimiento preventivo para minimizar fallos y mantener la operatividad

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Tabla 7

Ajuste por equipos de línea 19 y 20 en proceso de baja

Línea	Pruebas eléctricas		Pruebas de clip		Conveyor		Sistema de navegación GTI		Bases beep		Total de equipo en plan de MP	Total de equipos real	Total equipo fuera del plan MP
	Plan MP	Cant. real	Plan MP	Cant. real	Plan MP	Cant. real	Plan MP	Cant. real	Plan MP	Cant. real			
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1
5	1	1	1	1	1	1	0	0	1	5	4	8	4
11	2	2	1	1	1	1	9	9	0	0	13	13	0
14	1	1	1	1	1	1	0	0	1	7	4	10	6
15	1	1	1	1	0	0	0	0	1	2	3	4	1
16	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8	4	11	7
17	1	1	1	1	1	1	0	0	1	9	4	12	8
18	1	1	1	1	1	1	0	0	1	10	4	13	9
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	8	8	1	1	1	1	0	0	2	19	12	29	17
22	5	5	0	0	1	1	0	0	2	11	8	17	9
24	3	3	1	1	1	1	0	0	1	3	6	8	2
38	1	1	1	1	1	1	0	0	1	2	4	5	1
45	1	1	1	1	1	1	13	13	0	0	16	16	0
46	1	1	0	0	1	1	3	3	0	0	5	5	0
47	1	1	0	0	1	1	7	7	0	0	9	9	0
48	2	2	0	0	1	1	4	4	0	0	7	7	0
49	1	1	0	0	1	1	5	5	0	0	7	7	0
52	2	2	0	0	1	1	0	0	1	1	4	4	0
54	1	1	1	1	1	1	13	13	0	0	16	16	0
55	1	1	1	1	1	1	13	13	0	0	16	16	0
TOTAL	36	36	13	13	18	18	67	67	13	78	147	212	65

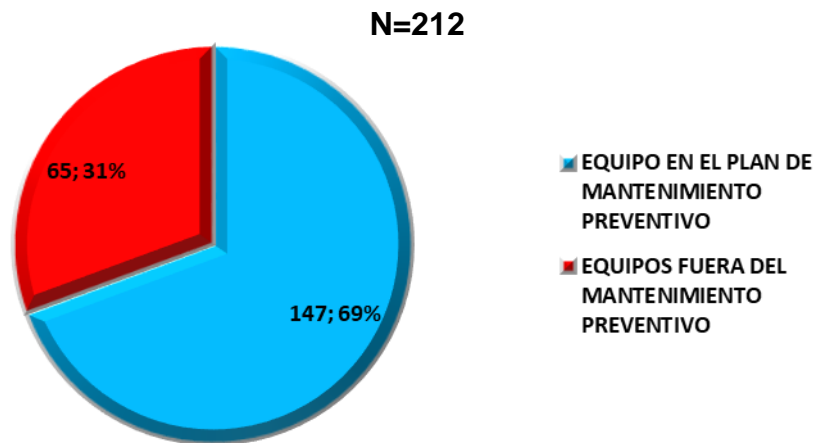
Fuente: Elaboración de los autores.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

5.2.6 Equipos fuera de mantenimiento preventivo

Figura15

Gráfico de equipos totales fuera del plan de mantenimiento preventivo (MP) en porcentaje.



Fuente: Elaboración de los autores.

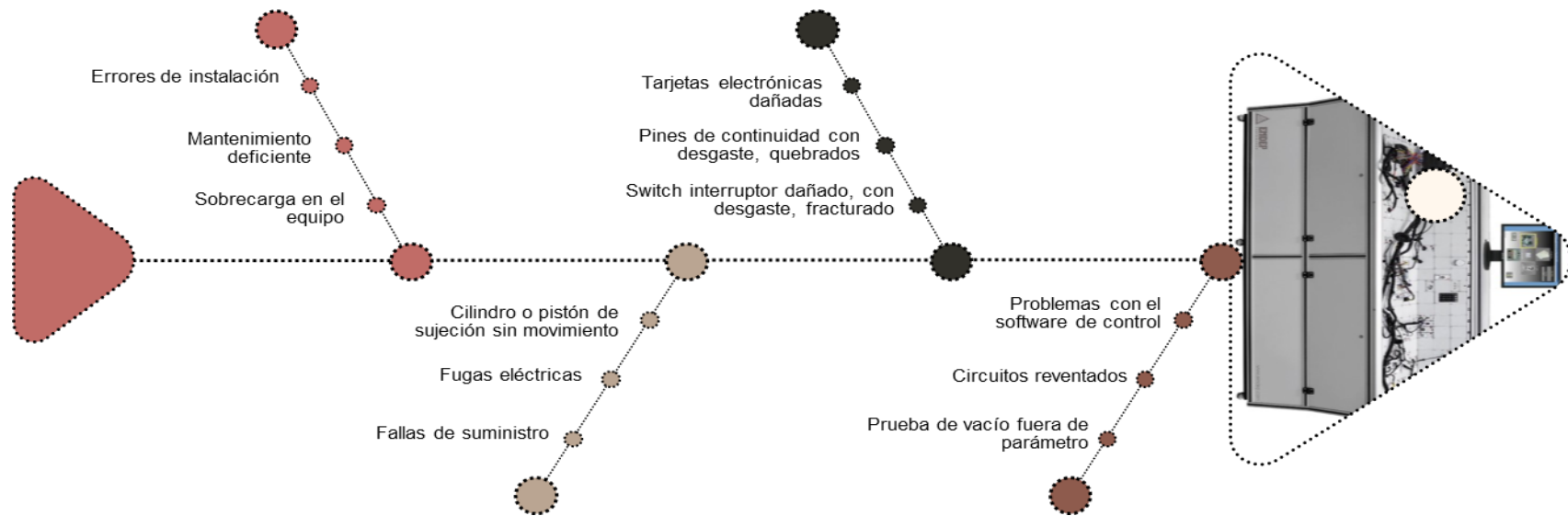
El gráfico muestra que, de los 212 equipos físicos observados en las líneas de producción, solo 147 están incluidos en el plan de mantenimiento preventivo, representando aproximadamente el 69% del total. Esto significa que una mayoría significativa de los equipos está siendo proactivamente monitoreada y mantenida. Sin embargo, hay 65 equipos, es decir, el 31% del total, que están fuera del plan de mantenimiento preventivo, lo que podría ser motivo de preocupación. La falta de mantenimiento preventivo en estos equipos aumenta el riesgo de fallos inesperados y posibles interrupciones en la producción. Es crucial que la organización revise las razones por las cuales estos equipos no están incluidos en el plan y considere su inclusión para mejorar la eficiencia y fiabilidad operativa.

5.3 Diagramas Ishikawa

Figura16

Análisis de fallas de pruebas

Análisis de Fallas comunes de pruebas eléctricas



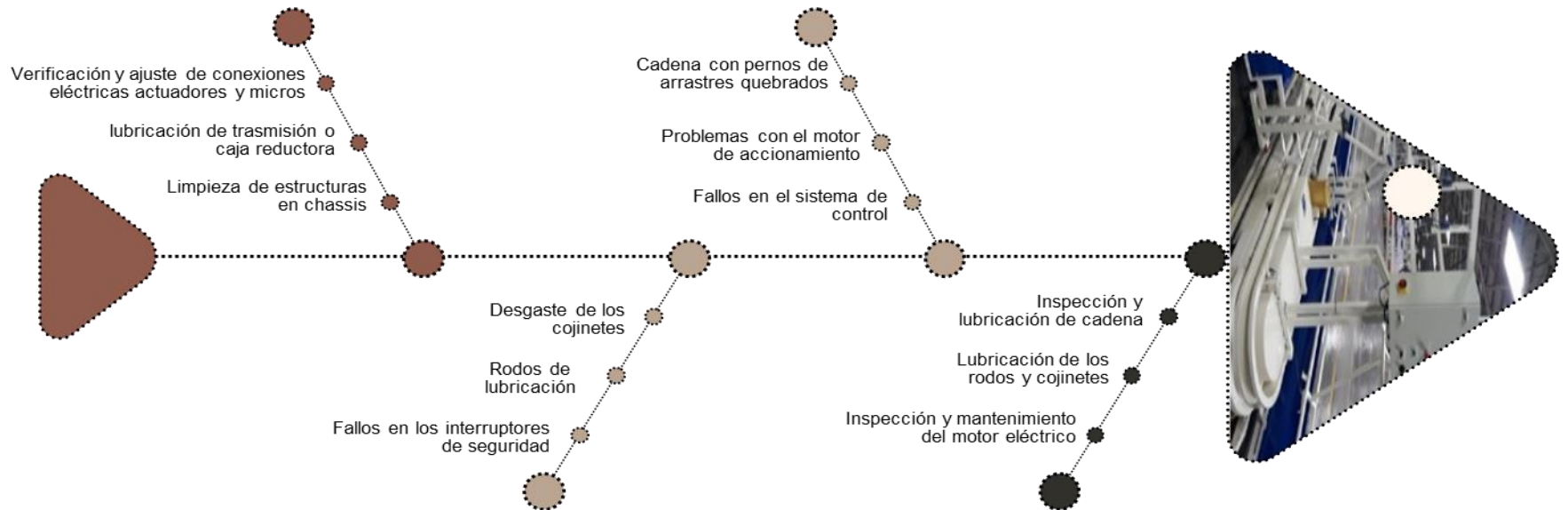
Fuente: Elaboración de los Autores

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

Figura17

Análisis de Conveyor

Análisis de Conveyor (Transportador)



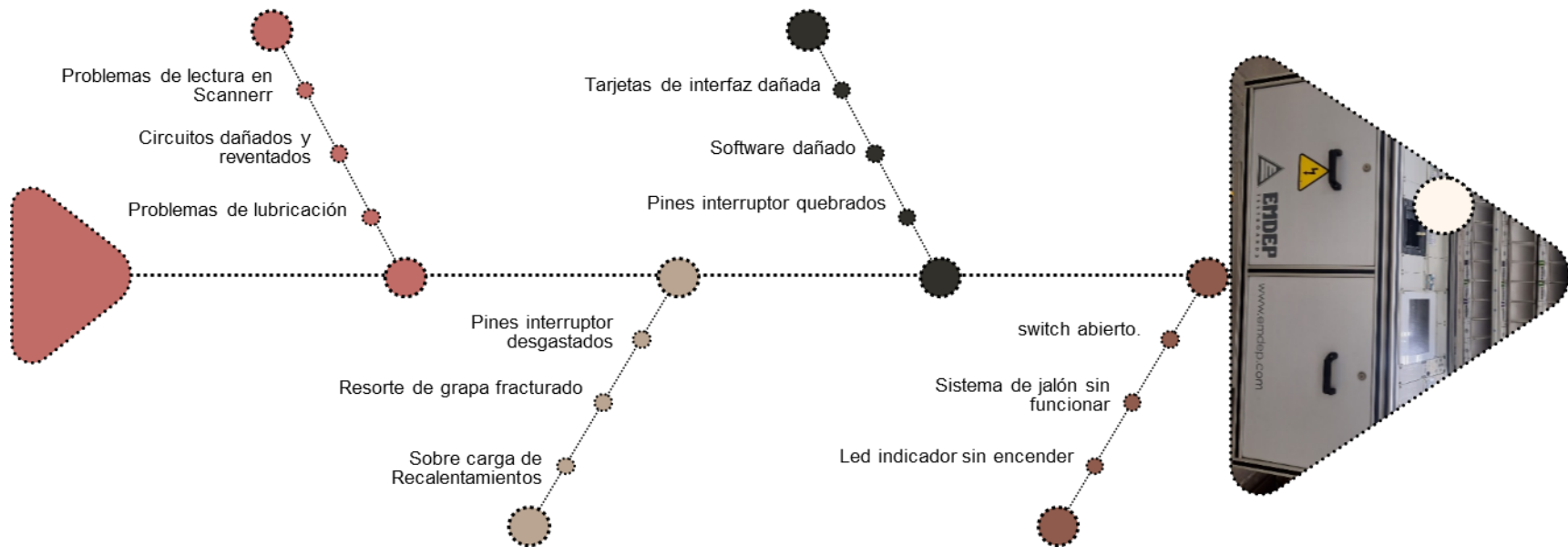
Fuente: Elaboración de los Autores

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

Figura18

Análisis de sistema de inserción de terminales

Análisis de Sistema de inserción de terminales (GTI)



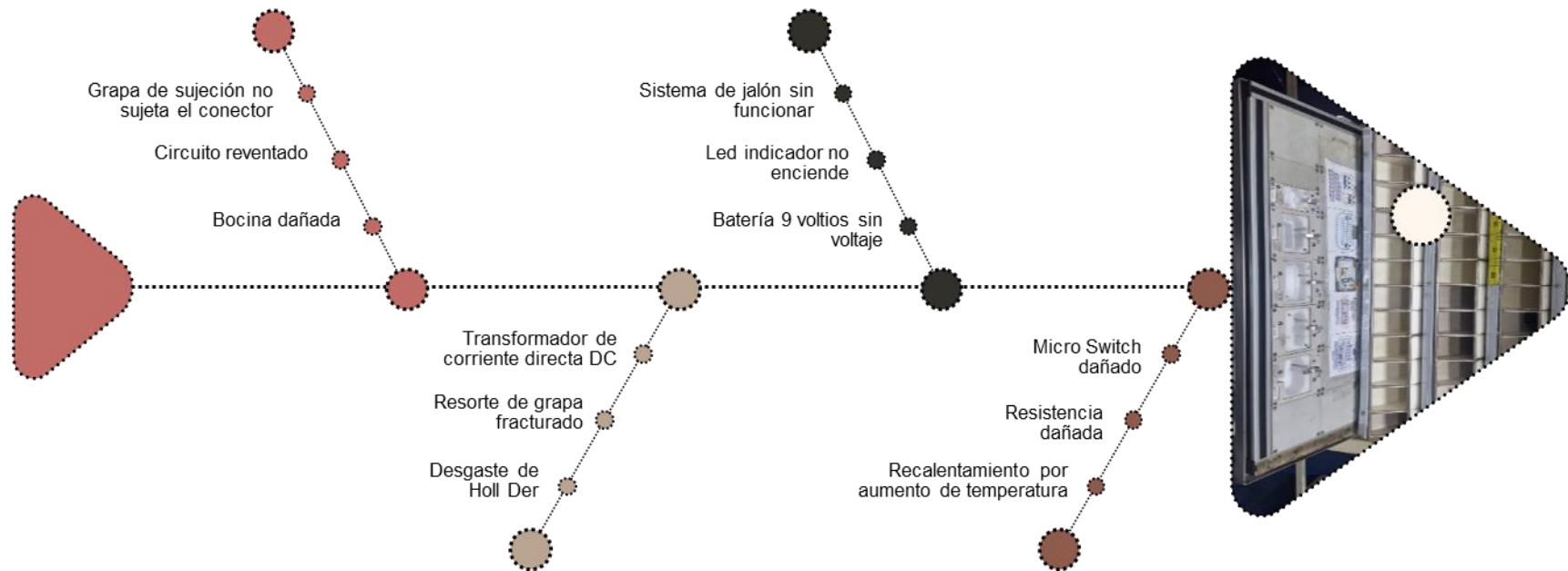
Fuente: Elaboración de los Autores

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

Figura19

Análisis de pull system Beep Beep

Análisis de Beep Beep Pull System



Fuente: Elaboración de los autores

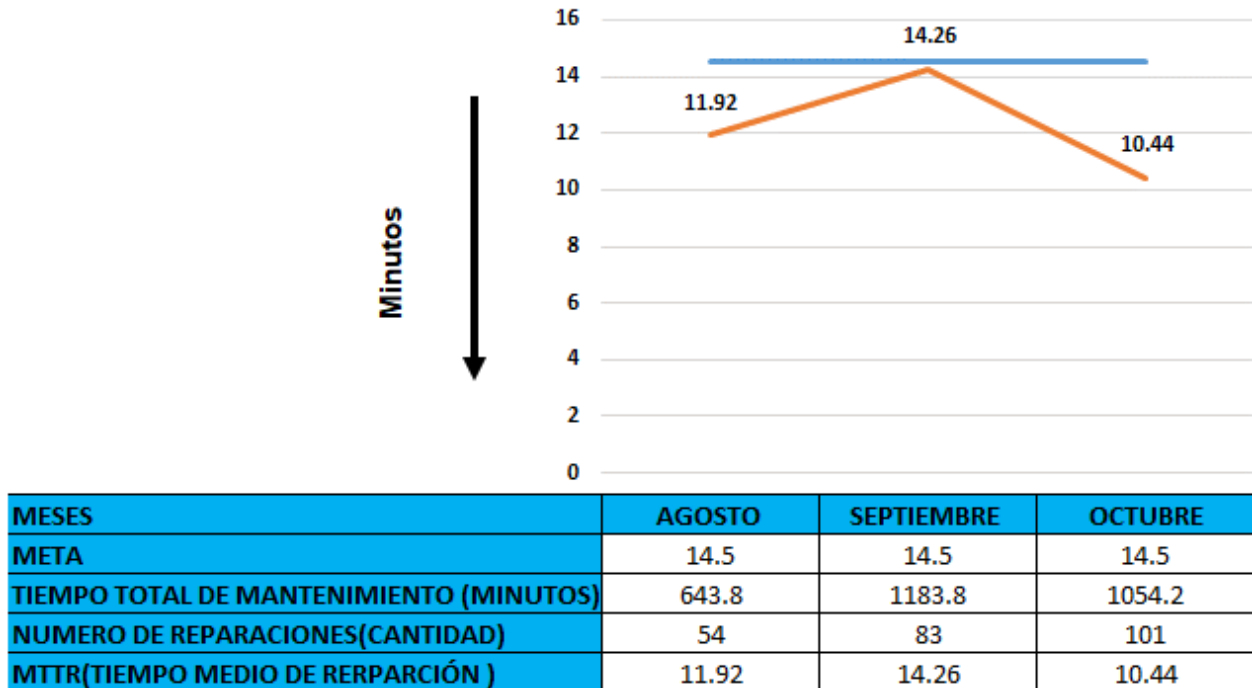
*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

5.4 Indicadores de mantenimiento (KPIs)

5.4.1 MTTR (Mean Time to Repair)

Figura20

Tiempo Medio de Reparación.



Fuente: Elaboración de los autores

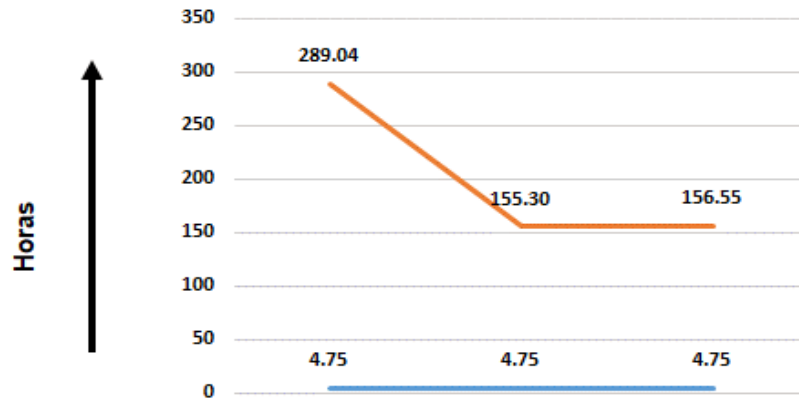
Nota: En el análisis del tiempo medio de reparación (MTTR) para los meses de agosto, septiembre y octubre, se observó que en agosto el MTTR fue de 11.92 minutos, por debajo de la meta de 14.5 minutos, indicando una buena eficiencia en las reparaciones. En septiembre, el MTTR aumentó a 14.26 minutos, acercándose a la meta, acompañado de un incremento en el número de reparaciones y en el tiempo total de mantenimiento. Finalmente, en octubre, el MTTR se redujo a 10.44 minutos, significativamente por debajo de la meta, a pesar del aumento en el número de reparaciones, lo que demuestra mejoras en la eficiencia a del mantenimiento.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

5.4.2 MTBF (mean time between failures)

Figura21

Confiabilidad, tiempo medio entre fallas de equipos.



MESES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
META	4.75	4.75	4.75
TIEMPO TOTAL DE MANTENIMIENTO (HORAS)	10.73	19.73	17.57
NUMERO DE PARADAS(CANTIDAD)	54	83	101
TIEMPO TOTAL DISPONIBLE (HORA)	15619	12910	15829
MTBF(TIEMPO MEDIO ENTRE FALLOS)	289.04	155.30	156.55

Fuente: Elaboración propia

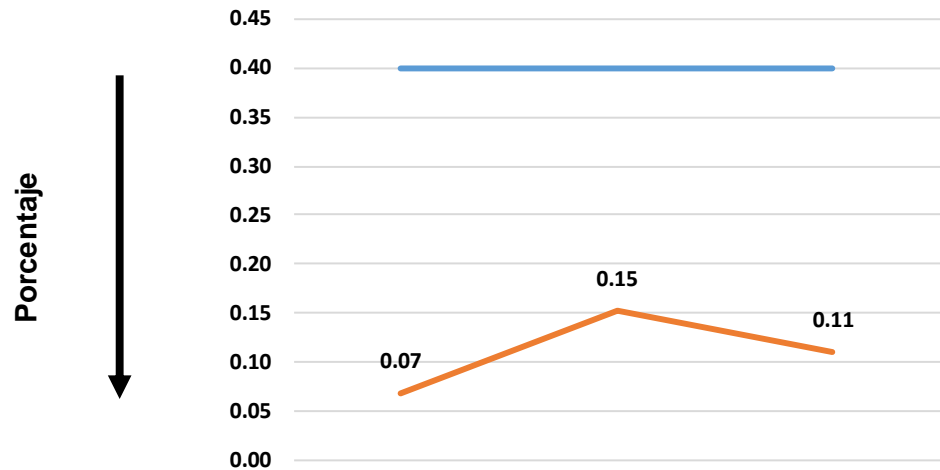
Nota: El análisis de la tabla de Tiempo Medio Entre Fallos (MTBF) muestra que, en agosto, el MTBF fue de 289.04 horas, significativamente por encima de la meta de 4.75 horas, lo que indica una alta fiabilidad de los equipos, con menos paradas y una mayor disponibilidad. En septiembre, el MTBF disminuyó a 155.30 horas, aun considerablemente por encima de la meta, pero reflejando un aumento en el número de paradas y el tiempo total de mantenimiento, lo que sugiere una mayor frecuencia de fallos. En octubre, el MTBF se mantuvo relativamente estable en 156.55 horas, continuando con una buena fiabilidad a pesar del incremento en el número de paradas, mostrando que los equipos, aunque fallan más a menudo, son rápidamente reparados y puestos en funcionamiento.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

5.4.3 Downtime (Tiempo de inactividad o tiempo muerto)

Figura22

Tiempo muerto porcentaje



MESES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
META (%)	0.40	0.40	0.40
TIEMPO MUERTO (POCENTAJE)	0.07	0.15	0.11
HORAS TRABAJASDAS DISPONIBLES (HORAS)	15619	12910	15829
TIEMPO MUERTO(HORAS)	10.73	19.73	17.57

Fuente: Elaboración de los autores.

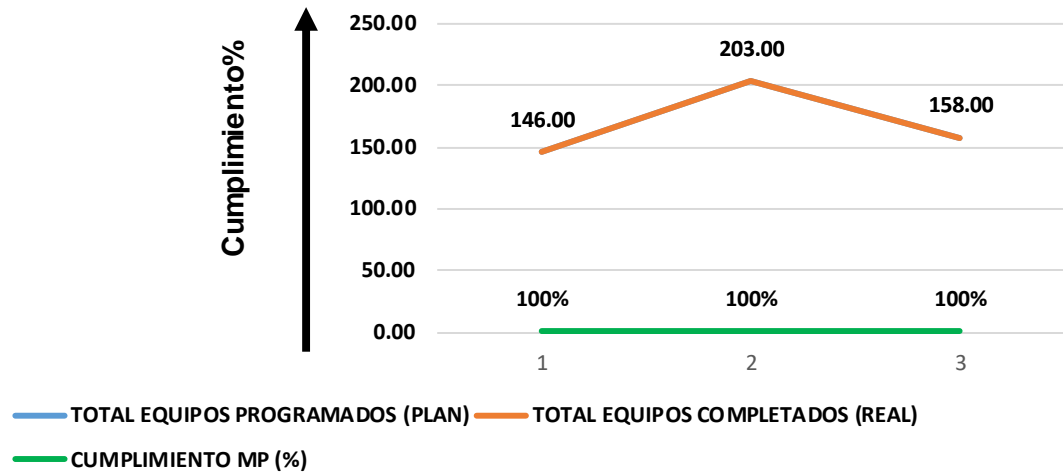
Nota: El análisis de los datos de tiempo de inactividad revela que, en agosto, el tiempo muerto representó solo el 0.07% de las horas trabajadas disponibles (15619 horas), lo cual está muy por debajo de la meta del 0.40%, indicando una excelente eficiencia. En septiembre, el tiempo muerto aumentó al 0.15%, sobre un total de 12910 horas trabajadas disponibles, reflejando un incremento en las interrupciones de mantenimiento. En octubre, aunque el tiempo muerto se redujo al 0.11% de 15829 horas trabajadas disponibles, sigue estando por debajo de la meta del 0.40%. Este análisis muestra una gestión eficaz del tiempo muerto en general, manteniéndolo significativamente por debajo de la meta establecida, a pesar de las fluctuaciones en las horas trabajadas disponibles y el aumento de interrupciones en septiembre.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

5.4.4 Mantenimiento preventivo MP

Figura23

Cumplimiento de mantenimiento preventivo programado



MESES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
TOTAL EQUIPOS PROGRAMADOS (PLAN)	146.00	203.00	158.00
TOTAL EQUIPOS COMPLETADOS (REAL)	146.00	203.00	158.00
CUMPLIMIENTO MP (%)	100%	100%	100%

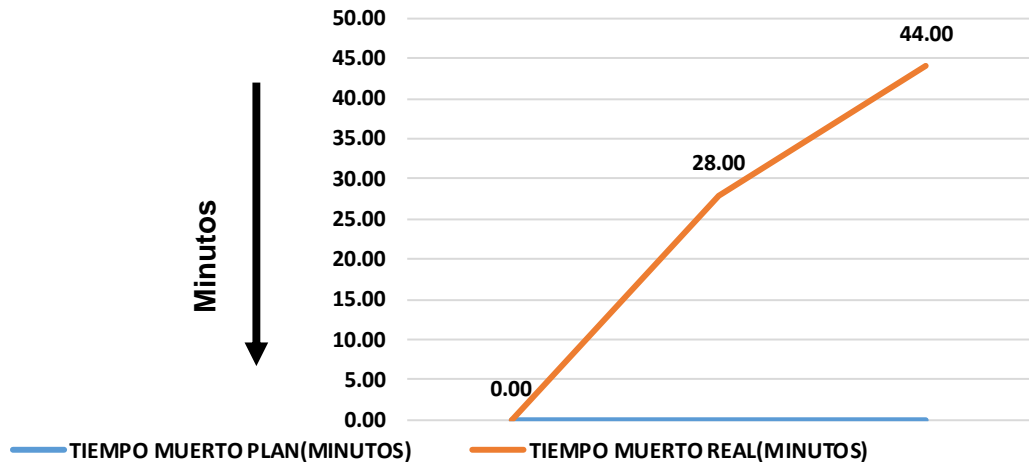
Fuente: Elaboración de los autores.

Nota: La tabla de cumplimiento del mantenimiento preventivo muestra un desempeño ejemplar durante los meses de agosto, septiembre y octubre, con un cumplimiento del 100% en cada mes. En agosto, todos los 146 equipos programados para mantenimiento fueron completados. En septiembre, se mantuvo el alto estándar con 203 equipos programados y completados. En octubre, nuevamente, los 158 equipos programados recibieron su mantenimiento. Este consistente cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo refleja una planificación y ejecución efectivas, asegurando la operatividad y la fiabilidad de los equipos sin interrupciones ni retrasos.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

Figura24

Grafica de seguimiento, después del mantenimiento preventivo



MESES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
TIEMPO MUERTO PLAN(MINUTOS)	0.00	0.00	0.00
TIEMPO MUERTO REAL(MINUTOS)	0.00	28.00	44.00

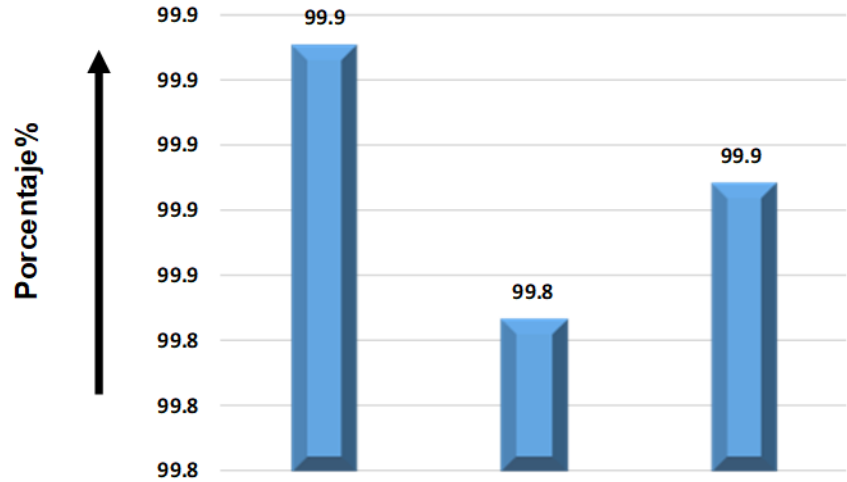
Fuente: Elaboración de los autores.

Nota: La tabla muestra el seguimiento de efectividad de los mantenimientos preventivos, durante un periodo de 10 días, durante los meses de agosto, septiembre y octubre, el tiempo muerto (downtime) planeado durante el seguimiento de los equipos es de 0 minutos. Sin embargo, el tiempo muerto real variaba, con 28 minutos en septiembre y 44 minutos en octubre lo que indica que hubo fallos que no pudo detectar el MP. Si comparamos con el tiempo total de mantenimiento en minutos (figura 20 MTTR), en septiembre fue de 1183 minutos, esta diferencia en el downtime se debe a que algunas fallas no están relacionadas directamente con el mantenimiento preventivo aplicado, ya que los equipos están conformados por componentes que no son verificados al 100% durante las actividades de mantenimiento preventivo. Esto sugiere que, aunque se realizan mantenimientos preventivos, es posible que existan otros fallos imprevistos en componentes no inspeccionados que pueden causar tiempos muertos adicionales.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

Figura25

Disponibilidad total de los equipos en producción



MESES	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
HORAS TOTALES DE FUNCIONAMIENTO	15619.00	12910.00	15829.00
HORAS DE PAROS NO PLANEADOS	10.73	19.73	17.57
DISPONIBILIDAD	99.9	99.8	99.9

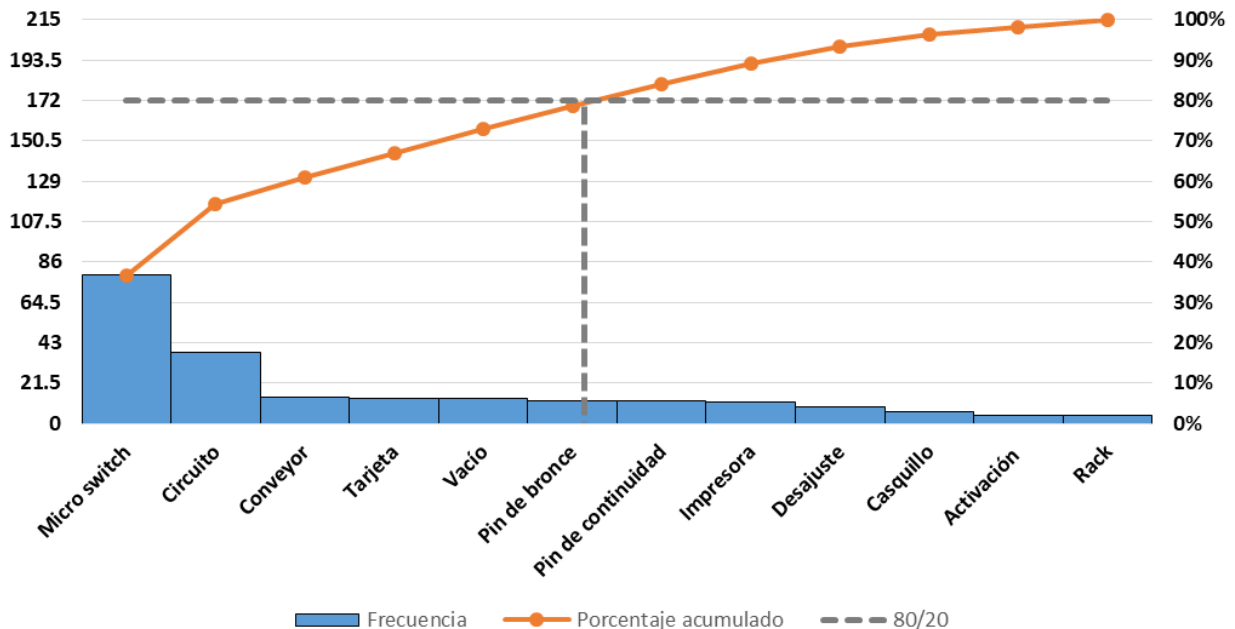
Fuente: Elaboración propia

Nota: La gráfica muestra la disponibilidad de los equipos durante los meses de agosto, septiembre y octubre, con una alta y consistente disponibilidad de 99.9% en agosto y octubre, y una ligera disminución a 99.8% en septiembre. Esta consistencia sugiere una gestión eficaz y un mantenimiento adecuado del sistema, minimizando los tiempos de inactividad no planificados y asegurando un alto nivel de eficiencia y fiabilidad. La alta disponibilidad refleja un buen manejo de las operaciones y el mantenimiento preventivo, con paros no planeados que no han sido frecuentes ni prolongados.

5.5 Grafica de pareto

Figura26

Gráfica de Pareto de las 12 Principales fallas por Frecuencia total de 215.



Fuente: Elaboración de los autores

Nota: La gráfica de Pareto revela las doce fallas más frecuentes, ordenadas de mayor a menor, Las fallas se enumeran de la siguiente manera: micro switch con una frecuencia de 79, circuito con 38, conveyor con 14, tarjeta con 13, vacío con 13, pin de bronce con 12, pin de continuidad con 12, impresora con 11, Desajuste 9, casquillo con 6, activación con 4, Rack con 4. El eje horizontal de la gráfica muestra las distintas fallas, mientras que el eje vertical izquierdo indica la frecuencia de cada una de ellas. La línea naranja en la gráfica representa el porcentaje acumulado de fallas, con el eje vertical derecho indicando este porcentaje. Asimismo, la línea punteada gris ilustra la regla del 80/20, sugiriendo que el 80% de los problemas son causados por el 20% de las causas. En conclusión, las fallas de "Micro", "Circuito" y "Conveyor" son las más significativas, representando aproximadamente el 80% del total acumulado de fallas.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



CAPÍTULO VI. ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 Propuesta de mejora del sistema de mantenimiento reventivo de Yazaki planta 3 El Viejo, Chinandega

6.1.1 Introducción

La Planta 3 de Yazaki, ubicada en El Viejo, Chinandega, enfrenta varios desafíos en la gestión de su mantenimiento preventivo. Estos desafíos incluyen el desgaste de equipos, fallas en el plan de mantenimiento y la falta de un sistema integral de gestión. Esta propuesta tiene como objetivo desarrollar e implementar un plan integral de mejora del sistema de mantenimiento preventivo y correctivo. La implementación del plan se llevará a cabo entre septiembre de 2024 y enero de 2025, buscando incrementar la eficiencia operativa, reducir los costos de reparación y mejorar la seguridad de los empleados.

6.1.2 Objetivos

Los objetivos específicos de esta propuesta son:

- **Incrementar la eficiencia operativa:** Asegurando que todos los equipos funcionen de manera óptima y minimizando las interrupciones no planificadas.
- **Reducir el tiempo de inactividad:** Implementando un mantenimiento preventivo efectivo que permita la detección temprana y corrección de problemas.
- **Prolongar la vida útil de los equipos:** Mediante un mantenimiento regular que evite el desgaste prematuro y las averías.
- **Mejorar la seguridad laboral:** Manteniendo los equipos en condiciones seguras y minimizando los riesgos de accidentes laborales.
- **Optimizar los costos de mantenimiento:** Reduciendo las reparaciones costosas y paradas de emergencia a través de la prevención de fallos.



6.1.3 Análisis de la Situación Actual

Actualmente, la Planta 3 de Yazaki enfrenta varios desafíos en su sistema de mantenimiento preventivo, incluyendo:

- **Equipos fuera del plan de mantenimiento preventivo:** Aumentan los costos de reparación y reduciendo la eficiencia operativa.
- **Fallas después del mantenimiento preventivo:** Afectando negativamente la productividad.
- **Capacitación insuficiente del personal:** Resultando en la implementación inadecuada de técnicas de mantenimiento preventivo.

6.1.4 Metodología

La metodología para implementar las mejoras incluirá los siguientes pasos:

- **Revisión y ajuste del plan de mantenimiento preventivo:** incluir todos los equipos físicos presentes en las líneas de producción y asegurar su correcto mantenimiento.
- **Recopilación y análisis de datos:** Revisar los registros históricos de mantenimiento y evaluar el estado actual de los equipos.
- **Diagnóstico de fallos:** Identificar las causas raíz de los problemas en los equipos y evaluar la criticidad de cada uno.
- **Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo extraordinario:** Detallando las tareas de mantenimiento, frecuencia y responsables.
- **Capacitación del personal:** Implementar reforzamientos anuales en el uso de SAP y seguimientos evaluativos de cursos asignados.

6.1.5 Inventario de Equipos

Un inventario preciso de los equipos es esencial para gestionar el mantenimiento de manera eficiente. En la planta, los equipos se clasifican en varias categorías:

- **Mesa de pruebas eléctricas:** Verifican la integridad y funcionalidad de los sistemas eléctricos en vehículos. Este equipo realiza pruebas de continuidad,

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



resistencia y aislamiento en los mazos eléctricos, asegurando que no existan fallos como cortocircuitos, conexiones sueltas o resistencias fuera de los parámetros normales.

- **Pruebas de clip:** Aseguran la inserción correcta de clips, grommets y protectores. Estos equipos garantizan que los componentes estén en el lugar correcto al momento de realizar el ensamble en el automóvil.
- **Conveyor:** Sistemas de transporte que requieren mantenimiento regular para evitar fallos. Los conveyors transportan la circuitería, componentes y productos a lo largo de la línea de producción.
- **Sistema de inserción de terminales guiada EMDEP (GTI):** Facilita la inserción de cables en conectores de forma automatizada. Este sistema guía al operador paso a paso durante el proceso de ensamblaje y realiza comprobaciones de continuidad eléctrica y presencia de cables.
- **Pull System (Bases Beep):** Utilizado en el proceso de producción para la gestión de inventarios y flujo de materiales. Las bases beep permiten la organización y control de la producción, asegurando que los materiales estén disponibles cuando se necesitan.

Cada equipo se evaluará en cuanto a su estado actual, necesidades de mantenimiento y criticidad.

6.1.6 Plan de Mantenimiento Preventivo

El desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo actualizado incluirá las siguientes etapas:

1. **Identificación de tareas de mantenimiento:** Determinación de las actividades necesarias para mantener cada equipo en condiciones óptimas.
- **Mesas de pruebas eléctricas:** Calibraciones regulares, revisiones de módulos de prueba, y mantenimiento de conexiones eléctricas.
 - **Pruebas de clip:** Cambios de refacciones Micro Switch, revisión de circuitos eléctricos, aplicación de soldadura con estaño.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



- **Conveyor:** Inspección visual y operativa, lubricación de componentes móviles, y ajuste de tensiones.
 - **Sistemas GTI:** Comprobaciones de funcionamiento de diodos led, revisión de micros witch, limpieza de tarjetas electrónicas.
 - **Bases Beep:** Revisión de componentes como micro switch, diodo led, batería 9 v y mantenimiento de estructuras.
2. **Frecuencia de mantenimiento:** Establecimiento de la periodicidad de las tareas de mantenimiento. Los equipos críticos tendrán una frecuencia mensual, mientras que otros podrán tener mantenimientos trimestrales o semestrales.
 3. **Responsables de mantenimiento:** Asignación de tareas específicas a técnicos y personal de mantenimiento, garantizando la rendición de cuentas y la eficiencia operativa.
 4. **Documentación y registros:** Creación de formularios y registros para documentar todas las actividades de mantenimiento realizadas, incluyendo inspecciones, reparaciones y ajustes.

6.1.7 Evaluación de la Criticidad de los Equipos

Para priorizar las actividades de mantenimiento, se realizará una evaluación de la criticidad de cada equipo. Esta evaluación se basará en los siguientes criterios:

Impacto en la producción: Evaluar cómo la falla de un equipo afecta la producción y el flujo de trabajo.

Mesas de pruebas eléctricas y pruebas de clip: Altamente críticas, ya que su falla puede detener la producción.

Conveyor: Críticos debido a su rol en el transporte continuo de materiales.

Sistemas GTI: Críticos por su función en la inserción precisa de componentes eléctricos.

Bases Beep: Moderadamente críticas, ya que su falla afecta la organización y gestión del inventario.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Costo de reparación: Determinar el costo asociado con la reparación o reemplazo del equipo en caso de fallo.

Equipos con altos costos de reparación, como los sistemas GTI y mesas de pruebas eléctricas, serán priorizados.

Frecuencia de fallos: Analizar el historial de fallos del equipo y su frecuencia.

Equipos con altos índices de fallos, como los conveyer, recibirán atención prioritaria.

Seguridad: Evaluar los riesgos asociados con la operación y mantenimiento del equipo.

Equipos que presentan riesgos de seguridad elevados, como los sistemas GTI, serán priorizados para el mantenimiento preventivo.

6.1.8 Capacitación y Desarrollo del Personal

La capacitación del personal es fundamental para la correcta implementación del plan de mantenimiento preventivo. Se propondrán los siguientes programas de formación:

- Capacitación en técnicas de mantenimiento preventivo: Instrucción en mejores prácticas, procedimientos estandarizados, y técnicas avanzadas de diagnóstico y reparación.
- Uso de herramientas y software de gestión de mantenimiento: Formación en el uso de software de gestión y herramientas de diagnóstico para mejorar la eficiencia y efectividad del mantenimiento.
- Seguridad en el mantenimiento: Formación en prácticas de seguridad y procedimientos para minimizar los riesgos durante las actividades de mantenimiento, incluyendo el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP).
- Desarrollo de habilidades técnicas: Formación específica para el mantenimiento de diferentes equipos, asegurando que el personal esté capacitado para manejar y reparar cada tipo de equipo de manera efectiva.



6.1.9 Implementación de Mantenimiento preventivo extraordinario

La implementación del MP se enfocará en los equipos claves más relevantes:

- **Planificación de los equipos:** Programar y coordinar todas las tareas de mantenimiento preventivo.
- **Registro y seguimiento de tareas:** Documentar todas las actividades de mantenimiento realizadas, incluyendo detalles sobre la naturaleza de las reparaciones, los técnicos involucrados, y el tiempo requerido.
- **Gestión de recursos:** Optimizar el uso de recursos y materiales, gestionando el inventario de repuestos y asegurando la disponibilidad de los componentes necesarios para el mantenimiento.

6.1.10 Indicadores de Desempeño (KPIs)

Para evaluar la efectividad del plan de mantenimiento preventivo, se definirán y monitorizarán los siguientes indicadores clave de desempeño (KPIs):

MTTR (Mean Time to Repair): Tiempo promedio necesario para reparar un equipo después de una falla. Este indicador ayudará a evaluar la eficiencia de las reparaciones y la capacidad de respuesta del equipo de mantenimiento.

MTBF (Mean Time Between Failures): Tiempo promedio entre fallos de un equipo. Este indicador permitirá evaluar la fiabilidad y el rendimiento de los equipos a lo largo del tiempo.

Downtime (Tiempo de inactividad): Porcentaje de tiempo que los equipos están fuera de servicio debido a fallos o mantenimiento. Un tiempo de inactividad reducido indicará una mejora en la planificación y ejecución del mantenimiento preventivo.

Cumplimiento del mantenimiento preventivo: Porcentaje de equipos que reciben el mantenimiento preventivo programado. Un alto cumplimiento reflejará la efectividad del plan y la disciplina en su ejecución



6.1.11 Calendarización

A continuación, se presenta un calendario detallado para la implementación de las mejoras en el sistema de mantenimiento preventivo, desde septiembre 2024 hasta enero 2025.

Septiembre 2024

Semana 1-2: Análisis de la situación actual y recopilación de datos.

- Revisión de registros históricos de mantenimiento.
- Evaluación del estado actual de los equipos.

Semana 3: Desarrollo del inventario de equipos y evaluación de su estado.

- Clasificación de equipos según su criticidad y estado operativo.

Semana 4: Completar el análisis de criticidad de equipos.

- Identificación de equipos críticos y priorización de tareas de mantenimiento.

Octubre 2024

Semana 1: Elaboración del plan de mantenimiento preventivo.

- Definición de tareas específicas para cada equipo.
- Establecimiento de la frecuencia de mantenimiento para cada equipo.

Semana 2: Revisión del plan con el equipo de mantenimiento.

- Ajustes y mejoras basadas en la retroalimentación del personal.

Semana 3-4: Capacitación del personal en nuevas técnicas de mantenimiento.

- Formación en el uso de herramientas de diagnóstico y software de gestión de mantenimiento.

Noviembre 2024

Semana 1-2: Implementación inicial del plan de mantenimiento preventivo.

- Ejecución de las primeras tareas de mantenimiento según el nuevo plan.
- Monitoreo de resultados iniciales y ajuste de procedimientos si es necesario.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Semana 3: Evaluación de los primeros resultados y ajustes.

- Análisis de los KPIs para evaluar el impacto inicial del plan.

Semana 4: Comienzo de la implementación del software de gestión de mantenimiento.

- Configuración e integración del software con los procesos existentes.

Diciembre 2024

Semana 1-2: Continuación de la implementación del software.

- Formación adicional para el personal en el uso del software.
- Ajustes y optimizaciones basadas en la retroalimentación inicial.

Semana 3: Revisión de los indicadores de desempeño iniciales.

- Análisis de datos recopilados y evaluación de la efectividad del plan.

Semana 4: Preparación de la auditoría inicial del plan de mantenimiento.

- Documentación de procesos y resultados para la auditoría.

Enero 2025

Semana 1: Realización de la auditoría inicial y ajustes al plan.

- Identificación de áreas de mejora y ajustes necesarios en el plan de mantenimiento.

Semana 2-3: Capacitación adicional y refuerzo del plan.

- Formación continua para asegurar la efectividad del mantenimiento preventivo.

Semana 4: Evaluación final y establecimiento de una rutina de mejora continua.

- Implementación de un sistema de retroalimentación y ajuste constante del plan.



6.1.12 Ajuste al plan de mantenimiento preventivo

6.1.12.1 Datos necesarios por equipo

Datos Necesarios para Agregar Equipos al Plan de Mantenimiento Preventivo en SAP

PM:

Identificación del equipo

- Número de Identificación del Equipo (ID)
- Nombre del Equipo
- Ubicación de Instalación

Descripción del equipo

- Tipo de Equipo
- Fabricante
- Modelo
- Número de Serie

Detalles operativos

- Fecha de Instalación
- Horas de Operación (si aplica)
- Condiciones de Operación

Historial de mantenimiento (si existe)

- Fecha de Último Mantenimiento
- Tipo de Mantenimiento Realizado
- Partes Reemplazadas

Plan de mantenimiento preventivo

- Frecuencia del Mantenimiento (semanal, mensual, trimestral, anual)
- Tareas de Mantenimiento Específicas
- Herramientas y Materiales Necesarios
- Instrucciones de Seguridad

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Responsable del mantenimiento

- Nombre del Técnico Responsable
- Departamento
- Contacto

La recolección de los datos necesarios para incluir cada equipo en el plan de mantenimiento preventivo es responsabilidad del jefe de área. Una vez que el jefe de área haya completado la información requerida, deberá compartirla con el departamento de ingeniería central. Ingeniería central se encargará de elaborar la lista de tareas (task list), asignar la frecuencia del mantenimiento preventivo y dar de alta los 65 equipos en el sistema SAP PM como parte del plan de mantenimiento preventivo.

Tabla8

Análisis del personal de mantenimiento preventivo

Equipos	Puesto	Cantidad
	Coordinador	1
Prueba eléctrica	Técnico	4
Conveyor	Técnico	2
Sistema GTI / Sistema pull beep beep	Técnico	0

Fuente: Elaboración de los autores.

La tabla nos muestra la cantidad de personal y su distribución por equipo necesaria para llevar a cabo los mantenimientos preventivos. Actualmente, hay un total de siete personas: un coordinador para supervisar las actividades, cuatro técnicos dedicados a las pruebas eléctricas y dos técnicos asignados al mantenimiento del conveyor.

Actualmente, hay un total de 145 equipos, cada equipo tiene un promedio de 5 módulos, y se estima que cada módulo requiere 20 minutos de mantenimiento

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



preventivo. Con una disponibilidad de 7.5 horas al día, es decir, 450 minutos, se puede realizar el mantenimiento de aproximadamente 22.5 módulos al día. Esto equivale a dar mantenimiento a 4.5 equipos completos por día. Dado que el ciclo total de mantenimiento preventivo para todos los equipos es de aproximadamente 32.22 días, es evidente que mantener esta frecuencia y cubrir todos los equipos con el personal actual resulta insuficiente.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

Tabla9

Análisis de equipo

Equipos	Total, de equipos	Promedio de	promedio de preventivo	Horas disponibles	Minutos disponibles	Cantidad módulo	Cantidad de equipos en un día	Ciclo total de preventivo (días)
Sistema GTI / Sistema pull beep	145	5	20	7.5	450	22.5	4.5	32.22222222

Fuente: Elaboración propia de los autores

Para llevar a cabo los mantenimientos preventivos de manera efectiva, es crucial suplir la vacante en el Sistema GTI / Beep Beep. Sin embargo, se requiere un total de ocho personas para cubrir todas las necesidades. Al ajustar el plan de mantenimiento preventivo para incluir los 65 equipos que estaban fuera del plan, se justifica la necesidad de cubrir una vacante adicional para un técnico especializado en el Sistema GTI / Beep Beep.

Actualmente, el mantenimiento realiza una inspección rutinaria al Sistema Pull Beep Beep y tiene una orden de trabajo en el plan de mantenimiento preventivo para un equipo, que se supone cubre todos los equipos del área de ensamblaje. Sin embargo, no se logra presentar evidencia de que se realizó el mantenimiento preventivo a todos los equipos, ya que la orden de trabajo solo especifica uno de ellos.

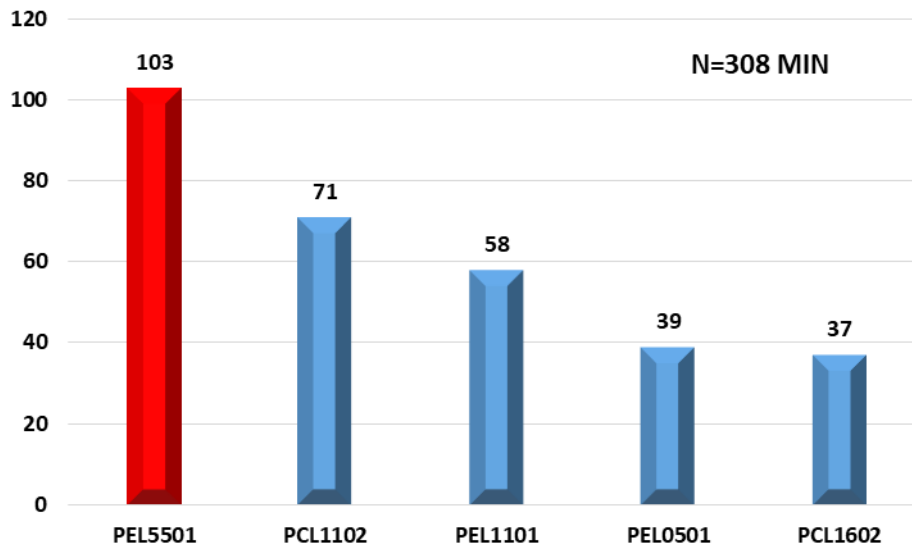
*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

6.1.13 Recopilación y análisis de datos

Las fallas se enumeran de la siguiente manera: micro switch con una frecuencia de 79, circuito con 38, conveyor con 14, esta información es crucial para analizar los equipos que más relevantes.

Figura27

Grafica de los equipos relevantes en fallas Microswitch



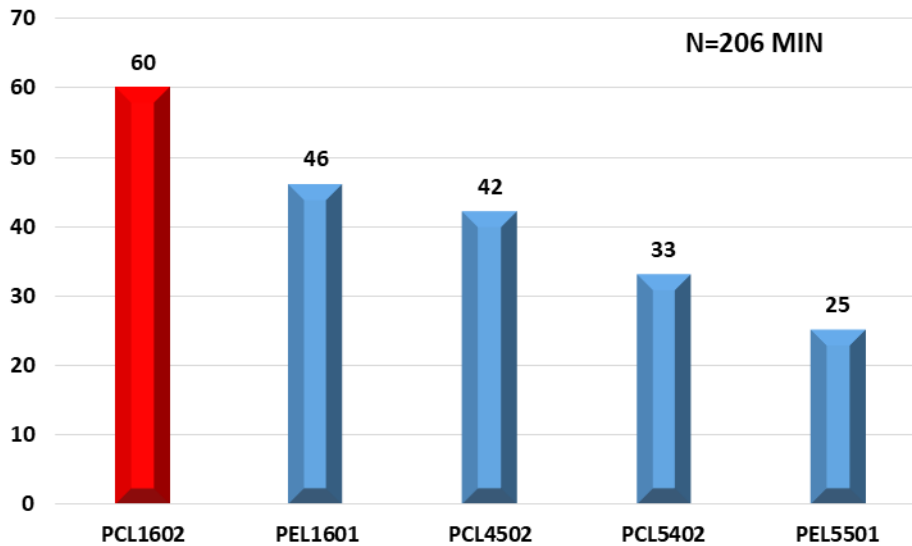
Fuente: Elaboración de los autores

El análisis de los equipos con fallas de microswitch, medido en minutos de inactividad, se aplica a las pruebas eléctricas. En este contexto, PEL5501 es el equipo más problemático con 103 minutos de inactividad, seguido por PCL1102 con 71 minutos, PEL1101 con 58 minutos, PEL0501 con 39 minutos y PCL1602 con 37 minutos. Estos resultados indican que PEL5501 y PCL1102 deben ser priorizados para intervenciones de mantenimiento preventivo y correctivo en las pruebas eléctricas, dado su alto impacto en la eficiencia operativa.

6.1.14 Fallas de circuito

Figura28

Gráfica de equipos relevantes con fallas de circuitos



Fuente: Elaboración de los autores

El análisis de los equipos con fallas de circuitos, medido en minutos de inactividad, revela que PCL1602 acumuló 60 minutos de inactividad, PEL1601 46 minutos, PCL4502 42 minutos, PCL5402 33 minutos y PEL5501 25 minutos. Estos resultados subrayan la necesidad de priorizar el mantenimiento preventivo y correctivo de PCL1602 y PEL1601 para mejorar la eficiencia operativa y reducir el tiempo de inactividad en la planta. Actualmente, en el mes de diciembre, se están realizando cambios en las pruebas eléctricas debido a los cambios de año modelo en los arneses fabricados en la línea 16. Sin embargo, al realizar el cambio de prueba, no se puede llevar a cabo ninguna acción o contramedida basada en la falla de circuitos, ya que serán equipos nuevos.

6.1.15 Fallas de conveyor

Dado que las fallas de conveyor presentaron una frecuencia de 14, se llevará a cabo una propuesta de mejora como prioridad número dos, inmediatamente después de

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



abordar las fallas de circuitos. Esta iniciativa tiene como objetivo identificar las causas raíz de las fallas en los conveyors y desarrollar soluciones efectivas para reducir su incidencia.

6.1.16 Mejorar eficiencia eficacia en MP.

Para mejorar la eficiencia y eficacia de los mantenimientos preventivos, se propone el siguiente formato de registro de mantenimiento preventivo por máquina. A continuación, se explica cada inciso a llenar en el formato:

Alias de Equipo: El alias asignado a una prueba eléctrica más la línea. Por ejemplo, PEL1601.

Activo: Número de activo en caso de que aplique.

No de Equipo: Número asignado en SAP PM para mantenimientos preventivos.

Fecha: Día en que se realizó el preventivo (día/mes/año)

Técnico: Número de tarjeta o nombre de técnico que realizó Preventivo a Módulo.

Este apartado se divide en columnas por mes (de enero a junio) e incluye las siguientes filas:

Número de Módulo: Identificación del módulo.

Fecha: Fecha en que se realizó el mantenimiento preventivo.

Técnico: Nombre del técnico que realizó el mantenimiento.

Con este formato se puede dar seguimiento al total de módulos que revisa el técnico, el seguimiento de fallas después del mantenimiento preventivo y el porcentaje de módulos a los cuales se les dio mantenimiento preventivo en cada mes. Se revisa en el registro si se le dio mantenimiento preventivo en ese ciclo. Este seguimiento detallado asegura que cada módulo de prueba eléctrica reciba el mantenimiento adecuado y que todas las intervenciones estén debidamente registradas, mejorando así la eficiencia y reduciendo el tiempo de inactividad en la planta.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



6.1.17 Propuesta de plan de MP extraordinario en equipo critico

Figura30

Plan de preventivo extraordinario PEL5501

PLAN DE PREVENTIVO EXTRAORDINARIO PEL5501

NO.	NUMERO DE	FECHA	ene-25											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	odulo	PLAN												
		REAL												
2	odulo	PLAN												
		REAL												
3	odulo	PLAN												
		REAL												
4	odulo	PLAN												
		REAL												
5	odulo	PLAN												
		REAL												
6	odulo	PLAN												
		REAL												
7	odulo	PLAN												
		REAL												
8	odulo	PLAN												
		REAL												
9	odulo	PLAN												
		REAL												
10	odulo	PLAN												
		REAL												
11	odulo	PLAN												
		REAL												
12	odulo	PLAN												
		REAL												
13	odulo	PLAN												
		REAL												
14	odulo	PLAN												
		REAL												
15	odulo	PLAN												
		REAL												
16	odulo	PLAN												
		REAL												
17	odulo	PLAN												
		REAL												
18	odulo	PLAN												
		REAL												
19	odulo	PLAN												
		REAL												
20	odulo	PLAN												
		REAL												
21	odulo	PLAN												
		REAL												
22	odulo	PLAN												
		REAL												
23	odulo	PLAN												
		REAL												
24	odulo	PLAN												
		REAL												
25	odulo	PLAN												
		REAL												

El plan propuesto busca realizar un mantenimiento preventivo extraordinario para PEL5501, se basa en un cronograma de dos días en enero 2025, para asegurar la

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



revisión y mantenimiento de los módulos enfocados en los micros. Durante el primer día, se realizará el mantenimiento preventivo de los módulos del 1 al 25.

Figura31

Plan segundo día preventivo extraordinario PEL5501

PLAN DE PREVENTIVO EXTRAORDINARIO PEL5501

NO.	NUMERO DE	FECHA	ene-25											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26	odulo	PLAN												
		REAL												
27	odulo	PLAN												
		REAL												
28	odulo	PLAN												
		REAL												
29	odulo	PLAN												
		REAL												
30	odulo	PLAN												
		REAL												
31	odulo	PLAN												
		REAL												
32	odulo	PLAN												
		REAL												
33	odulo	PLAN												
		REAL												
34	odulo	PLAN												
		REAL												
35	odulo	PLAN												
		REAL												
36	odulo	PLAN												
		REAL												
37	odulo	PLAN												
		REAL												
38	odulo	PLAN												
		REAL												
39	odulo	PLAN												
		REAL												
40	odulo	PLAN												
		REAL												
41	odulo	PLAN												
		REAL												
42	odulo	PLAN												
		REAL												
43	odulo	PLAN												
		REAL												
44	odulo	PLAN												
		REAL												
45	odulo	PLAN												
		REAL												
46	odulo	PLAN												
		REAL												
47	odulo	PLAN												
		REAL												
48	odulo	PLAN												
		REAL												
49	odulo	PLAN												
		REAL												
50	odulo	PLAN												
		REAL												

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Segundo día y finalización: El mantenimiento continuará con los módulos del 26 al 50, asegurando que cada uno reciba la atención necesaria. La tabla permite un seguimiento preciso del progreso, comparando el plan original con las actividades realmente ejecutadas.

6.1.18 Evaluación y mejora continua

Para asegurar la sostenibilidad y mejora constante del sistema de mantenimiento preventivo, se propondrá un sistema de evaluación continua que incluya:

- **Auditorías regulares:** Evaluaciones periódicas para medir la efectividad del plan y realizar ajustes necesarios.
- **Revisión de KPIs:** Monitorización continua de los indicadores clave de desempeño para asegurar el cumplimiento de los objetivos.
- **Retroalimentación del personal:** Recopilación y análisis de sugerencias y comentarios del equipo de mantenimiento para identificar oportunidades de mejora.
- **Actualización del plan de mantenimiento:** Revisión y actualización periódica del plan para incorporar nuevas tecnologías, mejores prácticas y cambios en las necesidades operativas.

6.1.19 Conclusión

Esta propuesta detallada busca implementar un sistema de mantenimiento preventivo integral en la Planta 3 de Yazaki en El Viejo, Chinandega, abordando los desafíos actuales y asegurando la máxima eficiencia operativa, seguridad y sostenibilidad. Mediante una planificación cuidadosa, evaluación de criticidad, capacitación del personal e implementación de herramientas de gestión avanzadas, se espera lograr una mejora significativa en la gestión del mantenimiento preventivo, beneficiando tanto a la planta como a sus empleados y a la empresa en general.



6.2 Propuesta de mejora en equipo de conveyor de Yazaki Planta 3 El Viejo, Chinandega.

6.2.1. Introducción

La Planta 3 de Yazaki, ubicada en El Viejo, Chinandega, enfrenta varios desafíos en la gestión de su mantenimiento preventivo, una de las fallas frecuentes es el sistema de conveyor, la gráfica de Pareto ha revelado que representa una proporción significativa de los problemas, lo cual impacta negativamente en la eficiencia operativa y la disponibilidad de los equipos. Esta propuesta tiene como objetivo desarrollar e implementar un plan de mejora, con un enfoque particular en la reducción de las fallas del sistema de conveyor. La implementación del plan se llevará a cabo entre septiembre de 2024 y enero de 2025, buscando incrementar la eficiencia operativa, reducir los costos de reparación y mejorar la seguridad de los empleados.

6.2.2 Objetivos

Reducir las fallas recurrentes en el sistema de conveyor de la Planta 3 de Yazaki, ubicada en El Viejo, Chinandega, en un 38% durante el periodo de septiembre 2024 a enero 2025,

Los objetivos específicos de esta propuesta son:

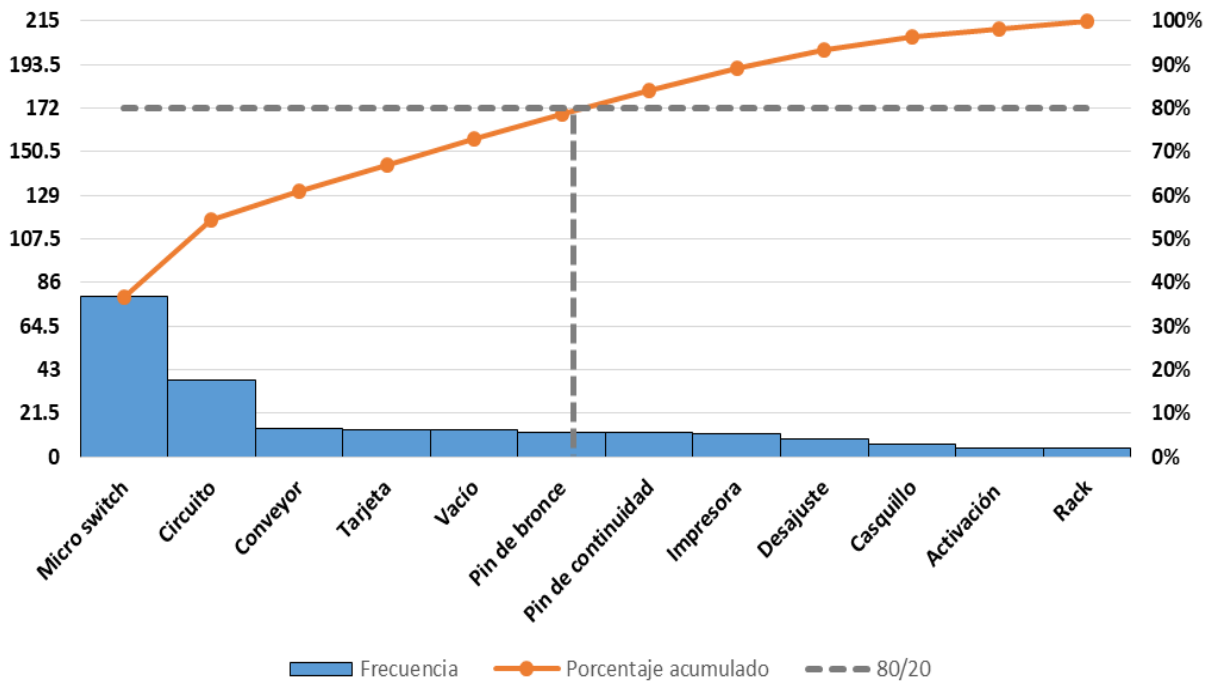
- Identificación de los equipos con mayor frecuencia de Fallas en el Sistema de Conveyor
- Análisis del problema más destacado y su causa en el sistema de conveyor
- Propuesta de mejora para el sistema de conveyor

6.2.3 Análisis de la Situación Actual

Actualmente, la evaluación de la situación actual revela que la planta necesita implementar mejoras, especialmente en los componentes de micro switch, circuitos y conveyors.

Figura32

Grafica de Pareto situación actual



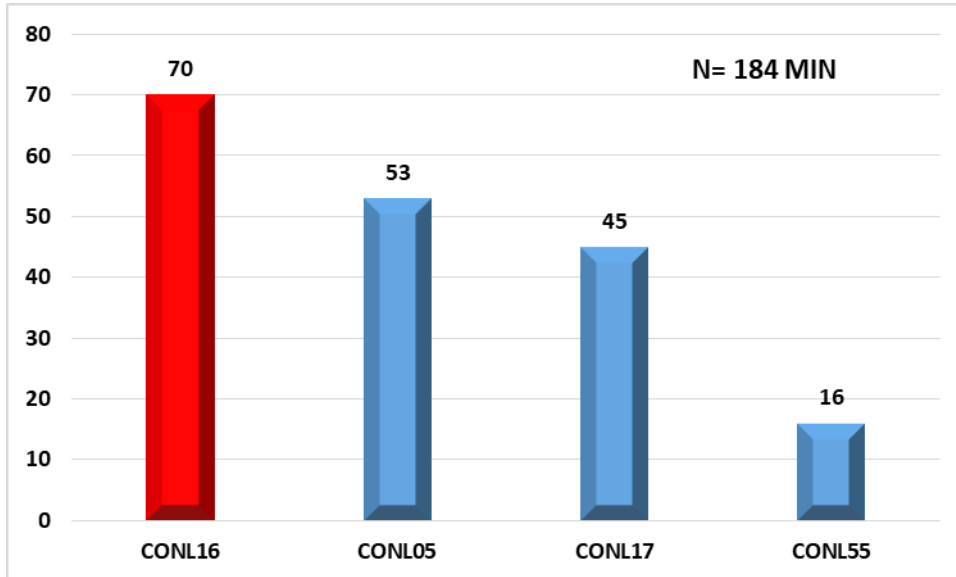
Elaboración propia de los autores

Las fallas en el sistema de conveyor, con una frecuencia de 14, representan una proporción significativa de los problemas. Los conveyors son fundamentales para el armado de arneses dentro de la planta, y cualquier fallo en estos sistemas puede causar interrupciones en la producción y afectar la eficiencia operativa.

6.2.4 Equipo crítico de conveyor

Figura33

Gráfica de conveyor con fallas recurrentes

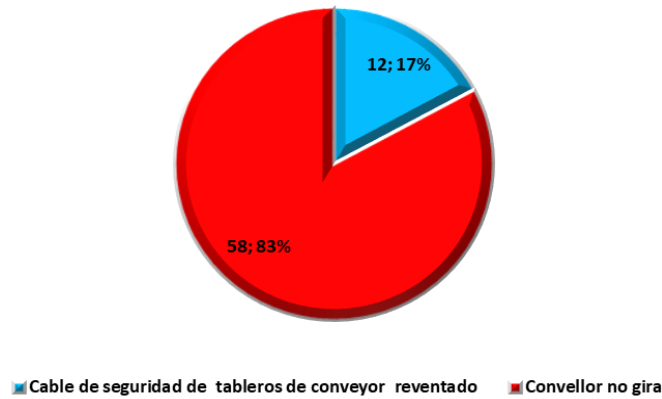


Elaboración propia de los autores

La identificación de los equipos de conveyor más afectados, como el Conveyor de Línea 16 (CONL16), que presenta 70 minutos de tiempo de inactividad, es crucial para enfocar los esfuerzos de mantenimiento en estas áreas críticas.

Figura34

Fallas de conveyor línea 16



Elaboración propia de los autores

6.2.5 Definición de metas y resultados esperados

El gráfico de pastel revela que el problema más destacado en el Conveyor de Línea 16 (CONL16) es que el conveyor no gira, representando el 83% de las fallas con 58 minutos de incidencia.

6.2.6 Establecimiento de metas medible

Para abordar este problema, se establece el siguiente objetivo:

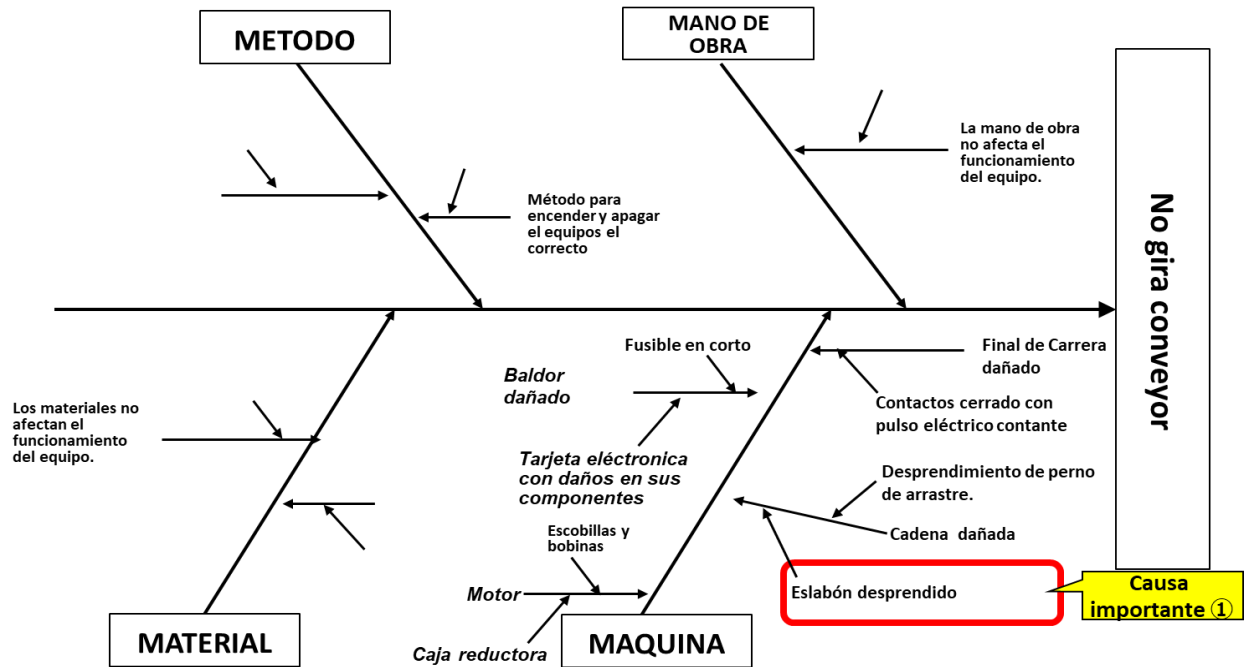
Reducir las fallas de "conveyor no gira" en línea 16

¿Cómo? Reduciendo el 83% que es el mayor problema, afectando los paros no programados, optimizar el proceso de reparación monitoreado a través de las fallas diarias de los equipos de producción.

6.2.7 Identificación de indicadores claves.

Figura35

Análisis de causas del problema, diagrama de Ishikawa



Elaboración propia de los autores

6.2.8 Análisis de 5 porque

Celda: CHASSIS

Línea: 16

Maquina: Conveyor

Problema: Eslabón desprendido en cadena de arrastre.

Figura36

Eslabón de cadena y perno de arrastre

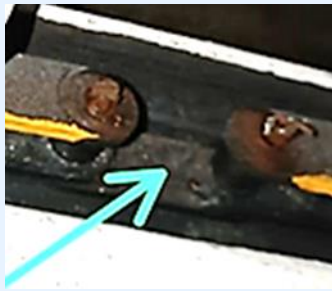






Elaboración propia de los Autores

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

Tabla10

5 Por qué?

1er por qué?	2do por qué?	3er por qué?	4to por qué?	5to por qué?
Pasador y remaches de chaveta de pines cedieron permitiendo que se desprenda la placa	Pasador y remaches no resiste la tensión ejercida por el perno de arrastre.	Perno de arrastre se inclina 20 grados cuando el carro realiza el giro en los cabezales del conveyor	Platina del carro ejerce presión sobre el perno en forma de palanca	Platina del carro queda a 1 ½ pulgada de la base donde esta soldado el perno.
				

Elaboración Propia de los autores

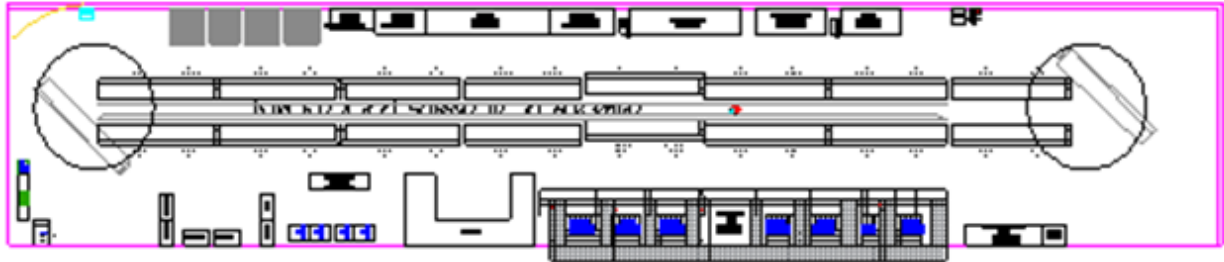
*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

6.2.9 Priorización de área de mejora

6.2.9.1 Layout de línea 16

Figura37

Layout de línea 16



Elaboración Propia de los autores

6.2.10 Área de Ensamble

Ubicación: Parte inferior del layout.

Descripción: En esta área se realiza la inserción de circuitos en los conectores utilizando un equipo GTI (Guía de Terminales para Inserción) o el sistema Beep Beep Pull System. Los operadores trabajan en estaciones organizadas para maximizar la eficiencia y el flujo de trabajo, asegurando que los circuitos estén correctamente ensamblados en los conectores.

6.2.10.2 Área de Encintado

Ubicación: Parte central del layout.

Descripción: En esta sección, los circuitos se direccionan y se encintan, dando forma al arnés. El área está compuesta por tableros con herramientas específicos y planos detallados del arnés, lo cual facilita el proceso de encintado y asegura que todos los componentes estén correctamente ubicados y asegurados durante el proceso de producción

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



6.2.10.3 Área de Línea Final

Ubicación: Parte superior del layout.

Descripción: Aquí se realiza la prueba de funcionamiento del arnés, comprobando que todos los componentes estén presentes mediante equipos de prueba de baja tensión. Además, se lleva a cabo la inspección final y el empaque del producto para asegurar que cumpla con los estándares de calidad antes de salir de la planta.

6.2.10.4 Área de Mejora - Encintado Conveyor

Ubicación: Integrada en el área de encintado (Parte central).

Descripción: Esta sección se enfoca en optimizar el proceso de encintado, incluyendo la implementación en sistemas de conveyor para mejorar la eficiencia del equipo. El objetivo es disminuir las fallas relacionadas con el conveyor, como el problema de que el conveyor no gira, identificando y aplicando mejoras en el sistema de transmisión.

6.2.11 Estrategias de mejora

1-Mantener en Stock un candado con el perno de arrastre soldado para reducir el tiempo de reparación.

2- Subir altura del chasis de conveyor para que la platina de arrastre no incline el perno.

6.2.11.1 Definición de acciones específicas y pasos a seguir

1. Mantener en Stock un candado con el perno de arrastre soldado para reducir el tiempo de reparación:

- Paso 1: Solicitar aviso en SAP

Acción: Generar una orden de trabajo en el sistema SAP para el retiro del candado y el perno de arrastre en almacén.

Responsable: Técnico de mantenimiento.

Plazo: Inmediato.



- Paso 2: Retirar el candado y perno de arrastre en almacén
Acción: Recoger el candado y perno de arrastre del almacén, asegurándose de que estén en buenas condiciones.
Responsable: Técnico de mantenimiento.
Plazo: Inmediato, una vez generado el aviso en SAP.
- Paso 3: Soldar el perno al candado de la cadena de arrastre
Acción: Realizar la soldadura del perno al candado de la cadena de arrastre, asegurando una fijación adecuada.
Responsable: Técnico especializado en soldadura.
Plazo: Dentro de las 24 horas siguientes a la recogida del material.
- Paso 4: Asignar lugar de stock para cambio rápido
Acción: Designar y documentar un lugar específico en el almacén para el almacenamiento de los candados y pernos de arrastre listos para su uso.
Responsable: Responsable de almacén.
Plazo: Inmediato, una vez realizada la soldadura.

2. Subir altura del chasis de conveyor para que la platina de arrastre no incline el perno:

Paso 1: Toma de Medidas y Preparación

Realizar la toma de medidas necesarias para determinar la altura exacta a la que se debe elevar el chasis del conveyor.

Tareas:

- Medir la altura actual del conveyor y la altura requerida para evitar que la platina de arrastre incline el perno.
- Realizar una lista de los materiales necesarios para la modificación.
- Cotizar y comprar los materiales requeridos, asegurándose de que cumplan con las especificaciones técnicas.

Responsable: Técnico de mantenimiento y equipo de compras.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Paso 2. Elaboración de Estructuras de Soporte

Fabricar las estructuras necesarias para elevar el chasis del conveyor a la altura determinada.

Tareas:

- Diseñar las estructuras de soporte que se adaptarán al chasis actual.
- Realizar la soldadura y ensamblaje de las estructuras de soporte.
- Verificar la integridad y estabilidad de las estructuras antes de la instalación.

Responsable: Técnico especializado en soldadura y ensamblaje.

Paso 3. Instalación y Ajuste

Realizar la instalación de las estructuras de soporte y ajustar el chasis del conveyor a la nueva altura.

Tareas:

- Solicitar tiempo extra si es necesario para asegurar una instalación correcta.
- Instalar las estructuras para levantar el chasis, asegurando que estén firmemente fijadas y niveladas.
- Realizar pruebas de funcionamiento del conveyor para asegurar que la platina de arrastre no incline el perno y que el sistema opere correctamente.

Responsable: Técnico de mantenimiento y coordinador de línea.



6.2.11.2 Asignación de recursos

Estimación de Recursos Financieros y Humanos Necesarios

Tabla11

Presupuesto de materiales necesarios para la ejecución del proyecto.

Materiales	Cantida d	Precio (C\$)	unidad	Total (C\$)
Tubo cuadrado negro 6mts CH-16:1X1	10	C\$ 515.73		C\$ 5,157.30
Soldadura lincol 6011 3/32" LB	5	C\$ 119.12		C\$ 595.60
Disco laminado dewalt 4- 1/2"	5	C\$ 53.22		C\$ 266.10
Disco abrasivo dewalt 14"x7/64"X1" corte de metal	1	C\$ 230.60		C\$ 230.60
Platina metálica 1"x1/8x6 metros	20	C\$ 221.61		C\$ 4,432.20
Pintura blanco Ostra Cubeta	1	C\$ 2,700.00		C\$ 2,700.00
Total, córdobas (C\$)				C\$ 13,381.80
Total, dólares (USD)				USD 361.31

Elaboración Propia de los autores

Total, en Moneda NIO (C\$)

El costo total de los materiales es C\$13,381.80.

Total, en dólares (USD)

El costo total de los materiales convertido a dólares es aproximadamente USD 361.31.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Esta estimación de recursos financieros proporciona una visión clara de los costos involucrados en la ejecución del proyecto para subir la altura del chasis del conveyor de Línea 16, asegurando que la platina de arrastre no incline el perno.

Tabla12

Presupuesto de recursos Humanos para la implementación de la mejora

Actividades	Cantidad	Promedio salario(C\$)	Total (C\$)
Toma de Medidas y Preparación. Realizar lista de materiales. Medidas y diseño de estructuras para soporte.	1 Coordinador 1 técnico	C\$ 450.00	C\$ 900.00
Elaboración de Estructuras de Soporte	3 técnicos	C\$ 354.00	C\$ 1,062.00
Instalación y Ajuste	4 técnicos 1 Coordinador	C\$ 354.00	C\$ 1,770.00
Total, Córdobas (C\$)			C\$ 3,732.00
Total, Dólares (USD)			USD 100.76

Total, Recursos Humanos NIO: C\$3,732.00 Total Recursos Humanos en Dólares (USD): USD 100.76

6.2.11.3 Estimación total de recursos financieros

Total, en córdobas NIO (C\$): C\$17,113.80 Total en Dólares (USD): USD 462.07

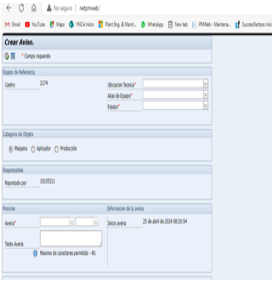



Esta estimación proporciona una visión completa de los recursos financieros y humanos necesarios para subir la altura del chasis del Conveyor de Línea 16.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

6.2.12 Implementación y ejecución

Tabla13

Mantener en Stock un candado con el perno de arrastre soldado para reducir el tiempo de reparación



Pasos	Actividad	Fotos de actividad realizada	Estatus
Paso 1	Solicitar aviso en SAP Generar una orden de trabajo en el sistema SAP para el retiro del candado y el perno de arrastre en almacén.		Cerrado
Paso 2	Retirar el candado y perno de arrastre en almacén		Cerrado
Paso 3	Soldar el perno al candado de la cadena de arrastre		Cerrado
Paso 4	Asignar lugar de stock para cambio rápido		Cerrado

Elaboración propia de los autores

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

Tabla14

Implementación 2. Subir altura del chasis de conveyor para que la platina de arrastre no incline el perno.

Pasos	Actividad	Fotos de actividad realizada	Estatus																																				
Paso 1	Toma de Medidas y Preparación	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Lista de materiales para subir chasis L16</th> </tr> <tr> <th>Materiales</th> <th>cantidad</th> <th>precio unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tubo cuadrado negro 6mts CH-16:1X1</td> <td>10</td> <td>515.73</td> </tr> <tr> <td>Soldadura lincol 6011 3/32" LB</td> <td>5</td> <td>119.12</td> </tr> <tr> <td>Disco laminado dewalt 4-1/2"</td> <td>5</td> <td>53.22</td> </tr> <tr> <td>Disco abrasivo dewalt 14"x7/64"x1" cor</td> <td>1</td> <td>230.6</td> </tr> <tr> <td>Platina metalica 1"x1/8x6 metros</td> <td>20</td> <td>221.61</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Lista de materiales para subir chasis L16			Materiales	cantidad	precio unidad	Tubo cuadrado negro 6mts CH-16:1X1	10	515.73	Soldadura lincol 6011 3/32" LB	5	119.12	Disco laminado dewalt 4-1/2"	5	53.22	Disco abrasivo dewalt 14"x7/64"x1" cor	1	230.6	Platina metalica 1"x1/8x6 metros	20	221.61																Cerrado
Lista de materiales para subir chasis L16																																							
Materiales	cantidad	precio unidad																																					
Tubo cuadrado negro 6mts CH-16:1X1	10	515.73																																					
Soldadura lincol 6011 3/32" LB	5	119.12																																					
Disco laminado dewalt 4-1/2"	5	53.22																																					
Disco abrasivo dewalt 14"x7/64"x1" cor	1	230.6																																					
Platina metalica 1"x1/8x6 metros	20	221.61																																					
Paso 2	Elaboración de Estructuras de Soporte		Cerrado																																				
Paso 3	Instalación y Ajuste		Cerrado																																				

Elaboración propia de los autores.

6.2.12 Mejora realizada en línea 16

Figura 38

Mejora realizada, antes de implementarla.



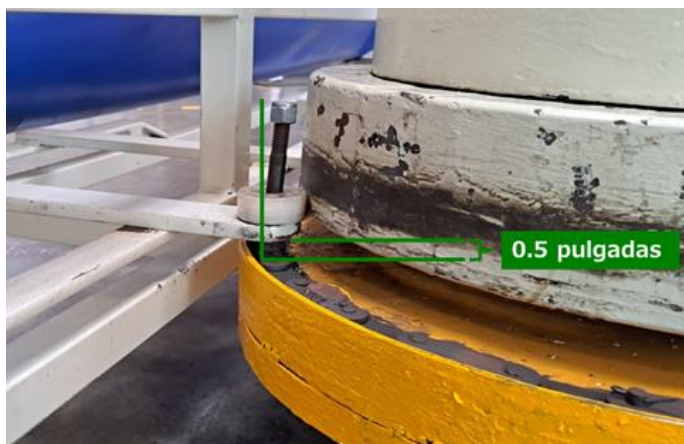
Fuente: Elaboración propia de los autores

1-Reducción de 1 pulgada de espacio entre la platina y la base del perno de arrastre para reducir la fuerza de palanca.

6.2.13.1 Después de la implementación

Figura39

Implementación de la mejora



Elaboración propia de los autores

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



Se redujo a 0.5 pulgadas el espacio entre la platina de arrastre y la base del perno, eliminando la fuerza de palanca e inclinación.

6.2.14 Estandarización

Tabla15

Estandarización de la mejora

NO.	LÍNEA	FECHAS	dic-24				ene-25				feb-25				
			SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	
1	LÍNEA 16	PLAN	15-Dec-24												
		REAL													
2	LÍNEA 17	PLAN	12-Jan-25												
		REAL													
3	LÍNEA 18	PLAN	2-Feb-24												
		REAL													

Fuente: Elaboración de los autores

Nota: Para una estandarización de la elevación del chasis en los conveyors se tiene que tomar en cuenta como elemento principal los carros con una longitud mayor a 4 1/2 metros, debido al mayor peso y la afectación en los pernos de arrastre, se realizó una inspección visual y medición para identificar estos conveyors. Se fabricarán y prepararán estructuras de soporte adecuadas, y se llevarán a cabo las instalaciones y ajustes necesarios para asegurar la fijación correcta y evitar la inclinación del perno, mejorando así la eficiencia operativa y reduciendo las fallas en toda la planta.

A continuación, se presenta un calendario detallado para la implementación de las mejoras en el sistema de mantenimiento preventivo, desde septiembre 2024 hasta enero 2025.



6.2.15 Conclusión

La propuesta detallada tiene como objetivo reducir las fallas recurrentes en el sistema de conveyor de la Planta 3 de Yazaki en un 38% durante el periodo de septiembre 2024 a enero 2025. Se identificaron los equipos con mayor frecuencia de fallas mediante un análisis detallado, destacando el conveyor de línea (CONL16) con 70 minutos de fallas, representando el 38% de los problemas recurrentes. El problema principal del Conveyor de Línea 16, "el conveyor no gira", representó el 83% de las fallas con 58 minutos, atribuido al desgaste de componentes mecánicos, incluyendo la fuerza de palanca ejercida por la altura de la platina de arrastre y la longitud y peso del carro. Para abordar estos problemas, se propone mantener en stock un candado con el perno de arrastre soldado, elevar 1 pulgada la altura del chasis del conveyor y elevar el chasis de los conveyors con carros de longitud mayor a 4 1/2 metros. La implementación de estas mejoras ha permitido reducir las incidencias de fallas en los conveyors en un 31%, destacándose que el conveyor de línea 16 presentó 70 minutos en total y 50 minutos del problema principal, representando el 83% de las fallas. Con estas acciones, se busca mejorar la eficiencia y reducir el tiempo de inactividad del sistema de conveyor de la Planta 3 de Yazaki, ubicada en El Viejo, Chinandega.

6.3 Cronograma de ejecución

Tabla16

Cronograma general del proyecto

NO.	Actividades	FECHAS	sep-24				oct-24				nov-24				dic-24				ene-25			
			SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
1	Definición del tema	29-Sep-24																				
	Revisión y aprobación del tema	13-Oct-24																				
2	Elaboración y entrega del capítulo I. Planteamiento del proyecto	27-Oct-24																				
	Elaboración y entrega del capítulo II. Marco Referencial	10-Nov-24																				
3	Revisión del capítulo I y II	17-Nov-24																				
	Elaboración y entrega del capítulo III. Diseño Metodológico	24-Nov-24																				
4	Elaboración y entrega del capítulo IV. Análisis de resultados	1-Dec-24																				
	Revisión del capítulo IV	1-Dec-24																				
5	Elaboración y entrega del capítulo V. Conclusiones y futuras líneas de investigación	8-Dec-24																				
	Elaboración y entrega del capítulo VI. Conclusiones y futuras líneas de investigación	15-Dec-24																				
6	Revisión del capítulo V y VI	15-Dec-24																				
	Entrega y revisión del documento del trabajo de investigación	22-Dec-24																				
7	Preparación pre-defensa	12-Jan-25																				
	Pre-defensa	19-Jan-25																				
8	Entrega de																					
	Defensa																					

Fuente: Elaboración de los autores.



CAPITULO VII: CONCLUSIONES

Los resultados del análisis indican puntos críticos para mejorar el mantenimiento preventivo en la Planta 3 de Yazaki. Primero, se observó que solo el 69% de los 212 equipos físicos están incluidos en el plan de mantenimiento preventivo, debido a que muchos se consideraban herramientas y no equipos completos. A pesar de no estar formalmente registrados en el sistema SAP, estos equipos reciben mantenimiento preventivo, aunque sin evidencia documentada.

El mantenimiento preventivo mantuvo una disponibilidad del 99.9% y un cumplimiento del 100% de las órdenes de trabajo. Sin embargo, el estudio reveló que falta llevar un mejor control en la efectividad del preventivo para asegurar la revisión de los componentes principales del equipo y la efectividad de los técnicos en sus tareas. Los indicadores como MTTR y MTBF están dentro de las metas, aunque aún hay fallas relevantes que afectan la meta diaria por equipo, como fallas de microswitches, circuitos y conveyor, indicando áreas de mejora.

Se propone ajustar el plan de mantenimiento para incluir todos los equipos, realizar mantenimientos preventivos extraordinarios y mejorar el registro de mantenimiento. Específicamente, se recomienda elevar el chasis del conveyor y mantener en stock candados con pernos de arrastre soldados para reducir el tiempo de reparación. En resumen, esta propuesta busca optimizar los recursos, mejorar la eficiencia operativa y fomentar una cultura de mantenimiento proactiva e innovadora en la Planta 3 de Yazaki, ubicada en El Viejo, Chinandega



CAPITULO VIII: RECOMENDACIONES

Cumplimiento del plan de mantenimiento extraordinario:

Implementar el plan para completar el 100% del mantenimiento extraordinario en los equipos relevantes que presentaron fallas de micro switch y circuitos.

Ajuste y ampliación del plan de mantenimiento preventivo:

Completar el ajuste al plan de mantenimiento preventivo, agregando todos los equipos al plan para alcanzar una cobertura del 100%.

Monitoreo de la efectividad de los técnicos y de los equipos:

Utilizar el formato propuesto, de registro de mantenimiento preventivo por máquina para monitorear la efectividad de los técnicos. Asegurar la revisión del equipo en un 100% mediante el uso de la lista de módulos por equipo.

Evaluaciones periódicas del personal técnico:

Realizar evaluaciones periódicas semestrales o anuales al personal técnico en el uso de SAP y cursos enfocados a los equipos asignados de mantenimiento para mejorar las competencias del personal.

Estandarización de la propuesta de mejora en los conveyors:

Estandarizar la propuesta de mejora del conveyor en las líneas 17 y 18 para eliminar tiempos de inactividad y aumentar la eficiencia del equipo.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bibliografía

Valladares, G. W., Vicente, S., & Armas, E. A. (2023). Obtenido de <http://repositorio.ucc.edu.ni/1404/>

© Lifeder 2024 | All Rights reserved. (03 de diciembre de 2019). Obtenido de © Lifeder 2024 | All Rights reserved

Altertecnica. (2018). Obtenido de <https://altertecnica.com/costes-mantenimiento-correctivo-preventivo/>

Ballena, J. A. (2023). Lima. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/36872>

Ccoyo Castillo, C. J. (2021). Peru. Obtenido de https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4130/Cristhian%20Ccoyo_Tesis_Titulo%20Profesional_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ceinmant Mantenimiento-Confiable. (16 de septiembre de 2019). Obtenido de <https://www.facebook.com/photo/?fbid=1537953899680870&set=pcb.1537954079680852>

Chen, C. (2020). Enciclopedia significados. Obtenido de <https://www.significados.com/marco-de-referencia/>

eMaint por Fluke Corporation. (2024). Obtenido de <https://www.emaint.com/es/what-is-preventive-maintenance/>

Emdep, C. (2022). EMDEP. Obtenido de EMDEP: <https://www.emdep.com/products/test-tables2/>

EMDEP, C. (2022). EMDEP. Obtenido de EMDEP: <https://www.emdep.com/products/gti/>



Hernandez, L., Jarquin, S., & Mercado, N. (Junio de 2024). Leon. Obtenido de <http://repositorio.ucc.edu.ni/1404/>

Infraspeak Team. (09 de agosto de 2023). Infraspeak Team. Obtenido de <https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-preventivo/>

Perez, J., & Gonzales, M. (2023). Obtenido de <https://caps-nicaragua.org/noticia/el-mantenimiento-preventivo-y-correctivo-es-la-vida-del-sistema-de-agua/>

Steolder. (26 de septiembre de 2024). Obtenido de <https://www.stelorder.com/blog/mantenimiento-preventivo/>

Tafur Gonzales, J. A., & Triana Acelas, J. A. (2024). Bogota. Obtenido de https://repositorio.itm.edu.co/bitstream/handle/20.500.12622/6563/JoseTafur_JoseTriana_2024.pdf?sequence=4&isAllowed=y



ANEXOS O APENDICE

Anexo 1 Cuestionario aplicado para entrevista

ESTUDIANTES DE UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES ESTA ES UNA INVESTIGACIÓN PARA OPTAR AL TIULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

FECHA: _____

NOMBRE: _____

AREA DONDE FUE APLICADA: _____

PUESTO DEL EVALUADO: _____

DESCRIPCIÓN Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

1. Inspección Regular de Equipos

¿Se realizan inspecciones diarias de los equipos críticos?

¿Se utiliza una lista de verificación estándar durante las inspecciones?

¿Se registran y analizan los resultados de las inspecciones para detectar tendencias?

¿Se implementan medidas correctivas inmediatas para los problemas detectados?

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



2. Capacitación del Personal

¿Cuenta con el personal requerido para MP y MC de acuerdo con cantidad de máquinas?

¿El personal de mantenimiento recibe formación continua en técnicas de mantenimiento preventivo?

¿Se realizan evaluaciones periódicas del desempeño del personal?

¿Se actualizan los manuales y procedimientos de mantenimiento regularmente?

¿Se incentiva al personal para reportar y resolver problemas de manera proactiva?

3. Planificación y Programación

¿Se planifican las actividades de mantenimiento preventivo con anticipación?

¿Se asegura la disponibilidad de piezas de repuesto y recursos necesarios?

¿Se minimizan las interrupciones de la producción durante las actividades de mantenimiento?

¿Se revisa y ajusta el plan de mantenimiento regularmente?

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*



4. Documentación y Registro

¿Se mantienen registros detallados de todas las actividades de mantenimiento?

¿Se utilizan sistemas digitales para la gestión de la documentación?

¿Se revisan y auditan los registros regularmente?

¿Se utilizan los registros para mejorar el proceso de mantenimiento?

5. Evaluación de Eficiencia

¿Se mide la eficiencia del sistema de mantenimiento regularmente?

¿Se identifican y eliminan los cuellos de botella en el proceso de mantenimiento?

¿Se implementan mejoras continuas basadas en las evaluaciones?

¿Se comparan los resultados con las mejores prácticas de la industria?

Figura 40

Anexo1 Visita de campo a yazaki planta 3



Fuente: Elaboración de los autores

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*

Figura41

Anexo2 Campo áreas verdes de recreación, cancha de básquetbol



Fuente: Elaboración de los autores.

*Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad
¡Somos la Universidad de la Gente que Triunfa!*